



UNIVERSIDAD DE MURCIA
DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA
E INVESTIGACIÓN OPERATIVA

LIBRO DE ACTAS



XXXI CONGRESO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA V JORNADAS DE ESTADÍSTICA PÚBLICA

Murcia, 10–13 de febrero de 2009

Presentación

Este libro de actas contiene todos los resúmenes y algunos de los trabajos completos presentados al XXXI Congreso Nacional de Estadística e Investigación Operativa y V Jornadas de Estadística Pública, celebrado en Murcia del 10 al 13 de febrero de 2009. Hay un total de 335 ponencias, de las cuales 5 corresponden a conferencias invitadas, 257 a comunicaciones orales y 73 a pósteres, organizadas según su contenido. Los títulos de los resúmenes de los cuales hay un trabajo completo (o un resumen extendido) están señalados en color magenta. Todo lo señalado en este color tiene su correspondiente enlace.

El congreso se realiza bajo los auspicios de la Sociedad de Estadística e Investigación Operativa (SEIO) y ha sido organizado por el Departamento de Estadística e Investigación Operativa de la Universidad de Murcia, con la colaboración del Departamento de Matemática Aplicada y Estadística de la Universidad Politécnica de Cartagena y del Centro Regional de Estadística de Murcia. Es la actividad más importante a nivel nacional en el ámbito de estas disciplinas, y su objetivo es presentar los resultados más recientes y de mayor interés, así como fomentar la cooperación entre los docentes e investigadores del área de Estadística e Investigación Operativa, los profesionales de la Estadística Pública y los empresarios relacionados con este área.

Es de especial interés la celebración de unas sesiones invitadas sobre Estimación en Áreas Pequeñas, organizadas por el Centro Regional de Estadística de Murcia, en las que participa el Instituto Nacional de Estadística (INE) y varios organismos de estadística de diferentes Comunidades Autónomas, y que se concretan en las V Jornadas de Estadística Pública.

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todos los autores y ponentes, por su trabajo y participación en el congreso, a los miembros del Comité Científico, por su esfuerzo y dedicación en la planificación de las sesiones, a las entidades patrocinadoras, por su contribución a la financiación de este evento, y a todos aquellos que de una u otra forma han contribuido a su realización.

El Comité Organizador

Contenido

- I Conferencias invitadas** **5**

- II Comunicaciones orales** **14**
 - Estadística 15
 - Estadística Pública 63
 - Investigación Operativa 72
 - Probabilidad 112

- III Pósteres** **119**
 - Estadística 120
 - Estadística Pública 137
 - Investigación Operativa 141
 - Probabilidad 148

- Índice de autores** **152**

- Participantes** **160**

Comité organizador

Presidentes

Blas Pelegrín Pelegrín (Universidad de Murcia)
Félix Belzunce Torregrosa (Universidad de Murcia)

Vocales

José María Ruiz Gómez (Universidad de Murcia)
Juan Antonio Cano Sánchez (Universidad de Murcia)
Pascual Fernández Hernández (Universidad de Murcia)
José Fernández Hernández (Universidad de Murcia)
Josefa Marín Fernández (Universidad de Murcia)
Leocadia Romero Martínez (Universidad de Murcia)
Pilar del Pino Arabolaza (Universidad de Murcia)
Manuel A. Pulido Cayuela (Universidad de Murcia)
María del Carmen Bueso Sánchez (Universidad Politécnica de Cartagena)
Mathieu Kessler (Universidad Politécnica de Cartagena)
Esther Ortiz Martínez (Comunidad Autónoma de la Región de Murcia)
Vicenta García Pérez (Centro Regional de Estadística de Murcia)
Saúl Cano Hernández (Universidad Autónoma de Tlaxcala, Méjico)
Julio Mulero González (Universidad de Alicante)

Comité científico

Presidentes

Blas Pelegrín Pelegrín (Universidad de Murcia)
Félix Belzunce Torregrosa (Universidad de Murcia)

Vocales

Alfonso Gordaliza Ramos (Universidad de Valladolid)
Elena Fernández Aréizaga (Universidad Politécnica de Cataluña)
Jacobo de Uña Álvarez (Universidad de Vigo)
Rosa Elvira Lillo Rodríguez (Universidad Carlos III de Madrid)
Ángel Corberán Salvador (Universidad de Valencia)
Vicente Novo Sanjurjo (Universidad Nacional de Educación a Distancia)
Francisco Hernández Jiménez (Instituto Nacional de Estadística)
Esther Ortiz Martínez (Comunidad Autónoma de la Región de Murcia)
Vicenta García Pérez (Centro Regional de Estadística de Murcia)

Parte I

Conferencias invitadas

New multi-sample nonparametric tests for panel count data

Balakrishnan, Narayanaswamy

Department of Mathematics and Statistics, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada

This talk would consider the problem of multi-sample nonparametric comparison of point processes with panel count data, which arise naturally when recurrent events are considered. Such data frequently occur in medical follow-up studies and reliability experiments, for example. For this problem, I will construct two new classes of nonparametric test statistics based on the accumulated weighted differences between the rates of increase of the estimated mean functions of the point processes over observation times, where the nonparametric maximum likelihood approach instead of the nonparametric maximum pseudo-likelihood (or the isotonic regression) is used to estimate the mean function. The asymptotic distributions of the proposed statistics will be derived and their finite-sample properties will be examined through Monte Carlo simulations. The simulation results will demonstrate that the proposed methods work quite well. Finally, two real data sets will be analyzed and presented as illustrative examples, and some open problems will be mentioned.

Consider a study that concerns some recurrent event and suppose that each subject in the study gives rise to a point process $N(t)$, denoting the total number of occurrences of the event of interest up to time t . Also suppose that for each subject, observations include only the values of $N(t)$ at discrete observation times or the numbers of occurrences of the event between the observation times. Such data are usually referred to in the survival analysis literature as *panel count data*. Our focus here will be on the situation when such a study involves k groups, where $k \geq 2$. Let $\Lambda_l(t)$ denote the mean function of $N(t)$ corresponding to the l -th group for $l = 1, \dots, k$. The problem of interest is then to test the hypothesis $H_0 : \Lambda_1(t) = \dots = \Lambda_k(t)$.

A number of authors have discussed the analysis of recurrent event data when each subject in the study is observed continuously over an interval or when the exact times of occurrences of the recurrent event are known. Many of the commonly used statistical methods are available in the literature for the analysis of recurrent event data. In contrast, there exists modest amount of research on the analysis of panel count data. Some limited studies have been carried out on the estimation of the mean function of $N(t)$ and regression analysis for such data. To test the hypothesis H_0 , one suggestion that has been made is to transform the problem to a multivariate comparison problem and then apply a multivariate Wilcoxon-type rank test. Another nonparametric procedure has been proposed for this problem, but this procedure depends on the assumption that treatment indicators can be regarded as independent and identically distributed random variables, which may not be the case in practice. However, a class of nonparametric tests have been proposed for the two-sample comparison based on the isotonic regression estimator of the mean function of point process. Nonparametric tests have also been suggested for the problem based on the nonparametric maximum pseudo-likelihood estimator that is equivalent to the isotonic regression estimator. But, it has been proved that the nonparametric maximum likelihood estimator (NPMLE) of the mean function is more efficient than the

nonparametric maximum pseudo-likelihood estimator (NPMPLE) by means of Monte Carlo simulations; yet, no nonparametric test has been developed in the literature for panel count data based on the NPMPLE. One would naturally expect that the tests based on the NPMPLE would be more powerful than the proposed tests based on the NPMPLE. However, unlike the isotonic regression estimate, the maximum likelihood estimate has no closed form and its computation requires an iterative convex minorant algorithm. Here, we propose nonparametric tests using the maximum likelihood estimator and compare them with the existing tests for the problem of multi-sample nonparametric comparison of point processes with panel count data.

In this talk, I will first discuss the estimation of the mean function and the existing nonparametric tests for the hypothesis H_0 when only panel count data are available. The asymptotic normality of the functional of the NPMPLE will then be presented. Next, I will present two classes of nonparametric test statistics. The statistics, motivated by the property of the NPMPLE and the idea used in survival analysis, will then be formulated as the integrated weighted difference between the rates of increase of the estimated mean functions corresponding to the pooled data and each group or two groups. Also, the asymptotic normality of these test statistics will be established. Then, the finite-sample properties of the proposed test statistics will be examined by means of Monte Carlo simulations. For the purpose of illustration of the developed inferential methods, I will apply the proposed methods to two data sets, one from a floating gallstones study and the other from a bladder tumor study, respectively. Finally, I will make some concluding remarks and suggest some research problems of interest for further study.

Small area estimation methods for socio-economic indicators in IS-TAT household surveys

Falorsi, Stefano

Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), Roma, Italia

Large scale sample surveys carried out National Statistical Institutes are typically intended to comply with the estimation of several parameters (such as overall amount, means or ratios) of the whole population as well as parameters of some of population sub-sets, e.g. corresponding to sub-populations of a geographical partition of the entire country (usually an administrative partition) or sub-population that are characterized by some socio-demographic or economic cross-classification of the units.

An estimator of a parameter of interest in a given sub-population is said to be a direct estimator when it is based only on data of sample units which belongs to it. For most surveys, however, the sample size is not large enough to guarantee reliable estimators for all sub-populations under study. A portion of a population for which there is not a direct estimator with the needed sample precision is called a small area or small domain.

The study of statistical methods for small area estimation is acquiring more and more importance for National Statistical Institutes; in fact, in recent years, the need for statistical information has been growing as basis for political decision at various administrative

and government level (e.g. Ministries, Regions; Municipalities, Chambers of Commerce, et cetera).

This new requirement for information on statistical basis has caused an increasing and more specialized demand for small area estimates.

In past, the main Statistical Institutes responded to this demand for more detailed statistical information by increasing the survey sample size.

Italian National Statistical Institute (Istat, in the following) carries out several sample surveys on households and enterprises aiming to obtain estimates on several different social, demographic and economic phenomena. Anyway, since overall sample size of Istat surveys is usually planned only to produce estimators of required precision for large geographic domains (e.g. regions) and for some specific sub-set of the population, it is not always possible to attain suitable accuracy for the specific local objectives. Hence, for example, until 1990, Istat, in order to satisfy the need of statistical information on the employment and unemployment structure and dynamics at sub-regional economic and social context level (such as for provinces) on the basis of the Labour Force Survey data, used to enlarge the sample size to reach adequate precision for the usual calibration estimator at the desired area level.

In recent times, on the contrary, the financial and practical constraints in addition to the need for improving quality of collected data counteract with the use of sample size growth, hence Istat, as most of the main National and International centre for statistical diffusion, has focused on the study of methodologies based on indirect estimators, known as small area estimators.

The most relevant from a theoretical point of view and mainly applied small area estimators can be classified according to either the framework of data collection they refer to, such as an occasional or a repeated in time survey, or they can be also grouped according the approach underlying them, i.e. design based estimators or, alternatively, model based estimators.

Compared with the direct estimators, small area estimators allow an improvement of precision in the estimates, by means of exploiting observed values on the target variables for a larger area, a macro-area, containing the small area, and/or sample values which are collected on different time occasions besides the current one.

In this context, inference is commonly based on a model describing the relationship among data of several small areas within a macro-area, and/or the link among different time occasions; by means of extra auxiliary information, correlated with the target variable, coming from census or administrative archives.

These methods, even if they may be affected by some bias as the model hypotheses are not valid, generally permit to reduce the variability of the estimator with respect to direct estimators. However, since the hypotheses underlying the model never completely agree with the real phenomena, small area estimators, which on these models are based, are always affected by some bias whose size is difficult to assess.

Then, for actual use of small area estimators in Official Statistics is necessary to take into account some theoretical and applicative issues.

Among the theoretical issues that has to be considered, the robustness of the proposed methods plays a central role in Official Statistics, in particular, the definition of proper diagnostic criteria for the assessment of the validity of the hypotheses at the basis of

methods is essential; moreover, great focus should be addressed to the definition of models that adhere with complex real situations. Specifically, the appropriate characterization of the relationships on which the inference has to be based on is related to the issues of achieving accurate external information.

Finally, it is necessary to evaluate the empirical properties of the small area methods in the real context of statistical sampling surveys. This empirical assessment of statistical properties can be carried out on census data or pseudo-population properly generated.

Hence, Istat involvement in National and International projects on small area estimation has been directed to the study of the efficacy of small area techniques with respect to the peculiarities of the real information systems and to the improvement of methods to reflect as much as possible real context.

Methodological developments and the results of experimental studies have suggested the application of small area methods to the most important Istat sample surveys so to produce statistical information at a finer level than the design planned level.

This work reports the results on the analyses of the behaviour of small area methods when they are applied to Istat household sample surveys, whose sampling design is a complex stratified two stage sample design.

In particular, the statistical properties of the methods and their concrete applicability in a real framework is assessed through two different simulation studies mimicking, the first one, the labour force survey for the estimation of the unemployment rate in the local labour market areas and, the second, the consumer expenditure survey for the estimation of the poverty rate at provincial level.

These territorial levels represent unplanned domains for their respective surveys, and consequently the direct estimators may be affected by a high sample variability.

Medidas de riesgo en finanzas

Kohatsu-Higa, Arturo

Center for the Study of Finance and Insurance, Osaka University, Osaka, Japón

A la luz de recientes acontecimientos financieros así como de acuerdos de regulación financiera (en particular, Basel II), se revela la necesidad del desarrollo de medidas de riesgo apropiadas para diversos productos financieros complejos. El cálculo se debe realizar de manera robusta, lo cual requiere la consideración de diversos modelos para el mismo problema. Asimismo, restricciones de tiempo requieren un cálculo rápido dentro de la posibilidad tecnológica disponible. En esta ponencia presentaremos el estado actual de la investigación sobre el cálculo de riesgos en finanzas. Por un lado, existen diversas técnicas especializadas para modelos concretos y por otro las técnicas generales que usualmente no son óptimas pero que permiten el estudio de diversos modelos.

En esta segunda opción presentaremos aplicaciones del cálculo de Malliavin desarrollado en los años 80 para el estudio de densidades de variables aleatorias generadas en el espacio de Wiener. En particular, presentaremos las ideas principales en el cálculo de las medidas de riesgo en finanzas. El cálculo de Malliavin es un cálculo diferencial infinito dimensional en el espacio de Wiener. El concepto de derivada es una derivada de Frechet

pero definida solo en determinadas direcciones que son importantes en el sentido de que conservan las propiedades de la medida sobre el espacio de Wiener. Esta derivada tiene un operador dual no acotado que genera una fórmula de integración por partes. Esta herramienta fundamental permite la expresión estocástica de la densidad de una variable aleatoria cuya densidad no se puede calcular de forma explícita. Esta fórmula permite el cálculo de la densidad a través del método de Monte Carlo. Asimismo, diversas técnicas de reducción de varianza han sido desarrolladas para este método. Las medidas de riesgo más comunes son derivadas de esperanzas con respecto a diversos parámetros. Las medidas de sensibilidad tienen una relación directa con las densidades, por lo que la utilización de la fórmula de integración por partes del cálculo de Malliavin es posible.

En matemáticas financieras, la utilización de modelos con saltos es cada vez más frecuente como lo demuestran los modelos de varianza gamma, hiperbólicos, y gaussianos inversos entre otros. Por esto la generalización del cálculo de Malliavin y en particular la fórmula de integración por partes para procesos de Lévy generados por distribuciones infinitamente divisibles es uno de los retos teóricos y prácticos planteados. En el aspecto teórico este problema se ha intentado resolver desde hace 40 años con diversos resultados parciales aunque estos resultados parciales no son suficientes para ser aplicados a los modelos utilizados en finanzas. Recientemente, se han desarrollado técnicas explícitas para diversos modelos con saltos utilizando el cambio de medida de Escher así como la propiedad de subordinación de procesos de Lévy en finanzas. Otro aspecto paralelo al desarrollo de estas técnicas ha sido la posibilidad de la aplicación de estas técnicas al problema de calibración en finanzas.

Puesto que diversos productos financieros, cuyos precios son datos de Mercado, no tienen fórmulas cerradas para diversos modelos, el problema de estimación estadística de parámetros es un problema complejo. Para la resolución de este problema se han propuesto técnicas cuyo fundamento proviene de los desarrollos de Edgeworth para obtener soluciones aproximadas al problema. Muchas de estas metodologías son solo heurísticas y aguardan un fundamento estadístico teórico, siendo este uno de los retos fundamentales para la estadística de procesos continuos en finanzas.

How combinatorial optimization can help solving problems in biology: the example of haplotyping

Labbé, Martine

Computer Science Department, Université Libre de Bruxelles, Bruselas, Bélgica

The human genome is divided in 23 pairs of chromosomes thereof one copy is inherited from the father and the other from the mother. A chromosome is an organized structure of DNA that contains many genes, regulatory elements and other nucleotide sequences.

When a nucleotide site of a specific chromosome region shows a statistically significant variability within a population then it is called *Single Nucleotide Polymorphism* (SNP). Specifically, a site is considered a SNP if for a minority of the population a certain nucleotide is observed (called the least frequent allele) while for the rest of the population a different nucleotide is observed (the most frequent allele). The least frequent allele, or

mutant type, is generally encoded as '1', as opposed to the most frequent allele, or *wild type*, generally encoded as '0'. A haplotype is a set of alleles, or more formally, a string of length p over an alphabet $\Sigma = \{0, 1\}$.

The diploid nature of humans implies that, for a given SNP, an individual can be either homozygous of type 0/1 (i.e., both the father and the mother alleles are equal) or heterozygous (i.e., the father and the mother alleles are different). When extracting the SNPs from an individual (i.e., when genotyping an individual) the information about which haplotype (maternal or paternal) a given allele belongs to is missed and only the homo or heterozygous nature of the site is known. Hence, the genotype of an individual can be thought as a string of length p over an alphabet $\Sigma = \{0, 1, 2\}$, where the symbols '0' or '1' are used to denote a homozygous sites and the symbol '2' is used to denote a heterozygous sites. As an example, the sequence $\langle 0, 1, 2 \rangle$ denotes a genotype in which: the first SNP is homozygous of wild type, the second SNP is homozygous of mutant type, and finally the third SNP is heterozygous.

Haplotyping a set of genotypes means recovering from a set of genotype the corresponding generating haplotypes. This task is fundamental for the diagnosis and treatment of human diseases. For example, haplotypes are necessary in evolutionary studies to extract the information needed to detect diseases and to reduce the number of tests to be carried out. In functional genomics haplotypes are used to discover a functional gene or in the study of an altered response of an organism to a particular therapy. In human pharmacogenetics, haplotypes explain why people react differently to different types or amounts of drugs. In fact, since SNPs affect the structure and function of proteins and enzymes, they may influence the way in which a drug is absorbed and metabolized.

However, haplotyping a set of genotypes is not an easy task, because the current molecular sequencing methods only provide genotype rather than haplotype information. When the family-based genetic information of a population of individuals is available, haplotypes can be retrieved experimentally. However, in the most general case the experimental approach is laborious, cost-prohibitive, requires advanced molecular isolation strategies, and sometimes not even possible. In absence of a family-based genetic information, a valid alternative to the experimental approach is provided by computational methods.

In order to recover the haplotype set of a population of individuals, computational methods have to solve an optimization problem, called the *Haplotype Estimation Problem* (HEP), consisting in finding the set of haplotypes that, appropriately combined, generates the set of analyzed genotypes. It is worth noting that the number of possible generating haplotypes for a given genotype g grows up exponentially in function of the number of heterozygous sites of g . Specifically, if n is the number of heterozygous sites in a genotype g , then there exist 2^{n-1} possible haplotypes that may generate g . As an example, genotype $\langle 0, 1, 2, 2 \rangle$ may be generated by combining appropriately either the pair of haplotypes $\{\langle 0, 1, 0, 0 \rangle, \langle 0, 1, 1, 1 \rangle\}$ or the pair $\{\langle 0, 1, 1, 0 \rangle, \langle 0, 1, 0, 1 \rangle\}$. This insight entails the use of a criterion to select pairs of haplotypes among possible alternatives.

The analysis of low-rate recombination genes of different molecular functions (e.g., chaperone, ligase, isomerase, kinase, and transferase) has shown that the number of distinct haplotypes existing in a large population of individuals is generally much smaller than the overall number of distinct genotypes observed in that population. Hence, for low-rate recombination genes at least, the criterion of minimizing the overall number of

haplotypes necessary to explain a set of genotypes may have good chances to recover the biological haplotype set. This criterion, firstly introduced by Gusfield, is known as *the pure parsimony criterion of haplotype estimation* and can be formalized as follows.

Given a pair of haplotypes $\{h_i, h_j\}$, define the operator sum \oplus among h_i and h_j as the genotype g whose p -th entry is h_{ip} if $h_{ip} = h_{jp}$, and 2 otherwise. As an example, the genotype obtained by summing haplotypes $h_i = \langle 0, 1, 1, 0 \rangle$ and $h_j = \langle 1, 1, 0, 0 \rangle$ is $g = \langle 2, 1, 2, 0 \rangle$. We say that a genotype g_k is *resolved* from a pair of haplotypes $\{h_i, h_j\}$ if $g_k = h_i \oplus h_j$. Haplotyping a set of genotypes under the pure parsimony criterion, hence, consists of solving the following optimization problem:

Pure Parsimony Haplotype (PPH): Given a set \mathcal{G} of m genotypes, having p SNPs each, find the minimum set \mathcal{H} of haplotypes such that for each genotype $g_k \in \mathcal{G}$ there exists a pair of haplotypes $\{h_i, h_j\} \in \mathcal{H}$ resolving g_k .

PPH is known to be polynomially solvable when each genotype has at most two heterozygous sites, and \mathcal{APX} -hard when each genotype has at least three heterozygous sites. This result has justified the recent development of enumerative optimization methods and of approximation algorithms. In this work we shall provide an overview of PPH and review the main approaches to solution that occur in the literature.

Auctions: theory and practice

Winter, Eyal

Department of Economics, Center for the Study of Rationality, Hebrew University of Jerusalem, Jerusalem, Israel

Auction Theory is one of the most mathematical fields of game theory and at the same time one of the most applied. I will survey the basic models and the most fundamental results of the field and will devote much time to the practice of auctions. In particular I will talk about (1) FCC auctions in which cellular frequency bands have been auctioned out in the US, (2) Internet auctions, including the way Google is charging for sponsored links and (3) government procurements. I will distinguish between private value auctions (in which each bidder knows the value of the good for himself but is uninformed about the value of the rest) and common value auctions in which all bidders assign the same value to the good but this value is unknown. The "winner curse" which is a most common phenomenon in common value auctions will be discussed as well. In terms of auction mechanism I will discuss (1) The first price sealed-bid mechanism (2) The second price sealed-bid (3) The English Auctions, (4) the Dutch Auction and (5) the Japanese Auction. I will present the Vickery Theorem for 2nd price auctions and will give a three-line proof. I will state and will give the intuition for the main equivalence results in Auction theory

In the second part of the talk I will discuss more advanced issues that are based on my own contributions. The first among those is the issue of repeated auctions. Auctions that run repeatedly selling one item at a time often display the phenomenon of declining prices in time. I will show how this phenomenon can be explained by a standard game theoretic model. This discussion will be based on Kittsteiner, Nikitta and Winter (2004).

A related topic is that of flow-auctions (like electricity auctions), where the sold good is a contract to supply the flow over a given period of time. I will discuss the optimal policy for the seller in terms of the length of contract. This discussion will be based on Kremer, Wiener and Winter (2008).

Finally I will survey several important behavioral phenomena in auction environments. These will be based on experimental and empirical papers. These will include the following:

1. Sniping in Internet auctions.
2. Bidding wars.
3. Underbidding in 2nd price auctions.

My talk will start with a short experiment with the participation of the audience with which we will gain some insight on the practice of auctions.

Parte II

Comunicaciones orales

ESTADÍSTICA

Un modelo bietápico de regresión funcional con aplicaciones medioambientales

Aguilera del Pino, Ana María; Ocaña Lara, Francisco A.; Ocaña Peinado, Francisco M.; **Valderrama Bonnet, Mariano J.**

Área temática: *Técnicas de Predicción*

Los modelos de regresión funcional asumen que la perturbación aleatoria es un ruido blanco. En este trabajo se realiza una extensión del caso general estableciendo para dicha perturbación una relación funcional de dependencia respecto de un proceso externo. La estimación de las ecuaciones de regresión se realiza mediante análisis de componentes principales funcionales y para la selección de pares de componentes se introduce un algoritmo basado en la proporción de varianza explicada por cada par. Se realiza así mismo una aplicación aerobiológica consistente en predecir la concentración de polen de ciprés durante un intervalo de tiempo a partir de la propia concentración y de la temperatura ambiental en un intervalo previo.

Mejora de la estimación del modelo lineal funcional basada en regresión PLS

Aguilera del Pino, Ana María; **Escabias Machuca, Manuel**

Área temática: *Modelos Estadísticos*

Este trabajo pretende dar un paso más en la generalización al campo del análisis de datos funcionales de técnicas de análisis de datos del campo multivariante. El punto de partida es el modelo clásico de regresión lineal funcional, que modeliza una variable respuesta no funcional en términos de curvas. El método de estimación a utilizar es el clásico propuesto por Ramsay & Silverman (1997 y 2005) basado en la expresión de la variable explicativa y parámetro funcional en términos de bases de funciones, en contraposición a métodos no paramétricos usados recientemente en la literatura (Ferraty and Vieu, 2006). Este enfoque convierte el modelo funcional en uno múltiple con alta multicolinealidad, que conlleva imprecisión en la estimación de parámetros y alta desviación estándar. Para evitarlo se considera regresión de la respuesta sobre las componentes PLS de la matriz de diseño (regresión PLS), que proporciona una estimación más precisa de la función parámetro.

Identificación de parámetros en estructuras mediante el estudio de registros temporales

Alarcón, Enrique; Cara Cañas, Javier; **Carpio, Jaime**; Juan Ruiz, Jesús

Área temática: *Series Temporales*

Presentaremos aquí el problema de identificación de parámetros en la dinámica de estructuras, en el cual los datos serán los registros temporales del desplazamiento en algunos puntos de la estructura y las solicitaciones que actúan sobre la misma, todos ellos obtenidos con sensores que incorporan a la medida un porcentaje de error. Con esta información pretendemos determinar los parámetros más representativos de la estructura, como las frecuencias propias y los coeficientes de amortiguamiento.

Relacionaremos las series temporales entre sí mediante un modelo matemático basado en la formulación discreta en el espacio de los estados. Una vez formulado el problema realizaremos la estimación puntual de parámetros del mismo usando distintos métodos de estimación: La técnica de los subespacios, así como máxima verosimilitud con el algoritmo EM generalizado para el caso de contar con restricciones lineales. Se resolverán distintos ejemplos con datos simulados y reales.

Comparación empírica de dos esquemas bootstrap para test de bondad de ajuste para la función de regresión con datos sesgados

Alcalá Nalváiz, José Tomás; Cristóbal Cristóbal, José Antonio; **Ojeda Cabrera, Jorge Luis**

Área temática: *Estadística No Paramétrica*

Cuando los datos se observan mediante mecanismos de selección sesgados, las técnicas estadísticas habituales dan lugar a estimaciones sesgadas. En este contexto, también los métodos bootstrap deben ser adaptados y rediseñados para evitar el sesgo.

En este trabajo se estudian empíricamente dos esquemas bootstrap diseñados para evitar este tipo de sesgo en el contexto del problema de bondad de ajuste para la función de regresión. El primer método se basa en el remuestreo de los residuos noparamétricos junto con el empleo de estimadores adaptados al sesgo. El segundo método remuestrea los residuos noparamétricos con peso y emplea estimadores ordinarios.

A pesar de que asintóticamente ambos métodos son equivalentes, existen diferencias cuando las muestras son finitas para algunos mecanismos de selección extremos. Este análisis señala la importancia de considerar el mecanismo de selección a la hora de desarrollar métodos de remuestreo en este contexto.

Técnicas de clasificación en control estadístico de procesos

Alfaro Cortés, Esteban; **Alfaro Navarro, José Luis**; Gámez Martínez, Matías; García Rubio, Noelia

Área temática: *Control de Calidad*

Una de las herramientas más usadas en control estadístico de procesos son los gráficos de control. Desde una óptica multivariante, el principal problema de estos gráficos radica en que sólo indican que se ha producido un cambio en el proceso, pero no dice cuál o

cuáles de las variables son las que originan este cambio. Existen diversas aproximaciones para solucionar este problema, entre las que se encuentra la aplicación de técnicas de clasificación, fundamentalmente redes neuronales artificiales, una vez detectada la situación fuera de control. En este trabajo se estudia el comportamiento de distintas técnicas de clasificación (de las más tradicionales a las más novedosas) en la asignación de causas cuando se produce una situación fuera de control. Esta comparación se realiza simulando distintos escenarios al alterar el nivel de correlación existente entre las variables, y el tamaño del cambio en la media del proceso.

Alternativas robustas al gráfico de control T2 de Hotelling: un estudio comparativo

Alfaro Navarro, José Luis; Ortega Dato, Juan Francisco

Área temática: *Control de Calidad*

El gráfico de control T2 de Hotelling es una de las técnicas más usadas en control estadístico de la calidad. La presencia de outliers en la Fase I influye en los estimadores utilizados en T2, lo que produce estimaciones erróneas que inciden en la capacidad de detección de este gráfico en la Fase II. Por ello, se han desarrollado alternativas robustas basadas en la sustitución de los estimadores clásicos por estimadores robustos. En este artículo se realiza un estudio comparativo, por simulación, entre la T2 de Hotelling y las alternativas robustas que utilizan los estimadores de posición y escala; MVE, MCD, reweighted MCD y Trimmed. En todos los casos considerados las alternativas robustas tienen un mejor comportamiento ante la presencia de outliers, siendo muy similares cuando este tipo de observaciones no existen. Si bien, cuando hay pocos outliers, situación típica en control de la calidad, los mejores resultados son para los gráficos que utilizan reweighted MCD y Trimmed.

Multi-objective sampling design for spatio-temporal processes

Alonso Morales, Francisco Javier; Angulo Ibáñez, José Miguel; **Bueso Sánchez, María del Carmen;** Ruiz Medina, María Dolores

Área temática: *Estadística Espacial*

The problem of designing sampling strategies arises in many contexts in environmental applications, and plays an important role in risk assessment in relation to detection and prediction of extreme values or threshold exceedances. Given the intermittent character of extremal events, a model-based dynamic selection incorporating the historical sample information constitutes a natural way of constructing a time-adaptive monitoring network. In this context, we formulate a multi-objective optimization criterion, defined in terms of a convex linear combination involving an entropy measure of the information contained in the data and a penalty function related to the network structure. The criterion proposed is applied to some numerical examples where different models for the spatio-temporal dependence as well as for the local variability are assumed.

This work has been supported by grants P05-FQM-00990, Andalusian CICYE, and MTM2005-08597, DGI, Spain.

Volatility by means of Functional Data

Alva Chavez, Kenedy Pedro; Romo, Juan; Ruiz, Esther

Área temática: *Técnicas de Predicción*

We propose a method to predict the intra-day volatility for the whole day given past volatilities. We consider model diffusion for the daily stock process to extract the volatility, means by functional principal components (FPC). The FPC scores are calculated by numerical integration and cross validation. The model to predict is an extension of the stochastic volatility model for one dimensional time series. This is a functional first order autoregressive model for the volatility.

Agrupación de datos multivariantes mediante algoritmos SAR: Introducción y métodos

Álvarez Pinto, Adolfo; Peña Sánchez de Rivera, Daniel

Área temática: *Análisis Multivariante*

El presente trabajo de investigación introduce la teoría de los algoritmos de tipo SAR en identificación de grupos, propuesta por Peña y Tiao (2002). La idea básica del procedimiento consiste en fragmentar un conjunto de datos en pequeños grupos lo más homogéneos posibles. Posteriormente, se recombinan las observaciones de estos subgrupos para encontrar grupos mayores que representen de mejor manera las características de los datos.

Sin embargo, el proceso de recombinación del algoritmo SAR propuesto por Peña y Tiao no toma en cuenta la información obtenida por el proceso de partición, debido a que las observaciones que pertenecen a un mismo grupo básico son consideradas como puntos aislados cuando otro conjunto básico es recombinado. De esta manera, se espera contribuir al desarrollo del algoritmo mediante otros métodos de recombinación y, en particular, se considera la utilización de estadísticos de orden. Finalmente se presentan algunos resultados preliminares de la investigación

Random Design Space for Lung's Retention Model

Amo Salas, Mariano; López Fidalgo, Jesús; Rodríguez Díaz, Juan Manuel

Área temática: *Diseño de Experimentos*

A model of lung retention of radioactive particles is considered in this work. When a leak of radiation happens in facilities with workers the accident is detected only at the end of the workers' shift when the filters are checked. The actual time when the leak happens is not known and therefore the design space of times to perform bioassays on

the workers should be considered as a random set. Optimal designs for different possible times of the accident are computed and they are compared with the worst case, when the accident happens at the beginning of the shift. Different distributions of the probability are assumed as the distribution of the moment of the accident and designs computed for those situations.

Análisis del efecto de transformaciones de borrosidad y deformación sobre excesos de umbrales en procesos espaciales

Angulo Ibáñez, José Miguel; **Madrid García, Ana Esther**

Área temática: *Estadística Espacial*

Caracterizar, detectar y predecir la ocurrencia de sucesos extremos en sistemas input/output son objetivos del análisis de riesgos en diversos campos de aplicación. En este trabajo se investiga el efecto de aplicar transformaciones de tipo borrosidad y/o deformación sobre las características estructurales de sucesos extremos definidos en términos de excesos de umbrales, así como sobre las características geométricas de los conjuntos de excursión definidos por dichos umbrales en procesos espaciales. Se presta especial atención al análisis de la característica de Euler para conjuntos de excursión asociados a umbrales suficientemente altos, mediante el cual se estudia la probabilidad de la ocurrencia de un exceso.

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos P05-FQM00990 de la CICE, Junta de Andalucía y MTM 2005-08597, DGI, MEC.

Modelos de árboles de regresión para la identificación de patrones de comportamiento de accidentes en carreteras interurbanas

Aparicio Izquierdo, Francisco; **Arenas Ramírez, Blanca**; González Fernández, Camino

Área temática: *Modelos Estadísticos*

En este trabajo se han formulado modelos de árboles de regresión para analizar el efecto que sobre la variable dependiente accidentes, tienen otras variables como la intensidad de tráfico, el porcentaje de vehículos pesados y el tipo de vía.

Los árboles de regresión, son considerados, como técnicas muy potentes del análisis multivariable, que se pueden utilizar para determinar la relación existente entre variables, sin que sea necesario establecer una relación funcional a priori.

Se han ajustado modelos de árboles de regresión para evaluar el grado de importancia y las interacciones entre las variables de tráfico y el tipo de vía, y la relevancia de los datos de velocidad disponibles. Estos modelos de gran potencial, permitieron extraer información relevante tanto para su comparación con los modelos de predicción de accidentes en base a modelos de la binomial negativa, como para la interpretación de sus resultados.

Análisis de sensibilidad en métodos de distribución libre para la estimación de la eficiencia

Arbelo Álvarez, Antonio; González Dávila, Enrique Francisco; **Rosa González, Felipe Manuel**

Área temática: *Modelos Estadísticos*

El cálculo de la eficiencia o ineficiencia de empresas es una medida de soporte a las estrategias de decisión empresarial. La información disponible actualmente sobre las empresas hace posible el uso de bases de datos en las cuales los registros corresponden a periodos suficientemente amplios para considerar técnicas aplicables a datos de panel. Los métodos de distribución libre son ampliamente utilizados en la estimación de la ineficiencia de empresas sobre datos de panel. Estos métodos no hacen ninguna suposición explícita sobre la distribución de los datos.

En este trabajo realizamos un análisis de sensibilidad sobre la utilización de métodos de distribución libre con datos de panel. Para ello, se parte de una muestra real de empresas, la cual nos permitirá generar una población artificial con características heredadas del conjunto de partida. Sobre esta población se impondrán perturbaciones controladas y se extraerán diferentes muestras en las que se evaluará cómo afectan en la utilización de métodos de distribución libre.

Aplicación de la Metodología de Superficie de Respuesta (MSR) a la formación de enzimas

Arévalo Villena, María; Briones Pérez, Ana Isabel; **Fernández Guerrero, Mercedes;** López Fidalgo, Jesús

Área temática: *Diseño de Experimentos*

En este trabajo se presenta una aplicación real de la Metodología de Superficie de Respuesta (MSR) a la formación de enzimas. Se partió de cinco variables condicionantes (elegidas por los expertos) en la formación de enzimas de dos categorías cada una. En una primera fase tomamos un diseño 25 replicado y, sirviéndonos del procedimiento MLG univariante examinamos tanto la magnitud como la dirección de los efectos de esas variables para así quedarnos con las dos variables más significativas. En la segunda fase, (MSR propiamente) hicimos una aproximación lineal a las condiciones óptimas, utilizando las estrategias de primer orden hasta obtener un modelo lineal que presentaba curvatura alrededor del punto central por lo que, utilizando un diseño central compuesto, construimos un modelo cuadrático sirviéndonos del procedimiento de regresión no lineal de SPSS. La superficie de respuesta que representa ese modelo nos dio un máximo de la actividad enzimática.

Dispersión Multivariante y Fiabilidad

Arias Nicolás, José Pablo; Belzunce Torregrosa, Félix; Núñez Barrera, Olga; **Suárez Llorens, Alfonso**

Área temática: *Fiabilidad*

A partir de la ordenación en dispersión de dos vectores aleatorios, se define un concepto multivariante de envejecimiento en razón de fallo creciente a través de ordenar los tiempos de vida truncados. Dicho concepto se aplica a varias familias de distribuciones multivariantes con relevancia en la Teoría de la Fiabilidad, concretamente en la familia de Estadísticos Ordenados Generalizados y en la familia de distribuciones con estructura de dependencia dada por la cópula de Clayton-Oakes. Finalmente, considerando indicadores clásicos de dispersión multivariante como son la varianza generalizada y la varianza total, se construyen varias gráficas que pueden servir para determinar si un sistema de componentes de vida cumple cierta propiedad de envejecimiento.

Fracciones de años vividos

Arroyo Pérez, Andrés; Bermúdez, Silvia; Blanquero Bravo, Rafael; Planelles, Joaquín; Pozo, Antonio

Área temática: *Demografía*

En la elaboración de tablas de vida juega un papel importante el concepto de fracción de años de vida. En nuestro país se dispone, desde 1975 año de revisión profunda del MNP, de información acerca de unos once millones de defunciones. Esta información permite estudiar los valores de las fracciones de años vividas.

En el trabajo que se presenta se expone el marco teórico asociado a la función de supervivencia, se calculan las fracciones de años, para cada edad simple, en España y comunidades autónomas y se estiman igualmente fracciones de años vividos para intervalos abiertos de edad ($85+i$, $i=0,1,2,\dots$). Se estudia la evolución con el tiempo de las fracciones en España así como el comportamiento en relación con las distintas comunidades autónomas.

Modelos de regresión para pruebas aceleradas en el estudio de la degradación de materiales

Artiaga Díaz, Ramón; López Beceiro, Jorge; **Naya Fernández, Salvador;** Tarrío Saavedra, Javier

Área temática: *Fiabilidad*

En este trabajo se presentan algunos modelos específicos para el estudio de la degradación de materiales cuando son sometidos a pruebas de degradación en los que la temperatura y el tiempo son los factores básicos. Concretamente se presentará la aplicación de modelos de mezcla de logísticas como alternativas a modelos tipo Arrhenius y modelos no paramétricos como alternativa al modelo de Paris. Se analizará su aplicación a diferentes materiales de nueva aparición como es el caso de las nanoarcillas o los compuestos de humo de sílice.

Estudio comparativo de métodos de clasificación de sujetos en los que se han medido series temporales

Artiles Romero, Juan; Santana del Pino, Ángelo

Área temática: *Bioestadística*

En este trabajo hacemos un estudio comparativo de métodos de clasificación de sujetos, usualmente sanos y enfermos, o casos y controles, en cada uno de los cuales se ha medido una serie temporal (por ejemplo, un electrocardiograma), pudiendo dicha serie estar replicada (varias medidas sobre el mismo sujeto). Hemos realizado el estudio utilizando los métodos logitboost (1996), GamBoost (2006), CART (1984), y el presentado por Vilar y Pértega (2004), valorando la eficiencia de cada método. Para ello hemos simulado la obtención de muestras de distinto tamaño generadas por series MA(2), en las que se han considerado ruidos con distribuciones gaussiana, biexponencial, lognormal y gamma. Por último se introduce alguna componente discreta a la serie para evaluar su influencia en la eficiencia de cada método, variando la frecuencia y amplitud de dicha componente.

Un modelo multivariante GARCH asimétrico de mixturas Gaussianas

Ausín Olivera, María Concepción; **Galeano San Miguel, Pedro**

Área temática: *Series Temporales*

Este trabajo propone un modelo autorregresivo multivariante de heterocedasticidad condicional con correlaciones dinámicas. Se asume que las volatilidades condicionales siguen modelos EGARCH, que permiten la presencia de asimetrías y que el vector de innovaciones estandarizadas sigue una distribución de mixturas Gaussianas multivariante con un número desconocido de componentes. Inferencia sobre los parámetros del modelo y predicción de futuras volatilidades se lleva a cabo mediante máxima verosimilitud y métodos Bayesianos. En particular, el procedimiento Bayesiano proporciona intervalos predictivos que tienen en cuenta la incertidumbre debida a la estimación de los parámetros. También se estudian los problemas de estimación del valor en riesgo (VaR) de una cartera y la selección de carteras óptimas. El buen funcionamiento de la metodología propuesta se ilustra mediante algunos experimentos de Monte Carlo y el análisis de los precios de cierre diarios de los índices Dow Jones y Nasdaq.

Bayesian estimation of finite time ruin probabilities

Ausín Olivera, María Concepción; Lillo Rodríguez, Rosa Elvira; Wiper, Michael

Área temática: *Métodos Bayesianos*

We consider Bayesian inference and estimation of finite time ruin probabilities for the Sparre Andersen risk model. In practice, finite time ruin probabilities are much more useful than infinite time ruin probabilities as insurance companies are usually interested in predictions for short periods of future time and not just in the limit. The dense family of

Coxian distributions is considered for the approximation of both the inter-claim time and claim size distributions. The Coxian model can be well fitted to real, long tailed claims data and compares well with the generalized Pareto model. Using the Coxian model for inter-claim times and claim sizes, it is possible to compute finite time ruin probabilities making use of recent results from queueing theory. We show how to obtain predictive distributions of the finite time ruin probabilities which are more informative than simple point estimations. We illustrate the procedure with simulated data and the well known Danish fire loss data.

Factores Bayes analíticos en contrastes de hipótesis objetivos bajo normalidad

Bayarri, M^a Jesús; **Forte Deltell, Anabel**; García Donato, Gonzalo

Área temática: *Métodos Bayesianos*

La Selección de Modelos es un problema complejo. Cuando el espacio de modelos es muy grande resulta fundamental la obtención de Factores Bayes analíticos para no desperdiciar, en su cálculo numérico, el tiempo necesario para explorar el espacio de modelos. Las distribuciones Conjugadas permiten obtener Factores Bayes analíticos, pero éstos tienen propiedades indeseables, como la "Inconsistencia en Información".

Berger (1985) propone, en el contexto de estimación robusta, una distribución a priori para medias normales. Lo que hace relevante esta distribución es el hecho de que se obtienen distribuciones predictivas en forma cerrada por lo que los Factores Bayes pueden calcularse de forma sencilla. Además, esta distribución tiene colas pesadas (similares a las de una distribución Student) lo que la hace idónea para selección de Modelos. En este trabajo se ha adaptado esta distribución para contrastes de hipótesis en contextos normales, estudiando su funcionamiento y propiedades.

Extensión del análisis factorial múltiple jerárquico a datos textuales. Aplicación en sensometría

Bécue Bertaut, Mónica María; **Colmenares Salazar, Berenice**; Figuera Vinué, Pau

Área temática: *Análisis Multivariante*

En sensometría se utilizan, cada vez más, las descripciones libres para evaluar productos, complementando así evaluaciones cuantitativas o categóricas. Esto lleva a construir tablas múltiples mixtas, con grupos de columnas de distintos tipos. Una característica relevante es que son tablas con más columnas-variables que filas-individuos. Cuando los productos son evaluados por diferentes paneles, y se desea estudiar la eventual utilización de criterios distintos, los grupos de columna son anidados por paneles. El análisis factorial jerárquico constituye un método multivariado muy potente para analizar este tipo de tablas. En este trabajo extendemos el análisis factorial múltiple jerárquico para introducir subgrupos de columnas de tipo frecuencia, correspondientes a las palabras utilizadas en

las descripciones libres. Se apoya la presentación de la metodología mediante su aplicación a datos de cata colectados en Catalunya y en Francia sobre un mismo conjunto de vinos.

Nuevas ordenaciones multivariantes basadas en distribuciones condicionadas sobre cuantiles

Belzunce Torregrosa, Félix; **Mulero González, Julio**; Ruiz Gómez, José María; Suárez Llorens, Alfonso

Área temática: *Fiabilidad*

En los últimos 30 años, las comparaciones estocásticas de variables aleatorias en términos de sus cuantiles ha despertado gran interés en Fiabilidad surgiendo nuevos conceptos y propiedades. De esta forma, numerosas extensiones de estos conceptos han sido propuestos para el caso multivariante. Por ejemplo, Khaledi y Kochar (2005) definen una nueva ordenación dispersiva multivariante entre dos vectores aleatorios basándose en la ordenación univariante de distribuciones condicionadas sobre los cuantiles de las respectivas variables aleatorias marginales. El interés de esta nueva ordenación radica en el hecho de que cuando los vectores que comparamos tienen la misma cópula, la ordenación multivariante se reduce a comparar las variables marginales en el orden dispersivo multivariante. En este trabajo definimos nuevas comparaciones estocásticas en el sentido de Khaledi y Kochar (2005) y desarrollamos sus primeras propiedades y relaciones.

Identificación gráfica de modelos TAR mediante estimación recursiva

Bermejo Mancera, Miguel Ángel; Peña Sánchez de Rivera, Daniel; Sánchez Rodríguez-Morcillo, Ismael

Área temática: *Series Temporales*

Los modelos autorregresivos por umbrales (TAR) fueron introducidos por Tong y Lim(1980). Su principal característica es que permite usar diferentes modelos AR separados por una variable umbral. El objetivo principal de este trabajo es lograr identificar mediante herramientas gráficas este tipo de modelos. Para ello ajustaremos nuestros datos con un modelo autorregresivo ordenado, empleado anteriormente por Tsay(1989) para realizar un contraste de no linealidad con el fin de encontrar modelos TAR. Estimando dicho modelo empleando un método de mínimos cuadrados recursivos adaptativos, usando el factor de olvido propuesto por Sánchez (2005), detectaremos la existencia de modelos TAR, así como los umbrales en los que cambia el modelo. Para detectarlos estudiaremos gráficamente la evolución de la estimación recursiva obtenida, identificando los diferentes regímenes de comportamiento mediante la distribución asintótica del modelo autorregresivo ordenado aleatoriamente.

Un análisis Bayesiano del suavizado exponencial multivariante

Bermúdez Edo, José D.; **Corberán Vallet, Ana**; Vercher González, Enriqueta

Área temática: *Series Temporales*

En este trabajo introducimos un procedimiento Bayesiano, basado en el modelo de Holt-Winters multivariante, que nos permite obtener predicciones de series temporales correlacionadas. Nuestra formulación del modelo multivariante asume que cada una de las series temporales se ajusta al modelo de Holt-Winters univariante y que existe una correlación contemporánea entre los errores de los modelos univariantes. La distribución a posteriori de los parámetros del modelo puede ser estimada a partir de métodos MCMC. La distribución predictiva la estimamos mediante integración Monte Carlo. Suponiendo que los parámetros de suavizado de todos los modelos univariantes son iguales, el modelo de Holt-Winters multivariante puede formularse como un modelo de regresión multivariante tradicional, lo que simplifica considerablemente su análisis. Utilizamos técnicas de comparación de modelos para contrastar el modelo homogéneo (parámetros de suavizado iguales) frente al modelo general.

Estimación del modelo de regresión lineal basado en la aritmética intervalar: expresiones operativas

Blanco Fernández, Ángela; Colubi Cervero, Ana; Corral Blanco, Norberto; González Rodríguez, Gil

Área temática: *Técnicas de Predicción*

En esta comunicación se estudia el modelo de regresión lineal simple natural entre intervalos aleatorios basado en la aritmética de intervalos. En concreto, se analiza el problema de regresión cuando se considera la familia de distancias introducida por Bertoluzza et al. (1995) empleando el criterio de mínimos cuadrados. La relación de las expresiones de esta distancia en función de un producto de Hilbert y en función de la caracterización centro-semiamplitud de los intervalos aporta importantes beneficios teóricos y prácticos. A partir de ella se establecen expresiones explícitas operativas para los estimadores de los parámetros del modelo de regresión en función de la representación centro-semiamplitud y se discuten sus propiedades. Las expresiones de los estimadores en estos términos proporcionan una clara interpretación de los momentos involucrados en su determinación. Los resultados se ilustran empíricamente mediante un ejemplo real.

Influencia en Predicción Basada en Distancias

Boj del Val, Eva; **Esteve Gómez, Anna**; Fortiana, Josep

Área temática: *Análisis Multivariante*

Cuando aplicamos Predicción Basada en Distancias (BD), operaciones a las que estamos acostumbrados en predicción lineal, como son evaluar la importancia relativa de cada predictor observable y calibrar su influencia sobre la respuesta, pasan a ser problemas no triviales. El obstáculo procede de la no linealidad del modelo y de la relación indirecta, a través de la métrica, entre predictor y respuesta. Boj et al. (2007) proponen una versión

BD, no paramétrica, del estadístico F para el test de selección de variables explicativas en estos modelos y un método práctico de evaluar sus p-valores. En el presente trabajo extendemos esta investigación: partiendo del concepto de pseudo-individuos (Gower y Harding 1988), definimos y estudiamos el comportamiento de una familia de estadísticos que permiten una medida local de la influencia de cada predictor. Esta propuesta se ilustra con datos de tipo genotipo-fenotipo en pacientes con infección por el VIH en tratamiento antiretroviral.

Identificación analítica de efectos principales e interacciones en análisis de sensibilidad mediante FAST

Bolado, Ricardo; Elorza, Francisco Javier; García Martos, Carolina; Manresa, Juan Antonio; **Mira McWilliams, José**

Área temática: *Estadística Computacional*

El objetivo del trabajo es la mejora de la técnica FAST (Fourier Sensitivity Amplitude Test) de análisis de sensibilidad de modelos deterministas que simulan procesos físicos complejos. Mediante análisis de sensibilidad se cuantifica la contribución relativa de cada variable de entrada a la variabilidad total de la respuesta, a través de efectos principales e interacciones. Los índices de Sobol son la proporción de la varianza total explicada por cada efecto principal o interacción. Se utiliza FAST para estimar estos índices, aplicando la transformada discreta de Fourier y el teorema ergódico. En Saltelli y Bolado (1998) se estiman los índices correspondientes a los efectos principales. En Saltelli, Tarantola y Chan (1999) se estiman las interacciones de forma agregada. La aportación de este trabajo consiste en utilizar las amplitudes correspondientes a combinaciones lineales de las frecuencias para estimar las contribuciones a la variabilidad de la respuesta de las interacciones.

Comparación de técnicas de imputación de datos faltantes con respecto al modelo de regresión logística multinomial

Borges, Rafael; Colmenares, Gerardo; **Paredes Moreno, Daniel Eduardo**

Área temática: *Diseño de Experimentos*

El principal objetivo de este estudio es comparar Técnicas de Estimación de Datos Faltantes para imputar la base de datos correspondiente a la banca venezolana entre junio 1996 y diciembre de 2004. Se compararon las siguientes técnicas: Imputación Múltiple mediante MCMC, el Algoritmo EM, el Método del Vecino más Cercano e Imputación mediante Muestreo Aleatorio Simple. Para realizar la comparación se empleó la Prueba no Paramétrica de Friedman, teniendo como respuesta el área bajo la curva ROC del modelo de Regresión Logística Multinomial, generando pérdida al azar en 100 bases de datos con 5, 10, 20, 30 y 40 % de ausencia de datos. Las técnicas también se compararon para cada porcentaje de falta de información utilizando la prueba de Kruskal-Wallis. Se encontraron diferencias significativas entre los métodos de imputación siendo el de mejor desempeño

el del Vecino más Cercano, existiendo diferencia para cada uno de los porcentajes de falta de información excepto para 30 %.

A step by step algorithm for combining diagnostic test using Receiver Operating Characteristic Curve

Borque Fernando, Ángel; **Esteban Escaño, Luis Mariano**; Sanz Saiz, Gerardo

Área temática: *Bioestadística*

The performing of several diagnostic tests on an individual provide multiple measures that can be combined in order to optimize diagnosis accuracy.

Different approaches for choosing linear combinations of diagnostic tests that maximize the Area Under Receiver Operating Characteristic Curve (AUC) have been proposed in the literature.

A step by step algorithm for estimating the parameters of models is introduced. Moreover, extensive simulations in different settings have been considered in order to study the performance of the algorithm. The proposed approach is applied to a prostate cancer dataset.

Comportamiento electoral en Barcelona

Broner, Sonia Judith; Delicado Useros, Pedro

Área temática: *Estadística Espacial*

En Ciencias Políticas se considera que votar es la forma más importante de participación política y se presta especial atención a la tasa de participación de una elección. La orientación del voto, es también objeto de análisis y un concepto clave en su determinación es el de clivaje político. Este tipo de variables pueden verse afectadas por el fenómeno de dependencia espacial. Este trabajo muestra una aplicación de las técnicas del análisis espacial de datos a los resultados de las Elecciones Generales de 2004 en la ciudad de Barcelona, a nivel de Zonas de Estudio Pequeñas, división oficial de la ciudad en 248 áreas. Se estudió la relación entre participación y variables tales como edad, ingresos, educación y ocupación. La orientación del voto se analizó teniendo en cuenta los clivajes clase social e identidad catalana. Se utilizaron modelos de regresión especialmente diseñados para datos que presentan dependencia espacial. Los resultados muestran efecto contagio en ambas variables.

Simulación didáctica por ordenador del plan simple de futuro de la inspección mediante las normas militares estándar

Cabero Morán, María Teresa; García Martín, Martín; Mecoleta Finó, Santiago; Prieto García, María Mercedes

Área temática: *Didáctica de la Estadística*

Para la inspección mediante planes de muestreo por atributos se utilizan las normas militares estándar, preparadas para series continuas de lotes del mismo producto. Están basadas en un tamaño de lote, un nivel de calidad aceptable (AQL), un nivel de inspección general (I, II o III) y un rigor de inspección (normal, rigurosa o reducida) que se va ajustando en función de la calidad de los lotes que se examinan con el historial del vendedor, lo que varía el tamaño de muestra. Una serie de criterios cambian a lo largo del proceso el modo de inspección. Este trabajo presenta una hoja de cálculo, SIMIL, que proporciona, dados los datos anteriores, los planes de muestreo simple según el nivel y rigor a seguir. Posteriormente simula un proceso mediante los planes hallados, en el cual, didácticamente mediante diferentes colores e iconos, según las condiciones, elige muestras, contabiliza las unidades defectuosas y, de acuerdo con la información obtenida, planea el futuro de la inspección.

Unicidad de ciertas primas de credibilidad. Estudio y aplicaciones

Calderín Ojeda, Enrique; **Gómez Déniz, Emilio**

Área temática: *Métodos Bayesianos*

Resulta bien conocido que para el cálculo de primas Bayes se requiere de la distribución a priori que sigue el parámetro del que depende la distribución del riesgo. En numerosas ocasiones la prima Bayes que se obtiene puede expresarse como una suma convexa de los datos y la prima colectiva, la prima manual o de libro. Esta expresión se le conoce en la literatura actuarial como fórmula de credibilidad. En este trabajo se revisan algunos problemas de identificación aparecidos en la literatura estadística, y se estudia su aplicación a la determinación de una correspondencia biunívoca entre la verosimilitud-distribución a priori y ciertas fórmulas de credibilidad. Finalmente, la metodología se aplica a la generación de un amplio espectro de distribuciones discretas para el caso en que la prima Bayes no pueda expresarse como una fórmula de credibilidad.

Propuesta del gráfico de control X-RL2

Campos Avendaño, Gustavo Andrés; Carrión García, Andrés

Área temática: *Control de Calidad*

Una dificultad del gráfico de control X de Shewhart es la poca efectividad que presenta al momento de detectar cambios pequeños o moderados en la media del proceso. Para intentar mitigar dicha dificultad diferentes autores han planteado numerosas alternativas al mencionado gráfico de control. Una de estas alternativas es el denominado gráfico de control sintético el cual combina un gráfico de control X de Shewhart con un gráfico CRL.

En la presente investigación se pretende estudiar y caracterizar un nuevo gráfico de control denominado X - RL2 que combina un gráfico de control X de Shewhart con un gráfico RL2. Con el nuevo gráfico desarrollado se mejora la potencia del clásico gráfico de la media propuesto por el doctor Walter Shewhart, además se establece una comparación

de la potencia con el gráfico de control sintético. Se utiliza el ARL (Longitud promedio de Racha) como métrica para la comparación de la potencia de los gráficos.

Análisis de datos de preferencias con modelos de Thurstone y Bradley-Terry

Campos Bonilla, Begoña; **Girabent Farrés, Montserrat**

Área temática: *Análisis de Datos Categóricos*

En este trabajo se presentan dos formas de analizar datos recogidos mediante preguntas en las que el individuo ordena k opciones según sus preferencias, esta estructura es conocida como Preference Data, se caracteriza por tener un vector de puntuaciones de cada individuo, donde la suma de las componentes es una constante, y en consecuencia hay dependencia. El objetivo es segmentar la población de estudio y buscar la relación con covariables que les identifican. Este tipo de análisis no pretende tener valoraciones de las opciones, sino ordenaciones. El primero de los métodos que se presenta se basa en la ley de los juicios categóricos de Thurstone, siguiendo el esquema propuesto por Maydeu-Olivares y Böckenholt (2005), en el que se usan modelos de ecuaciones estructurales, el estimador DWLS y el estadístico de ajuste de Satorra-Bentler; en segundo lugar se propone usar las extensiones del modelo de Bradley-Terry para dos opciones, basados en modelos lineales generalizados.

Applications of survival analysis to credit risk modelling

Cao Abad, Ricardo; **Devia Rivera, Andrés**; Vilar Fernández, Juan Manuel

Área temática: *Análisis de Supervivencia*

In this paper it has been applied survival analysis methods to credit risk modelling. The analysis developed here is related to the measurement of the banking credit risk via the construction of statistical models to estimate the probability of default (PD) in the case of an individual consumer credit. Three methods to estimate the individual PD have been proposed here, a semiparametric probability model, a generalized linear model, and a nonparametric conditional model with kernel type smoothing. All the models have been studied under the scope of random right censoring. As a result, asymptotic properties like the uniform consistency and the asymptotic normality for the nonparametric estimator of the PD have been obtained.

Optimization problems arising in SVR

Carrizosa, Emilio; Gordillo Santofimia, José F.; Plastria, Frank

Área temática: *Análisis Multivariante*

Standard Support Vector Regression (SVR) reduces the search of a linear prediction to solving a convex quadratic problem with linear constraints.

We analyze the optimization problems arising in some variants of this basic model. Special attention will be made to the case of imprecise data.

Contraste de igualdad de las medias tipo Aumann de dos intervalos aleatorios

Casals Varela, María Rosa; Colubi Cervero, Ana; Gil Álvarez, María Ángeles; **Montenegro Hermida, Manuel F.**

Área temática: *Inferencia Estadística*

Cuando se consideran dos elementos aleatorios con valores de intervalo y se dispone de muestras de 'observaciones' (independientes o dependientes) a partir de ambas, puede considerarse el problema de contraste de la igualdad de los valores medios poblacionales (entendiéndose las medias en el sentido de la integral de Aumann).

El empleo de una métrica adecuada permite considerar estadísticos bootstrap, que pueden expresarse como combinaciones lineales convexas de estadísticos conocidos para los contrastes de la igualdad de medias poblacionales de dos variables aleatorias reales que, conjuntamente, caracterizan a cada intervalo aleatorio: los puntos medios y las semi-amplitudes.

El estudio se completará con la realización de algunas simulaciones para comparar bien distintos estadísticos o bien elecciones diferentes de la métrica empleada.

Profundidad según un número de observaciones

Cascos Fernández, Ignacio

Área temática: *Análisis Multivariante*

Para un punto en el espacio Euclídeo d -dimensional y una distribución en el mismo espacio, estudiaremos la probabilidad de que el punto esté dentro de la envolvente convexa de un número dado de vectores aleatorios independientes y con la distribución anterior. Esta probabilidad está relacionada con el grado de centralidad (profundidad) del punto respecto de la distribución. Cuanto más central sea el punto, menos vectores aleatorios harán falta para contenerlo en su envolvente convexa con una probabilidad fijada. A partir del número medio de vectores aleatorios necesarios, construiremos una función de profundidad estadística de la que se estudiarán varias propiedades. Consideraremos además conjuntos aleatorios definidos como la envolvente convexa de un número dado de copias independientes de un vector aleatorio. Tomando la esperanza de cada uno de estos conjuntos aleatorios obtenemos una sucesión de regiones centrales y mediremos la profundidad de un punto a partir de estos conjuntos.

Métrica generalizada entre números difusos: equivalencias y aplicaciones al tratamiento estadístico de datos difusos

Colubi Cervero, Ana; Gil Álvarez, María Ángeles; **López García, María Teresa**; Lubiano

Gómez, María Asunción

Área temática: *Análisis de Datos Categóricos*

La métrica generalizada entre dos números difusos de Bertoluzza et al. (1995) se introduce originalmente como media cuadrática de las distancias entre sus niveles, con respecto a sendas medidas de ponderación sobre los distintos niveles y los puntos en ellos. Equivalentemente, la última medida puede reemplazarse por una ponderación sobre extremos y centros de los niveles, o sobre sus radios y centros. Alternativamente, la métrica generalizada puede considerarse como una distancia L2 que permite que sea isométrico el encaje del espacio de los números difusos en un cono de un espacio de Hilbert de funciones a través de la función soporte.

La operatividad de esta métrica la hace especialmente adecuada para la definición de ciertas nociones sobre datos experimentales difusos: varianza de Fréchet, el error cuadrático medio, etc. Se analizarán algunas de las aplicaciones más relevantes al tratamiento estadístico de datos difusos.

Efecto de la forma y el tamaño de las parcelas de muestreo en patrones puntuales homogéneos

Comas Rodríguez, Carlos; Delicado Useros, Pedro; Mateu Mahiques, Jorge

Área temática: *Estadística Espacial*

El conocimiento del tamaño poblacional tiene una gran importancia en la ciencia forestal, la ecología y en general en cualquier estudio medioambiental. El censo completo de dichas poblaciones no es posible y sólo estimadores de la abundancia son obtenidos aplicando técnicas de muestreo. Aunque varios métodos estadísticos basados en la distancia entre puntos han sido desarrollados para obtener estimadores de densidad para poblaciones espacialmente explícitas, los principales inventarios forestales europeos, incluyendo el español, utilizan estimadores basados en el conteo de puntos en parcelas circulares. Dado que el número, tamaño y posición de las parcelas es definido de forma sistemática e independiente a la estructura espacial de los árboles, los errores muestrales obtenidos dependen de dichos patrones forestales. Nuestro objetivo es el estudio del efecto en la varianza de la forma de la parcela de muestreo, y el número y localización de parcelas, para distintos patrones puntuales.

Filtrado de Kalman multiplicativo

Comte, Fabienne; Genon Catalot, Valentine; **Kessler, Mathieu**

Área temática: *Métodos Secuenciales*

Se recurre a menudo a cadenas de Markov ocultas para modelar datos no Markovianos, siendo los modelos de volatilidad estocástica ejemplos de modelos no lineales de cadenas de Markov ocultas. En este contexto, los problemas relevantes son la predicción y el filtrado del componente no observado así como la inferencia sobre parámetros de la

distribución conjunta del proceso. Salvo muy pocas excepciones, las relaciones secuenciales que satisfacen las distribuciones condicionadas de interés, i.e. las distribuciones del componente no observado dado las observaciones, son difíciles de calcular y requieren de aproximaciones numéricas. En este trabajo nos centramos en modelos basados en una perturbación multiplicativa de un proceso de difusión discretizado, para los cuales estas relaciones secuenciales son explícitas. Como consecuencia, obtenemos fórmulas para las distribuciones de predicción, de filtrado y de suavizado, lo que permite en particular implementar inferencia basada en la verosimi

Una generalización de la distribución Beta-Binomial bivalente

Conde Sánchez, Antonio; Martínez Rodríguez, Ana M^a; Olmo Jiménez, M^a José; Rodríguez Avi, José; Sáez Castillo, Antonio José

Área temática: *Modelos Estadísticos*

La distribución Beta-Binomial (BB) se ha utilizado para modelizar el número de éxitos en ensayos binomiales en situaciones donde existe overdispersion debido a la heterogeneidad entre los individuos. Una generalización de dicha distribución, GBB, ha sido estudiada por Rodríguez et al.

Una de las extensiones bivariantes de la distribución BB se obtiene como mixtura de una distribución Binomial doble y una distribución Beta, se caracteriza por tener marginales y condicionadas Beta-Binomiales, y por tener una curva de regresión lineal. Además, es simétrica si el número de ensayos binomiales de cada una de las variables es el mismo.

En este trabajo se propone una versión bivalente de la distribución GBB. Para ello se va a considerar una mixtura con una distribución Beta Generalizada de Exton. La nueva distribución tiene marginales que siguen una distribución más general que la distribución Beta-Binomial, su curva de regresión es no lineal y no es simétrica.

Statistical approach to software reliability certification

Corro Ramos, Isaac; Di Bucchianico, Alessandro; Van Hee, Kees

Área temática: *Fiabilidad*

We present a sequential software release procedure that certifies with some confidence level that the next error is not occurring within a certain time interval. The failure detection process is modeled as a black box software reliability growth model. We focus on the two main classes of models: General Order Statistics and Non-homogeneous Poisson Process. Decisions are based on the error-free period since the last error observation. Such periods depend on the test history and by choosing them properly we can certify that: the release time is optimal and the global risk taken in the procedure can be controlled. Our procedure is a special case of sequential testing one-stage look ahead policy. We study our problem from a Bayesian point of view without making any assumption on the initial number of errors in the software. We show how to implement our procedure and study its performance via simulation.

Análisis de los incendios forestales en la Comunidad Valenciana

Crespo Abril, Fortunato; Maroto Álvarez, Concepción; Martínez Gómez, Mónica; Montesinos Guillot, Amparo; Suárez Torres, Jorge

Área temática: *Series Temporales*

El bosque mediterráneo se encuentra entre los ecosistemas forestales más vulnerables (IV Informe IPCC, 2007). Además, el desarrollo sostenible debe contemplar la dimensión económica, medioambiental y social simultáneamente. Dentro de este marco, el objetivo del presente trabajo es analizar la influencia del factor humano y de las transformaciones socioeconómicas en los incendios forestales, así como sus causas en la Comunidad Valenciana. En primer lugar se realiza un estudio descriptivo de las variables relevantes para valorar la calidad de la base de datos. Además se efectúa un análisis de series temporales utilizando la metodología Box-Jenkins que permite identificar pautas de comportamiento de los incendios forestales. Asimismo, se presenta un análisis cluster. Por último, se discuten los resultados obtenidos, que pueden ser de gran utilidad para la asignación eficiente de recursos en la prevención de incendios.

Medidas de asociación multivariante basadas en distancias

Cuadras Avellanas, Carles

Área temática: *Análisis Multivariante*

Dados dos conjuntos de datos sobre el mismo grupo de individuos, se discuten diversas medidas de asociación multivariante y se proponen otras utilizando únicamente matrices de distancias entre individuos, una para cada conjunto de datos. Se propone un test basado en permutaciones para decidir si la asociación es significativa. Las medidas de asociación propuestas permiten relacionar conjuntos de datos muy generales.

Monitorización de la temperatura corporal de personas sanas mediante técnicas de análisis multivariante

Cuesta Frau, David; Miró i Martínez, Pau; **Oltra Crespo, Sandra**; Varela Entrecanales, Manuel

Área temática: *Análisis Multivariante*

La fiebre ha sido un síntoma clave de la enfermedad durante siglos. Sin embargo, su medición acarrea muchos problemas, la mayoría de ellos debido a que se considera la medición como una instantánea de un proceso continuo, mientras que la fiebre es casi siempre un proceso intermitente. Para evitar esta situación se presenta un dispositivo diseñado para medir, almacenar y transmitir en tiempo real una lectura de la temperatura central y una de la periférica. Se tomaron 30 sujetos (15 mujeres, 15 hombres, entre 20 y 70 años) supervisados durante 24 horas sin alterar sus actividades diarias. Las temperaturas se registraron cada minuto en el canal auditivo externo y en la piel. Una vez tomadas

se calcula con la función de entropía una estimación de la complejidad de las señales obtenidas. Mediante la aplicación de Análisis de Componentes Principales comprobamos el comportamiento de las distintas clases de sujetos analizadas. Se ha podido observar diferentes conductas en las temperaturas.

Las amalgamas y el análisis de datos composicionales

Daunis i Estadella, Josep; Mateu Figueras, Gloria

Área temática: *Análisis Multivariante*

El símplex, el espacio muestral de los datos composicionales, tiene una estructura de espacio vectorial euclídeo con la perturbación como operación interna, la potenciación como operación externa y la distancia de Aitchison. Para el análisis de datos composicionales se requieren técnicas compatibles con esta estructura. La amalgama o suma de partes de una composición es una operación ampliamente utilizada, principalmente porque reduce la dimensión y evita el problema de los ceros. Sin embargo, la amalgama no es una operación compatible con la estructura del símplex, existiendo otras alternativas. En este trabajo se pretende revisar y clarificar el papel de la amalgama en el análisis de datos composicionales. Si bien veremos que es una operación necesaria en algunos casos, también veremos que combinada con otras operaciones como la perturbación, puede provocar incompatibilidades e incoherencias. Se utilizarán conjuntos de datos reales para motivar el trabajo e ilustrar los resultados.

La velocidad del ADSL: una experiencia de ABP

Daunis i Estadella, Josep; Mateu Figueras, Gloria

Área temática: *Didáctica de la Estadística*

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) tiene sus orígenes en la educación médica, por esta razón se equipara a menudo problemas con casos. La clase de “casos” o “problemas” que se presentan en ambientes de ABP son situaciones en las que los estudiantes probablemente se encontrarán en la vida real. Un ABP se puede decir que se caracteriza por tener “problemas cuidadosamente seleccionados y diseñados que requieren la adquisición de conocimiento crítico, habilidad en la resolución de problemas, estrategias de aprendizaje autodirigidas y capacidad de trabajo en grupo”. En un ABP el aprendizaje está centrado en el estudiante y el profesor tiende a hacer de guía y facilitador de recursos, más que sólo como proveedor de conocimiento e información. En este trabajo se presenta una experiencia de ABP en los estudios de Ingeniería Técnica Informática, con sus motivaciones, desarrollo y conclusiones de la experiencia, basado en el estudio de la velocidad de conexión del ADSL.

Curso de Técnicas Estadísticas con Moodle

Daza Arbolí, Miguel Ángel; Fernández Pérez, Carlos Manuel; Gómez Pastor, Adolfo;

Rodríguez Carmona, Alberto Antonio

Área temática: *Didáctica de la Estadística*

En este trabajo se presentan los resultados de las pruebas llevadas a cabo para adaptar la Fase a Distancia de los Cursos de Estadística que se imparten en el seno del Ministerio de Defensa, y pasar de un modelo basado en los tradicionales envíos postales a que los alumnos sean capaces de desarrollar la fase a distancia a través de una plataforma virtual educativa basada en MOODLE.

También se presentan algunos de los pasos necesarios que se han seguido para lograr dicha transformación: adaptar la plataforma a la imagen institucional, crear los cursos y sus contenidos, crear manuales de uso para alumnos y profesores, impartir cursos para los profesores y seguimiento y evolución de los alumnos durante el desarrollo de la fase a distancia.

Give q-value a chance

De la Horra Navarro, Julián

Área temática: *Métodos Bayesianos*

El p-valor es, posiblemente, la herramienta más usada en estadística aplicada, a pesar de que tiene importantes inconvenientes. El q-valor fue introducido por Storey (2003) como un subproducto del “positive false discovery rate”. En esta comunicación se dan argumentos a favor de que el q-valor podría ser considerado como una buena alternativa al p-valor, ya que tiene mejores propiedades.

Presmoothed Kaplan-Meier integrals and the missing censoring indicator model

De Uña Álvarez, Jacobo; Pires Mendonça, Jorge Manuel

Área temática: *Estadística No Paramétrica*

In Survival Analysis, the lifetimes are often observed under censoring from the right. To cope with this censoring issue, the Kaplan-Meier method is typically used. However, in some instances, some of the censoring indicators are missing, and then the Kaplan-Meier estimator can not be computed. In this work we propose the using of presmoothed Kaplan-Meier integrals (de Uña-Álvarez and Rodríguez-Campos, 2004) for the estimation of important parameters in the presence of covariates and including the possibility of missing censoring indicators. We consider the missing-at-random (MAR) model (Subramanian, 2004). For the presmoothing, we mainly focus on the semiparametric censorship model introduced by Dikta (1998), after proper adaptation to the presence of covariates. We investigate the asymptotic properties of the proposed estimators, as consistency and distributional convergence; as well as their finite sample behavior via simulation studies and real data analysis.

Analysis of outliers in Mortality Index of Lee-Carter Model. Application to Spanish mortality data

Debón Aucejo, Ana; **García Díaz, Juan Carlos**

Área temática: *Análisis de Supervivencia*

One of the most outstanding models, and also those more frequently used by actuaries, is the Lee-Carter model. The dynamic graduation of mortality data by a model has as its objective the satisfactory estimation and prediction of the death rates based on mortality data but using an age and year dependent function whose parameters are adjusted from the crude rates obtainable directly from the data. The Lee and Carter model fits a function $f(ax, bx, kt)$ to mortality measurements where ax and bx are age-dependent parameters and kt is a specific mortality index for each year or unit of time. This paper applies the Lee-Carter model, paying attention to the analysis and study of outliers in mortality index. Outlier correction is an essential task because the presence of one or more outliers in the observed series may seriously damage identification and estimation of the ARIMA model.

Un nuevo método de selección del parámetro de suavizado para la transformación ISOMAP

Delicado Useros, Pedro; **Hernández Estrada, Adolfo**

Área temática: *Análisis Multivariante*

La transformación ISOMAP (Isometric feature mapping; Tenenbaum, de Silva y Langford, 2000) de una matriz de distancias produce otra matriz de distancias, próximas a las que se obtendrían si se ajustasen los datos a una variedad no lineal de dimensión menor y se calculasen entre ellos las distancias geodésicas. Así, ISOMAP permite hacer una reducción de la dimensionalidad de los datos, usando exclusivamente las distancias entre ellos y permitiendo no linealidades en la estructura subyacente. El algoritmo necesita, en su paso inicial, la determinación de un parámetro que defina las relaciones de vecindad. Aunque desde la propuesta original (donde se fijaba manualmente) se han desarrollado diferentes métodos, la búsqueda de su valor óptimo es todavía un problema abierto. Este trabajo presenta un nuevo método para la selección de este parámetro, basado en el comportamiento de una función creada para la detección de estructuras no lineales a partir de una matriz de distancias entre puntos.

Modelos log-bilineales para tablas incompletas de consumo de drogas

Domingo Salvany, Antònia; Fortiana, Josep; **Sánchez Niubò, Albert**

Área temática: *Análisis de Datos Categóricos*

En un estudio previo (Sánchez-Niubò et al. 2008) se realizó el cálculo de inicios de consumo de heroína en España a partir de datos recogidos entre los años 1991 y 2006

en los centros públicos de tratamiento de desintoxicación. Se propuso estimar los valores esperados de una tabla de frecuencias incompleta tabulada entre los años de inicio de consumo (36 filas: 1971-2006) y el período de años entre el primer consumo y primer tratamiento (36 columnas: 0-35), ajustándola a un modelo log-lineal de casi-independencia. Dicha tabla estaba incompleta debido al truncamiento inherente a la fuente de información. Este primer modelo debe ampliarse para recoger la no independencia de filas y columnas observada en los datos. En el presente trabajo proponemos dos modelos log-bilineales: el general de asociación RC(1) y el modelo de Lee-Carter. Aplicamos ambos modelos a los mismos datos de heroína y a datos de cocaína recogidos en la misma base de datos durante el mismo período.

Indicadores bibliométricos robustos: aportaciones al número h

Dorta González, María Isabel; **Dorta González, Pablo**; Santos Peñate, Dolores Rosa; Suárez Vega, Rafael

Área temática: *Inferencia Estadística*

El número h se ha convertido en el indicador bibliométrico más empleado para estimar el éxito del trabajo realizado por un investigador y predecir la evolución del impacto de su producción en el futuro. Su éxito se ha debido principalmente a dos razones. En primer lugar a su simplicidad, dado que se trata de un único indicador que combina producción e impacto. En segundo lugar a que elimina los sesgos provocados por las colas de la distribución de citas. El principal problema del número h es que discrimina poco entre investigadores con una reducida producción o que trabajan en áreas con bajos niveles de impacto promedio. En este trabajo se formulan estos problemas y se sugieren soluciones que consideran aquellos artículos y citas que pueden contribuir con una alta probabilidad a incrementar su valor en el futuro.

Diseños factoriales A-óptimos para modelos de Poisson

Dorta Guerra, Roberto; Ginebra, Josep; González Dávila, Enrique Francisco

Área temática: *Diseño de Experimentos*

Los diseños factoriales son de gran utilidad en la prestación de información sobre la estructura subyacente de procesos en distintos sectores. Para modelos lineales normales este tipo de diseños son óptimos para la gran mayoría de criterios de optimalidad. En el caso de modelos no lineales esta propiedad no se verifica y los diseños óptimos dependen en gran medida del modelo elegido y del criterio de optimalidad que se esté aplicando. Aun así, en modelos no lineales, los investigadores recurren de forma habitual a los diseños factoriales por su sencillez y por ser los más utilizados en la práctica general. Los modelos de Poisson, que se utilizan frecuentemente para definir el comportamiento de variables relacionadas con la toxicología, son un caso particular de modelos no lineales. El objetivo de este trabajo es estudiar los diseños factoriales óptimos para modelos de Poisson con uno y dos factores haciendo especial hincapié en el criterio de la A-optimalidad.

P-valores bayesianos uniformes. Aplicación a la bondad de ajuste de la GPD

Egozcue Rubí, Juan José; **Ortego, M.I.**

Área temática: *Inferencia Estadística*

Los contrastes de hipótesis son una herramienta usual en la práctica estadística, pero los contrastes clásicos se complican considerablemente cuando intervienen parámetros desconocidos. Los métodos Bayesianos se presentan como una alternativa útil. Con ellos se trata la incertidumbre de los resultados, y además proporcionan métodos prácticos, especialmente en situaciones complejas, donde no es posible el cálculo de la distribución de referencia del estadístico de contraste. Pero este enfoque también tiene inconvenientes, como la no uniformidad de los p-valores bayesianos más comunes. Se presenta una mejora del p-valor predictivo a posteriori, uno de los p-valores bayesianos más utilizados. Esta mejora considera la incertidumbre de los parámetros desconocidos, es sencilla de calcular y además tiene distribución uniforme. El p-valor propuesto se utiliza para discutir la compatibilidad de la Distribución Generalizada de Pareto con un conjunto de datos.

A global test for Hardy-Weinberg equilibrium

Egozcue Rubí, Juan José; **Graffelman, Jan**; Morales, Jair; Pawlowsky-Glahn, Vera

Área temática: *Análisis Multivariante*

In many genetical association studies individuals are typed with respect to a large number of genetical markers known as single nucleotide polymorphisms (SNPs). Misclassification of individuals can occur due to errors in the genotyping process. Recently, statistical tests for Hardy-Weinberg equilibrium (HWE) have received renewed attention, because they help to detect genotyping error. Markers that deviate significantly from HWE often have a large amount of genotyping error. For this reason, all SNPs are typically tested for HWE by a chi-square or Fisher exact test. This leads to a large number of statistical tests. A single global test for the joint equilibrium of all markers is possible when each marker is interpreted as a genetical composition. The global test is based on logratio transformed compositions. Under the assumption of HWE, theoretical properties of the transformed data can be derived that can be tested by both parametric and nonparametric methods.

Predicción semiparamétrica multidimensional con cointegración en los errores. Aplicación a la predicción simultánea de indicadores ambientales

Febrero Bande, Manuel; González Manteiga, Wenceslao; **Piñeiro Lamas, María**

Área temática: *Técnicas de Predicción*

En esta comunicación se hace una revisión de los modelos de predicción semiparamétricos desarrollados a lo largo de los años gracias a la amplia colaboración entre el

Departamento de Estadística e Investigación Operativa de la Universidad de Santiago de Compostela y una central térmica situada en As Pontes (A Coruña, España) propiedad de Endesa Generación S.A. En concreto estos modelos se utilizaban para predecir los niveles de dióxido de azufre en el entorno de esta central térmica con media hora de antelación. En esta charla se presenta también un nuevo modelo de predicción semiparamétrico multidimensional. Este modelo es una generalización de los anteriores y tiene en cuenta la estructura de correlación de los errores con las posibles relaciones de cointegración. Su comportamiento se ilustra en la predicción de los niveles de dos importantes indicadores de polución en el entorno de la central térmica: dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno.

Comparación de diseños aproximados de planes de muestreo para la distribución Log-Normal con censura progresiva

Fernández, Arturo Javier; **Pérez González, Carlos**

Área temática: *Fiabilidad*

Existen diversos estudios sobre el diseño de los planes de muestreo en fiabilidad en el caso de la censura progresiva. En general, estos diseños suelen utilizar resultados basados en aproximaciones.

Este trabajo considera que la variable que mide el tiempo de vida de una unidad de un producto determinado sigue una distribución log-normal. Se obtienen varios diseños aproximadamente óptimos que utilizan los estimadores de máxima verosimilitud así como los mejores estimadores lineales insesgados de los parámetros de la distribución en la determinación del criterio clásico de aceptación de un lote de productos. Para evaluar el grado de corrección de estos diseños aproximados, se calculan mediante simulación los riesgos correspondientes y se comparan con las especificaciones fijadas por el productor y el consumidor. Los resultados se presentan en forma de tablas y gráficos ilustrativos que permiten escoger los diseños que mejor se ajustan a dichas especificaciones.

Un sistema con múltiples componentes dispuestas en reserva activa con pérdida de unidades

Fernández-Calvillo Villodre, Gemma; **Ruiz Castro, Juan Eloy**

Área temática: *Fiabilidad*

En este trabajo se considera un sistema con múltiples componentes, una la principal y el resto dispuestas en reserva activa, que evolucionan en tiempo discreto. Todas las unidades están sujetas a fallo, siendo el de la unidad principal no reparable y el de las unidades en reserva reparables, pasando en este caso a reparación. Al fallar la unidad principal queda eliminada del sistema ocupando su lugar de forma instantánea una de las unidades en reserva. Los tiempos que intervienen en el comportamiento del sistema se distribuyen de forma general con soporte finito. Estudiamos el periodo de funcionamiento, hasta que el sistema falla y hasta que no hay unidades en el mismo y la disponibilidad. El fallo de la unidad principal, de las unidades en reserva y del sistema también es estudiado

mediante la probabilidad condicional de fallo. Todas estas medidas se obtienen en forma matricial y algebraica, en una forma bien estructurada, permitiendo su algoritmización e implementación computacional.

Partial area index of the ROC curve for diagnostic tests

Franco Nicolás, Manuel; Vivo Molina, Juana María

Área temática: *Bioestadística*

The area under receiver operating characteristic (ROC) curve is used in medical decision making to express a summary measure for the effectiveness of screening and diagnostic tests. Nevertheless, it is not a meaningful index of clinical diagnostic performance when clinical tasks demand a restricted range of sensitivity values. Jiang et al. (Radiology, 201:745-750, 1996) developed a ROC partial area index, which measures clinical diagnostic performance more meaningfully for highly sensitive tests. However, this index might still find some drawbacks to compare two diagnostic performances under a specific region. Here, we derive tighter bounds for the partial area of an ROC curve, and then attempts to improve the partial area index of an ROC curve are discussed. Thus, we propose a modified partial area index for any restricted range of sensitivity values. In addition, we derive this improved partial area index for diagnostic test when high sensitivity must be clinically maintained.

Bandas de confianza bootstrap para la diferencia de funciones percentílicas de vida residual

Franco Pereira, Alba María; Lillo Rodríguez, Rosa Elvira; Romo, Juan

Área temática: *Estadística No Paramétrica*

Los órdenes del percentil de vida residual han sido estudiados en profundidad en Franco-Pereira, Lillo, Romo, Shaked (2008). Estos órdenes están basados en la comparación de funciones percentílicas de vida residual y se proponen como alternativa a los órdenes de la media de vida residual, que presenta inconvenientes en la práctica. En ese trabajo se presentan diferentes caracterizaciones de los órdenes, se estudian sus posibles propiedades de clausura y sus aplicaciones.

En este trabajo hemos desarrollado una nueva técnica para construir bandas de confianza bootstrap para la diferencia de dos funciones percentílicas de vida residual. Esta banda proporciona una idea de si las variables en cuestión están ordenadas en el orden percentil de vida residual. Mediante datos simulados y datos reales hemos demostrado la aplicación de esta técnica para detectar una ordenación en el orden del percentil de vida residual.

Evaluación de competencias en Estadística a través del Portafolio Electrónico

Gámez Mellado, Antonio; Marín Trechera, Luis Miguel

Área temática: *Didáctica de la Estadística*

En este trabajo se pretende describir qué entendemos por “evaluación de competencias en Estadística a través del instrumento de evaluación denominado Portafolio Electrónico”.

Se abordarán los siguientes aspectos: En qué consiste este sistema de evaluación y cómo realizar un uso adecuado de esta metodología a través de un sistema de gestión del aprendizaje (LMS), aportando así algunas de las herramientas necesarias para el diseño y seguimiento del Portafolio en su versión electrónica.

Globalmente, lo que conseguimos con la puesta en práctica del instrumento “e-Portafolio” es integrar el proceso de evaluación en el mismo proceso de enseñanza y aprendizaje, supeditándolo a la posibilidad de conseguir que los propios estudiantes conozcan y puedan regular con éxito sus progresos, y que, por tanto, sean más autónomos en el momento de autorregular su propio proceso de adquisición de contenidos, habilidades y competencias en las asignaturas del Departamento de Estadística de la UCA.

Aprendizaje adaptativo y accesible en las asignaturas de estadística de la Escuela Superior de Ingeniería en la UCA

Gámez Mellado, Antonio; Marín Trechera, Luis Miguel

Área temática: *Didáctica de la Estadística*

En este trabajo se describen distintas técnicas y herramientas que nos permiten diseñar objetos de aprendizaje para la enseñanza-aprendizaje de la Estadística utilizando sistemas de e-learning y herramientas que facilitan tanto la accesibilidad como la adaptabilidad. Describiremos cómo resolvemos la accesibilidad y adaptabilidad en las asignaturas de Estadística del Aula Virtual de la UCA con el uso de diversas herramientas de gestión, diseño y autoría como: Moodle, LAMS, IMS LD, XHTML, CSS, CourseLab,... Actualmente no existe en las plataformas de e-learning ningún módulo que permita la personalización o adaptación de contenidos y metodología y mucho menos la accesibilidad de los recursos didácticos.

Modelización en tiempo continuo para los recursos pesqueros

García del Hoyo, Juan José; Ortega Moreno, Mónica

Área temática: *Modelos Estadísticos*

Determinar las políticas óptimas para llevar a cabo una explotación sostenible de los recursos pesqueros implica el análisis de factores biológicos, ecológicos, socioeconómicos e institucionales. Dichos factores introducen incertidumbre en los modelos bioeconómicos pesqueros, lo que implica un aumento de la complejidad en el tratamiento del modelo,

pero a su vez aporta un mayor realismo al estudio. La mayoría de las modelizaciones existentes se basan en versiones discretas de funciones en tiempo continuo. En este trabajo se propone una versión continua de un modelo bioeconómico de pesquería que permite la evaluación de la biomasa y la obtención de estimaciones de los parámetros habituales en estos estudios, como son capturabilidad, tasa intrínseca de crecimiento o capacidad de carga del medio. Asimismo, se incorporan variables ambientales que introducen mayor información al modelo y reducen la incertidumbre asociada a las estimaciones.

Intervention analysis and automatic detection of outliers in time series analysis. A case study

García Díaz, Juan Carlos

Área temática: *Control de Calidad*

Outliers are observations that cannot be properly explained by the ARIMA model and its underlying normality assumption. Outlier analysis of time-series data comprises two key issues: outlier detection and outlier adjustment. Outlier correction is an essential one because the presence of one or more outliers in the observed series may seriously damage identification and estimation of the ARIMA model. We consider four types simple intervention models to represent four types of outliers that might our in practice. The standard procedures for automatic outlier detection and correction consider four types of outliers namely, additive, innovational, level shift, and transitory change outliers. Measurement and control of the dissolved aluminium levels in zinc hot-dip galvanizing baths, is of great importance to the steel industry. This study investigates the application of statistical process control and times series analysis methods for monitoring and forecasting effective aluminium levels.

Búsqueda robusta de curvas

García Escudero, Luis Ángel; Gordaliza Ramos, Alfonso; Matran Bea, Carlos; **Mayo, Agustín**; Sánchez Gutiérrez, Clarisa

Área temática: *Análisis Multivariante*

El trabajo que se presenta aborda el problema de la localización de curvas en imágenes en presencia de ruido. Nuestra aproximación es paramétrica y corresponderá en muchas ocasiones a una búsqueda restringida a alguna subfamilia de cónicas. Nuestro procedimiento incorpora recortes para tener propiedades de robustez. Ilustramos el funcionamiento de nuestro método tanto con datos sintéticos como con datos reales provenientes de situaciones prácticas en las que podría ser de utilidad.

Generalizaciones de la distribución normal según el esquema de Marshall y Olkin

García García, Victoriano José; Gómez Déniz, Emilio; Vázquez Polo, Francisco José

Área temática: *Inferencia Estadística*

Es indiscutible el destacado papel que desempeña la distribución normal o gaussiana en la descripción de variables procedentes de multitud de disciplinas, y sus múltiples aplicaciones. Quizás debido a esto se han producido, en los últimos años, numerosos estudios sobre la generalización de la misma. Entre estos estudios destaca inicialmente la conocida como skew-normal, en un intento de obtener una familia de distribuciones no necesariamente simétricas, como es el caso de la normal, pero construyendo una familia que contenga a ésta como caso particular. En el presente trabajo se propone una nueva generalización de la distribución normal mediante un método alternativo propuesto por Marshall y Olkin (1997), introduciendo un parámetro y obteniendo una familia de distribuciones no necesariamente simétricas que contiene la normal como caso particular. Estas situaciones son especialmente útiles para datos de pérdidas en compañías de seguro donde la asimetría aparece de manera natural.

Previsión de ventas de una gran cadena de tiendas

García Sipols, Ana Elizabeth; Lezaun Iturralde, Mikel; Madoz Mendioroz, Águeda; **Mateos del Pino, Maider**; Simón de Blas, Clara; Tusell Palmer, Fernando

Área temática: *Series Temporales*

Uno de los problemas a los que se enfrenta Eroski es el reaprovisionamiento de productos en los distintos puntos de venta. Hasta hoy, el método de aprovisionamiento se basaba en un modelo reactivo, donde el reaprovisionamiento se hacía a posteriori. El objetivo de este trabajo es desarrollar una herramienta capaz de predecir las ventas de cada producto en cada centro eficazmente para que el aprovisionamiento en tienda se realice ex-ante.

Existen épocas en las cuales este problema es más acuciante para la empresa. Es por ello que los modelos desarrollados se centran sobre todo en predecir las ventas de días especiales, como las Navidades, con suficiente anticipación.

Hay centros en los que la falta de datos hace imposible su modelización. Para resolver este problema se construye una clasificación de las tiendas que permita definir centros espejo. Para aquellos establecimientos en los que no se pueden hacer previsiones se aplicarán los patrones de ventas de su centro espejo.

Aprendizaje del método Simplex de forma interactiva

García Ligeró, María Jesús; **Román Román, Patricia**

Área temática: *Didáctica de la Estadística*

En el contexto de las nuevas tendencias educativas y el uso de las nuevas tecnologías presentamos en esta comunicación una aplicación interactiva que permite al alumno un aprendizaje virtual de la resolución de un problema de Programación Lineal mediante el algoritmo Simplex. Dicha aplicación realiza un recorrido guiado por los pasos a seguir desde la transformación de un problema a su forma estándar, la construcción de la primera

tabla del Simplex y, finalmente, el mecanismo de construcción de las sucesivas tablas con sus correspondientes reglas de decisión hasta llegar a la solución óptima del problema.

Predicción de precios de energía eléctrica utilizando la producción eólica

García Martos, Carolina; González Elías, Manuel; Rodríguez, Julio; Sánchez, María Jesús

Área temática: *Series Temporales*

En los últimos años la potencia eólica instalada en España ha crecido muy rápidamente. De hecho, a finales del 2007 representaba ya un 16 % del total. Este importante desarrollo es consecuencia de los ambiciosos objetivos que establecen una producción de más de 20000 MW para 2010 y también de los incentivos que reciben las renovables en general y la eólica en particular. Por todo ello, resulta de interés cuantificar la influencia de este crecimiento en la producción eólica en el precio de la energía eléctrica. En este trabajo se calculan predicciones para los precios de la energía eléctrica en el mercado español, introduciendo como variable exógena en el Modelo Factorial Dinámico con Estacionalidad (Alonso et al., 2008) la producción eólica.

Estimación conjunta de factores comunes y específicos en Análisis Factorial Dinámico

García Martos, Carolina; Rodríguez, Julio; Sánchez, María Jesús

Área temática: *Series Temporales*

En este trabajo se extiende el Análisis Factorial Dinámico (Peña y Poncela, 2004 y 2006; Alonso et al., 2008) al caso en el que los factores específicos presentan estructura de dependencia temporal. En la práctica, una vez se han extraído los factores comunes, que siguen un modelo VARIMA, los factores específicos no son ruido blanco, sino que presentan estructura y hay que ajustar un modelo AR (Ortega y Poncela, 2005). En este trabajo se presenta la estimación conjunta de los factores comunes y específicos, y las mejoras que se obtienen respecto a la estimación en dos etapas (una primera en la que se extraen los factores comunes, y una segunda en la que se ajusta un modelo autorregresivo para los específicos estimados a partir de los factores comunes y los pesos).

Obtención de modelos de ecuaciones simultáneas mediante algoritmos genéticos

Giménez, Domingo; **López, José J.**

Área temática: *Estadística Computacional*

En el presente trabajo se estudia cómo obtener un Modelo de Ecuaciones Simultáneas (MES) a partir de un conjunto de datos de variables. La idea es desarrollar un algoritmo el cual encuentre el mejor MES posible según un criterio de comparación de modelos.

El problema es que el espacio de posibles soluciones es inmenso, lo que hace inviable la comparación de todos los posibles MES, por lo que un algoritmo de búsqueda exhaustiva no es eficiente. Este trabajo analiza un algoritmo genético para la búsqueda del mejor MES a partir de los datos de las variables.

La comparación de modelos se realiza mediante los parámetros AIC y BIC en su versión multivariante desarrollada para MES.

En el trabajo se desarrollan diferentes experimentos con el fin de estudiar los diferentes parámetros del algoritmo y hacerlo lo más eficiente posible. También se estudia una versión paralela en memoria compartida, y se muestran diferentes resultados experimentales como la comparación entre AIC y BIC.

Monitorización del tiempo entre fallos de un sistema mediante Pre-control Óptimo

Giner Bosch, Vicent; San Matías Izquierdo, Susana

Área temática: *Fiabilidad*

El Precontrol es una herramienta de Control de Calidad que tiene como fin evaluar la capacidad de un proceso para generar piezas dentro de especificaciones. Una variante de esta técnica, propuesta recientemente, es el Precontrol Óptimo (OPC), el cual permite mejorar el comportamiento de la técnica clásica mediante la configuración óptima de ciertos parámetros que rigen su funcionamiento. En este trabajo abordamos el uso del OPC como método para controlar y mejorar la fiabilidad de un sistema o un componente. Nuestra propuesta supone una extensión natural de los usos del Precontrol, que se ajusta perfectamente a los objetivos que persigue la Fiabilidad. Mediante la adaptación de la técnica del OPC, hemos desarrollado un sistema para poder monitorizar el tiempo entre dos fallos consecutivos. La ventaja de nuestra propuesta radica en que no se requiere el monitoreo continuo del proceso. Su aplicabilidad y eficacia se mostrarán mediante un ejemplo numérico.

Selección de variables en el Análisis Coste-Efectividad

Girón González-Torre, Francisco Javier; Moreno Bas, Elías; **Negrín Hernández, Miguel;** Vázquez Polo, Francisco José

Área temática: *Métodos Bayesianos*

Recientemente varios autores han propuesto el uso de los modelos de regresión lineal para explicar la efectividad y el coste de un determinado tratamiento. Entre las variables explicativas se incluirían características sociodemográficas, variables clínicas y variables binarias indicando el tratamiento recibido. Hasta ahora todos los trabajos estiman únicamente el modelo completo, ignorando la incertidumbre asociada a la selección de modelos. En este trabajo mostramos cuatro métodos alternativos de selección de variables desde una perspectiva bayesiana, mostrando su utilidad en la estimación de probabilidades de

inclusión, la estimación de la efectividad y coste incremental a través del Bayesian model averaging, y el análisis de subgrupos.

Cluster in images

Giuliodori, M. Andrea; Lillo Rodríguez, Rosa Elvira; Peña Sánchez de Rivera, Daniel

Área temática: *Análisis Multivariante*

A color image is mathematically composed of a set of three matrices that represent the color intensity of the pixels that constitute the whole image. By considering that every matrix is composed of variables and observations, we can use the classic multivariate data analysis as a tool for the statistical interpretation of a picture. In particular, one of the goals in exploratory image analysis is to classify images without eye observation. In this work, we analyze and interpret the statistical structure of an image in order to find distinctive features to build clusters. We show a general method to classify and group the pictures considering three classification variables: the local variability, the effective variance and the spatial correlation.

Evaluating rates of true and false positives in Bayesian disease mapping

Goicoa Mangado, Tomás; Militino, Ana F.; Ugarte Martínez, Lola

Área temática: *Estadística Espacial*

Empirical Bayes (EB) and Fully Bayes (FB) approaches have been used for smoothing rates in disease mapping. However, these techniques are not free from inconveniences as an excess of smoothing might hinder the detection of true high-risk areas. Identifying regions with extreme risks minimizing the misclassification of normal areas is a primary goal in epidemiology. The FB approach exploits the posterior distribution of the relative risks defining Bayesian decision rules to detect raised-risk areas. These rules can not be applied under the EB approach because only point estimates are available. Then, second order correct estimators of the mean squared error (MSE) of the log-relative risk predictor can be used to derive confidence intervals for the relative risks. The aim of this work is to compare both procedures in terms of sensitivity (true positives) and specificity (1-false positives).

La distribución positiva Poisson-Lindley. Estudio de sus propiedades y aplicaciones

Gómez Déniz, Emilio; Hernández Bastida, Agustín; Pérez Sánchez, José María

Área temática: *Inferencia Estadística*

La distribución discreta Poisson-Lindley propuesta en Shankaran (1971), dependiente de un solo parámetro, se ha mostrado útil para el ajuste de distribuciones empíricas de

conteo. Esta distribución se obtiene como mezcla de la distribución clásica de Poisson con la distribución de Lindley (1958). En este trabajo se propone para su estudio la distribución truncada en cero Poisson-Lindley. Se muestran sus propiedades más importantes, entre las que destacamos su función de distribución, la función generatriz de probabilidad, que permite obtener los momentos, así como los momentos inversos y la función de azar. Se procede al estudio de la estimación del parámetro de la que depende por el método de los momentos y el de máxima verosimilitud y se muestran propiedades de los mismos. Finalmente se aplica al ajuste de distribuciones empíricas de frecuencias mostrándose que puede ser competitiva frente a modelos alternativos propuestos en la literatura.

Sobre la existencia de la hipótesis puntual

Gómez Villegas, Miguel Ángel; **González Pérez, Beatriz**

Área temática: *Métodos Bayesianos*

Taleb (2007) define un cisne negro como un suceso improbable cuyas consecuencias son importantes y todas las explicaciones que se puedan ofrecer a posteriori no tienen en cuenta el azar y sólo buscan encajar lo imprevisible en un modelo perfecto. En este artículo se plantean los cisnes negros como sucesos que una vez que han acontecido pueden llegar a cambiar las normas platónicas previamente establecidas. Se describe un caso real de cisne negro ocurrido en el ámbito universitario relacionado con el programa de estabilización del profesorado. Se plantea dicho problema como un contraste de hipótesis nula puntual dentro del ámbito de aplicación del Teorema de Bayes. Además dicho ejemplo pone de manifiesto que las hipótesis puntuales tienen entidad propia, ocurren en la realidad y en ocasiones no tiene sentido asimilarlas a hipótesis tipo intervalo.

Estudio de los parámetros de una red Bayesiana Gaussiana

Gómez Villegas, Miguel Ángel; Maín Yaque, Paloma; **Susi García, Rosario**

Área temática: *Métodos Bayesianos*

Al definirse una red Bayesiana Gaussiana (RBG) es posible trabajar con la distribución conjunta normal multivariante de las variables del problema o definir las distribuciones normales de cada variable condicionada por sus padres en el grafo acíclico dirigido que recoge la estructura de dependencia de las variables de la red. La característica de las redes Bayesianas es que permiten introducir evidencia en algunas variables del modelo y determinar, mediante la salida de la red, la distribución a posteriori del resto de variables del problema, actuando así como sistema experto. En trabajos previos hemos estudiado la sensibilidad y robustez del modelo cuando la RBG se define con su distribución conjunta y se ha determinado el comportamiento de la salida red para distintas perturbaciones asociadas a los parámetros inciertos. En este trabajo se extiende la metodología anterior considerando perturbaciones en otros aspectos de la distribución.

Asignación Estadística de Tolerancias Multivariantes

González Farias, Isabel; **Sánchez Rodríguez-Morcillo, Ismael**

Área temática: *Control de Calidad*

Los procedimientos actuales para la asignación de tolerancias se basan fundamentalmente en minimizar los costes de fabricación y calidad, sujeto al cumplimiento de ciertas especificaciones de funcionalidad. En estos procedimientos es frecuente la suposición de independencia de las variables. Sin embargo, esta suposición puede ser no válida en muchos casos, ya que los procesos de fabricación provocan dependencia. En este trabajo se presenta una metodología para la asignación estadística de tolerancias a un conjunto de variables considerando su estructura de dependencia. Asimismo, se tiene en cuenta las restricciones de funcionalidad de la pieza, que a su vez pueden estar correladas. La metodología se basa en resolver un problema de optimización que asigna las tolerancias más amplias posibles considerando la covarianza entre las variables y las restricciones de funcionalidad. Es decir, se asignan las tolerancias que maximicen el índice de capacidad multivariante del proceso.

Combinación de espectroscopia NIR y métodos multivariantes para discriminación de calidades en productos agroalimentarios

González Lozano, Lourdes; **Miró i Martínez, Pau**

Área temática: *Análisis Multivariante*

Se investiga en el presente trabajo la aplicación de métodos estadísticos multivariantes para el análisis de datos espectrales (NIR), con objeto de encontrar patrones que nos lleven a discriminar entre diferentes clases de frutos pequeños.

La espectroscopia NIR supone ventajas en el control de producto por tratarse de medidas no destructivas y que no precisan tratamiento de muestra. No obstante, genera enorme cantidad de información que es necesario simplificar para extraer la información útil.

Por medio del Análisis de Componentes Principales (PCA) se consigue agrupar la enorme cantidad de señales en unas pocas componentes. Con las componentes obtenidas se busca la mayor diferencia entre grupos, de forma que mediante el Análisis Discriminante (AD) se clasifiquen las muestras en base a las categorías definidas para el producto analizado. Con todo ello se define la metodología óptima que proporcione los modelos con mayor capacidad de discriminación.

Bootstrap en el modelo lineal funcional

González Manteiga, Wenceslao; **Martínez Calvo, Adela**

Área temática: *Estadística No Paramétrica*

Consideremos el modelo lineal funcional, con respuesta escalar Y y variable de entrada X evaluada en un espacio funcional E . Uno de los métodos más populares para la estimación del parámetro de interés está basado en el análisis de componentes principales funcionales (FPCA). La convergencia débil para este tipo de estimadores ha sido probada en la literatura reciente, lo que permite la construcción de intervalos de confianza para las predicciones. En el presente trabajo, proponemos una forma alternativa para la construcción de intervalos de confianza puntuales por medio de un procedimiento bootstrap, para el cual se ha obtenido la validez asintótica. Además un estudio de simulación ilustra su comportamiento desde un punto de vista práctico.

Estudio de la función de razón de fallo de mixturas generalizadas

Guillamón Frutos, Antonio; Navarro Camacho, Jorge; **Ruiz Abellón, María del Carmen**

Área temática: *Fiabilidad*

Las mixturas se suelen utilizar para representar poblaciones heterogéneas, por ejemplo, cuando estudiamos el tiempo de vida de dispositivos electrónicos donde éstos pueden presentar o no defectos de fabricación. En este trabajo estudiamos la forma de la función de razón de fallo de distribuciones construidas a partir de la mixtura generalizada de dos modelos. En particular, consideramos los modelos exponencial e IHR (razón de fallo creciente) como componentes de la mixtura y estudiamos la forma de la razón de fallo de la distribución resultante. Finalmente, aplicamos los resultados obtenidos cuando la componente IHR se corresponde con la extensión de la Exponencial-Geométrica, destacando la obtención de distribuciones bañera dependiendo del valor del parámetro "p" de la mixtura.

Estimación en modelos lineales y no lineales con estructura general de heterocedasticidad

Hadi, Ali S.; **Lacruz Casaucau, Beatriz**; Pérez Palomares, Ana

Área temática: *Modelos Estadísticos*

En este trabajo se consideran modelos de regresión lineales y no lineales heterocedásticos y se proponen dos métodos para estimar tanto la esperanza del modelo como su varianza. Ambas técnicas permiten considerar una forma general en la estructura de heterocedasticidad, puesto que no dependen de la forma de la misma, como sucede con otros métodos clásicos. Los resultados se ilustran con ejemplos y se comparan con los obtenidos aplicando los métodos más habituales de tratamiento de la heterocedasticidad, lo que permite comprobar empíricamente la robustez de las técnicas propuestas frente a cambios en la estructura de la varianza.

Experiencias de enseñanza on-line

Hernández Martín, Zenaida; San Martín Pérez, Montserrat

Área temática: *Didáctica de la Estadística*

Esta comunicación trata de mostrar la experiencia de 6 años trabajando con enseñanza combinada: presencial y on-line. El objetivo es presentar distintos planteamientos para la combinación de metodologías docentes y, dentro de cada uno de ellos, destacar los problemas que se nos han planteado y las soluciones que hemos elegido. También queremos analizar, por una parte los resultados, destacando los beneficios obtenidos y por otra, los distintos diseños a la hora de realizar la evaluación. Además queremos exponer varios problemas que nos quedan por resolver, bien con las limitaciones de las plataformas o bien con otros temas como pueden ser los tipos de cuestiones, correcciones o seguridad. A este respecto plantearemos nuestras dudas. Por último, presentaremos las ideas que tenemos la intención de llevar a cabo en el futuro con el objetivo de mejorar tanto nuestra enseñanza como el aprendizaje de nuestros alumnos.

Limit theorems for ϕ -divergences based on k -spacings and its applications

Jiménez, Raúl

Área temática: *Estadística No Paramétrica*

We study the asymptotic behavior of the *divergence-based* statistic

$$W_{\phi,n}(G, k) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \phi([G(X_{ik}) - G(X_{(i-1)k})]N),$$

where $X_1 < X_2 < \dots < X_n$ are the order statistics of a random sample of size n , G is a known continuous distribution, ϕ is a convex function on $(0, +\infty)$, $k \geq 1$ is a fixed integer and N the smallest integer greater than or equal to $(n+1)/k$. Laws of large numbers and central limit theorems for $W_{\phi,n}(G, k)$ are established under sharp conditions on ϕ and an information-type inequality is obtained to characterize the unknown fixed distribution which generated the data. Application to goodness-of-fit tests are discussed with respect to general consistency and asymptotic power for several widely used ϕ and various k .

Análisis del Mercado Eléctrico Francés mediante Modelos Heterocedásticos de Series Temporales

Juan Ruiz, Jesús; López Asensio, Damián

Área temática: *Series Temporales*

Se considera un modelo dinámico de memoria a largo plazo con errores autorregresivos para el análisis de los precios horarios de la electricidad. El método proporciona predicciones fiables y precisas de los precios horarios en el mercado eléctrico de Francia, Powernext Day-Ahead. La presencia de autocorrelación significativa en los residuos al cuadrado recomienda adaptar un modelo de series temporales con heterocedasticidad condicionada. Estos modelos conjugados parecen tener implicaciones económicas y estadísticas.

Ordenación Estocástica de los spacings de variables aleatorias exponenciales heterogéneas

Lillo Rodríguez, Rosa Elvira; **Torrado Robles, Nuria**; Wiper, Michael

Área temática: *Fiabilidad*

Los estadísticos de orden y los spacings tienen un gran interés en el contexto del Análisis de Supervivencia y de los modelos de Fiabilidad. En la mayoría de los trabajos existentes, se asume que las variables implicadas son independientes e idénticamente distribuidas (i.i.d.). Debido a la complejidad analítica que conlleva relajar alguna de estas dos hipótesis, no hay demasiadas referencias para el caso en el que las variables no sean i.i.d. Kochar y Korwar (1996) comprobaron que, cuando el número de exponenciales que se contemplan son tres, los spacings normalizados cumplen la ordenación de tasa de fallo y conjeturaron lo mismo para el caso general de n variables aleatorias exponenciales heterogéneas. En la referencia posterior de S. Wen et al. (2007) la ordenación en el caso general continúa siendo una conjetura. En el trabajo que se presenta se comentarán resultados relacionados con dicha conjetura que hemos obtenido.

Un orden estocástico univariante

López Díaz, Miguel

Área temática: *Modelos Estadísticos*

En esta comunicación se introduce un nuevo orden estocástico univariante basado en la comparación de las partes positivas y negativas de variables aleatorias. Distintos resultados de caracterización del orden son propuestos. Por medio de tales caracterizaciones es probado que el orden es un orden estocástico integral, obteniéndose un generador maximal. Diferentes propiedades del orden son obtenidas mediante dicho generador maximal. Asimismo se establecen relaciones del nuevo orden con otros órdenes univariantes. Condiciones que, junto con la verificación del orden conducen a la igualdad estocástica son obtenidas. Un ejemplo de aplicación del orden es desarrollado.

Diseño de experimentos para mezcla de dos distribuciones normales con medias modelizadas por una variable independiente

López Fidalgo, Jesús; **Rodríguez Hernández, M^a Mercedes**

Área temática: *Diseño de Experimentos*

Es frecuente utilizar el algoritmo EM para estimar los parámetros de una mezcla de distribuciones. Bajo ciertas condiciones el estimador obtenido así es próximo al estimador máximo-verosímil. Louis ([1]) proporciona una matriz de información exacta para los estimadores EM, que difiere de la matriz de información teórica que proviene de la estimación máximo-verosímil. En este trabajo se modelizan las medias de dos distribuciones normales y se calcula la matriz de información correspondiente a los estimadores EM. Mediante un

algoritmo basado en simulaciones se proporcionan diseños experimentales para un modelo mixto de dos distribuciones normales con modelización lineal de las medias, considerando las varianzas constantes. Se realizan también comparaciones entre la inversa de la matriz de información y la matriz empírica de covarianzas.

[1] Louis, T.A. (1982). Finding the observed information matrix when using the EM algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society Series B-Methodologic*.

Aplicaciones de las similitudes y distancias basadas en la idea de profundidad estadística

López López, Ángel; Romo, Juan

Área temática: *Análisis Multivariante*

Las funciones de profundidad estadística son funciones que miden la centralidad de puntos en el espacio, teniendo en cuenta la configuración de la nube de puntos (o de la distribución de referencia), es decir, tienen la capacidad de adaptarse a la forma de los datos. Estas funciones permiten una ordenación de puntos multivariantes, de más a menos profundos o centrales. Con esa ordenación se pueden construir estimadores robustos (ponderando por la profundidad o eliminando aquellos puntos que sean extremos). Adaptando estas funciones de forma adecuada es posible extender la idea de profundidad para medir lo similares o próximos que son dos puntos cualesquiera pero teniendo en cuenta la forma de los datos. A partir de las funciones de similitud es posible obtener nuevas distancias en un sentido estadístico. En este trabajo se introducirán algunas aplicaciones de las funciones de similitud y de las distancias basadas en la profundidad estadística en problemas de clasificación.

Determinación de factores de riesgo que intervienen en convulsiones febriles

López Rodríguez, Inés; **Márquez Medina, Mirliana Marhysol;** Paredes Moreno, Daniel Eduardo

Área temática: *Análisis Multivariante*

Se desea cuantificar la asociación existente entre los tipos de convulsiones febriles en niños menores de 5 años, y un conjunto de antecedentes y variables socioeconómicas como factores de riesgo ante esta patología. Se utilizaron encuestas para recolectar información sobre antecedentes prenatales, antecedentes perinatales, antecedentes de convulsión febril, antecedentes familiares, así como información socio-económica utilizando el método Graffar para clasificar por estrato social de pacientes con convulsión febril en el Hospital "Antonio Patricio de Alcalá", Edo. Sucre Venezuela, entre febrero y octubre de 2007. Los resultados se obtuvieron en función de análisis de correspondencia múltiple, análisis de regresión lineal múltiple y regresión logística. Se encontró que los antecedentes y las causas de la crisis febril están relacionados con las convulsiones febriles empleando como

variables dependientes el tipo de convulsión, el resultado del electroencefalograma y el número de crisis.

Geoestadística con distancias no euclídeas

López Quílez, Antonio; **Muñoz Viera, Facundo**

Área temática: *Estadística Espacial*

La teoría geoestadística vincula la correlación entre localizaciones espaciales con la distancia euclídea que las separa a través de una función conocida como variograma. En muchas aplicaciones la región de interés presenta irregularidades que hacen que la distancia euclídea no sea representativa, y surge la necesidad de utilizar una métrica adaptada al problema. En este trabajo proponemos una metodología general para trabajar con distancias no euclídeas, integrando las herramientas geoestadísticas con Sistemas de Información Geográfica. Analizamos, en un ejemplo de contaminación acústica en entornos urbanos, la repercusión del cambio de métrica en la estimación del variograma, en la predicción final y en la estimación de la incertidumbre.

Coefficiente kappa ponderado de un test diagnóstico binario: intervalos de confianza y tamaño muestral

Luna del Castillo, Juan de Dios; Montero Alonso, Miguel Ángel; **Roldán Nofuentes, José Antonio**

Área temática: *Bioestadística*

La sensibilidad y la especificidad son los parámetros clásicos para evaluar el rendimiento de un test diagnóstico binario. Otro parámetro útil para medir el rendimiento de un test binario es el coeficiente kappa ponderado, que es una medida del acuerdo clasificatorio entre el test binario y el gold estándar. Se proponen varios intervalos de confianza para el coeficiente kappa ponderado cuando el test binario y el gold estándar se aplican a todos los pacientes de una muestra aleatoria. También se propone un método para calcular el tamaño muestral mínimo necesario para estimar este parámetro. Se han realizado unos experimentos de simulación para estudiar la validez del método del cálculo del tamaño muestral y para estudiar el rendimiento de los intervalos de confianza deducidos. Los resultados se han aplicado a varios ejemplos reales.

Métodos no lineales aplicados al estudio de expresiones en datos de microarrays

Marín Díazaraque, Juan Miguel; **Nieto Zayas, Carmen**

Área temática: *Estadística Espacial*

En este trabajo desarrollamos un modelo de redes neuronales, bajo la óptica de inferencia bayesiana, para estudiar las relaciones que existen entre las expresiones de micro-

arrays recogidos bajo diferentes condiciones. En concreto, analizamos datos procedentes de enfermos con leucemia linfoblástica que presentan diferencias en el cariotipo, es decir, diferencias a nivel citogenético.

Diseño óptimo de experimentos para la ecuación de Tait y medidas pVT

Martín Martín, Raúl; **Rodríguez Aragón, Licesio J.**

Área temática: *Diseño de Experimentos*

La correcta caracterización de los efectos de las variaciones en la presión, volumen y temperatura de gases densos, líquidos y sólidos resulta de gran importancia tanto en cálculos termodinámicos, como en el diseño de procesos industriales.

La ecuación empírica desarrollada por Tait relaciona los datos pVT. Entre las diferentes modificaciones que se pueden encontrar en la literatura, se ha incluido la dependencia con la temperatura de los parámetros. La realización de los experimentos para el posterior ajuste y obtención de los parámetros de la ecuación tiene importantes restricciones económicas y de tiempo.

Se han calculado diseños D-óptimos que permitan minimizar la varianza de las estimaciones de los parámetros de la ecuación de Tait. Para ello se ha empleado una modificación del algoritmo multiplicativo basado en la transformación de los puntos del diseño de un intervalo finito en proporciones del intervalo.

Multivariate approach using bootstrapping for the inference of distributional parameters of samples containing compositional values below detection limit

Martín Fernández, Josep Antoni; Olea, Ricardo A.; Palarea Albaladejo, Javier

Área temática: *Análisis Multivariante*

Two important characteristics of geochemical data complicating their analysis are its compositional nature and the presence of values that laboratories have not been able to measure because of concentrations below the detection limit of the instruments. Logratio transformations are used to convert any compositional data in the simplex to samples in real space, thus allowing the practitioner to apply classical statistical techniques valid in real space. Nondetects can be regarded as a special case of missing values with a lower and upper bound. Recent works have proposed dealing with compositional values below detection limit using a multiplicative replacement, a modified expectation maximization (EM) algorithm, or a univariate bootstrap approach. Here we revise these techniques and propose a novel multivariate approach combining bootstrap simulation and the EM modified algorithm for the purpose of inferring distributional parameters for compositional data with nondetects.

Estadística básica con Excel

Mateo Sanz, Josep María

Área temática: *Didáctica de la Estadística*

En este trabajo se presentan diversas hojas de cálculo creadas en Excel que automatizan los cálculos a realizar en los diversos procedimientos estadísticos que se incluyen en un curso introductorio de estadística. Se usan y combinan algunas de las funciones estadísticas que Excel tiene predeterminadas para así obtener los resultados de las diversas técnicas estadísticas. Los temas que sobre los cuales se han desarrollado los diversos archivos Excel son: estadística descriptiva, modelos de distribución de probabilidad, intervalos de confianza, contrastes de hipótesis, análisis de la varianza, pruebas de independencia y de bondad de ajuste y regresión simple. Los estudiantes deben poner los datos requeridos y la hoja de cálculo correspondiente proporciona el resultado de la aplicación de la técnica estadística asociada a dicha hoja. Los resultados obtenidos son dinámicos en el sentido que, si se cambia algún dato de entrada, automáticamente también cambia el resultado final.

Clasificación de diseños adaptativos mediante el uso de técnicas difusas

Moler Cuiral, José Antonio; Plo Alastrué, Fernando; Urmeneta Martín-Calero, Henar

Área temática: *Diseño de Experimentos*

En el contexto de ensayos clínicos, se han planteado en la literatura especializada diversos diseños adaptativos. En cada caso, el diseño se construye con una meta concreta, como puede ser asignar menos pacientes al peor tratamiento, disminuir la posibilidad de determinar futuras asignaciones de tratamientos, equilibrar los pacientes en cada tratamiento disminuyendo la varianza de las asignaciones, etc. Por otra parte, cada diseño adaptativo da lugar a estimadores cuyas propiedades dependerán de la estructura de dependencia que el diseño genere entre las sucesivas observaciones.

Nos planteamos en este trabajo clasificar un grupo de diseños adaptativos según su grado de consecución de varias metas a la vez. Para ello se utilizarán técnicas fuzzy utilizadas habitualmente en el campo de toma de decisiones con expertos.

Nuevas metodologías en la didáctica de la Estadística para los alumnos de Ciencias Sociales

Montero Alonso, Miguel Ángel; Quesada Vázquez, Isabel

Área temática: *Didáctica de la Estadística*

Con la instauración del Espacio Europeo de Educación Superior, las asignaturas de Estadística no pueden limitarse a tratar unos contenidos y unos procedimientos, sino que han de capacitar al estudiante para la obtención de una serie de competencias. Los

alumnos acceden a los estudios universitarios con un gran desconocimiento del lenguaje matemático y esto dificulta la comunicación entre el profesor, que no puede transmitir los conceptos, y el alumno, que no los comprende ni aprende. Los estudiantes presentan problemas de adaptación; esto hace que exista una estrecha relación entre esta formación deficiente y el bajo rendimiento académico, produciéndose, el abandono de los estudios universitarios. Para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumno proponemos una metodología que incluye, orientación al alumnado, tutorización y un curso básico que sirva para subsanar, en la medida de lo posible, las carencias en conocimientos, buscando que los alumnos adquieran una mayor seguridad.

Modelización bayesiana de la función de respuesta hemodinámica en datos de fMRI por medio de funciones de transferencia

Montes Díez, Raquel; **Quirós Carretero, Alicia**

Área temática: *Métodos Bayesianos*

Estamos interesados en analizar datos de imágenes de resonancia magnética funcional (fMRI) para la detección de actividad en el cerebro. Un experimento de fMRI es una serie de imágenes obtenidas en el tiempo bajo dos condiciones diferentes: actividad y reposo. Las regiones activadas son detectadas mediante la observación del nivel de magnetización de la sangre debida a la respuesta hemodinámica. Es por esto que la estimación de la respuesta hemodinámica juega un papel fundamental en la detección de actividad cerebral en datos de fMRI. Proponemos el uso de modelos de función de transferencia, dentro de un marco bayesiano, para estimar la respuesta hemodinámica. Estudiamos el comportamiento de dichos modelos ante diferentes tipos de curvas y niveles de ruido a través de simulaciones, para diseñar un modelo adecuado para el tipo de datos que nos ocupa. Por medio de datos provenientes de experimentos reales de fMRI verificamos la aplicabilidad de esta clase de modelos.

Combinación de funciones de densidad procedentes de las predicciones de indicadores macroeconómicos desagregados

Morales Arsenal, Roberto

Área temática: *Técnicas de Predicción*

La incertidumbre refleja la discrepancia entre el resultado obtenido por la variable económica y su predicción. El interés en los errores de predicción se justifica si pensamos en ellos como una representación de los costes que surgen de las decisiones erróneas. El estudio de funciones de costes generales (Granger, 2001) hace necesario en la mayoría de los casos ofrecer la distribución de predicción completa. En este sentido desde 1996 el Banco de Inglaterra (Britton et al., 1998) resume en su "fan chart" la distribución de probabilidad anticipada de la variable predicha que ofrece una completa descripción de la incertidumbre asociada a la predicción puntual. En este trabajo analizamos si es posible obtener mejores estimaciones de la función de densidad de las predicciones (fdp)

combinando las fdp de los diferentes agregados. Para ello, se han aplicado dos esquemas de combinación: uno lineal y otro logarítmico (Timmerman, 2006) al caso del IPC español.

Building generalized linear models for ordinal data

Pardo Llorente, María del Carmen

Área temática: *Análisis de Datos Categóricos*

In addition to fitting the whole model for the specific type of analysis, different methods for automatic model building can be employed in analysis using the generalized linear model. Specifically, forward entry, backward removal, forward stepwise, and backward stepwise procedures can be performed, as well as best-subset search procedures. Stepwise selection in generalized linear regression based on Wald and score tests is described in Fahrmeir and Frost (1992). In this work, on one hand, a new selection criterion based on divergence measures is proposed in backward removal variable selection for an ordinal generalized linear model. And, on the other hand, a new two-phase model building procedure is built. An application to real data set is given.

Computación de la envoltura alfa-convexa: la librería alphahull

Pateiro López, Beatriz; Rodríguez Casal, Alberto

Área temática: *Estadística Computacional*

En los últimos años se han desarrollado distintos métodos para estimar tanto conjuntos como características geométricas de los mismos. Por ejemplo, existen resultados en el caso bidimensional sobre el comportamiento asintótico del perímetro de la envoltura convexa de una muestra. El problema principal de estas técnicas es que suponen convexidad. Sería deseable disponer de métodos eficientes en situaciones más generales. La condición de forma utilizada en este artículo, la alfa-convexidad, relaja la condición de convexidad. El estimador natural en este caso es la envoltura alfa-convexa de la muestra, cuyas propiedades teóricas se estudian en Rodríguez Casal (2007) y Pateiro-López (2008). Para su implementación, Edelsbrunner et al. (1983) proponen un algoritmo basado en la estrecha relación que existe entre esta construcción geométrica y la triangularización de Delaunay. Hemos desarrollado una nueva librería en R, denominada alphahull, que implementa dicho algoritmo.

Estrategias de aprendizaje del contraste de hipótesis en un contexto de formación y desarrollo de competencias

Peñaloza Figueroa, Juan Luis; Vargas Pérez, Carmen

Área temática: *Didáctica de la Estadística*

En este estudio identificamos y examinamos las estrategias utilizadas por los estudiantes universitarios para el aprendizaje de los contrastes de hipótesis, dentro del marco de

una enseñanza enfocada a la adquisición de competencias transversales y específicas. La creciente incorporación de nuevas tecnologías en las formas de aprendizaje y pedagogía de la enseñanza, y el hecho de que la verificación de hipótesis requiera procedimientos de carácter indirecto, condicionan de modo importante las estrategias de aprendizaje utilizadas por los estudiantes. Por otra parte, para un uso más adecuado de las mismas, consideramos importante la clasificación de los métodos de aprendizaje en dos grandes bloques: estrategias supervisadas y no supervisadas. Nuestros resultados indican que tal clasificación aumenta de modo considerable la eficacia de los métodos de enseñanza y mejora notablemente los resultados obtenidos por los estudiantes en el aprendizaje de este tipo de conceptos estadísticos.

Leyes de Zipf compuestas

Prieto Mendoza, Faustino; **Sarabia Alegría, José María**

Área temática: *Modelos Estadísticos*

La ley de Zipf describe una regularidad estadística entre el tamaño y el rango de un conjunto de datos. Dicha ley se presenta en multitud de fenómenos de naturaleza estocástica: economía, lingüística, etc. Sin embargo y a pesar de su universalidad, en determinados escenarios dicha ley deja de cumplirse, debido en parte a la existencia de un factor de heterogeneidad. Con objeto de modelizar la heterogeneidad subyacente, se proponen diversas mixturas de la ley de Zipf. Para ello, tras sumergir la ley de Zipf en un modelo de Pareto, se consideran diversas distribuciones sobre el parámetro de forma (γ , lognormal e inversa Gaussiana). Una vez establecidos las mixturas o leyes compuestas y tras estudiar algunas propiedades básicas, se consideran diversos métodos de estimación. A continuación, las nuevas leyes se contrastan en diversos conjuntos de datos incluyendo tamaños de ciudades y datos de inmigraciones. Finalmente, se proponen extensiones multivariantes de las leyes propuestas.

Determinación del número de clusters: análisis de la matriz de disimilaridades

Rivera Galicia, Luis Felipe

Área temática: *Análisis Multivariante*

Los métodos de análisis cluster son una herramienta muy popular de clasificación no supervisada. Su objetivo es descubrir grupos significativos en un conjunto de datos. En general, buscan clusters bien separados cuyos miembros presentan un alto nivel de similitud.

Uno de los principales problemas que se plantean en el análisis cluster es el de estimar el número óptimo de grupos que hay en un conjunto de datos determinado. En este trabajo se presenta un método que determina, simultáneamente, el número más probable de grupos que existe en el conjunto de datos, así como la partición de los mismos, a partir de la distribución de las disimilaridades entre los casos. A continuación, se compara este

método con métodos tradicionales de análisis cluster sobre algunos conjuntos de datos, y se comprueba la adecuación de la clasificación obtenida, mediante el uso de medidas de validez.

Estudio comparativo de algunos tipos de Filling Designs para los modelos de Arrhenius

Rodríguez Díaz, Juan Manuel; Santos Martín, M^a Teresa

Área temática: *Diseño de Experimentos*

En química-física, las ecuaciones de Arrhenius son universalmente aceptadas y utilizadas para describir la relación entre la velocidad de una reacción química y la temperatura. En este artículo se realiza una comparativa de los distintos tipos de Filling Designs para estos modelos, desde el punto de vista de la eficiencia, a partir de los diseños D-óptimos. Los Filling Designs son diseños que eligen los puntos donde tomar las observaciones mediante ciertas pautas establecidas de antemano (equidistantes, con las distancias entre ellos siguiendo una progresión aritmética o geométrica, etc.), por lo que sólo dependen de los extremos del intervalo en el que se construyen. Se probará además que en algunos casos el intervalo óptimo para su construcción no coincide con el de diseño. A lo largo de todo el trabajo se estudiarán los casos en que las observaciones son independientes o existe una estructura de correlación entre ellas.

Un principio de invarianza para modelos funcionales: Propiedades asintóticas y test funcionales

Ruiz Medina, María Dolores

Área temática: *Series Temporales*

En este trabajo se aplica un principio de invarianza tipo Robbins-Monro para variables aleatorias Hilbert-valuadas que permite establecer la consistencia y normalidad asintótica de estimadores máximo-verosímiles funcionales. Específicamente, se considera la estimación por máxima verosimilitud de modelos funcionales de regresión y modelos de series funcionales. Se contemplan asimismo la aplicación de tales resultados al estudio de propiedades asintóticas de predictores funcionales y al planteamiento de test funcionales de ajuste y comparación. Finalmente, se analizan ejemplos concretos relacionados con la inferencia funcional en el contexto espacio-temporal. Este trabajo ha sido financiado en parte por los proyectos MTM2008-03903, MTM2005-08597 de la DGI, MEC, y P05-FQM-00990, P06-FQM-02271 del CICE.

Modelos analíticos y análisis de los residuos en el problema del Satélite Artificial

San Juan Díaz, Juan Félix; San Martín Pérez, Montserrat

Área temática: *Series Temporales*

La obtención de teorías analíticas resulta de particular interés en el estudio del movimiento de un satélite artificial. Las técnicas numéricas permiten conocer únicamente efemérides del satélite, posición y velocidad en ciertos instantes, válidas sólo para unas condiciones iniciales dadas. Sin embargo, las teorías analíticas nos proporcionan un conocimiento global del comportamiento del satélite para cualquier conjunto de condiciones iniciales. A pesar de lo dicho, la complejidad de las expresiones que aparecen en las teorías analíticas, para obtener un grado de precisión similar al de las técnicas numéricas, ha frenado su desarrollo. En este trabajo nos centraremos en mejorar las prestaciones de una teoría analítica. En primer lugar se optimizan los coeficientes del potencial terrestre, parámetros que determinan el modelo que se integra, a partir de datos observados. El estudio se completa con un análisis del comportamiento de los residuos

Análisis comparativo de la heterocedasticidad condicional de los rendimientos de la deuda soberana en América latina

Seijas Giménez, María Nela

Área temática: *Series Temporales*

Este trabajo analiza el comportamiento de la volatilidad diaria de los rendimientos de la deuda externa soberana de nueve países de la región en el período 2004-2007, examinando sus principales determinantes y considerando particularmente la influencia del calendario electoral. A estos efectos, se investiga la modelización de la volatilidad aplicando modelos simétricos y asimétricos de heterocedasticidad condicional autorregresiva.

Los resultados muestran que, en general, los modelos asimétricos logran un mejor ajuste de la volatilidad condicional, reaccionando con más intensidad ante noticias negativas del mercado. Si bien varios países registran incrementos de volatilidades debido a turbulencias electorales locales, todos experimentan una mayor sensibilidad en respuesta a impactos internacionales. En épocas de inestabilidades financieras globales, este trabajo aporta una clasificación de la deuda soberana latinoamericana en función del grado de vulnerabilidad ante shocks externos.

DKLA-Criterio de optimalidad para discriminar entre dos modelos y estimar los parámetros simultáneamente

Trandafir, Paula Camelia

Área temática: *Diseño de Experimentos*

En el artículo López-Fidalgo et al. (2007) se desarrolla el criterio de optimalidad, KL, para discriminar entre dos modelos. En la práctica se observa que los diseños óptimos obtenidos de esta manera son buenos desde la perspectiva de la discriminación, pero no lo son en cuanto a la estimación de los parámetros. Teniendo como punto de partida el criterio de optimalidad DT desarrollado en Atkinson (2007) y el criterio de optimalidad DKL propuesto por Tommasi (2008), en este trabajo se aporta el criterio de optimalidad DKLA, que al igual que los dos anteriores tiene una alta eficiencia tanto para discriminar entre

los modelos, como para estimar los parámetros. Se expone un teorema de equivalencia y la regla de parada del algoritmo iterativo usado para el cálculo de los diseños óptimos. En el último apartado de este artículo se presentan algunas aplicaciones farmacocinéticas para ilustrar el comportamiento de los criterios de optimalidad, DKL y DKLA.

Estructura cuadrática de los datos de Fisher

Velilla, Santiago

Área temática: *Análisis Multivariante*

Los datos de Fisher (1936) constituyen un ejemplo clásico de aplicación del análisis discriminante lineal. El error de clasificación estimado es inferior al de otros métodos numéricamente más complejos. La representación asociada a las direcciones lineales puede encontrarse en numerosos libros de Análisis Multivariante. Sin embargo, el análisis lineal presenta dos inconvenientes: [1] no tiene en cuenta el carácter heterocedástico de los datos; y [2] no recoge las diferencias en posición y dispersión del grupo ζ respecto de los grupos ζ que, según conjetura Fisher (1936, Section VI, p. 185), deben aparecer de forma natural, al ser la colonia de cultivo de los datos ζ distinta de la utilizada en los otros dos grupos. Como se demuestra en esta comunicación, los problemas [1] y [2] pueden solucionarse usando una técnica de análisis discriminante cuadrático reducido propuesta en Velilla (2008a, b).

Comparación no paramétrica de curvas de regresión con errores dependientes: Un test bootstrap

Vilar Fernández, José Antonio; Vilar Fernández, Juan Manuel

Área temática: *Estadística No Paramétrica*

Se estudia un test bootstrap para contrastar la igualdad de curvas de regresión con errores dependientes. El estadístico de contraste se construye en base a una distancia funcional tipo Crámer-von-Mises entre estimadores no paramétricos de las funciones de regresión. La normalidad asintótica de este estadístico se ha establecido en trabajos previos, pero la tasa de convergencia es lenta, de modo que las aproximaciones obtenidas con tamaños muestrales razonables no son satisfactorias. Un camino alternativo consiste en aproximar la distribución del estadístico por medio de un algoritmo bootstrap. En este trabajo se establece la consistencia de la distribución bootstrap del estadístico de contraste bajo condiciones muy generales. Un extenso estudio de simulación muestra el buen comportamiento de la aproximación bootstrap con respecto a la distribución asintótica. Finalmente el contraste se aplica a un ejemplo con datos reales.

Estimación de modelos parcialmente lineales usando pre-blanqueado

Vilar Fernández, Juan Manuel

Área temática: *Estadística No Paramétrica*

Se considera un modelo de regresión en el que la función de regresión es la suma de una componente lineal y una no paramétrica. Se trabaja en un contexto de dependencia con respuesta y explicativas satisfaciendo una condición mixing. Se propone un nuevo estimador polinómico local suavizado para la componente no paramétrica y se obtiene la normalidad asintótica del mismo. El estimador propuesto consta de dos etapas: en una primera se transforman los datos (preblanqueado) para eliminar la dependencia y, en una segunda, se aplica el suavizador de regresión polinómica local. Los resultados obtenidos muestran que el estimador es asintóticamente más eficiente que el convencional (suavización directa sobre los datos originales) cuando los errores del modelo son autocorrelados. Se presenta un estudio de simulación en el que se comparan ambos estimadores y se aplican los estimadores estudiados a un problema de datos reales.

ESTADÍSTICA PÚBLICA

Aplicación de la fusión de datos entre encuestas sucesivas: el caso de la Encuesta de Seguridad Pública de Cataluña

Aluja Banet, Tomás; **Brunso Ripoll, Nuria**; Chen, Yan Hong; Daunis i Estadella, Josep; Ripoll Font, Enric

Área temática: *Investigación metodológica en Estadística Pública*

El Plan Estadístico de Cataluña 2006-2009 incluye la actividad Aplicaciones de métodos de fusión o integración de datos. Pretende profundizar en las técnicas de fusión de datos (statistical matching) en la estadística oficial. Su objetivo es integrar la información de fuentes de datos independientes de poblaciones semejantes y pretende minimizar la carga que soportan los informantes. Se consigue imputando en bloque la información de unos individuos a otros distintos, que tienen características en común. El estudio se centra en las encuestas de victimización y seguridad que realizan el Idescat y el Departamento de Interior desde el año 2000, esta encuesta anual se dirige a los residentes en Cataluña de 16 y más años. El objetivo es fusionar datos para estimar variables de opinión de la encuesta del 2007 a partir de la información común y específica del 2006. Se comparan los resultados con los reales del 2007 para obtener información estadística suficientemente fiable y atenuar el coste.

Ejercicio para determinar los datos poblacionales de comarcas para estimaciones EPA de áreas pequeñas

Álvarez Espinosa, Miguel A.; **Herrador Cansado, Montserrat**; Pérez Arriero, Carlos

Área temática: *Estimaciones en Áreas Pequeñas*

Como población de referencia, que sirve de base para el cálculo de los factores de expansión y el calibrado de los datos, la Encuesta de Población Activa (EPA) utiliza proyecciones de población en cada trimestre que no están cuantificadas a nivel de área pequeña. La ponencia presenta un ejercicio para calcular la población de referencia de las pequeñas áreas compatible con las proyecciones utilizadas por la EPA en cada trimestre. Se analizan los resultados obtenidos al aplicar este ejercicio a datos de la EPA en Cataluña en el segundo trimestre de 2003.

Análisis del mercado de trabajo en la Comunidad Foral de Navarra a través de la estimación por áreas pequeñas

Ardáiz, Iosu; Cebrián, Pablo; **Eraso, Sandra**; Sagaseta, Marina

Área temática: *Estimaciones en Áreas Pequeñas*

Trimestralmente en Navarra se estiman y publican las variables básicas de la EPA para el conjunto de la Comunidad. Sin embargo, existe una demanda creciente de este tipo de información para niveles geográficos inferiores que permitirían tomar decisiones sobre política social, programas de empleo, más adecuados al territorio. Este es uno de los principales problemas con los que se han encontrado los Institutos de Estadística autonómicos, proporcionar información correspondiente a áreas pequeñas, cuando no existe una muestra diseñada para ello. Este trabajo supone además un importante aprovechamiento de registros administrativos. En concreto, se ha utilizado información procedente del Servicio Navarro de Empleo, de la Tesorería General de la Seguridad Social y del denominado modelo 190 que recoge los rendimientos del trabajo de determinadas actividades económicas proporcionado por la Hacienda Navarra.

Tratamiento de las fuentes estadísticas para elaborar estimaciones de población

Bermúdez Parrado, Silvia; Hernández Rodríguez, Juan Antonio; Planelles, Joaquín

Área temática: *Proyecciones de población*

Toda variable stock es fruto de la acumulación de flujos de entrada y de salida. De ese modo, el volumen y estructura de una población en un determinado momento del tiempo son el resultado de una concreta historia colectiva de nacimientos, defunciones y migraciones.

Nuestro sistema estadístico recoge información referida tanto a la población como a los flujos que van incidiendo sobre la misma. Por ello, de cara a realizar estimaciones y prospecciones acerca de la composición y tamaño de la población es necesario conocer las fuentes de información primaria y organizarlas en un sistema coherente que permita superar las limitaciones que presenta cada una de las fuentes por separado.

En este trabajo se pretende mostrar el estado actual y la potencialidad de las fuentes estadísticas disponibles para realizar estimaciones de población según sus principales características demográficas, como la edad, sexo, nacionalidad o lugar de nacimiento.

Automatización de ficheros para su aprovechamiento estadístico

Del Ojo Mesa, Juan; Pino Mejías, José Luis; Pino Mejías, Rafael; **Ruiz Gándara, África**

Área temática: *Aprovechamiento de fuentes administrativas en la estadística oficial*

El art. 4 de la LOPD establece un conjunto de obligaciones asociadas a los Registros de Población que deben ser compatibles con el uso para fines estadísticos de estos registros. La interconexión de ficheros está asociada a la cesión de datos, pero, en todo caso, se define como una operación o procedimiento de tratamiento de datos por el art. 3 de la LOPD. Actualmente, hay una gran cantidad de información acerca de una misma entidad que puede provenir de censos, encuestas o fuentes administrativas. Esta información puede ser integrada para realizar un aprovechamiento estadístico exhaustivo y tener datos más completos sobre las entidades o unidades poblacionales. Es necesario disponer de técnicas

de enlace de registros que nos permitan llevar a cabo dicha integración. Se proponen tres líneas de trabajo, utilizando técnicas de minería de datos, para el enlace de ficheros.

Aplicación de métodos de estimación de áreas pequeñas en la encuesta de condiciones de vida del IGE

Domínguez, Roberto; González Manteiga, Wenceslao; Lombardía Cortiña, M^a José; **López Vizcaíno, Esther**

Área temática: *Estimaciones en Áreas Pequeñas*

En esta ponencia se expondrá la necesidad del empleo de técnicas de estimación en áreas pequeñas en Galicia para ofrecer información estadística con un nivel de desagregación suficiente en la Encuesta de condiciones de vida. Se reflexionará sobre los estudios existentes y sobre los trabajos llevados a cabo desde la inclusión en el Programa Anual 2007 del Instituto Galego de Estatística (IGE) de la actividad estadística "Investigación y desarrollo de métodos de estimación de áreas pequeñas". En este sentido, se firmó un convenio con la Universidad de Santiago de Compostela que tiene como objetivo la mejora de las estimaciones de variables y parámetros de interés en la encuestas realizadas en el IGE y cuyos resultados preliminares se expondrán en esta ponencia.

Un modelo de área con efectos fijos y aleatorios en problemas de estimación en áreas pequeñas

Esteban Lefler, María Dolores; Herrador Cansado, Montserrat; Hobza, Tomas; Morales, Domingo

Área temática: *Estimaciones en Áreas Pequeñas*

Se introduce un modelo Fay-Herriot con efectos fijos y aleatorios para estimar parámetros lineales de áreas pequeñas. El modelo es aplicable a datos que tienen un subconjunto pequeño de dominios donde las estimaciones directas del indicador de interés tienen una dependencia de las variables explicativas marcadamente distinta a la existente en el subconjunto complementario. Se obtienen algoritmos y fórmulas para ajustar el modelo, para calcular los EBLUPs y para estimar los errores cuadráticos medios. Se realizan experimentos de simulación para ilustrar la ganancia de precisión obtenida con el nuevo modelo y se presenta una aplicación con datos reales de la Encuesta de Población Activa.

Un análisis dinámico de la estimación EBLUP de agregados del mercado laboral en dominios de la Comunidad Valenciana

Fabuel Gadea, Francisco; Marhuenda García, Yolanda; Martínez Albuixech, Juan; **Morales, Domingo**; Sánchez Barbié, Ángel

Área temática: *Estimaciones en Áreas Pequeñas*

La Encuesta de Población Activa tiene una periodicidad trimestral y recoge información sobre la evolución temporal de agregados del mercado laboral. Los modelos de correlación temporal utilizan datos de encuestas pretéritas para mejorar las estimaciones actuales de indicadores de áreas pequeñas. En esta comunicación se analizan y seleccionan modelos dinámicos y estimadores EBLUP basados en datos reales recientes de la Encuesta de Población Activa en la Comunidad Valenciana. A tal efecto, el periodo de estimación es 2008/01 mientras que los periodos auxiliares son 2006/02-2007/04. Se consideran tres modelos dinámicos. Los dos primeros modelos usan factores aleatorios aditivos en los dominios y en el tiempo. El tercer modelo usa factores aleatorios de tiempo anidados en los de dominio. Adicionalmente se consideran estimadores directos y EBLUP basados en un modelo estático. Finalmente se estiman los errores cuadráticos medios y se dan conclusiones.

The moving window versus the multiresolution algorithm: A filtering outlier detection comparison

Fortiana, Josep; Murez, Michèle; **Puigvert Gutierrez, Josep María**

Área temática: *Análisis de Observaciones Atípicas*

Financial market data might contain outliers or suspicious observations which may be difficult to detect using informal inspection and graphical displays. Puigvert and Fortiana (2008) propose and study the performance of a filtering procedure based on a moving window algorithm. In this study we compare two techniques in order to detect outliers in financial market data. The moving window filtering algorithm is tested against a second technique which is based on wavelet analysis. We apply both algorithms to a set of financial market data which consists of 25 series selected from a larger dataset using a cluster analysis technique taking into account the daily behaviour of the market; each of these series is a representative of a cluster that represents a different segment of the market. Although both algorithms seem to detect most of the outliers introduced, there are still some caveats that should be taken into account when using the outlier detection algorithm depending on the cluster.

Protección de datos estadísticos mediante la supresión de celdas en tablas bidimensionales

García Costa, Carolina; García Pérez, Vicenta; Marín Pérez, Alfredo

Área temática: *Confidencialidad*

La protección de la confidencialidad de los datos publicados en tablas es un problema de interés para las Agencias de Estadística. Trabajaremos con tablas de dos dimensiones en las que los totales de filas y columnas son siempre publicados. Uno de los métodos utilizados para evitar la publicación de datos sensibles es la supresión de celdas. No basta con suprimir los valores de las celdas que se consideran confidenciales sino que se necesitan supresiones complementarias para prevenir que estos valores puedan ser calculados o aproximados a

partir de los totales de filas y columnas. Debido a estas supresiones complementarias se produce una pérdida de información. El objetivo es minimizar la pérdida de información manteniendo la confidencialidad de las celdas sensibles. En este trabajo se presenta una panorámica crítica de los métodos existentes para la búsqueda del conjunto óptimo de supresiones complementarias.

Estimadores compuestos para pequeña área: cuestiones asociadas a la especificación adecuada de los pesos y a mejoras en su estimación

García Gil, Maribel; **Rovira Trepal, Cristina**; Satorra, Albert; Ventura Colera, Eva

Área temática: *Estimaciones en Áreas Pequeñas*

En los últimos años el Idescat en colaboración con la UPF están estudiando las propiedades de los estimadores compuestos y su aplicación. Costa, García y Pardal (2007), en un contexto de estimación de la tasa de paro comarcal, detectan un posible problema de sobreestimación del sesgo que interviene en el peso del estimador compuesto. Esto comporta un exceso de ponderación del estimador directo, no deseable en comarcas con poca muestra. El presente trabajo reconoce la existencia de efectos fijos de área e investiga la utilización de información auxiliar, concretamente del Censo 2001, para mejorar la estimación de los pesos y, así, la calidad del estimador compuesto. El objetivo es estimar la tasa de paro comarcal con un ejercicio de simulación de Monte Carlo que examina diferentes escenarios. Se concluye que esta información alternativa fuertemente correlacionada con los datos de interés y con menor varianza puede ayudar a mejorar los estimadores compuestos basados en el diseño muestra.

El nuevo Índice de Precios de Vivienda del INE

Gila García, Alicia; Novás Filgueiro, María

Área temática: *Números Índices*

El Índice de Precios de Vivienda (IPV) es un indicador trimestral que publica el INE desde octubre de 2008 cuyo objetivo es medir la evolución temporal de los precios de compraventa de las viviendas de precio libre en España, tanto nuevas como de segunda mano.

La fuente de datos utilizada, los registros notariales y el método hedónico de cálculo, cumplen los requisitos exigidos por Eurostat y le hacen comparable al del resto de indicadores similares de la UE.

El empleo de un modelo de regresión permite establecer un número elevado de estratos o grupos de viviendas con características similares, entre las que destacan las relativas al tamaño y localización del inmueble. Los precios estimados por el modelo cada trimestre se combinan con las ponderaciones de cada agrupación siguiendo la fórmula de Laspeyres. De este modo, el IPV ajusta los cambios trimestrales en la composición y en la calidad de las viviendas objeto de compraventa, problema esencial en este tipo de indicadores.

Estimación en áreas pequeñas de la Encuesta de Población Activa en Canarias

González Dávila, Enrique Francisco; González Yanes, Jesús Alberto

Área temática: *Estimaciones en Áreas Pequeñas*

La demanda de estadísticas oficiales con un gran detalle de desagregación crece día a día. Esto conlleva la utilización de técnicas especiales para la obtención de estimaciones en áreas pequeñas para las que las encuestas empleadas no estaban diseñadas. En particular, la Encuesta de Población Activa del Instituto Nacional de Estadística para Canarias ofrece información a nivel de comunidad autónoma y provincia. No obstante, las islas han pasado a considerarse unidades territoriales de nivel 3, exigiendo así EUROSTAT, datos a nivel de ellas. El Instituto Canario de Estadística (ISTAC) ha desarrollado el proyecto CANAREA con la intención de determinar estrategias de estimación a nivel insular y comarcal. En este trabajo se muestran algunos de los resultados obtenidos, así como la metodología establecida para la fijación de dichas estimaciones.

La estimación en áreas pequeñas en la estadística oficial: El caso de la estadística industrial en la C.A. de Euskadi

Iradi Arrieta, Josu

Área temática: *Estimaciones en Áreas Pequeñas*

Una creciente demanda de información territorial y la imposibilidad de aumentar los tamaños muestrales por el coste que supone, hacen embarcarse a Eustat en el desarrollo de la estimación en áreas pequeñas en sus operaciones estadísticas más referentes en 2003.

La Estadística Industrial es la primera operación estadística de ámbito económico en la que se pone en marcha las estimaciones en áreas pequeñas basadas en modelos. El 29 de diciembre de 2005 se publican oficialmente los resultados de la Estadística Industrial de años de referencia 2002 y 2003 para 20 comarcas de la C.A. de Euskadi.

El siguiente reto fue la integración de las estimaciones en áreas pequeñas para la Estadística Industrial en los procesos de producción normalizados, implementándose con el software SAS. Estas macros de SAS también han sido adaptadas para poder realizar la municipalización de los datos de la Estadística Industrial.

Análisis de las características de los estimadores básicos de Áreas Pequeñas en el caso de Andalucía

Luna del Castillo, Juan de Dios; Muñoz Conde, María; Roldán Nofuentes, José Antonio

Área temática: *Estimaciones en Áreas Pequeñas*

Dentro de un convenio de colaboración entre el IEA y la Universidad de Granada, se han realizado ejercicios de simulación para caracterizar el comportamiento de los estimadores clásicos de áreas pequeñas en la realidad andaluza empleando como referencia la Encuesta

de Población Activa. Los resultados fundamentales han sido: En términos de aplicación directa de lo estudiado hay una primera conclusión y es que el estimador sintético tiene un comportamiento medio superior a los demás (y homogéneo con los compuestos que hemos obtenido) que lo hace el estimador de aplicación, aún cuando su aplicación a comarcas concretas puede dar resultados muy variables. Los estimadores compuestos obtienen una gran ventaja en el caso de la proyección desde la provincia. Se siguen estudiando diferentes estrategias de estimación para conseguir estimadores más eficientes.

Enfoque composicional para el análisis de datos sobre empleo del tiempo

Martín Fernández, Josep Antoni; **Palarea Albaladejo, Javier**

Área temática: *Investigación metodológica en Estadística Pública*

El estudio de los patrones de uso del tiempo proporciona información directa sobre el comportamiento social de los individuos o poblaciones, poniendo de manifiesto diferencias, similitudes o cambios en su modo de vida que no son medibles con otros indicadores económicos y sociales. El reconocimiento de la relevancia de dicha información, especialmente en el ámbito de las políticas sociales, ha llevado a que los institutos de estadística pública de la mayoría de países de la OCDE incluyan entre su producción estadísticas sobre cómo los individuos distribuyen su tiempo en distintas actividades alternativas. Desde un punto de vista técnico, los datos sobre uso del tiempo son datos multivariantes sujetos a dos importantes restricciones: no negatividad y suma constante, y esta peculiaridad condiciona la forma en la que deben ser analizados. El presente trabajo ilustra la aplicación de la metodología composicional para el análisis estadístico de los patrones de empleo del tiempo en España.

Proyecto para el uso de registros administrativos en la ECV

Méndez Martín, José María; Paniagua San Martín, Milagros

Área temática: *Aprovechamiento de fuentes administrativas en la estadística oficial*

La Encuesta de Condiciones de Vida (ECV) es una encuesta anual que elabora el INE, cuyo objetivo general es la producción sistemática de estadísticas sobre la renta de los hogares y las condiciones de vida. Esta encuesta, que está armonizada en el ámbito europeo mediante un Reglamento Comunitario, permite conocer el nivel y composición de la pobreza y la exclusión social.

La obtención de información precisa relativa a la renta del hogar es particularmente difícil en una encuesta a hogares que se realiza mediante entrevista personal. El acceso a registros administrativos supone una buena oportunidad que redundaría en la mejora de la calidad de los correspondientes datos y en la eficiencia del método de recogida.

El enlace mediante el NIF o equivalente a nivel microdato de las personas pertenecientes a la muestra y de los datos disponibles en la Agencia Tributaria o en la Seguridad Social permitiría conocer de forma detallada la mayoría de los componentes de la renta.

Estimación de medidas de pobreza en áreas pequeñas

Molina Peralta, Isabel; Rao, J. N. K.

Área temática: *Estimaciones en Áreas Pequeñas*

La erradicación de la pobreza extrema y el hambre en el mundo es el primero de los Objetivos del Milenio establecidos por las Naciones Unidas. La disponibilidad de información fiable sobre las condiciones de vida es un requerimiento básico para la consecución de tales objetivos. En muchos casos la información recolectada por las encuestas nacionales es limitada, permitiendo la estimación fiable de características para regiones o grupos de población demasiado grandes. Esto hace necesario el desarrollo de técnicas de estimación en áreas pequeñas. Este trabajo trata sobre la estimación de medidas de pobreza en áreas pequeñas. Para ello se obtienen los mejores predictores empíricos por simulación Monte Carlo. Se obtiene el error cuadrático medio de estos predictores mediante bootstrap. Se realizan experimentos de simulación para el estudio de las propiedades de los mejores predictores empíricos, tanto bajo la distribución del modelo como bajo la distribución del diseño muestral.

Estimación Bootstrap del error cuadrático medio del estimador EBLUP bajo modelos lineales mixtos con dos factores aleatorios anidados

Morales, Domingo; **Pérez Martín, Agustín;** Santamaría Arana, Laureano

Área temática: *Estimaciones en Áreas Pequeñas*

La particularidad de los modelos lineales mixtos es que son idóneos para la estimación de efectos de factores con muchos niveles. Los modelos lineales anidados son un caso particular de éstos que permiten modelizar las relaciones entre los diferentes niveles de agregación territorial y temporal. En la estimación en áreas pequeñas este punto es muy importante pues el efecto de la componente temporal es un factor que se descompone habitualmente en varios niveles en la componente geográfica (por ejemplo, mediciones en trimestres para determinadas comunidades autónomas). La estimación mediante fórmulas explícitas del error cuadrático medio para un EBLUP bajo este tipo de modelos conlleva cierta sesgidez, no soportada por las técnicas de remuestreo bootstrap. En esta comunicación se comparan y analizan las diferencias entre estos dos tipos de procedimientos de estimación mediante experimentos de simulación. Finalmente se muestra un caso práctico de aplicación de la teoría desarrollada.

Aplicación del calibrado en la obtención de estimaciones consistentes a partir de una submuestra en encuestas continuas

Pérez Arriero, Carlos; Porras Puga, Juana

Área temática: *Técnicas de Calibrado*

El objetivo de esta ponencia es mostrar el procedimiento utilizado en una encuesta continua cuando por razones de costes, la encuesta se realiza alternativamente sobre una submuestra de la muestra total investigada en la ocasión anterior. Con dicho procedimiento se trata de conseguir series de datos homogéneas para las características más importantes investigadas en la encuesta. La ponencia se completa con los resultados obtenidos para la Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación en los hogares (TIC-H) para el año 2007.

Cuantificación del error en las estimaciones realizadas a partir del panel del impuesto sobre la renta de las personas físicas (IRPF) del Instituto de Estudios Fiscales (IEF)

Pérez López, César

Área temática: *Investigación metodológica en Estadística Pública*

El presente trabajo tiene por objeto realizar un análisis exhaustivo de la problemática en la cuantificación del error de los estimadores obtenidos en paneles de datos con información procedente de registros administrativos a partir de muestras. Como aplicación práctica se presenta la cuantificación de los errores en los estimadores derivados del panel de datos del Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas del Instituto de Estudios Fiscales 1999-2005 (panel de IRPF del IEF).

Cuando los estimadores a utilizar son de estructura matemática compleja (índices de Gini, Reynolds-Smolensky, Kakwani, etc.) se utilizarán métodos especiales de estimación de varianzas como el método de los grupos aleatorios, el método de las submuestras interpenetrantes y los métodos Bootstrap o de autogeneración. Estas estimaciones permitirán calcular los intervalos de confianza adecuados para cuantificar los efectos de las medidas de política fiscal sobre regiones a nivel de estrato, e incluso más pequeña

INVESTIGACIÓN OPERATIVA

Políticas centralizadas de inventario para un sistema formado por un mayorista y dos minoristas permitiendo retraso en los pagos

Abdul-Jalbar Betancor, Beatriz; Colebrook Santamaría, Marcos; Gutiérrez Expósito, José Miguel; Sicilia Rodríguez, Joaquín

Área temática: *Inventarios*

En la práctica es muy común que el mayorista ofrezca a los minoristas un periodo de tiempo para el pago de la mercancía solicitada. Con esta estrategia los mayoristas incentivan sus ventas y, por otro lado, los minoristas obtienen intereses sobre los ingresos obtenidos durante el periodo de crédito. Una vez pasado dicho periodo, los minoristas deben abonar el importe de la mercancía al mayorista. En caso de que no tengan suficiente dinero tendrán que pedir créditos bancarios y pagar intereses por la cantidad que les falta para liquidar la deuda. Bajo estas suposiciones, analizamos un sistema de inventario donde un mayorista suministra un artículo a dos minoristas. En cada instalación se considera un coste unitario constante de mantenimiento y un coste fijo de reposición. Además, se asume que la razón de demanda en los minoristas es conocida y constante y que las roturas no están permitidas. El objetivo es determinar políticas de reposición que minimicen el coste total del sistema.

On the air traffic flow management problem. A deterministic model

Agustín Martín, Alba; Alonso Ayuso, Antonio; Escudero Bueno, Laureano; Olaso Redondo, Pablo; Pizarro Romero, Celeste

Área temática: *Programación Entera y Combinatoria*

In this work we develop a deterministic version for an air traffic flow management problem (ATFP) on a short term policy. The problem objective is to decide, for each aircraft that takes off from a departure airport and lands in an arrival airport, which is the route to follow, between some given sectors, how much air and ground holding units delay would have and cancellation, if any, according to company priorities. We consider problem restrictions due to capacities of departures and arrivals in airports and the number of airplanes that may fly within a sector, at a given time. Mathematically we consider an air network and divide it on a set of sectors. The nodes of the network are the airports and the points where each flight changes sector, the links are the connection between those nodes that form a possible route. Therefore, alternative routes to the principal one are allowed. The problem is modeled as a tight large-scale pure 0-1 model. Some computational experience is reported.

On the collision avoidance for air traffic management problem

Agustín Martín, Alba; Alonso Ayuso, Antonio; Escudero Bueno, Laureano; Martín Campo, Francisco Javier; **Olaso Redondo, Pablo**; Pizarro Romero, Celeste

Área temática: *Programación Entera y Combinatoria*

Our main objective in this work is to develop a mathematical model for collision avoidance between any number of aircrafts. We propose a large-scale Mixed 0-1 Linear Program in which only vertical maneuvers are allowed. Each aircraft is given fixed start and end points, as well as a series of intermediate ones to traverse in its route; we also suppose that the trajectory between any two points is a straight line, however, this limitation is not necessarily a major drawback as any curve can be approximated by discretization. The objective is to decide the flight level and velocity that each aircraft must have at every time period, guaranteeing that collisions are avoided and minimizing fuel consumption and the total delay of the aircrafts' arrivals to their destination points.

On solving the multi-period location-assignment problem under uncertainty

Albareda Sambola, María; Alonso Ayuso, Antonio; Escudero Bueno, Laureano; Fernández Aréizaga, Elena; **Pizarro Romero, Celeste**

Área temática: *Localización*

We present a framework for solving the strategic problem of timing the location of facilities and the assigning of customers to facilities in a multi-period environment under uncertainty in the timing at which the customers need to be assigned to the facilities and the minimum number of customers to be served at each time horizon. By considering a compact mathematical representation of the Deterministic Equivalent Model, we specialize the so-called Branch-and-Fix Coordination algorithmic framework. It exploits the structure of the model and, specifically, the non-anticipativity constraints for the variables. The algorithm uses the Twin Node Family concept and the Lagrangean substitution bounding. Our procedure is specifically designed for coordinating the selection of the branching TNF, such that the nonanticipativity constraints are satisfied. Some computational experience is reported.

Towards a realistic multiperiod location/routing problem

Albareda Sambola, María; Fernández Aréizaga, Elena; Nickel, Stefan

Área temática: *Localización*

In this work we address a multiperiod location/routing problem, where multiple location, allocation, and routing decisions have to be made throughout the planning horizon. In practice, location decisions are often strategic, whereas assignment and routing are seen as operational decisions, made for satisfying the upcoming requests of service in

the best possible way. To better represent such situations we consider two different scales within the planning horizon: Short periods, in which only assignment and routing decisions are made, and long periods, which include several short periods, when location decisions are also made. Facilities fixed at the beginning of a long period remain fixed throughout the long period (and thus, during several short periods). Given its difficulty we propose an approximation of the problem where, instead of routes, trees rooted at the depots are built. Preliminary computational experiments show that the obtained plant opening patterns are close to optimal ones.

Costos de personal vs maquinaria en problemas de planificación open-shop con ventanas-temporales con tiempo de completación minimal

Alcaide López de Pablo, David; González Martín, Carlos; Sedeño Noda, Antonio

Área temática: *Planificación de la Producción*

Este artículo estudia varios problemas de planificación open-shop tricriterio con trabajos interrumpibles. Las ventanas temporales de los trabajos deben respetarse estrictamente. Los criterios son los costos relativos al personal y a la maquinaria, y el tiempo de completación de todos los trabajos. Se utilizan secuencialmente algoritmos de flujo en redes en problemas open-shop bicriterio, con dicho tiempo de completación acotado, para resolver los problemas tricriterio considerados.

Análisis de la formulación del problema de la p-mediana con restricciones de fiabilidad

Alcaraz Soria, Javier; **Landete Ruiz, Mercedes;** Monge Ivars, Juan Francisco

Área temática: *Localización*

En el problema clásico de la p-mediana se supone que una vez que los centros de servicios están abiertos, estos siempre funcionarán como está previsto. Sin embargo, esta hipótesis no es realista dado que, en la vida real, los centros de servicios pueden fallar como consecuencia de muchos factores. En el problema que estudiamos algunos centros de servicio pueden dejar de funcionar y el objetivo es determinar el conjunto de ubicaciones que sea más barato y más fiable a la vez.

En este trabajo analizamos la formulación que aparece en la literatura para el problema y la reforzamos estudiando sus propiedades. Un estudio computacional nos sirve para ilustrar las mejoras introducidas.

Técnicas meta-heurísticas para el problema de la p-mediana con restricciones de fiabilidad

Alcaraz Soria, Javier; Landete Ruiz, Mercedes; **Monge Ivars, Juan Francisco**

Área temática: *Heurísticas y Metaheurísticas*

La resolución del problema clásico de la p -mediana proporciona la ubicación óptima de un conjunto de p servicios de forma que se minimice una determinada función de mérito, satisfaciendo la demanda de un conjunto de clientes. Sin embargo, la solución al problema puede ser poco robusta ante posibles fallos en los servicios, teniendo que asumir la demanda de los clientes el resto de servicios operativos. El problema de la p -mediana con restricciones de fiabilidad consiste en considerar esta posibilidad de fallo en los servicios de forma que la solución que se busca sea robusta en este sentido.

En este trabajo se presentan técnicas metaheurísticas para resolver este problema, analizando su comportamiento y comparándolo a través de un extenso estudio computacional.

Valores de Banzhaf y Owen para juegos con comunicación restringida por grafo y uniones a priori

Alonso Mejjide, José M^a; **Álvarez Mozos, Mikel**; Fiestras Janeiro, María Gloria

Área temática: *Teoría de Juegos*

Se introducen y caracterizan dos nuevas reglas de reparto para juegos TU con comunicación restringida por grafo y sistema de uniones a priori y se comparan las reglas existentes en este contexto.

Secuenciación de trabajos en una máquina con una fecha común de entrega

Álvarez Valdés, Ramón; Crespo, Enric; Tamarit, José Manuel; **Villa Julia, Ful**

Área temática: *Programación Entera y Combinatoria*

Este trabajo presenta métodos exactos y heurísticos para resolver el problema de secuenciación de trabajos en una máquina con el objetivo de minimizar la penalización por retrasos o adelantos. Todos los trabajos tienen la misma fecha de entrega, las penalizaciones por atraso y retraso son distintas entre sí y particulares para cada trabajo y no se permite la interrupción de un trabajo una vez iniciado. Hemos diseñado dos modelos de programación cuadrática entera y un modelo auxiliar de programación entera cuadrática irrestringida. La combinación de los tres modelos proporciona el óptimo en muchos problemas test, incluso de grandes dimensiones. Cuando el tiempo de computación se restringe, los algoritmos proporcionan buenas soluciones factibles y, en este sentido, el procedimiento puede considerarse como un buen algoritmo heurístico. La calidad de dichas soluciones viene probada por su cercanía a una cota inferior y porque en muchas ocasiones mejoran las mejores soluciones conocidas.

Diferentes formulaciones para problemas de localización de concentradores para mediana ordenada

Antonio Manuel, Rodríguez Chía; Puerto Albandoz, Justo; **Ramos Gallego, Ana Belén**

Área temática: *Localización*

El modelo de localización discreta de mediana ordenada es una poderosa herramienta en problemas de localización. Aunque los modelos de localización de concentradores han sido analizados desde el punto de vista de la suma, el máximo y la media, nunca han sido considerados bajo un punto de vista que los una. Consideramos nuevas formulaciones, basadas en la función objetivo de la mediana ordenada, para problemas de localización de concentradores, con y sin capacidades y con asignación simple y múltiple. Este enfoque introduce una sanción en el coste asociado con la posición de un coste de asignación respecto a la secuencia ordenada de costes de asignación. Permite modelar, entre otros: localización de concentradores p-median y p-center, localización de concentradores median y center sin capacidades y con capacidades. Comparamos por medio de experimentos computacionales iniciales nuestros modelos. Desarrollamos un método de resolución exacto mediante un procedimiento branch-and-bound.

Families of linear efficiency models based on Debreu's loss function

Aparicio Baeza, Juan; Lovell, C.A. Knox; **Pastor Ciurana, Jesús T.**

Área temática: *Análisis Envoltente de Datos*

Gerard Debreu introduced a well known radial efficiency measure which he called a 'coefficient of resource utilization'. He derived this scalar from a much less well known 'dead loss function' that characterizes the monetary value sacrificed to inefficiency, and which is to be minimized subject to a normalization condition. We use Debreu's loss function, together with a variety of normalization conditions, to generate several popular families of linear efficiency models. Linearity is a computational consideration rather than a theoretical requirement. Our methodology also can be employed to generate entirely new families of linear efficiency models.

The input loss distance function: A new tool for solving mathematical and economical issues

Aparicio Baeza, Juan

Área temática: *Análisis Envoltente de Datos*

In this paper, a generalization of the Shephard's input distance function, the directional input distance functions and the input Hölder metric distance functions is presented by means of a new distance function, termed the input loss distance function. Additionally, we generalize the benefit function of Luenberger and study the characteristic properties of the input loss distance function. We further state a general dual correspondence between the cost function and the input loss distance function, which encompasses all previously published duality results. Finally, we show how the new distance function can be useful in Data Envelopment Analysis (DEA).

Invexity and pseudoinvexity in multiobjective programming

Arana Jiménez, Manuel; Osuna Gómez, Rafaela; Rufián Lizana, Antonio; Ruiz Garzón, Gabriel

Área temática: *Programación Multiobjetivo*

In this communication, we will center on Multiobjective Programming Problems without and with constraints, (MP) and (CMP), respectively. A vector critical point is a necessary condition for a feasible point of (MP) to be efficient solution or a weakly efficient solution. It is an interesting problem to look for the class of functions for which the converse holds. For this purpose, we present some types of pseudoinvex functions. We improve recent results and prove that pseudoinvexity is a necessary and sufficient condition in order that all vector critical points are efficient and weakly efficient solutions of (MP), and study the existing relationships among these functions by some examples. We extend the previous results by the introduction of KT/FJ-pseudoinvexity-I/II. For (CMP), we prove that in order for Kuhn-Tucker or Fritz-John points to be efficient or weakly efficient solutions it is necessary and sufficient that the multiobjective problem functions belong to these new classes.

Comparación de metodologías multivariantes para la determinación de significación estadística de efectos en análisis de encuestas

Badillo, Lourdes; **Carot Sierra, José Miguel**; Conchado Peiró, Andrea; Jabaloyes Vivas, José; Mora Ruiz, José Ginés; Vila Lladosa, Luis E.

Área temática: *Minería de Datos*

En el análisis de una encuesta es frecuente encontrarse con el problema de determinar el tamaño de los efectos y la significación estadística que una serie variables tienen sobre un conjunto de variables respuesta.

En este trabajo se analiza este problema enfocándolo estadísticamente desde tres puntos de vista. En primer lugar se usan técnicas de reducción de la dimensión asociadas a valores *v*-test para determinar asociaciones de variables explicativas con factores o dimensiones. En segundo lugar, se usan técnicas de árboles de decisión, basadas en la evaluación de la significación estadística mediante el test chi cuadrado, para evaluar efectos individuales e interacciones. Finalmente, y con un enfoque econométrico, se plantea un modelo de frontera estocástica con una perturbación aleatoria compuesta.

Se presentan resultados de la aplicación de estas técnicas a una encuesta de 40.000 registros.

Algoritmos evolutivos para la ubicación óptima de productos en un almacén caótico

Ballestín González, Francisco; Lino Sorlí, Pilar; Pérez Alarcó, Ángeles; **Quintanilla Alfaro, Sacramento**; Valls Verdejo, Vicente

Área temática: *Logística*

La aplicación masiva de tecnologías recientes como el RFID está revolucionando la gestión de almacenes. La economía actual, en que la distribución logística es un eslabón muy importante de la cadena de valor de las empresas, requiere modelos de distribución de mercancía más complejos y potentes, sin tener los productos una ubicación fija. En estos modelos es muy importante conocer, en tiempo real, la asignación óptima del espacio, considerando los metros cúbicos disponibles, los criterios de preferencia en la disposición de ciertos productos de mayor rotación y las restricciones en las ubicaciones de ciertos materiales. En este sentido, se introducen medidas y algoritmos evolutivos para calcular la ubicación óptima del stock, proponer la ubicación de nueva mercancía, encontrar la manera de seleccionar las ubicaciones de los productos que tienen que salir y valorar cuándo y cómo es conveniente realizar un defrag: reubicaciones que mejoren los niveles de calidad del almacén.

Subvencionada por DPI2007-63100.

El problema multiobjetivo de secuenciación de proyectos con recursos limitados con funciones regulares

Ballestín González, Francisco; Blanco Gómez, Rosa

Área temática: *Planificación de la Producción*

El problema de secuenciación de proyectos con recursos limitados (RCPSP) consiste en secuenciar sin interrupción un conjunto de actividades sujetas a restricciones de recursos y relaciones de precedencia. El RCPSP y sus extensiones han sido ampliamente estudiados en la literatura. Pese a ser inherentemente multiobjetivo, la gran mayoría de trabajos corresponden a enfoques uniobjetivo. En este trabajo estudiamos el RCPSP multiobjetivo o MORCPSP cuando todas las funciones objetivos son regulares. Una medida de evaluación regular es una función no decreciente en los tiempos de finalización de las actividades (en el caso de un problema de minimización). Las funciones de objetivo regulares han recibido mucha mayor atención en la literatura que las no regulares, especialmente la longitud del proyecto o makespan. Ello ha llevado a multitud de técnicas y algoritmos propuestos. En este trabajo se aplican varias de estas técnicas a algoritmos multiobjetivo generales para analizar su efectividad.

Minimum-regret Huff location models

Bello Garboza, Lenys; Blanquero Bravo, Rafael; Carrizosa, Emilio

Área temática: *Localización*

We address the following single-facility location problem: a firm is entering into a market by locating one facility in a polygonal region of the plane. The demand captured from each user by the facility will be proportional to the users buying power and inversely proportional to a function of the user-facility distance.

Uncertainty exists on the buying power (weight) of the users. This is modeled by assuming that a set of scenarios exists, each scenario corresponding to a weight realization. The objective is to locate the facility following the Savage criterion, ie., the minimum-regret location is sought. The problem is formulated as a d.c. optimization problem. As a solution technique, a branch-and-bound is proposed. The usefulness of acceleration devices such as local-search optimization routines is analyzed.

Soluciones posibles para el Min-Max K-WRPP

Benavent López, Enrique; **Corberán Salvador, Ángel**; Sanchís, José María

Área temática: *Distribución, Rutas y Transporte*

El Min-Max K-WRPP es un problema de rutas por arcos definido en un grafo “windy” en el que una flota de K vehículos debe, conjuntamente, servir un subconjunto dado de aristas del grafo. El objetivo consiste en encontrar una ruta para cada vehículo de forma que la longitud de la ruta más larga sea mínima. En este trabajo presentamos un algoritmo iterativo de búsqueda local (ILS), reforzado por un procedimiento multi-start y un VND, para la obtención de buenas soluciones posibles para este problema. Los resultados computacionales muestran que nuestro procedimiento presenta pequeñas desviaciones respecto de una cota inferior y alcanza un buen número de soluciones óptimas.

Estudio poliédrico del Problema del Viajante Múltiple con Varios Depósitos

Benavent López, Enrique; **Martínez Sykora, Antonio**

Área temática: *Programación Entera y Combinatoria*

En este trabajo se estudia el poliedro asociado a una generalización del Problema del Viajante de Comercio (TSP) que denotamos por MDMTSP por sus siglas en inglés: Multiple Depot, Multiple Traveling Salesman Problem. Dados un conjunto de clientes, J , y un conjunto de depósitos, I , el MDMTSP consiste en encontrar un conjunto de rutas de coste total mínimo tales que, conjuntamente pasen por todos los clientes exactamente una vez y cada ruta empiece y acabe en el mismo depósito. Se propone una formulación lineal entera del problema y se estudia la dimensión y diversas facetas del poliedro asociado. Se presentan también algunos resultados computacionales preliminares obtenidos con un algoritmo de Ramificación y Corte (Branch & Cut) basado en esta formulación.

Characterizations of the constrained equal awards rule for multi-issue allocation situations

Bergantiños, Gustavo; **Lorenzo Freire, Silvia**; Lorenzo Picado, Leticia

Área temática: *Teoría de Juegos*

In a bankruptcy problem, there is an estate to be divided among a number of claimants, whose total claim exceeds the estate available. The multi-issue allocation situations are used to model bankruptcy-like problems in which the estate is divided not on the basis of a single claim for each agent, but several claims resulting from so-called issues.

This paper is based on an extension of the constrained equal awards rule to the case of the multi-issue allocation situations. We study this rule from an axiomatic point of view.

Minimum cost spanning tree problems with groups

Bergantiños, Gustavo; Gómez Rúa, María

Área temática: *Teoría de Juegos*

We study minimum cost spanning tree problems with groups. We assume that agents are located in different villages, cities, etc. The groups are the agents of the same village. We introduce a rule for dividing the cost of connecting all agents to the source among the agents taking into account the group structure. We characterize this rule with several desirable properties. We prove that this rule coincides with the Owen value of the TU game associated with the irreducible matrix.

Un algoritmo genético para la selección de carteras aceptables

Bermúdez Edo, José D.; Segura Heras, José V.; **Vercher González, Enriqueta**

Área temática: *Optimización Difusa*

En este trabajo presentamos un nuevo procedimiento que combina el uso de algoritmos genéticos y estrategias de ordenación difusa para seleccionar una colección de carteras 'aceptables' en un esquema con múltiples objetivos. Las condiciones de factibilidad que definen una cartera aceptable incorporan las habituales restricciones de diversificación y una restricción de cardinalidad. La incertidumbre sobre los rendimientos de cada cartera factible se modeliza mediante números fuzzy trapezoidales. La aversión al riesgo del inversor se calcula utilizando una función de riesgo lateral. En este contexto el problema de seleccionar una cartera aceptable se convierte en un problema de decisión multi-objetivo no lineal. El esquema de selección propuesto es un genético que ordena las carteras aceptables en función del valor y la ambigüedad de un número fuzzy que resume el rendimiento-riesgo de la inversión. Dicho esquema se aplica a los rendimientos históricos de un conjunto de activos del IBEX35.

Resolución de problemas multiobjetivo polinómicos discretos con bases de Gröbner

Blanco, Víctor; Puerto Albandoz, Justo

Área temática: *Programación Multiobjetivo*

El objetivo de este trabajo es proporcionar distintas metodologías para resolver problemas multiobjetivo polinómicos discretos usando bases de Gröbner. Las bases de Gröbner [Buchberger, 1965], que surgen como generalización del concepto de máximo común divisor de polinomios multivariables, es una de las principales herramientas para resolver sistemas de ecuaciones polinómicas. Ciertas transformaciones del problema multiobjetivo y una elección correcta del orden monomial para calcular tales bases permiten abordar el problema de optimización como uno o varios sistemas de ecuaciones polinómicas. Aquí se presentan distintas formas de realizar esta transformación dando lugar a diferentes metodologías para tratar los problemas multiobjetivo. Asimismo, presentaremos experimentos computacionales sobre familias de problemas multiobjetivo polinómicos y enteros conocidos que permiten comparar los distintos métodos presentados.

Planning routes for harvesters and trucks in an agricultural cooperative

Blanco, Víctor; **Carpente Rodríguez, M^a Luisa**; Cerdeira Pena, Ana Belén; Hinojosa, Yolanda; Puerto Albandoz, Justo; Sanz Sixto, Juan Jesús

Área temática: *Aplicaciones de la Investigación Operativa*

This work considers a decision problem about orders of owners and routes for harvesters in an agricultural cooperative in which the different smallholdings of each owner should be processed as a block and each owner has a proposal about the instant in which he would like that a machine starts the activity in his land. Moreover, the cooperative has to administer a fleet of trucks which have to pick up the forage gathered by a harvester and carry it to a silo. A binary linear programming model is introduced in order to bring down costs. Solving the model for actual size instances is computationally burdensome. Hence, we design and implement heuristic algorithms to reduce the computational time. The numerical results show that the heuristics can solve large instances with reasonable effort.

Branch and bound vs outer approximation in continuous location problems

Blanquero Bravo, Rafael; Carrizosa, Emilio

Área temática: *Localización*

In most continuous location models found in the literature, the objective function is DC (i.e. it can be written as the difference of two convex functions). This fact has been successfully exploited in recent papers in order to obtain bounds in the branch and bound method called BTST (Big Triangle Small Triangle), proposed by Drezner and Suzuki in 2004. Under a different point of view, the DC structure of the objective function can also be used for obtaining deep cuts in an outer approximation algorithm. In this work both approaches are analyzed and compared.

Cones of multi-choice games arising from two-corner market situations

Branzei, Rodica; Llorca Pascual, Natividad; **Sánchez Soriano, Joaquín**; Tijs, Stef

Área temática: *Teoría de Juegos*

In this paper we consider market situations with two corners. One corner consists of a group of powerful agents with yes-or-no choices and clan behavior. The other corner consists of non-powerful agents with multi-choices regarding the extent at which cooperation with the clan can be achieved. Two cones of multi-choice cooperative games arise from such market situations: multi-choice clan games which model the interaction between the two corners and convex multi-choice games that model the interaction within the corner of non-clan agents. We focus on multi-choice clan games and relate core elements for multi-choice clan games with core elements of convex multi-choice games arising from the same two-corner market situation.

Validación de los predictores del rendimiento académico obtenidos mediante minería de datos usando análisis de componentes principales

Cadenas Figueredo, José Manuel; **Muñoz Ledesma, Antonio**

Área temática: *Minería de Datos*

Buscando buenos predictores del RA aplicamos acciones que permiten su mejora en la óptica de KDD y utilizando DM. De siete inteligencias múltiples que Gardner plantea centramos el estudio en la lingüística y en la lógica-matemática. Medimos habilidades implícitas a esas inteligencias mediante el test psicométrico BADyG, extrayendo subescalas relacionadas con estas asignaturas. Como promedio de las subescalas construimos PMAT y PLEN como predictores del RA en Matemáticas y Lengua. La información extraída del IES utiliza 3 fuentes: Tests Psicométricos, Resultados Académicos y Datos Personales. Sobre la información generada usamos la librería WEKA obteniendo que PLEN y PMAT son buenos predictores, afectando a las decisiones a tomar por los dptos implicados. Validamos la técnica Árboles de Decisión de WEKA (fiabilidad por encima del 80%) aplicando un análisis de componentes principales para el valor de cada una de las acciones a tomar, explicando entre el 75'22% y el 92'92% de la varianza.

Localización en redes con patrón de elección binario

Cano Hernández, Saúl; Pelegrín, Blas

Área temática: *Localización*

Se considera el problema de localizar r centros en una red, en competencia con otros centros ya establecidos y con el objetivo de maximizar la cuota de mercado. Los consumidores eligen el centro que les resulta más atractivo, donde la atracción está determinada

por el cociente entre un cierto parámetro (calidad) y el tiempo desplazamiento al centro. Si un consumidor percibe la misma atracción entre un centro pre-existente y uno nuevo, una proporción de su demanda es capturada por el nuevo. Los candidatos a localización son los nodos y los puntos en los tramos de la red. Se analizan las soluciones óptimas según la proporción de demanda capturada por los nuevos centros, en caso de compartir demanda con los ya establecidos. Se da un procedimiento para generar los posibles candidatos a localización óptima y se presenta una formulación como problema de Programación Lineal Entera. Se realiza un análisis de sensibilidad respecto de la calidad, aplicado a la Región de Murcia.

Modelos flexibles de selección de personal

Canós Darós, Lourdes; Casasús Estellés, Trinidad; Lara Mora, Tomás; **Liern Carrión, Vicente**; Pérez Cantó, Juan Carlos

Área temática: *Optimización Difusa*

Presentamos un sistema de ayuda a la decisión para la selección de personal en la empresa. Utilizando la teoría de conjuntos fuzzy y la gestión por competencias, desarrollamos un algoritmo flexible que permite ordenar los candidatos a ocupar una vacante en varias situaciones. Consiste en medir la distancia de cada aspirante a un candidato considerado idóneo por la empresa. Ahora bien, cuando no existe un consenso sobre cuál es el ideal, resulta necesario utilizar técnicas de programación matemática que permitan diseñarlo (a partir de la información disponible) o bien simular la valoración hecha por expertos externos a la empresa. Con estas ideas, hemos diseñado la aplicación informática StaffDesigner, con la que mostraremos algunos ejemplos.

Comparación de políticas de secuenciación para un sistema productivo con grupos de piezas

Canós Darós, Lourdes; García Sabater, José Pedro; Marín García, Juan Antonio; **Vidal Carreras, Pilar Isabel**

Área temática: *Planificación de la Producción*

Este artículo considera el problema de programación del lote económico, ELSP, que se refiere al tamaño de lote y que programa la producción de diversos artículos en una sola máquina. En situaciones prácticas es común que algunas características del ELSP clásico, tales como el tipo de demanda, tipo de tasa de artículo y producto, la estructura del setup y la flexibilidad del proceso, aparezcan modificados. A partir de los modelos de simulación empleados (Leachman y Gascon, 1988; Gascon y otros, 1994; Vergin y Lee, 1978; Brander y otros, 2005; y Soman y otros, 2004) proponemos y simulamos diversas políticas de programación para una nueva variante de ELSP, Grupos de Piezas. Este problema consiste en un sistema productivo en el ambiente de ELSP en el cual más de un producto se puede producir a la vez en una máquina. Para obtener conclusiones, se

desarrolla un modelo de simulación y sus resultados se plasman en el artículo, empleando los datos de Bomberger modificados.

The truncated core for TU games with limited aspirations

Carpente Rodríguez, M^a Luisa; Casas Méndez, Balbina; **García Jurado, Ignacio**; Van den Nouweland, Anne

Área temática: *Teoría de Juegos*

In this paper we define and study cooperative games with limited aspirations. In a cooperative game with limited aspirations there are upper bounds on the possible payoffs for some coalitions. These restrictions require adjustments in the definitions of solution concepts. Here we study the effect of the restrictions on the core and define and study the so-called truncated core.

A note on quasi-additive games

Carreras Escobar, Francesc

Área temática: *Teoría de Juegos*

The proportional rule has a long tradition as a sharing method. The natural framework for the proportional rule seems to be the context of pure bargaining problems (PBPs), where only the individual utilities and the utility of the grand coalition are given.

The Shapley value is not directly applicable to PBPs. We then introduce the idea of closure of a PBP, which leads to quasi-additive games and to define a natural Shapley rule for PBPs. Axiomatic characterizations of this sharing rule are given, not only on the full space of PBPS but also on interesting subsets. Among the axioms used, the proportional rule fails to satisfy additivity only. Although this property might seem a “mathematical delicatessen”, the curious fact is that the lack of additivity provokes serious inconsistencies of the proportional rule when dealing, for example, with cost-saving related problems or added costs problems. Instead, no inconsistency arises for the Shapley rule.

Optimal schedule to minimize the expected delay in a PERT network

Castro Cantalejo, Javier; **Lorenzo Picado, Leticia**

Área temática: *Programación de Proyectos*

The Project Evaluation Review Technique is an operational research tool designed to schedule and coordinate the activities of a project. Some of these activities must be performed sequentially, others can be performed in parallel with other activities.

It is usual to assume that the observed duration of a project is obtained as the duration of the longest path. This implies that the schedule does not influence the duration of the project at all. In this paper we focus on projects related to building and construction

industry, where the flexibility in handling jobs is quite low. Thus, we assume that an activity can not be performed until its scheduled starting time despite the previous activities have finished earlier. In this case the schedule becomes fundamental to compute the duration of a project.

We study two cases. In the first case only the assumption above is considered. In the second case we assume that every expedition of the activities over its scheduled time is useless

Estimación polinomial del valor de Shapley

Castro Cantalejo, Javier; Gómez, Daniel; Tejada, Juan

Área temática: *Teoría de Juegos*

En este trabajo presentaremos un método polinomial para estimar el valor de Shapley aplicable a una gran cantidad de juegos existentes en la literatura. Este método está basado en muestreo estadístico y permite garantizar una serie de buenas propiedades para la estimación del valor de Shapley. Algunas de estas buenas propiedades son: la insesgadez (la esperanza matemática de la estimación coincide con el valor de Shapley); la eficiencia en el reparto (la suma de las estimaciones de los valores de Shapley de todos los jugadores es igual al valor del juego) y el acotamiento del error cometido (podemos garantizar que con una probabilidad alta el error cometido es bajo). Por último, se presentarán pruebas computacionales en algunos juegos clásicos para verificar la velocidad de cálculo y la bondad de la estimación.

Métodos heurísticos y exactos para el problema de ajuste controlado de tablas

Castro Pérez, Jordi; **González Alastrué, José Antonio**

Área temática: *Aplicaciones de la Investigación Operativa*

CTA (Controlled Tabular Adjustment) es una técnica reciente del campo del Control de la Revelación Estadística. Dicho método modifica una tabla estadística para permitir su publicación preservando el derecho al secreto estadístico de los elementos que la componen. En especial, ha de conseguir que las denominadas celdas sensibles queden eficazmente protegidas.

En nuestro caso, las celdas sensibles poseen unos límites de protección superior e inferior, lo cual da lugar a un problema de optimización lineal con variables binarias.

En este trabajo presentamos resultados preliminares con distintos métodos, complementarios al de branch-and-cut: SAT para obtención de una solución factible, descenso coordinado por bloques para obtención rápida de soluciones subóptimas, y descomposición de Benders.

Mejora de métodos iterativos en algoritmos de punto interior a través de regularizaciones cuadráticas

Castro Pérez, Jordi; **Cuesta Andrea, Jordi**

Área temática: *Programación No Lineal*

Los métodos de punto interior para programación convexa son muy eficientes en problemas de gran escala. La estructura del problema puede ser aprovechada obteniendo métodos especializados aún más eficientes. Tal es el caso de un algoritmo para problemas con estructura angular por bloques. Este algoritmo resuelve las ecuaciones normales combinando factorizaciones y gradiente conjugado preconditionado. La eficiencia del preconditionador depende del radio espectral, siempre entre $[0,1)$, de una determinada matriz. En este trabajo se muestra que dicho radio se reduce añadiendo un término cuadrático a la función objetivo, lo que justifica el mejor rendimiento del algoritmo en problemas cuadráticos. También se plantea una regularización cuadrática para la solución de problemas lineales. La barrera resultante continúa siendo auto-concordante, lo que garantiza la convergencia del método. Se presentan resultados computacionales que demuestran la mejora obtenida con la regularización.

Programación estocástica con restricciones de azar: caso de restricciones lineales con dos variables aleatorias

Cerdá Tena, Emilio; **Moreno Lorente, Julio**

Área temática: *Programación Estocástica*

Se considera un programa matemático con dos variables de decisión, una restricción lineal y restricciones de no negatividad de las variables. La función objetivo es determinística. La restricción lineal contiene dos variables aleatorias: (a) los dos coeficientes, o bien (b) un coeficiente y el lado derecho. Las variables aleatorias se supone que son discretas generales. El problema se aborda desde el método de restricciones de azar (chance constrained programming). En cada uno de los casos se presenta un método que permite la transformación del conjunto factible estocástico en su equivalente determinista. Se ilustra cada caso con un ejemplo de elección de un consumidor, interpretando económicamente los resultados que se obtienen.

Un algoritmo eficaz para el problema del taller de flujo multiobjetivo con tiempos de cambio dependientes de la secuencia

Ciavotta, Michele; Minella, Gerardo; Ruiz García, Rubén

Área temática: *Planificación de la Producción*

La literatura es extensa en lo que se refiere al problema del taller de flujo multiobjetivo. La versión de un único objetivo pero considerando tiempos de setup dependientes de la secuencia también se ha estudiado en profundidad. No obstante, y según nuestro

conocimiento, no existe ninguna publicación que considere ambas características al mismo tiempo. Nos hemos enfrentado a este reto proponiendo un algoritmo (IPG) basado en la técnica de búsqueda iterativa voraz y lo hemos comparado con adaptaciones de los mejores métodos desarrollados para el problema del taller de flujo multiobjetivo. Una amplia campaña computacional ha sido llevada a cabo sobre dos conjuntos de instancias derivadas de las ya conocidas instancias de Taillard. Los resultados han sido analizados con técnicas estadísticas paramétricas (ANOVA) y test de rangos (Friedman Test), mostrando que el algoritmo propuesto, para los indicadores de calidad y los objetivos elegidos, representa el estado del arte para este problema.

Un algoritmo voraz iterativo para el taller de flujo de permutación con múltiples objetivos

Ciavotta, Michele; **Minella, Gerardo**; Ruiz García, Rubén

Área temática: *Programación Multiobjetivo*

Debido a la naturaleza multiobjetivo de muchos problemas de la vida real, la optimización multiobjetivo ha tenido un gran empuje en los últimos tiempos. No existe en la actualidad una metodología comúnmente aceptada por toda la comunidad científica que permita comparar el resultado de dos (o más) algoritmos multiobjetivo. En este trabajo proponemos una nueva manera de mostrar los resultados multiobjetivo como fronteras Pareto mediante la combinación de dos gráficos de diferencias de funciones de acierto o "Empirical Attainment Function" en uno solo, lo que permite ver los resultados con más claridad y sencillez. Además proponemos un nuevo algoritmo voraz iterativo para el problema del taller de flujo, parametrizándolo mediante un experimento exhaustivo. Finalmente hemos llevado a cabo un experimento a gran escala comparando nuestros resultados con otros algoritmos multiobjetivos propuestos hasta la fecha, obteniendo los mejores resultados.

Una aproximación robusta al método del camino crítico

Conde Sánchez, Eduardo

Área temática: *Programación de Proyectos*

La ejecución de un proyecto, compuesto de múltiples tareas interrelacionadas mediante vínculos de precedencia, representa un reto a la hora de controlar los recursos disponibles y las fechas de entrega comprometidas.

En este trabajo se analiza este problema bajo la hipótesis de que el tiempo requerido para la realización de cada tarea individual es desconocido y sólo puede ser estimado su rango de variación. Manteniéndose las relaciones de precedencia entre tareas, cada valor posible para los tiempos de ejecución determina un escenario diferente bajo el cual cambiará, previsiblemente, la duración del proyecto.

Aquí se utilizará el criterio “minmax regret” para obtener una aproximación robusta al conjunto de tareas críticas que condicionan el tiempo final de ejecución del proyecto completo.

Metodología para determinar tamaños de lote en empresas PYMES del sector plástico con restricciones de almacenamiento

Coronado, Jairo; Mejía Delgadillo, Gonzalo

Área temática: *Planificación de la Producción*

Las PYMES juegan un papel muy importante en la economía Colombiana, por ello es importante que existan altos niveles de productividad y calidad dentro de sus procesos productivos. Actualmente existen problemas porque al determinar los tamaños de lote se basan únicamente en la intuición. En este trabajo se desarrolla una metodología para determinar tamaños de lote en PYMES del sector plástico, la cual consiste en solucionar el problema por etapas. En la primera etapa se divide el problema original en subproblemas por grupos de máquinas y moldes. En la segunda etapa se determinan los tamaños de lote para cada subproblema utilizando un modelo de programación lineal entera-mixta multi-objetivo. Se busca optimizar dos objetivos. El primero es minimizar los costos totales de producción, inventarios, faltantes y alistamiento de las máquinas; El segundo, minimizar la sobreutilización y subutilización de las máquinas. Para la solución de cada subproblema se utilizaron ϵ -restricciones.

Diseño robusto de redes ferroviarias

De los Santos Pineda, Alicia; **Mesa López-Colmenar, Juan Antonio;** Perea, Federico; Sánchez Gómez, Ana B.

Área temática: *Distribución, Rutas y Transporte*

El diseño de una red ferroviaria (metro, cercanías, alta velocidad, etc.) es un problema de carácter estratégico que contiene distintos parámetros (costes, demandas, etc.) para cuyos valores sólo se conocen, en la etapa de planificación, ciertos intervalos de pertenencia. En este trabajo se plantean modelos de optimización robusta y se comparan sus soluciones con las soluciones no robustas.

Relación entre intervalos de orden y biórdenes multivaluados

Díaz Vázquez, Susana; Miranda Menéndez, Pedro; Montes Rodríguez, Susana

Área temática: *Sistemas de Ayuda a la Decisión*

Manejamos el concepto de estructura de preferencia multivaluada. Concretamente, los intervalos de orden multivaluados. Para ello necesitamos formalizar la idea de intersección de conjuntos multivaluados, que se realiza mediante t-normas. Se tienen entonces, diferentes definiciones de intervalo de orden multivaluado, dependiendo de la t-norma empleada.

Lo mismo sucede con el concepto de biorden multivaluado. Puesto que su definición también involucra la intersección de relaciones, cada t-norma llevará a una definición distinta.

Estudiamos la relación entre intervalo de orden multivaluado y biorden multivaluado cuando ambos están definidos empleando la misma t-norma. Veremos que para algunas t-normas la caracterización que se tenía en el caso clásico se conserva. También tenemos contraejemplos donde se muestra que para otras t-normas se pierde la implicación en uno de los dos sentidos.

Sobre el politopo de algunas subfamilias de medidas no aditivas

Díaz Vázquez, Susana; Fernández-Combarro Álvarez, Elías; **Miranda Menéndez, Pedro**

Área temática: *Análisis Multicriterio*

Las medidas no aditivas han demostrado ser una poderosa herramienta para modelar muchas situaciones prácticas que aparecen en campos tan diversos como la Teoría de la Decisión, la Teoría de Juegos, la Teoría de Bienestar Social, etc. Esto es extensible a las distintas subfamilias de medidas no aditivas que han ido apareciendo en la literatura.

Dada una situación concreta que pueda ser modelada mediante una medida no aditiva, surge el problema de determinar cuál es la medida más adecuada. Si tenemos información muestral, existen diversos procedimientos para hallar dicha medida. Uno de estos procedimientos es la identificación mediante algoritmos genéticos; en este caso, podemos aprovechar la estructura convexa del conjunto de posibles soluciones para reducir sensiblemente el gasto computacional.

La aplicación de algoritmos genéticos con estas características ha dado lugar a interesantes preguntas sobre la estructura de estos conjuntos convexos. En este artículo contestamos algunas de ellas.

Localización de centros de servicio basada en niveles de preferencia

Domínguez Merino, Enrique; Guerrero, Carlos; Muñoz, José; Saameño, Juan José

Área temática: *Localización*

Los criterios habituales utilizados para la ubicación de centros de servicio deseados en el plano, tales como el criterio minisum o minimax, no son adecuados para ser aplicados en muchas situaciones reales. Teniendo en cuenta que un usuario se considera satisfecho con la ubicación de un centro si se encuentra a una distancia adecuada menor que una establecida, y se considera perjudicado si dicha distancia es superior, se trata de ubicar los centros de servicio de manera que se minimice la suma total de las distancias (costes o tiempos de recorrido) entre los usuarios perjudicados y su centro más cercano. En este trabajo se ha desarrollado un algoritmo basado en dicho criterio que converge a mínimos locales. Dicho algoritmo ha sido aplicado satisfactoriamente para localizar de forma óptima la ubicación de nuevos Centros de Alta Resolución de Especialidades (CARE) obteniendo resultados muy prometedores.

Competitive location on networks when the customer behaviour is threshold-sensitive

Dorta González, Pablo; **Santos Peñate, Dolores Rosa**; Suárez Vega, Rafael

Área temática: *Localización*

We study a competitive multifacility location problem on networks where demand is inelastic and the customer choice rule is threshold sensitive. This means that the buying power of a customer is captured by firm A exclusively only if the distance from this customer to the competitor firms exceeds the distance to firm A in an amount greater than or equal to a threshold. This customer behaviour model may be considered an alternative to the binary and proportional choice rules. Some discretization results are proved and solution approaches are proposed.

Algoritmos genéticos cooperativos multicore para el problema del taller de flujo de permutación

Escrivá Gascó, Gema; Vallada Regalado, Eva

Área temática: *Planificación de la Producción*

En este trabajo se proponen algoritmos genéticos cooperativos para el problema del taller de flujo de permutación con el objetivo de minimizar la tardanza total de los trabajos. Los algoritmos propuestos utilizan el modelo de islas heterogéneas aprovechando la potencia de cálculo de las últimas tecnologías multicore, donde cada procesador o core ejecutará algoritmos diferentes en paralelo comunicándose a través del paso de mensajes. Se ha realizado una comparativa de los métodos cooperativos multicore con las correspondientes versiones secuenciales y con las versiones cooperativas que utilizan un solo procesador o core. Los resultados obtenidos se han analizado mediante técnicas estadísticas mostrando que los algoritmos genéticos multicore propuestos superan al resto de métodos de la comparativa.

BFC-TSMIP: a Branch-and-Fix Coordination methodology for solving two-stage stochastic mixed 0–1 problems

Escudero Bueno, Laureano; **Garín Martín, María Araceli**; Merino Maestre, María; Pérez Sainz de Rozas, Gloria

Área temática: *Programación Estocástica*

We present an algorithmic approach for solving large-scale two-stage stochastic mixed 0–1 problems. We can consider two classes of problems: (a) mixed 0-1 problems with 0-1 and continuous variables in the two stages, and (b) mixed 0-1 first stage problems, where just there are continuous variables in the second stage. The approach uses the Twin Node Family concept within the algorithmic framework, the so-called Branch-and-Fix Coordination, in order to satisfy the non-anticipativity constraints for the 0-1 variables.

In order to satisfy the nonanticipativity constraints also on the first-stage continuous variables, we need to solve two submodels of the DEM, for the given TNF integer set. At the same time, in case (a), and in order to increase the efficiency of our approach for solving large-scale instances we exploit the remaining model's structure, such that a Benders Decomposition is used to solve these linear submodels in several steps of the procedure.

A greedy heuristic method for minimising the number of transfers in a rapid transit network

Escudero Bueno, Laureano; Muñoz López, Susana

Área temática: *Programación Entera y Combinatoria*

A modification of the extended rapid transit network design problem has recently been stated. Given a set of potential station locations and a set of potential links between them, this problem basically consists in selecting which stations and links to construct without exceeding the available budget, and determining a number of lines from them provided that whichever two locations are linked by one line at most, to maximise the total expected number of users. A two-stage approach has also been presented for solving this problem. In the first stage an integer model is solved for selecting the stations and links to be constructed. In the second stage each selected link is assigned to a unique line, so that the number of lines going through each selected station is minimised. We present a greedy heuristic alternative method for the second stage above that attempts to minimise the number of transfers that should be done by the users to arrive at their destinations.

BFC-MSMIP: an exact Branch-and-Fix Coordination approach for solving multistage stochastic mixed 0-1 problems

Escudero Bueno, Laureano; Garín Martín, María Araceli; Merino Maestre, María; **Pérez, Gloria**

Área temática: *Programación Estocástica*

In this paper we represent the stochastic mixed 0-1 multistage problem by a splitting variable representation of the Deterministic Equivalent Model, DEM, of the stochastic problem with complete recourse, where the 0-1 and the continuous variables appear at any stage. A specialization of the Branch-and-Fix Coordination approach is considered here for the multi-stage problem solving. The algorithm that we propose uses the Twin Node Family concept, and it is specially designed for coordinating and reinforcing the branching nodes and the branching variable selections at each Branch-and-Fix tree. Some blocks of additional strategies are used in order to show the performance of the proposed approach. The blocks are related to the scenario clustering, the starting branching and the branching order strategies, the integer strategy and others. Computational experience is reported.

El problema de localización simultánea de un servicio y una vía rápida

Espejo Miranda, Inmaculada; Rodríguez Chía, Antonio Manuel; Valero Franco, Concepción

Área temática: *Localización*

En este trabajo se plantea el problema de localizar un servicio y una vía rápida de transporte en el plano de modo que se reduzca el tiempo de viaje o se minimicen los costes totales de transporte entre el servicio y los puntos de demanda. Este tipo de problemas no ha sido estudiado hasta el momento, ya que los modelos que podemos encontrar en la literatura de Teoría de Localización consideran un sistema de transporte alternativo ya existente. La vía rápida vendrá representada por un segmento de longitud conocida. Se estudiarán las propiedades del modelo propuesto y se desarrollará un procedimiento de resolución. Finalmente, se muestran algunos resultados computacionales.

Avances en el problema de localización minisum con normas L_p

Espejo Miranda, Inmaculada; Gheziel, Mohamed; Rodríguez Chía, Antonio Manuel; **Valero Franco, Concepción**

Área temática: *Localización*

En este trabajo se presentan resultados de convergencia para el problema de localización minisum cuando las distancias entre los puntos de demanda y el servicio a localizar están medidas con normas L_p , para valores de p mayores que 2. Se proponen procedimientos de resolución para este problema, extendiendo así los resultados conocidos para p en el intervalo $[1,2]$. Se concluye con una comparativa de los tiempos computacionales requeridos en la resolución de dichos problemas.

Propiedades y caracterizaciones de las funciones convexas cuasipoliédricas

Fajardo Gómez, María Dolores

Área temática: *Programación Semi-infinita*

Existen diferentes métodos computacionales para resolver un problema de optimización donde la función objetivo es convexa y el conjunto de restricciones viene especificado mediante un sistema lineal con un número finito de desigualdades. En particular, el problema puede formularse como un problema de optimización con una única restricción expresada en términos de una función poliédrica. Cuando el sistema lineal tiene un número arbitrario de desigualdades, el problema puede transformarse de manera que el conjunto de restricciones quede especificado mediante una única restricción que involucre una función convexa semi-continua inferiormente. Si esta función es además cuasipoliédrica, dado que localmente se comporta como una poliédrica, se podría diseñar un algoritmo que resuelva

el problema de optimización en base a dicha estructura local. A la vista de este nuevo enfoque, este trabajo está dedicado al estudio de propiedades y caracterizaciones de la clase de funciones cuasipoliédricas.

Nuevos algoritmos para la resolución del problema de máquinas paralelas no relacionadas

Fanjul Peyro, Luis; Ruiz García, Rubén

Área temática: *Heurísticas y Metaheurísticas*

En este trabajo se considera el problema de máquinas paralelas no relacionadas, donde los trabajos se procesan sin interrupción y estando siempre disponibles. Presentamos cuatro algoritmos novedosos, dos de ellos basados en el algoritmo voraz iterativo (IG) de Ruiz y Stutzle (2007), y los otros dos basados en búsquedas locales restrictivas o de pequeños vecindarios (RLS). Todos estos algoritmos poseen una fase de búsquedas locales tipo VNS de Hansen y Mladenovic (2001), seguida de una fase de modificación de la solución, que diferencia los distintos algoritmos. Los cuatro algoritmos se han comparado con el estado del arte: RBS de Ghirardi y Potts (2005), Partial de Mokotoff y Jimeno (2002) y con el solver CPLEX 11.0. La comparación muestra unos resultados más eficaces y eficientes por parte de los nuevos algoritmos. También presentamos unos nuevos algoritmos basados en la estructura del problema, de gran sencillez, y con resultados incluso mejores a los cuatro algoritmos anteriores.

On discrete optimization with ordering

Fernández Aréizaga, Elena; Puerto Albandoz, Justo; **Rodríguez Chía, Antonio Manuel**

Área temática: *Programación Entera y Combinatoria*

This paper studies discrete optimization problems with ordering requirements. These problems are formulated on general discrete sets in which there exist an implicit ordering on their elements together with a cost function that evaluates each element of a given subset depending on its ordering relative to the remaining elements in the set. It is proven that ordered sequences over the original set define an independence system. The simplest such ordering problem, that consists of finding the ordered sequence of maximum weight, and its restriction to sets of a fixed cardinality are studied. Ordering problems on the intersection of two independence systems, being one of them that associated with the ordering, are also addressed, both with and without cardinality constraint. Finally, it is proven that the greedy algorithm optimally solves a particular important case, namely the Ordered Median Spanning Tree Problem, even if feasible solutions do not define a matroid structure.

An stochastic approach to some values in cooperative games

Fernández García, Francisco Ramón; **López Blázquez, Fernando;** Puerto Albandoz, Jus-

to

Área temática: *Teoría de Juegos*

Computing values in cooperative games is a hard task because, in general, it involves the evaluation of a non polynomial numbers of terms. Sampling theory gives alternative ways to approximately compute these values and, at the same time, measures the error of these estimations. In this paper we present a first attempt to apply sampling theory to compute values in games of any number of players.

UEGO: Un algoritmo evolutivo de optimización global de propósito general

Fernández Hernández, José; García Fernández, Inmaculada; **López Redondo, Juana**; Martínez Ortigosa, Pilar

Área temática: *Heurísticas y Metaheurísticas*

UEGO es un algoritmo evolutivo, de tipo memético, para la resolución de problemas de optimización global. El concepto básico en UEGO es el de especie, que en este contexto se define como un subespacio en el espacio de búsqueda. El manejo de especies es una de las partes principales del algoritmo, y consiste en mecanismos de creación, fusión y eliminación de especies. UEGO incluye, además, un optimizador local, que está separado de forma lógica de los procesos de manejo de especies, lo que permite utilizar cualquier optimizador local para trabajar dentro de la especie: esa es la clave de la adaptabilidad de UEGO a distintos tipos de problemas. UEGO se ha aplicado satisfactoriamente a diversos campos, como el alineamiento de imágenes, y la localización de servicios en el plano (de un centro, de múltiples centros y el problema del líder-seguidor).

Obtención de todo el conjunto eficiente de problemas biobjetivo no lineales mediante ramificación y acotación con análisis de intervalos: ¿una estrategia factible?

Fernández Hernández, José; Tóth, Boglárka

Área temática: *Programación Multiobjetivo*

La obtención del conjunto eficiente al completo en problemas de optimización multiobjetivo no lineal es una tarea muy difícil, que algunos consideran imposible. No obstante, recientemente se ha propuesto un método de ramificación y acotación que utiliza técnicas de análisis de intervalos (ver [1]) que permite obtener un superconjunto que contiene a todo el conjunto eficiente de problemas biobjetivo no lineales, y con una precisión prefijada de antemano. En la charla presentaremos dicho método, y discutiremos su aplicabilidad a problemas biobjetivo no lineales en general.

[1] Fernández, J. and Tóth, B. Obtaining the efficient set of nonlinear biobjective optimization problems via interval branch-and-bound methods. *Computational Optimization and Applications*, aceptado para publicación (doi: 10.1007/s10589-007-9135-8).

Clasificación y ordenación de múltiples óptimos en problemas de localización discreta

Fernández Hernández, Pascual; García Fernández, Inmaculada; López Redondo, Juana; Martínez Ortigosa, Pilar; Pelegrín, Blas

Área temática: *Localización*

Cuando se estudian modelos de localización discreta que pueden ser formulados como problemas de Programación Lineal Entera Mixta, éstos pueden resolverse utilizando optimizadores como Xpress-MP o CPLEX, los cuales obtienen, si existe, una única solución del problema. En algunos casos, es necesario conocer si existen otras soluciones óptimas del problema para poder elegir entre ellas.

Se presenta un algoritmo heurístico de tipo genético que es capaz de encontrar, caso de existir, múltiples óptimos cuando es utilizado para resolver problemas como la p-mediana, el max-covering y el max-cap. En este caso, presentamos una clasificación de los diferentes tipos de óptimos encontrados para los modelos resueltos, así como diferentes criterios para su ordenación. Todos los resultados se ilustran mediante una serie de experimentos utilizando como base problemas disponibles en librerías, o generados sobre un conjunto de datos propio.

Talleres de flujo con máquinas sin paradas y entornos mixtos.

Fernández Martínez, Carlos; Ruiz García, Rubén

Área temática: *Heurísticas y Metaheurísticas*

En este trabajo se estudia el problema de programación de la producción en talleres de flujo bajo la restricción de que las máquinas no pueden parar (no-idle), con el objetivo de minimizar el tiempo máximo de finalización o makespan. En este sentido se presentan dos entornos diferentes: no-idle puro y no-idle mixto. En el primero de ellos todas las máquinas presentan la restricción de no poder parar y, en el segundo, coexisten máquinas que no pueden parar junto con máquinas regulares. Se ha realizado una revisión de los métodos disponibles en la literatura para el problema proponiendo mejoras para algunos de ellos. También se propone una formulación para calcular el makespan en entornos mixtos. Se ha realizado una amplia comparativa de los métodos disponibles, en concreto 12 para el entorno puro y 4 para el entorno mixto, utilizando el mismo conjunto de instancias generadas para ello. Los resultados obtenidos se han analizado mediante técnicas estadísticas.

El paquete ORLOCA de localización para R

Fernández Palacín, Fernando; Muñoz Márquez, Manuel

Área temática: *Localización*

En este trabajo se presenta el paquete ORLOCA (Operations Research LOCation Analysis), desarrollado con el lenguaje R, que incluye una serie de funciones para la resolución de algunos problemas de localización continua en el plano. En la versión 3 que se presenta, ORLOCA resuelve el problema de Weber ponderado (mediana) y p-mediana.

El paquete se puede usar para resolver los citados problemas y para hacer representaciones gráficas, tanto de los datos como de las soluciones. Se proporciona una interfaz gráfica de usuario en forma de plugin para R-Commander que facilita su uso mediante menús. Además se incluyen ayudas, ejemplos de uso y demostraciones, tanto en inglés como en español.

Tanto la licencia del software, GNU GPL, como su diseño permiten su uso tanto a los investigadores que quieran extender o adaptar las funcionalidades del paquete, como a los usuarios finales o programadores.

Un problema de depredador y presa

Fernández Sáez, María José; Zoroa Alonso, Noemí; Zoroa Terol, Procopio

Área temática: *Teoría de Juegos*

En este trabajo estudiamos un problema de búsqueda depredador-presa en una cierta área que puede ser representada por un grafo con forma de estrella. Supongamos que la presa debe acudir cada día a comer a unos lugares determinados, pero para ir de uno a otro deberá atravesar siempre un valle en el cuál beberá agua. El depredador puede apostarse en el valle a esperar a la presa (estrategia de emboscada) o moverse entre los distintos lugares a los que la presa debe ir a comer (estrategia de búsqueda). Si el depredador y la presa se encuentran en un mismo lugar, la presa será capturada con una probabilidad que puede depender del lugar. Modelizaremos el problema como un juego bipersonal de suma nula y lo resolveremos dando las estrategias óptimas para la presa y para el depredador, así como el valor del juego.

Juego de emboscada reticular sobre el cilindro

Fernández Sáez, María José; **Zoroa Alonso, Noemí;** Zoroa Terol, Procopio

Área temática: *Teoría de Juegos*

El juego de emboscada reticular sobre el cilindro es un juego de dos personas de suma nula que modeliza situaciones de búsqueda discreta sobre un conjunto de m puntos que ha sido dotado de un orden cíclico. En estas situaciones, el buscador puede visitar cualquiera de los puntos del conjunto, que podemos representar por $1, 2, \dots, m$, en cada uno de los instantes de tiempo $1, 2, \dots, n$; mientras que el evasor, de un instante al siguiente, puede: o bien permanecer en la misma posición que se encontraba o bien moverse a una de las dos posiciones adyacentes. El problema se formaliza considerando que la estrategia se desarrolla sobre el producto cartesiano de los conjuntos $\{1, 2, \dots, m\}$ y $\{1, 2, \dots, n\}$ y tomando una función de pago adecuada a las situaciones “el evasor ha sido detenido” o “el evasor ha conseguido su objetivo”. Resolvemos el juego para distintos valores de m

y n y obtenemos cotas inferiores y superiores del valor del juego bajo ciertas condiciones generales.

Minimum dimension and codimension for simple games

Freixas, Josep; Marciniak, Dorota

Área temática: *Teoría de Juegos*

The concept of dimension is based on the fact each simple game can be expressed as a finite intersection of weighted simple games. The question of efficiency leads to the definition of dimension. Given a particular subclass of simple games, we firstly study whether it is possible to express every simple game as an intersection of games in that subclass. We make an exhaustive study for significant subclasses of simple games like e.g.: homogeneous, linear, weakly linear, strong or proper games. By duality we extend this concept of dimension to that of codimension, which allows to efficiently expressing a simple game as union of games. We secondly investigate the existence of minimal subclasses of weighted games for which every simple game can be expressed as the intersection of games belonging to the subclass. We prove that there is a minimum subclass with this property, which leads us to introduce a new concept of dimension.

Tratamiento de la imprecisión en la toma de decisiones del consumidor

Gálvez Ruiz, David; Pino Mejías, José Luis

Área temática: *Sistemas de Ayuda a la Decisión*

El objetivo es presentar una metodología para el tratamiento de la imprecisión en la teoría clásica de la utilidad del consumidor, mediante el uso de la teoría de conjuntos difusos (fuzzy). Si bien los trabajos realizados hasta la fecha introducen este elemento en la valoración final del consumidor prescindiendo de una forma funcional explícita, la presente metodología usa una expresión funcional introduciendo el elemento de incertidumbre en la Relación Marginal de Sustitución. Esta metodología requiere introducir nuevas herramientas en el cálculo de ecuaciones en derivadas parciales fuzzy no polinomiales y en la programación matemática difusa. Asimismo, este enfoque puede adecuarse a un tratamiento multicriterio o unicriterio de la utilidad, como campo específico de la Teoría de la Decisión.

Generación de trayectorias óptimas para un manipulador robótico a partir de una solución inicial factible

García Bouso, Ana; Olivares González, Alberto; Staffetti, Ernesto

Área temática: *Programación No Lineal*

Se ha estudiado el problema de la planificación del movimiento en Robótica desde el punto de vista del Cálculo de Variaciones. Dado un objeto articulado junto con un conjunto de restricciones que tiene que moverse de una configuración inicial a una configuración final, se encuentra una metodología general que proporciona una trayectoria que satisface las restricciones del problema y que optimiza un cierto criterio considerado. Este problema de Control Óptimo se resuelve usando Cálculo de Variaciones. El procedimiento consiste en reformular el problema con restricciones como uno sin restricciones donde la ecuación dinámica que rige el sistema se toma como una restricción más, se discretiza y se resuelve un sistema de ecuaciones en diferencias no lineales. Asimismo y puesto que se requiere comenzar con una buena solución inicial, mediante un planificador robótico probabilístico, se ha generado una solución factible del problema que se usa como solución inicial para resolver el sistema no lineal de ecuaciones que se tiene.

Un modelo de inventario con demanda y coste unitario de almacenamiento dependientes del nivel de existencias

García Laguna, Juan; **Pando Fernández, Valentín**; San José Nieto, Luis Augusto; Sicilia Rodríguez, Joaquín

Área temática: *Inventarios*

Se considera un modelo EOQ con demanda y coste unitario de almacenamiento dependientes del nivel de existencias. Se determinan la solución óptima y el máximo beneficio asociado, y se establece una regla que permite chequear cuándo un pedido es o no óptimo. Además, se obtienen condiciones de rentabilidad del sistema de inventario en función de los parámetros del modelo. Varios modelos EOQ analizados por otros autores resultan ser casos particulares del aquí estudiado. Se presentan ejemplos numéricos para ilustrar el procedimiento teórico desarrollado.

Solving large p-median problems

García Quiles, Sergio

Área temática: *Localización*

By means of a formulation based on set covering constraints it is shown how the p-median problem can be solved using just a small subset of constraints and variables. Though very simple, this method is more than competitive in terms of computational times and size of the instances which have been optimally solved. This approach is embedded in a branch-and-bound framework based on dynamic reliability branching. Moreover, problems of size larger than the largest ones solved up to now are solved exactly in this paper (and much more larger for big values of p).

A MILP model for the aggregate planning problem. A case study at a automaker

García Sabater, José Pedro; Gómez Gómez, Francisco; Maheut, Julien

Área temática: *Planificación de la Producción*

Aggregate Planning has been studied for decades. In this paper we consider a real problem where some new considerations have arisen. The case study will cover a real engine manufacturer and assembler serving from their local premises to clients all over the world, with variable demands and calendars. The system allows to plan and re-plan the working calendar, together with the productive capacity of the main assembly line and its links with their main, both internal and external suppliers. The real extended system had requirements that are not usually considered on literature. To introduce the requirements of this extended production system a new sets of constraints have been introduced. The model has been designed and calibrated in a prototype-validation iterative process. The system has been developed using free-software and its interfaces have been designed to require the minimum possible interaction between. The time cost due to the use of non-commercial software has been assesed.

A model for master planning the operations at a extended supply chain. A case study of an automaker

García Sabater, José Pedro; Gómez Gómez, Francisco; **Maheut, Julien**

Área temática: *Planificación de la Producción*

With the development of its supply chain, the production management department is generally in charge of fixing the daily mix production, notify the necessity of raw materials to the Purchase department and the logistics department have to deal with the shipping of the products. As a rule, companies use standard MPS/MRP systems and with them deliver plans to its clients and suppliers. We have developed a software tool, base on a MILP model, that is given impressive results. Based on our work in the Ford engine's plant, this paper proposes to explain a practical case of implantation of a planning tool. The MILP deals with: Reducing Shipping costs while improving client's satisfaction; Stabilize production, while minimizing inventory levels and Giving stable plans to the suppliers. The paper presents a model that links those three levels of planning, giving to the user a friendly-interface. The model has been succesfully implemented.

Extendability, convexity and PMAS

Getán Oliván, Jesús; **Montes Peral, Jesús**

Área temática: *Teoría de Juegos*

The extendability notion for cooperative games is introduced by Kikuta and Shapley (1986). They show that extendability implies stability of the core. Moreover, they prove

that all games with large core are extendable. The monotonic core of a cooperative game is the set formed by all its Population Monotonic Allocation Schemes (PMAS), cf. Moulin (1990) and Sprumont (1990). The games with large monotonic core are introduced by Moulin (1990), who obtains the convexity of these games in the case of three-players. The almost convex games are introduced by Nuñez-Rafels (1998), who obtain the extreme points of the core of such games. In this paper we show that all games with large monotonic core are convex, we introduce the concept of games PMAS-extendable, and we prove that these games are exactly the convex games. Moreover, we show that the properties of convexity, largeness of the core, extendability and stability of the core are equivalent for balanced almost convex games.

Revisión de los modelos de optimización de la línea de atraque en las terminales portuarias

Giménez Maldonado, José Andrés; Sapiña García, Rafael; **Vivas López, Gabriel**

Área temática: *Aplicaciones de la Investigación Operativa*

Una terminal portuaria es un sistema que se divide en subsistemas, el más importante es el de carga/descarga del barco, esto es, la explotación de la línea de atraque. Considerando esto, nuestro esfuerzo en pro de aumentar la productividad de nuestras terminales portuarias pasa por la optimización de la línea de atraque.

Una revisión de los métodos y modelos de explotación de la línea de atraque nos va a conducir a una recopilación de diferentes técnicas o métodos de optimización usados hasta el momento, la cual es conveniente estudiar desde la perspectiva de la investigación operativa.

En este problema de optimización no podemos perder de vista los diferentes actores o agentes que intervienen decisivamente en el desarrollo de la actividad en las terminales portuarias. Esto nos conduce también a dirigir la mirada hacia la teoría de juegos, en la que se tienen en cuenta la confluencia o simultaneidad de intereses, no siempre alineados, de los diferentes agentes involucrados.

Descomposición de Motzkin de conjuntos cerrados

Goberna Torrent, Miguel Ángel; Martínez Legaz, Juan Enrique; Todorov, Maxim

Área temática: *Programación Semi-Infinita*

El teorema de Motzkin establece que todo poliedro convexo es la suma (de Minkowski) de un politopo con un cono poliédrico. En la charla se presentan diversas caracterizaciones de los conjuntos cerrados convexos que son suma de un compacto convexo y de un cono cerrado, cuyas propiedades son discutidas en el contexto de la convexidad y de la programación lineal semi-infinita.

Balanced per capita contributions and levels structure of cooperation

Gómez Rúa, María; **Vidal Puga, Juan**

Área temática: *Teoría de Juegos*

We define a new value for games with levels structure. We introduce a new property in this class of games, balanced per capita contributions, which is related with others in the literature. We provide an axiomatic characterization of this value using this new property.

Sharing a polluted river through environmental taxes

Gómez Rúa, María

Área temática: *Teoría de Juegos*

We consider a river divided into n segments. There are n agents located along the river who generate residues. The river requires cleansing and it entails some cost. We propose several rules to distribute the total pollutant-cleaning cost among all the agents. For each rule we provide an axiomatic characterization using properties based in taxes over water. Moreover, we prove that one of the rules coincides with the weighted Shapley value of a game associated with the problem.

El segundo mejor camino mínimo sobre una red no dirigida

González Martín, Carlos; Sedeño Noda, Antonio

Área temática: *Distribución, Rutas y Transporte*

En muchos problemas sobre redes es muy interesante el cálculo de soluciones óptimas alternativas, para una determinada función objetivo, y de otras soluciones jerarquizadas en función de los valores de una o varias medidas. El conocimiento de dichas soluciones puede contribuir, por ejemplo, a resolver eficientemente problemas en los que se consideren distintos criterios para optimizar, en los que se contemplen restricciones o condiciones nuevas, etc. En particular, el estudio mencionado tiene relevancia en los problemas de comunicaciones, concretamente en los problemas de caminos mínimos. Este trabajo trata sobre el cálculo del segundo mejor camino mínimo que conecta un par de puntos sobre una red no dirigida y, también, del segundo mejor camino mínimo en sentido estricto sobre el mismo tipo de redes. Caracterizaremos las citadas soluciones, desarrollaremos nuevos procedimientos computacionales eficientes para calcularlas y realizaremos algunas aplicaciones.

Minimum coloring games with PMAS

Hamers, Herbert; **Miquel Fernández, Silvia**; Norde, Henk

Área temática: *Teoría de Juegos*

Minimum coloring games were introduced by Deng, Ibaraki and Nagamochi (1999). A conflict graph is used as a simple model of conflict where each vertex represents each agent involved in the situation. Two vertices are adjacent through an edge if the corresponding agents are in conflict under the situation, and the total cost of the conflict is proportional to the chromatic number of the conflict graph. Deng et al. (2000) showed that the minimum coloring game on a graph G is totally balanced if and only if G is perfect. A characterization of the core of the minimum coloring game on a perfect graph is provided by Okamoto (2003). In this paper, we introduce the degree consistency property of a graph and show that it implies its perfectness. Further, we show that the minimum coloring game has a PMAS if and only if the corresponding graph is degree consistent.

A tutorial for Stochastic Global Optimisation Algorithms

Hendrix, Eligius

Área temática: *Programación No Lineal*

Stochastic GO Algorithms aim at generating good solutions in reasonable time. The aim of the contribution is to come to a didactical introduction for non-mathematic students of about 20 pages into the concepts of region of attraction, population ideas, effectiveness and efficiency determination, design of experiments etc. The idea is to elaborate small examples a student can elaborate by hand, such that the concepts are grasped. In one page text with an example the ideas of: Sampling in high dimensional space, Multistart, Clustering, Pure Adaptive Search, Hit and Run and SA, Population variants like Controlled Random Search, Raspberries, GA, DE, Particle Swarms etc. are elaborated. We stress that effectiveness is hard to measure and requires systematic evaluation and analysis. Numerical comparison requires simple benchmark algorithms, clear performance indicator definition and the principle that any other researchers should be able to repeat the experiment. A flavour is given in the presentation.

Characterization results for convex games by means of bargaining sets

Izquierdo Aznar, Josep María; Rafels Pallarola, Carles

Área temática: *Teoría de Juegos*

Convex games (Shapley, 1971) play a central role in the cooperative game theory. Most of the solutions defined for cooperative games have a nice behavior whenever they are applied to a convex game; in particular its core is non-empty. The bargaining set is defined by means of objections and counter-objections to payoff distributions. Different definitions of bargaining set can be found depending on how objections and counter-objections are made (see Davis and Maschler, 1963, and Mas-Colell, 1989). For a convex game, it holds that these bargaining sets coincide with the core of the game but this fact does not characterize its convexity. This work provides a two-fold characterization. Firstly, we state that a balanced game is convex if and only if its DM bargaining set is equal to

its Weber set (Weber, 1988). Secondly, we consider a modification of the MC bargaining set and we prove that a game is convex if and only if its core coincides with its modified MC bargaining set.

Análisis de la intensidad de la dominancia para problemas de decisión multiatributo con pesos ordinales o imprecisos

Jiménez Martín, Antonio; **Mateos Caballero, Alfonso**

Área temática: *Análisis Multicriterio*

En este trabajo presentamos un método de solución para problemas de decisión multiatributo en los que suponemos que las preferencias del decisor/es se representan mediante una función de valor multiatributo aditiva con información parcial sobre los pesos. Esta información parcial puede ser representada mediante una ordenación total de los atributos según su importancia o mediante intervalos de pesos, siendo muy útil para la toma de decisiones en grupo, donde el grupo de decisores llega a un consenso sobre cuál es el orden de preferencia de los atributos o, si pueden ser más explícitos, establecen intervalos de valores en los que se pueden mover los pesos de los distintos atributos, pero no pueden especificar con exactitud cuáles son esos valores. El método que proponemos es novedoso al estar basado en la intensidad de la dominancia entre las alternativas, en lugar de basarse en la forma más común consistente en determinar un conjunto de pesos aproximados.

Tests de eficiencia en programación lineal multiobjetivo para caras incidentes en un vértice degenerado

Jorge Santiso, Jesús Manuel

Área temática: *Programación Multiobjetivo*

En este trabajo presentamos diversos tests de eficiencia para las caras de un problema de programación lineal multiobjetivo (MOLP) que incidan en un vértice degenerado conocido. Este tipo de tests tienen una gran importancia práctica para el MOLP dado que: a) pueden ser particularizados para vértices no degenerados (adoptando una forma más sencilla) y, por tanto, son aplicables cualquiera que sea el vértice sobre el que incida la cara, b) su utilización requiere menor esfuerzo computacional que los tests generales de eficiencia para caras que no tienen en cuenta los vértices sobre los que éstas inciden y c) constituyen la piedra angular de los algoritmos generadores de soluciones eficientes de tipo local (basados en búsquedas a través de vértices eficientes). Los tests que aquí se proponen identifican las caras bajo estudio a través de su descriptor maximal y pueden ser considerados como una generalización de la caracterización de eficiencia de Evans-Steuer para vértices degenerados.

Una obtención alternativa de la función valor en problemas de control estocástico con tasa de descuento no constante

Josa Fombellida, Ricardo; Rincón Zapatero, Juan Pablo

Área temática: *Programación Dinámica y Control de Sistemas*

En este trabajo proporcionamos una fórmula directa para la función valor óptimo a partir de un control óptimo en un problema de control estocástico con función de descuento no necesariamente exponencial. Previamente caracterizamos el control óptimo mediante una ecuación en derivadas parciales. Esta representación de la función valor es más útil que la ecuación de Hamilton-Jacobi-Bellman en algunos modelos.

Resecuenciación en talleres de flujo considerando simultáneamente múltiples tipos de eventos

Katragjini, Ketrina; Ruiz García, Rubén; Vallada Regalado, Eva

Área temática: *Planificación de la Producción*

La mayoría de las fábricas de producción necesita usar sistemas de programación de la producción para resolver problemas de secuenciación de máquinas. Las operaciones en entornos reales de fabricación están expuestas a un gran número de eventos no previstos como roturas de máquinas, llegadas o cancelaciones de trabajos, etc. En estos casos resecuenciar resulta obligatorio para minimizar el efecto de estos imprevistos en las prestaciones del sistema. En este trabajo se presentan algoritmos de tipo reactivo que permiten reajustar las secuencias de producción frente a distintos tipos de eventos inesperados buscando el mejor compromiso entre el tiempo máximo de fabricación y la estabilidad de las secuencias sujetas a imprevistos. La simple reparación, típicamente empleada en empresas reales, ha demostrado no ser la mejor solución del problema biobjetivo. Para comparar los algoritmos se ha usado un enfoque mixto basado en la simulación y carga de los eventos previamente generados.

A game theory framework for the robust transportation network design

Laporte, Gilbert; Mesa López-Colmenar, Juan Antonio; Perea, Federico

Área temática: *Distribución, Rutas y Transporte*

In this paper we deal with the problem of designing a rapid transit network that reacts as well as possible to link failures. To do so we consider that when a link fails, another transportation mode is provided to transport passengers between the endpoints of the affected link. The goal is to build a network that attracts as many passengers as possible when a failure occurs. The problem is posed as a two-person zero-sum non-cooperative game with perfect information. Saddle points in the corresponding mixed enlarged game correspond to robust network designs.

Modelización de la recogida diaria de dos tipos de residuos sólidos domésticos

Lezaun Iturralde, Mikel; Pérez Sainz de Rozas, Gloria; Sainz de la Maza Escodal, Eduardo

Área temática: *Aplicaciones de la Investigación Operativa*

En esta ponencia se muestra un modelo matemático para estimar la forma óptima de recogida diaria de dos clases de residuos sólidos domésticos: materia orgánica y resto, simulando todo el proceso de recogida de los residuos, desde la cantidad de contenedores de basura a colocar en las calles, hasta la descarga de los camiones. Este modelo es un modelo de programación entera mixta que da el coste total semanal de la recogida de los residuos, y los medios humanos y materiales para realizarla. Los datos necesarios son fácilmente obtenibles ya sea directamente o a partir de estadísticas. Este trabajo es un encargo de la compañía CESPRA con el fin de disponer de una herramienta práctica para utilizarla como soporte en la toma de decisión de presentar o no una propuesta al concurso de adjudicación de los servicios de recogida de una determinada ciudad y, si es el caso, como guía para el diseño de esa recogida.

Búsqueda de soluciones eficientes en problemas de infactibilidad de secuenciación de proyectos

Lino Sorlí, Pilar; **Pérez Alarcó, Ángeles;** Quintanilla Alfaro, Sacramento; Valls Verdejo, Vicente

Área temática: *Planificación de la Producción*

El trabajo estudia un problema de secuenciación de proyectos con recursos limitados donde las tareas tienen asociadas fechas de entrega, múltiples modos de ejecución y relaciones de precedencia generalizadas. Algunas instancias de este problema no tienen una solución posible que satisfaga todas las restricciones, por lo que los modelos matemáticos deben ser capaces de considerar soluciones infactibles y de elegir entre ellas. En este contexto, los algoritmos multi-objetivo son herramientas muy útiles que permiten proponer al decisor un conjunto de soluciones infactibles de calidad entre las que poder elegir una a poner en práctica. Se presenta un algoritmo genético multi-objetivo que considera dos funciones objetivo que miden infactibilidades de relaciones de precedencia y de fechas de entrega. Diversas búsquedas locales complementan la evolución genética. Diferentes versiones del algoritmo permiten estudiar la eficiencia de sus componentes. Subvencionada por DPI2007-63100.

Algunas aportaciones al cálculo con subgradientes

López Cerdá, Marco Antonio

Área temática: *Programación Semi-infinita*

Se presenta una nueva fórmula para el subdiferencial de la función supremo de una familia dada de funciones convexas (no necesariamente semicontinuas inferiormente, ni siquiera propias) definidas en un espacio vectorial topológico localmente convexo. En nuestro enfoque no se requiere ninguna propiedad específica al conjunto de índices que identifican las funciones de la familia. La fórmula propuesta es aplicada para deducir otras reglas de cálculo con subdiferenciales, así como ligeras extensiones de resultados conocidos (como los teoremas de Bronsted, Rockafellar, Phelps, Valadier, etc.)

Aplicación de las técnicas de optimización multicriterio en la elaboración de matrices de contabilidad social

Manrique de Lara Peñate, Casiano; Santos Peñate, Dolores Rosa

Área temática: *Aplicaciones de la Investigación Operativa*

La elaboración de una matriz de contabilidad social puede plantearse como la minimización de la separación entre una matriz de datos conocidos y una de datos buscados medida de alguna forma. Medidas de separación distintas dan lugar a diferentes criterios de ajuste. En situaciones reales, la elaboración de matrices de contabilidad social conlleva en mayor o menor grado una intervención "manual" donde el decisor interviene ejecutando acciones, guiado por su experiencia y conocimiento del problema, de manera que el proceso de ajuste no es totalmente "mecánico". En este trabajo proponemos un procedimiento de ajuste de matrices donde se combinan diferentes técnicas de optimización multicriterio. Primero se aplican técnicas de programación multiobjetivo para generar soluciones eficientes y después se hace una selección de éstas mediante una técnica de optimización multicriterio discreta.

El problema de localización de plantas con capacidades y clientes jerarquizados

Marín Pérez, Alfredo; **Pulido Cayuela, Manuel A.**

Área temática: *Localización*

El problema de localización de plantas con capacidades consiste en decidir dónde localizar p plantas de entre un conjunto de n plantas potenciales posibles, con el fin de satisfacer la demanda de un conjunto de clientes a coste mínimo. Cada planta tiene una capacidad limitada y la demanda de cada cliente debe ser satisfecha por una sola planta. En este trabajo consideramos que hay una estructura jerárquica en el conjunto de clientes, dada en forma de una ordenación de los mismos, de modo que cada cliente elige antes que el resto de clientes con menor jerarquía, cuál de las plantas disponibles (abierta y con capacidad residual suficiente para satisfacer su demanda) desea que suministre su demanda. La estructura jerárquica del conjunto de clientes puede ser consecuencia, por ejemplo, de la contribución económica de cada cliente al sistema, o la antigüedad de cada cliente en el mismo.

Localización discreta para puntos de demanda en lotes

Marín Pérez, Alfredo

Área temática: *Localización*

Consideramos un problema de localización discreta en el que los puntos de demanda están agrupados. Proponemos una formulación reforzada y una relajación lagrangiana asociada, que utilizamos para construir soluciones factibles a partir de las soluciones óptimas de los subproblemas generados. También se identifican desigualdades válidas que se añaden a las restricciones relajadas. El método produce buenas soluciones factibles y nos permite atacar problemas de tamaño medio/grande.

E-convexidad: conjugación y funciones soporte

Martínez Legaz, Juan Enrique; Vicente Pérez, José

Área temática: *Programación Semi-infinita*

Un conjunto es e-convexo si es intersección de una familia de semiespacios abiertos. Esta clase de conjuntos, introducida por Fenchel en 1952, ha sido de gran utilidad en programación cuasiconvexa en donde se definen las funciones e-cuasiconvexas como aquellas que tienen conjuntos de subnivel e-convexos. Nosotros consideramos funciones con epígrafos e-convexos (funciones e-convexas). M.M.L. Rodríguez y J. Vicente-Pérez probaron que esta clase de funciones es cerrada bajo las principales operaciones y dieron una sencilla caracterización. Probamos además, que toda función e-convexa es Φ -convexa, en el sentido que es el supremo de una cierta colección de funciones elementales, estableciendo así una nueva caracterización. También, basándonos en la teoría de convexidad abstracta, establecemos un esquema de conjugación. Finalmente, definimos una nueva función soporte para conjuntos, que describe todos los semiespacios, tanto abiertos como cerrados, que contienen a un conjunto dado.

Un sistema de ayuda a la decisión en la respuesta humanitaria a desastres naturales

Montero, Javier; Omaña, Antonio; Rodríguez González, Juan Tinguaro; Vitoriano, Begoña

Área temática: *Sistemas de Ayuda a la Decisión*

Se presenta un sistema de ayuda a la decisión diseñado para dar respaldo a las organizaciones no gubernamentales (ONG) que realizan operaciones internacionales de respuesta a desastres naturales. En particular, el sistema proporciona una valoración inicial de las consecuencias de los fenómenos adversos, basándose en los primeros datos recogidos sobre el desastre (que pueden estar sujetos a incertidumbre) y en información histórica semejante. De esta manera, las ONG pueden disponer de una sugerencia de valoración inicial y llevar a cabo sus procesos de decisión sobre la idoneidad y los contenidos de una po-

tencial intervención más rápidamente basándose en esa valoración. Además, se pretende que el sistema aporte también una estimación de las necesidades básicas de la población afectada por un desastre dentro del marco de la Carta Humanitaria del Proyecto Esfera, que impone criterios mínimos de calidad en la prestación de ayuda humanitaria.

Una red neuronal recurrente para el problema de asignación de canales en telefonía móvil

Muñoz Pérez, José; Triviño Salas, Gracián

Área temática: *Optimización Global*

El problema de la asignación de canales (PAA) es un problema NP-completo que se ha abordado con diferentes técnicas de optimización combinatoria. En este artículo se plantea dicho problema como un problema de minimización de una función cuadrática con restricciones lineales y variables binarias. Para su resolución se propone una red neuronal binaria y recurrente con función de energía cuadrática que tiene las restricciones lineales incorporadas a la dinámica de computación de la red. Se comparan los resultados obtenidos con la red propuesta con los de otros algoritmos utilizando tests de prueba clásicos del PAA.

Taller de flujo multifábrica. Modelos y heurísticas

Naderi, Bahman; **Ruiz García, Rubén**

Área temática: *Planificación de la Producción*

El taller de flujo de permutación es un problema muy estudiado en la literatura de scheduling. Sin embargo, se asume un único centro productivo. En este estudio presentamos por primera vez el taller de flujo multifábrica. En este problema, n trabajos se tienen que procesar en F fábricas idénticas, donde en cada fábrica tenemos m máquinas dispuestas en serie. Por tanto, primero se trata de hacer una asignación de trabajos a fábricas y luego resolver un problema de taller de flujo por cada fábrica. Las características de este nuevo problema se estudian en profundidad a través de 6 modelos MIP diferentes, junto con varias heurísticas y metaheurísticas. Los resultados indican que el taller de flujo multifábrica es un problema mucho más complejo que el taller de flujo estándar. Según nuestros resultados, sencillas metaheurísticas basadas en vecindarios variables (VNS) dan resultados muy cercanos a los óptimos en problemas pequeños y medianos.

Portfolio optimization and out-of-sample performance

Nogales, Francisco Javier

Área temática: *Análisis Económico en Modelos de IO*

In this work, we study the practical performance of one of the most known optimization problems in Finance: the Portfolio Selection Problem. This is an optimization problem

with uncertainty, coming from unknown future asset returns. To alleviate the impact of estimation error on this problem, several approaches have been recently proposed.

Among the best approaches are: those based on ignoring the expected asset returns (imposing a factor structure on the associated covariance matrix; shrinking the sample covariance matrix; adding short-sale constraints; constraining the portfolio norm), those based on optimizing the worst-case performance (robust portfolio optimization) and the naive $1/N$ rule.

We compare empirically (in terms of portfolio variance, Sharpe ratio, value-at-risk, and turnover) the out-of-sample performance of these strategies across several real datasets. From these results, we give some insights on how to improve practical performance of proposed policies.

A glove-market partitioned matrix related to the assignment game

Núñez Oliva, Marina; Rafels Pallarola, Carles

Área temática: *Teoría de Juegos*

Shapley and Shubik (1972) define the assignment game as a cooperative model for a bilateral market with transferable utility, and prove the nonemptiness of the core. Given any assignment game we define another assignment game with the same set of agents in the following way: the joint profit of a mixed-pair in the new game is the difference between their minimum joint payoff in the core of the initial market and the addition of their individual minimum core payoffs. This related assignment game is proved to be exact and it is the unique exact assignment game with a core that is a translation of the core of the initial market. The vector of translation is the vector of minimum core payoffs. After that, we ask whether other solutions to an assignment market can be obtained by translation of the same solution applied to its related exact assignment game. The question is affirmatively answered in the case of two other well-known solutions, the kernel and the nucleolus.

Aproximación algorítmica al estudio de la fiabilidad de un sistema general k-out-of-n: El caso Weibull

Olvera Porcel, María del Carmen; **Pérez Ocón, Rafael;** Segovia García, María del Carmen

Área temática: *Aplicaciones de la Investigación Operativa*

Presentamos un sistema k-out-of-n cuyas componentes siguen tiempos de vida con distribuciones generales. La fiabilidad y la razón de fallo del mismo no pueden ser calculadas explícitamente. Para poder calcular valores aproximados de estas medidas utilizamos métodos analítico-matriciales. Dado que las distribuciones tipo-fase son una familia densa en el conjunto de las distribuciones continuas definidas sobre el eje real positivo, consideramos que las unidades del sistema siguen distribuciones tipo-fase. Para este sistema construimos el proceso de Markov que lo gobierna, y obtenemos la fiabilidad y la razón de fallo en forma algebraica. Aplicamos el modelo al caso en que los tiempos de vida

de las componentes siguen distribuciones Weibull, aproximando estas por distribuciones tipo-fase mediante técnicas computacionales.

Algunos problemas de localización revisitados

Puerto Albandoz, Justo

Área temática: *Localización*

En esta presentación consideramos varios problemas clásicos de localización continua, entre los que se encuentra el así llamado “messenger-boy”, y los estudiamos y analizamos en condiciones muy generales, incluso en espacios de dimensión infinita. Se presentan condiciones de optimalidad para los mismos y algunos algoritmos que hacen uso de éstas.

Búsqueda local avanzada para talleres de flujo híbridos altamente restringidos

Ruiz García, Rubén; **Urlings, Thijs**

Área temática: *Planificación de la Producción*

Se consideran en este trabajo problemas de taller de flujo híbridos con múltiples restricciones que ocurren en la realidad, por ejemplo en la producción de azulejos. Éstas incluyen, entre otras, relaciones de precedencia, tiempos de cambio y saltado de etapas. Presentamos un algoritmo de búsqueda local iterativa y un algoritmo voraz iterativo, ambos basados en avanzadas búsquedas locales. Estos métodos se han mostrado eficaces para el taller de flujo estándar. Sin embargo, las aceleraciones comunes no son factibles para este problema, dada la complejidad y el tamaño del espacio de búsqueda. Hemos estudiado la búsqueda local en un vecindario limitado y con una profundidad limitada, para aumentar la eficiencia. Tras una calibración de los parámetros, comparamos las técnicas con dos algoritmos: un algoritmo genético simple y un algoritmo genético híbrido con búsqueda local. Los resultados indican que los nuevos algoritmos funcionan mejor para tiempos de computación medios o cortos.

Algoritmos genéticos con búsqueda local para el problema de secuenciación en máquinas paralelas no relacionadas con tiempos de cambio

Ruiz García, Rubén; **Vallada Regalado, Eva**

Área temática: *Heurísticas y Metaheurísticas*

En este trabajo se proponen algoritmos genéticos para el problema de secuenciación de trabajos en máquinas paralelas no relacionadas con tiempos de cambio dependientes de la secuencia, con el objetivo de minimizar el tiempo máximo de finalización o makespan. Los algoritmos propuestos incluyen una búsqueda local muy eficiente basada en vecindarios de inserción y un operador de cruce que también incorpora un procedimiento sencillo

de búsqueda local. También se ha realizado una amplia comparativa de los métodos propuestos con los mejores algoritmos de la literatura. Los resultados obtenidos se han analizado mediante técnicas estadísticas mostrando que los algoritmos propuestos superan al resto de métodos de la comparativa.

PROBABILIDAD

Consistencia de las reglas de media varianza en variables ponderadas. Aplicaciones financieras

Almaraz Luengo, Elena; Cano Sevilla, Francisco

Área temática: *Análisis Estocástico*

Las aproximaciones más usuales para comparar inversiones en riesgo están basadas en la media y en la varianza de las variables aleatorias. Esto tiene sus inconvenientes ya que la presencia de la varianza provoca inconsistencia con la regla FSD. Debido a esto, se ha intentado generalizar este concepto atendiendo a otras medidas de riesgo. Es de interés el preguntarse si dichas funciones de utilidad propuestas son consistentes o no con las reglas de dominancia estocásticas. El objetivo de este trabajo es establecer relaciones entre las funciones de utilidad definidas por Ogryczak, de variables aleatorias ponderadas dadas las relaciones entre las variables originales y estudiar bajo qué condiciones la relación existente entre las utilidades de las variables aleatorias originales se conserva para el caso de la ponderación de las mismas, además de abordar la aplicación a las finanzas y análisis de riesgos.

Un modelo de interacción espacio-temporal con heterogeneidad inducida por deformación

Angulo Ibáñez, José Miguel; Madrid García, Ana Esther

Área temática: *Procesos Estocásticos*

Se introduce un modelo de interacción espacio-temporal en tiempo discreto y espacio continuo, con dinámica autorregresiva de primer orden, que integra el efecto inducido por inestabilidad del medio físico en términos de deformación del espacio soporte. En particular, se genera mediante este enfoque una familia amplia de modelos heterogéneos, a partir de modelos que presentan comportamiento homogéneo en ausencia de deformación. Se analizan características estructurales y de variabilidad, así como condiciones de auto-consistencia de la representación con respecto al incremento de tiempo y, consiguientemente, como aproximación de un modelo subyacente en tiempo continuo.

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos P05-FQM00990 de la CICE, Junta de Andalucía, y MTM2005-08597, DGI, MEC.

Some insights on preservation of mixture age properties

Badía Blasco, Francisco Germán; Berrade Ursúa, Lola

Área temática: *Aplicación de la Probabilidad*

The hazard rate and the mean residual life are widespread measures of systems reliability. The reversed hazard rate and the mean inactivity emerge as dual functions that can be applied when dealing with left-censored data. It's well-known that lifetime distributions, usually positive, can not show increasing reversed hazard rates. Therefore we provide new characterizations for a random variable to be increasing hazard rate or decreasing reversed hazard rate. In addition we focus on age properties preservation under mixtures. Previous results show that both classes, the increasing reversed hazard rate and the decreasing mean inactivity time are preserved under mixtures. However these results can not be applied when positive distributions are involved as in reliability studies. Hence we aim at obtaining mixture preserving conditions for decreasing reversed hazard rate distributions or increasing mean inactivity time distributions.

Comparaciones multivariantes de modelos de mixturas

Belzunce Torregrosa, Félix; Mercader, José A.; Ruiz Gómez, José María; Spizzichino, Fabio

Área temática: *Aplicación de la Probabilidad*

El objetivo de este trabajo es el de obtener condiciones suficientes que permitan comparar vectores aleatorios de modelos de mixturas multivariantes. En concreto se consideran los criterios de comparación basados en los órdenes estocástico, convexos, cociente de verosimilitudes y los órdenes dinámicos en razón de fallo y vida media residual. Se dan aplicaciones en teoría de riesgos y fiabilidad.

Diffusion processes with Markovian switchings applied to biochemical processes

Cañada Jaime, Héctor; Romera Ayllon, Rosario

Área temática: *Aplicación de la Probabilidad*

Biochemical processes, specially bioreactors, are very important systems used to manufacture many special chemicals or to develop some specific chemical work. However, these systems exhibit very high sensibility to either internal or external perturbations, which can affect seriously its performance, specially when these arrive in abrupt way. In this paper we are interested in the study of the dynamics of bioreactors exposed to abrupt changes, structural and no structural, by using stochastic differential equations with markovian switchings (SDEMSs). Our approach offers a more realistic description of these systems and as a consequence a better perspective to take near optimal decisions in order to improve or preserve its performance. Because the nonlinear nature of the dynamics of the systems, numerical schemes of Euler-Maruyama (EM) type has been developed. We illustrate our approach with some simulated experiments to show the properties of the numerical solutions.

Sobre la unicidad de soluciones de ciertas ecuaciones distribucionales relacionadas con records discretos

Castaño Martínez, Antonia; López Blázquez, Fernando; **Salamanca Miño, Begoña**

Área temática: *Teoría de la Distribución y Probabilidad*

En este trabajo estudiamos ecuaciones de la forma $R(m)=R(n)+W$ (en distribución), donde W es una variable aleatoria discreta, no negativa, dada y $(R(m),R(n))$ es una pareja de records procedentes de una distribución discreta con distribución F , independientes de W . El objetivo es determinar si existen soluciones, i.e., distribuciones F , que satisfacen la ecuación propuesta. Investigaremos tanto el caso de records débiles como el de records fuertes, proporcionando así caracterizaciones de diversas distribuciones.

Estimation of the variance vectors in bisexual branching processes with immigration: subcritical case

Del Puerto García, Inés M^a; González Velasco, Miguel; Mota Medina, Manuel

Área temática: *Procesos Estocásticos*

Bisexual branching processes (BBP) provide useful models in population dynamics studies, where the descendants are generated by a sexual mechanism. An important special case of these processes is the BBP with immigration of females and males.

This communication deals with the estimation of the offspring and immigration variance vectors for such a process. We assume that the immigrants are not observable and that we can only sample the number of females, males and couples (mating units) in each generation. We develop conditional least square estimators and derive their asymptotic limiting distributions and consistency in the subcritical case.

Estimation of the variance vectors in bisexual branching processes with immigration: supercritical case

Del Puerto García, Inés M^a; **González Velasco, Miguel**; Mota Medina, Manuel

Área temática: *Procesos Estocásticos*

Bisexual branching processes (BBP) provide useful models in population dynamics studies, where the descendants are generated by a sexual mechanism. An important special case of these processes is the BBP with immigration of females and males.

This communication deals with the estimation of the offspring and immigration variance vectors for such a process. We assume that the immigrants are not observable and that we can only sample the number of females, males and couples (mating units) in each generation. We develop conditional least square estimators and derive their asymptotic limiting distributions and consistency in the supercritical case.

Independencia en tablas de contingencia desde un punto de vista composicional

Díaz Barrero, José Luis; **Egozcue Rubí, Juan José**; Pawlowsky-Glahn, Vera

Área temática: *Aplicación de la Probabilidad*

Una tabla de contingencia puede interpretarse como un dato composicional y se considera un elemento del simplex. El simplex es un espacio euclídeo con su operación de suma (la perturbación). La métrica de Aitchison proporciona la distancia, norma y producto escalar. Por tanto se dispone de subespacios, proyecciones ortogonales y bases ortonormales. Se definen los subespacios asociados a filas y columnas. La proyección de una tabla en el espacio ortogonal a todas las filas se llama columna marginal geométrica. Se calcula mediante el promedio geométrico de las filas. El conjunto de tablas independientes constituye un subespacio del simplex y la tabla independiente más cercana a la de referencia se calcula como producto de las marginales geométricas. Todo ello permite la descomposición de una tabla en perturbación de dos ortogonales: la independiente y la de interacción. Las normas al cuadrado de las tablas independiente y de interacción permiten definir un índice de dependencia.

Probabilities in the Soccer League

Díaz-Empanza Herrero, Ignacio; Núñez Antón, Vicente

Área temática: *Aplicación de la Probabilidad*

We consider the problem of using the points a given team has in the First division Spanish Soccer League to estimate its probabilities of achieving a specific objective, such as, for example, staying in the first division or playing the European Champions League. We wondered why some specific sports journalists indicate that a team in the first division guarantees its staying in that division if it has a total of forty two points at the end of the regular season. We describe the specific theoretical probability model using the multinomial distribution and, then, introduce two approximations to compute the probability of interest, as well as the exact method. The different proposed methods are then evaluated and also applied to the example that motivated them. One interesting result is that the predicted probabilities can then be dynamically evaluated by using data from the current soccer competition.

Dependencias estocásticas en reaseguros para grandes reclamaciones con retención aleatoria

Escudero Bueno, Laureano; **Ortega Pastor, Eva María**

Área temática: *Aplicación de la Probabilidad*

En Ciencias Actariales, los reaseguros excess-loss y Largest claims se han aplicado en seguros para grandes reclamaciones en los cuales las pérdidas deben ser estudiadas

por separado y requieren una transferencia de riesgos a una compañía reaseguradora. Los seguros médicos privados y las pensiones por invalidez, así como los seguros de riesgos catastróficos y catástrofes naturales, proporcionan ejemplos de aplicación. En este trabajo presentamos un modelo más general de reaseguro en el que la primera compañía se hace cargo de las reclamaciones menores que un nivel de retención aleatorio y estudiamos la influencia de ciertas dependencias estocásticas en la cuantía total de reclamaciones en los modelo individual y colectivo de riesgo. Para ello, analizamos el riesgo mediante el orden en la transformada de Laplace. Nuestra comunicación se completa con aplicaciones, ejemplos, otros resultados auxiliares y una revisión de la literatura relacionada.

Law of large numbers for δ records

Gouet Bañares, Raúl; López Lorente, F. Javier; **Sanz Saiz, Gerardo**

Área temática: *Convergencia y Teoremas del Límite*

Given a sequence of random variables $\{X_n, n \geq 1\}$ and $\delta \in \mathbb{R}$, an observation X_n is a δ -record if $X_n > \max\{X_1, \dots, X_{n-1}\} + \delta$. We obtain weak and strong laws of large numbers for the counting process of δ -records among the first n observations from a sequence of independent identically distributed random variables. Unlike most of the previous works on record statistics in the literature, dealing only with discrete or continuous models, we consider general distributions for the observations. We also provide examples of applications of our results to common probability distributions.

La distribución generalizada univariante de Waring y el sistema discreto de Pearson. Estimación mediante el método de los momentos

Gutiérrez Jáimez, Ramón; Gutiérrez Sánchez, Ramón; **Marmolejo Martín, Juan Antonio**

Área temática: *Aplicación de la Probabilidad*

En este trabajo recogeremos la relación existente entre una variable aleatoria discreta, la distribución generalizada de Waring univariante y el sistema de Pearson discreto. Posteriormente utilizaremos el método de los momentos para estimar esta variable y ver las características comunes que tiene con el mencionado sistema. Para ello, en primer lugar, presentaremos el Sistema de Pearson discreto, haciendo especial incidencia en el método de los momentos, también estudiaremos sus propiedades. A continuación, estudiaremos la distribución univariante generalizada de Waring, finalizando este trabajo con un ejemplo.

Sobre la identificabilidad del proceso de llegadas Markoviano

Lillo Rodríguez, Rosa Elvira; **Ramírez Cobo, Josefa**; Wiper, Michael

Área temática: *Procesos Estocásticos*

Los procesos BMAP constituyen una generalización del proceso de Poisson donde los tiempos entre llegadas son dependientes y no están distribuidos exponencialmente. El MAP es un caso particular del BMAP donde todas las llegadas se producen individualmente. El proceso BMAP se caracteriza porque un proceso de Markov "escondido" va marcando las diferentes tasas de llegadas. En la práctica, sólo los tiempos entre llegadas son observados, sin información alguna sobre el proceso subyacente. De cara a desarrollar un método de inferencia donde la muestra está constituida por los tiempos entre llegadas, es interesante saber cuándo dos procesos MAPs caracterizados por conjuntos de parámetros diferentes, presentan la misma realización del proceso en cuanto a su distribución se refiere. En este trabajo definimos equivalencia entre MAPs en función de lo que definimos como Procesos Efectivos asociados, en el caso de dos y tres estados.

Sistemas coherentes con cinco componentes

Navarro Camacho, Jorge; Rubio Baeza, Rafael

Área temática: *Aplicación de la Probabilidad*

En este trabajo se analiza el tema de la construcción de sistemas coherentes y el cálculo de sus firmas. En primer lugar se hace una buena introducción sobre el tema incluyendo algunos de los resultados más recientes y dando los conceptos básicos necesarios para la construcción de sistemas y el cálculo de sus firmas. En segundo lugar se obtiene un algoritmo que permite el cálculo de todos los sistemas coherentes con n componentes y el cálculo de sus firmas. Dicho algoritmo se ha programado para $n = 5$ y obteniéndose las expresiones de dichos sistemas así como sus firmas. Además se calculan sus medias cuando los componentes son independientes e idénticamente distribuidos.

Sobre la representación de distribuciones de tipo fase como mixturas de distribuciones Erlang

Sangüesa Lafuente, Carmen

Área temática: *Teoría de la Distribución y Probabilidad*

En este trabajo se trata de la representación de las distribuciones de tipo fase como mixturas de distribuciones Erlang con el mismo parámetro de escala. Esta representación puede ser útil para realizar aproximaciones de dichas distribuciones. En la evaluación de cotas de error, resulta de interés tomar el parámetro de escala lo más pequeño posible. Dicho problema está relacionado con una de las diferentes conjeturas planteadas por O'Kinneide sobre propiedades de distribuciones tipo fase (conjetura número 6 en [1]). En nuestro trabajo se pretende dar una cota inferior para el parámetro de escala, así como presentar, con ejemplos sencillos, representaciones analítico matriciales que permitan obtener el parámetro de escala óptimo.

[1] O'Kinneide, C. A. (1999) Phase-type distributions: open problems and a few properties. *Comm. Statist. Stochastic Models*, 15, 731-757.

Orden creciente y convexo de estadísticos de orden

Sordo Díaz, Miguel Ángel

Área temática: *Teoría de la Distribución y Probabilidad*

Dentro del tópico de las ordenaciones estocásticas, resulta de interés estudiar las condiciones bajo las cuáles dos estadísticos de orden son comparables en términos de diferentes órdenes. Así, por ejemplo, es conocido que si dos variables aleatorias están ordenadas estocásticamente, entonces también lo están sus respectivos k -estadísticos de orden. En este trabajo se estudian condiciones suficientes para ordenar, en términos del orden creciente y convexo, los k -estadísticos de orden correspondientes a dos variables aleatorias no ordenadas estocásticamente.

Parte III

Pósteres

ESTADÍSTICA

La Responsabilidad Social Corporativa en el tejido empresarial aragonés. Un análisis estadístico bayesiano basado en ecuaciones estructurales

Agudo Valiente, José María; **Gargallo Valero, Pilar**; Salvador Figueras, Manuel

Área temática: *Análisis Multivariante*

En este trabajo se plantea un modelo de ecuaciones estructurales para medir el grado de desarrollo en Responsabilidad Social Corporativa (RSC) en las PYMES aragonesas. El análisis se realiza desde una óptica bayesiana, lo cual nos permite realizar un tratamiento más efectivo de los datos missing así como una estimación del nivel de gestión integral de RSC para cada una de las empresas analizadas. Utilizando esta información es posible poner de manifiesto los patrones de comportamiento más significativos existentes en el tejido empresarial aragonés con respecto a su grado de desarrollo en RSC.

Un modelo de regresión logística personalizado para explicar el abandono de los estudiantes universitarios

Aguilera Morillo, María del Carmen; Araque, Francisco; Roldán López de Hierro, Concepción; Salguero, Alberto

Área temática: *Análisis Multivariante*

En este trabajo se propone utilizar un modelo de regresión logística personalizado a distintas facultades situadas en la ciudad de Granada para explicar una tasa de abandono que el Ministerio de Educación y Ciencia cifra en torno al 40%. En la facultad de Ingeniería Informática y Comunicación se han analizado los datos de 10.844 estudiantes, en Filosofía y Letras se han analizado 39.241 datos y en Económicas y Empresariales 25.745 datos, mostrando unas tasas de abandono que corroboran al alza los datos del Ministerio y que en el caso de Filosofía y Letras supera el 60%. Los modelos obtenidos representan satisfactoriamente los datos y muestran una serie de variables que reiteradamente se repiten en la explicación del abandono. Estas variables son edad de inicio de la titulación, estudios del padre y de la madre, tasa de rendimiento, tasa de éxito, nota media y modalidad de acceso. Estos modelos se proponen como paso previo a la elaboración de un Plan de Acción que reduzca el abandono.

La web como modelo de negocio en el sector del aceite de oliva

Alba Fernández, M^a Virtudes; Jiménez Jiménez, Francisca; Montijano Guardia, Francisco

Área temática: *Análisis de Datos Categóricos*

El uso de internet como medio de comunicación está generalizándose en todos los ámbitos de la sociedad y en particular en la economía, generando cambios en los modelos de relaciones comerciales. En este contexto de nuevos modelos de negocio, la presencia de las empresas del sector del aceite de oliva es todavía escasa, aunque el número de recursos en la Red (páginas web, listas de correo, grupos de discusión, market-place, etc) relacionados con este sector es relativamente elevado. La encuesta del INE (2006-2007) sobre el uso de las TIC's en las empresas españolas muestra que el 51.9% de las empresas a nivel nacional y 46.2% a nivel andaluz tienen página web. Para contextualizar estos datos en el sector del aceite de oliva, en este trabajo presentamos los resultados de un estudio exploratorio para conocer el grado y la forma en que las empresas de este sector están haciendo uso de la tecnología Web.

Recursos didácticos on-line para el aprendizaje de Estadística

Alfonso Uxó, Alejandro; Lara Porras, Ana María; Ramos Ábalos, Eva María; **Raya Miranda, Rocío**; Sánchez Borrego, Ismael Ramón

Área temática: *Didáctica de la Estadística*

En este trabajo se presentan distintos recursos didácticos on-line para el aprendizaje de Estadística con SPSS disponibles en <http://www.ugr.es/local/bioestad>, de libre acceso y basados en la Guía interactiva de aprendizaje de Estadística con SPSS 2.1, que contiene un emulador del programa estadístico SPSS y en la que se ha modificado y actualizado el contenido de ésta con nuevas prácticas relativas a contrastes de hipótesis paramétricos y no paramétricos. Debido al desarrollo que ha experimentado la enseñanza universitaria en los últimos años (adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior) ha sido necesaria una renovación de la docencia utilizando nuevas tecnologías. De esta manera, se trata de fomentar el trabajo autónomo y participativo del alumno. El portal Web consta de diferentes apartados donde se encuentran enlaces a los temas de teoría, problemas y prácticas, así como algunas cuestiones complementarias (tablas, fechas de exámenes, profesores, etc.).

Análisis de indicadores de sostenibilidad mediante técnicas de agrupación de series temporales

Alonso Fernández, Andrés M.; Benayas del Alamo, Javier; García Ventura, Diego; Justel Eusebio, Ana

Área temática: *Series Temporales*

Los indicadores de sostenibilidad son un instrumento de evaluación cada vez más extendido y utilizado a distintos niveles de agregación. En este trabajo se utilizan nuevas técnicas estadísticas para obtener clusters a partir de un conjunto de indicadores de sostenibilidad. Hasta ahora, todos los trabajos de este tipo se limitaban a la agrupación con

datos estáticos, mostrando una foto fija sobre la actuación de distintos colectivos. La novedad en este trabajo es la incorporación de información histórica en el análisis cluster mediante la aplicación del procedimiento para series temporales propuesto por Alonso et al (2006). La aplicación de esta técnica para cluster de series temporales a distintos conjuntos de datos pone de manifiesto que las agrupaciones elaboradas a partir de información estática no ofrecen un escenario realista sobre la actitud ante la sostenibilidad de los países en temas como las emisiones de CO₂, consumo per cápita de electricidad y agua, o niveles de desempleo.

A time series Bootstrap procedure for interpolation intervals

Alonso Fernández, Andrés M.; **García Sipols, Ana Elizabeth**

Área temática: *Estadística No Paramétrica*

A sieve bootstrap procedure for constructing interpolation intervals for a general class of linear processes is proposed. This sieve bootstrap provides consistent estimators of the conditional distribution of the missing values, given observed data. A Monte Carlo experiment is used to show the finite sample properties of the sieve bootstrap and finally, the performance of the proposed method is illustrated with a real data example

Un modelo de difusión Gompertz sobre el plano

Angulo Ibáñez, José Miguel; Gutiérrez Jáimez, Ramón; Gutiérrez Sánchez, Ramón; **Roldán López de Hierro, Concepción**

Área temática: *Estadística Espacial*

En este trabajo se propone un modelo de difusión Gompertz para datos observados en el plano que toman valores positivos y presentan una gran variabilidad. En primer lugar se introduce el modelo de difusión a través de una transformación de un proceso de difusión espacial Gaussiano y, a continuación, se desarrolla la estimación por máxima verosimilitud a partir de observaciones obtenidas sobre mallas regulares. Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los proyectos MTM2005-09209 y MTM2005-08597 de la DGI, Ministerio de Educación y Ciencia y los proyectos FQM-2271 y FQM-990 de la CICYE de Andalucía.

Filtrado de señales a partir de observaciones inciertas procedentes de múltiples sensores

Caballero Águila, Raquel; Hermoso Carazo, Aurora; Linares Pérez, Josefa

Área temática: *Técnicas de Predicción*

Se considera el problema de estimación mínimo cuadrática de señales discretas a partir de observaciones inciertas procedentes de múltiples sensores. Se supone que, en cada instante de tiempo, la observación de cada sensor puede contener a la señal o ser

únicamente ruido. Esta incertidumbre de las observaciones se modeliza mediante una sucesión de variables aleatorias de Bernoulli correladas en instantes consecutivos. Bajo la hipótesis de que las propiedades estadísticas de tales variables no son necesariamente las mismas en cada sensor, se propone un algoritmo de filtrado lineal, cuya deducción se basa en la técnica de innovaciones. La hipótesis de correlación entre las variables que modelizan la incertidumbre de las observaciones permite abordar situaciones en las que la señal no puede estar ausente en dos observaciones consecutivas (por ejemplo, problemas de transmisión con sensores stand-by que detectan cualquier fallo de transmisión y el sensor antiguo es reemplazado de inmediato).

Análisis estadístico de la alta productividad en las empresas españolas

Cabanelas Lorenzo, Pablo; Cabanelas Omil, José; González-Portela Garrido, Trinidad;
Vaamonde Liste, Antonio

Área temática: *Estadística No Paramétrica*

La productividad de las empresas es un factor de gran importancia ligado al desarrollo económico, que contribuye a explicar las diferencias en el nivel económico de los distintos países y regiones, así como sus ritmos de crecimiento. Las causas de la productividad y de su evolución radican fundamentalmente en la formación y capacitación de los trabajadores, tanto previa a su incorporación a la empresa como posterior, en los avances organizativos, y en la innovación tecnológica desarrollada o asimilada por la empresa. En este trabajo se analiza estadísticamente la productividad de las empresas españolas, considerando algunos posibles factores explicativos de carácter general como la localización geográfica, el sector en el que desarrolla su actividad, y el tamaño de la empresa entre otros factores.

Contraste de igualdad de curvas COR en condiciones de no intercambiabilidad

Carleos Artime, Carlos Enrique; Corral Blanco, Norberto; Martínez Cambor, Pablo

Área temática: *Bioestadística*

El método más usado para la contrastación no paramétrica de la igualdad de dos o más pruebas diagnósticas es la contrastación de la igualdad de dos o más curvas características de operación en recepción (COR). Los métodos no paramétricos son especialmente interesantes, dada la variedad de distribuciones con que se enfrentan los investigadores. Los estadísticos no paramétricos presentados con anterioridad requieren el cumplimiento de una oscura hipótesis de simetría (intercambiabilidad) en la distribución conjunta de las medidas diagnósticas. Se discute aquí un enfoque para abordar el contraste sin necesidad de recurrir a la hipótesis de intercambiabilidad, y se presentan estadísticos casi tan potentes como los anteriores bajo intercambiabilidad, y más potentes en condiciones de no intercambiabilidad.

Utilización de algoritmos de Global Testing para validar grupos de genes significativos asignables a respuestas clínicas

De las Rivas Sanz, Javier; Fontanillo Fontanillo, Celia; Hernández Rivas, Jesús María; Rivas López, María Jesús; Rodríguez Vicente, Ana; **Sánchez Santos, José Manuel**

Área temática: *Bioinformática*

Global Testing es un algoritmo estadístico para comprobar la asociación de variables a un factor o condición de respuesta en un conjunto de muestras. Se utiliza en estudios genómicos con microarrays para determinar si el perfil de expresión génica de un grupo de genes está significativamente asociado a un factor o condición clínica de interés. Los grupos de genes, de cualquier tamaño, son elegidos a priori según patrones, anotaciones o criterios conocidos. Se basa en modelos lineales generalizados que usan funciones enlace cuya elección depende de la naturaleza de la respuesta clínica objeto del estudio. En este trabajo presentamos un análisis de los parámetros del algoritmo y lo aplicamos de modo concreto a un conjunto de datos de 31 microarrays de pacientes con Leucemia Linfática Crónica (CLL) sobre varias condiciones clínicas de interés: método de procesamiento de la muestra, procedencia (médula ósea o sangre periférica), pérdida de parte del cromosoma 13, pronóstico.

Facing incomplete data due to the double truncation scheme

De Uña Álvarez, Jacobo; **Macedo Moreira, Carla María**

Área temática: *Análisis de Supervivencia*

One important reason for specialized statistical models and methods for survival time is the need to accommodate some of the items of the sample by the previous occurrence of some other event called a loss. There are various types of losses that lead to incomplete data, i.e., grouping, censoring and/or truncation. Truncated data appear in a number of fields including Astronomy, Economics and Survival Analysis. The statistical methods were deeply investigated in the eighties and early nineties, for situations involving left-truncated data; however, for two-sided truncation the literature is much scarcer. In this paper we present some statistical methods involving doubly truncated data in various fields. The application of the referred techniques to real data is also included.

Supervivencia multivariante con sucesos recurrentes consecutivos en datos de cáncer de pulmón

Del Moral Ávila, M^a José; García Leal, Julia; Martínez Álvarez, Fernando; **Navarrete Álvarez, Esteban**; Quesada Rubio, José Manuel; Rosales Moreno, M^a Jesús

Área temática: *Análisis de Supervivencia*

En los últimos tiempos se están considerando datos de supervivencia multivariante referidos a sucesos recurrentes en forma consecutiva a diferencia de utilizar sucesos recu-

rentes desde el principio del estudio. En esta comunicación se aborda este nuevo enfoque utilizando para ello datos de enfermos de cáncer de pulmón. Se modela a través de un frailty bajo hipótesis de riesgo proporcional y covariables introducidas bajo hipótesis de vida acelerada. Se pretende hacer comparaciones de resultados respecto al modelo anterior a través de simulación y probándose con dichos datos de cáncer de pulmón.

Análisis de supervivencia mediante modelos aditivos y multiplicativos en enfermos de cáncer de pulmón en la provincia de Granada

Del Moral Ávila, M^a José; García Leal, Julia; Martínez Álvarez, Fernando; Navarrete Álvarez, Esteban; **Quesada Rubio, José Manuel**; Rosales Moreno, M^a Jesús

Área temática: *Análisis de Supervivencia*

En este trabajo realizamos un estudio retrospectivo de los pacientes diagnosticados de cáncer de pulmón desde 1987 a 1996 en el Hospital Universitario Virgen de las Nieves (Granada), mediante análisis de supervivencia. Algunos factores, como la edad, la forma de acceso a los servicios sanitarios, la diferencia en las pautas de tratamiento y el retraso en el diagnóstico y la intervención quirúrgica, podrían modificar las pautas terapéuticas y el pronóstico. Analizamos la incidencia y la supervivencia de los pacientes diagnosticados a través de modelos de supervivencia y seleccionamos las características más importantes que influyen en el tiempo de supervivencia. Utilizaremos modelos de riesgo multiplicativo y aditivo considerando como tiempo de supervivencia el tiempo hasta la muerte y las covariables más significativas que hemos seleccionado previamente en este estudio. Abordaremos la diagnosis del modelo mediante el análisis de los residuos.

Desarrollo de un sistema de puntuación para clasificación/predicción de datos biomédicos

Díez, Jesús; **Pérez Fernández, Elia**; San José Valiente, Belén

Área temática: *Bioestadística*

En Biomedicina es frecuente el desarrollo de modelos estadísticos multivariantes (Regresión Lineal, Logística, de Riesgos Proporcionales de Cox) para estimar el riesgo de una determinada enfermedad. Estos modelos, bajo los supuestos de buena discriminación y calibración, cuantifican el impacto de los factores de riesgo asociados, pero su complejidad hace difícil su uso en la práctica clínica diaria. Los sistemas de puntuación son la transformación de estos modelos en una herramienta de fácil aplicación en el proceso de toma de decisiones. Se construyen a partir de los coeficientes de regresión estimados, ponderando el aporte de cada factor al riesgo total. Asegurar una buena concordancia entre el riesgo estimado por el sistema de puntos y el riesgo estimado por el modelo multivariante permite que se minimice la pérdida de información. El objetivo de este trabajo es describir la metodología a seguir en el desarrollo de un sistema de puntuación a partir de un caso práctico.

Distribuciones univariante y bivalente de von Mises aplicadas a análisis de sismicidad en la península Ibérica

Esquivel Sánchez, Francisco Javier; Gutiérrez Jáimez, Ramón; Stich, Daniel

Área temática: *Análisis Multivariante*

En este artículo se consideran algunas variables angulares implicadas en el análisis de sismicidad correspondiente a terremotos observados en la región de la península Ibérica (periodo 1984-2003). En particular se considera, por un lado, la variable “magnitud-momento-sísmico” que se analiza mediante técnicas de la Estadística Descriptiva Circular; y por otro lado, se consideran las variables interrelacionadas, “strike” y “rake” que marginalmente y conjuntamente se modelizan mediante distribuciones univariantes y bivariantes de von Mises que se ajustan a los datos estudiados mediante métodos de inferencia estadística.

Distribuciones a priori para la proporción de artículos defectuosos

Fernández, Arturo Javier; **Pérez González, Carlos**

Área temática: *Fiabilidad*

En muchos procesos de producción, la probabilidad de obtener una unidad defectuosa no debería considerarse constante, incluso cuando el proceso es estable y está bajo control. A menudo, es posible elegir un modelo a priori adecuado que describa la variabilidad de la proporción de productos defectuosos, p , utilizando la experiencia previa acumulada. Este artículo considera una familia de distribuciones a priori beta generalizada, varias distribuciones de máxima entropía que verifican diversas restricciones admisibles y otros modelos, los cuales permiten además limitar el rango de posibles valores de p . Puesto que el productor puede especificar una distribución a priori que el consumidor no está dispuesto a admitir, se proponen ciertos modelos imparciales con objeto de asegurar la neutralidad de la distribución. Además de reducir los costes del muestreo, el uso de información a priori permite una evaluación más realista de los riesgos en el diseño de los planes de aceptación.

Estudio de un sistema reparable con degradación usando distribuciones tipo-fase

Fernández Pascual, Rosaura; **Montoro Cazorla, Delia;** Pérez Ocón, Rafael

Área temática: *Fiabilidad*

Se considera un sistema sometido a dos tipos de fallos: internos y externos. Los fallos causan daños en el sistema. En función del nivel de deterioro del mismo se plantean dos tipos de reparación: minimal y perfecta. Los tiempos de funcionamiento y reparación del sistema siguen distribuciones tipo-fase. Los fallos externos son no reparables. El nivel máximo de reparaciones está fijado. Para este sistema se construye el proceso de Markov

que lo gobierna. Se calcula la distribución estacionaria y las principales medidas de interés. Finalmente, se ilustran los resultados mediante una aplicación numérica.

Robustez del filtrado de secuencias de datos funcionales espaciales fractales

Fernández Pascual, Rosaura; Ruiz Medina, María Dolores

Área temática: *Estadística Espacial*

Se estudia el problema de filtrado de secuencias de datos funcionales espaciales fractales. La información muestral funcional viene dada por una secuencia temporal de realizaciones espaciales del proceso solución de una ecuación pseudodiferencial, afectadas por un ruido Hilbert-valuado. La robustez del estimador funcional depende de los niveles de fractalidad espacial del ruido de observación y la regularidad local del proceso de interés. La estabilidad del problema se ve afectada por la autosimilaridad de la condición inicial, la velocidad de caída de los momentos funcionales que caracterizan la condición inicial y el ruido de observación. Se consideran diferentes escenarios paramétricos para mostrar, mediante simulación, el efecto del ruido de observación, la autosimilaridad de las condiciones iniciales, los rangos de dependencia espacial y la densidad de localizaciones espaciales. Agradecimientos a los proyectos MTM2005-08597 de la DGI, MEC y P05-FQM-00990, P06-FQM-02271 del CICE.

Estimación de la varianza en base a un modelo no paramétrico en el muestreo sistemático. Un estudio de simulación

Francisco Fernández, Mario; Opsomer, Jean

Área temática: *Estadística No Paramétrica*

En el caso del muestreo sistemático la media poblacional se estima por la b -ésima media muestral. La mayoría de los estimadores estudiados de la varianza de este estimador de la media son de tipo "model-free", o basados en un modelo paramétrico que pueden carecer de robustez y depender excesivamente del modelo supuesto. Esta deficiencia puede ser parcialmente evitada con la utilización de modelos no paramétricos. Esta clase de modelos requieren hipótesis mucho menos restrictivas sobre la forma y la relación entre variables, de aquí que el riesgo en la elección de un modelo equivocado se reduce significativamente. En este trabajo presentamos un estimador de la varianza basado en un modelo no paramétrico heterocedástico. Para ello hemos utilizado estimadores de la regresión y la varianza de tipo polinómico local. Además, hemos comparado en un completo estudio de simulación este estimador con otros basados en modelos paramétricos o basados en el diseño.

Estimación mediante el escalograma funcional espectral de estructuras de dependencia fuerte en el espacio y tiempo

Frías Bustamante, María Pilar; Ruiz Medina, María Dolores

Área temática: *Estadística Espacial*

Se formulan estimadores semiparamétricos de modelos espacio-temporales anisotrópicos con dependencias de largo rango a partir de datos funcionales espectrales. Más concretamente, se realiza un análisis wavelet de dichos datos, en términos de funciones wavelet con soporte compacto localizadas en las frecuencias bajas. Se aplican entonces las técnicas usuales de regresión lineal a partir del log-escalograma funcional suavizado respecto al parámetro de localización. Se ilustra mediante un estudio de simulación la sensibilidad del sesgo de las estimaciones respecto al suavizamiento del escalograma, así como el efecto de dicho suavizamiento sobre la magnitud de la varianza de los errores cuadráticos. Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto MTM2005-08597 de la DGI, MEC, y P05-FQM-00990, P06-FQM-02271 del CICE.

Aplicación de técnicas de mínimos cuadrados parciales para el análisis de señales de magnetoencefalografía

García Escudero, Luis Ángel; **González Arteaga, María Teresa;** Mayo Iscar, Agustín

Área temática: *Análisis Multivariante*

La Magnetoencefalografía (MEG) es una técnica no invasiva de neuroimagen que registra la actividad funcional cerebral. En el presente trabajo manejamos datos en forma de señales de la actividad cerebral registrada con un equipo MEG en 148 canales que cubren todo el cerebro.

Se presentará el análisis de señales MEG en enfermos de Alzheimer y controles sanos. Durante el tiempo en que se realiza el registro los sujetos permanecen en reposo. A partir de la estimación de la densidad espectral de estas señales en las cinco bandas de frecuencia convencionales en cada canal de cada sujeto, aplicamos métodos de mínimos cuadrados parciales adecuados para situaciones en las que disponemos de pocos sujetos y muchas variables explicativas.

Estimador combinado del producto poblacional tipo producto en el muestreo sucesivo

García Luengo, Amelia Victoria; Oña Casado, Inmaculada

Área temática: *Técnicas de Muestreo*

Desarrollamos la teoría en muestreo sucesivo para construir el estimador óptimo del producto de las medias en la segunda ocasión combinando para la parte no común de la muestra un estimador directo del producto y para la parte común de la muestra un estimador del producto tipo producto de doble muestreo. La utilización de este estimador

se hace al principio para obtener estimaciones separadas de las medias poblacionales. Dicho estimador supone que una característica de la segunda ocasión está correlacionada negativamente con una variable auxiliar de la primera ocasión. De la misma manera, la otra característica, de la segunda ocasión está correlacionada negativamente con otra variable auxiliar de la primera ocasión. Se calcula la fracción óptima de solapamiento y la curva de la ganancia en precisión del estimador combinado del producto poblacional, frente al estimador clásico.

Desarrollo de un sistema para la detección temprana de la enfermedad del Parkinson sobre señales de ECG

García Sánchez, Antonio; **Guillamón Frutos, Antonio**; Monge Ardiles, Antonio; Ramón Valencia, Jairo Lenin; Roca Dorda, Joaquín; Roca González, Joaquín

Área temática: *Bioestadística*

El estudio de la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) mediante métodos no invasivos, puede ayudar a determinar parámetros aptos para la identificación temprana de la Enfermedad de Parkinson y Parkinsonismos. Dichas señales deben ser obtenidas mientras el paciente realiza distintas actividades físicas para estimular la función autónoma cardiovascular. A partir de dichas señales, se ha desarrollado una aplicación en entrono Labview que proporciona una batería de parámetros, tanto en dominio del tiempo como de la frecuencia que, tras su filtrado, permite la clasificación de un determinado paciente dentro del grupo de riesgo en el padecimiento de la enfermedad del Parkinson o dentro del grupo de control. Actualmente el sistema propuesto se encuentra en fase de pruebas, sobre enfermos con Parkinson y controles, en los Hospitales Virgen del Rossell de Cartagena y General de Alicante proporcionando hasta la fecha, una alta fiabilidad sobre ambos grupos.

Muscle fatigue patterns in sports training

Gastón Romeo, Martín; Izquierdo, Mikel; León Mendoza, María Teresa; **Mallor Giménez, Fermín**

Área temática: *Bioestadística*

El estudio de la fatiga muscular interesa tanto en el ámbito deportivo, en el que se persigue una mejora en el rendimiento, como en el de la salud, en el que se trata de mejorar la calidad de vida de las personas con ciertas enfermedades crónicas. Numerosos trabajos utilizan parámetros que reflejan cambios en la potencia como indicadores indirectos de fatiga. En este trabajo llevamos a cabo un tratamiento estadístico de las curvas de potencia de un grupo de deportistas entrenados que realizan varias series de ejercicios de extensión de piernas. Las técnicas de Análisis de Datos Funcionales permiten trabajar con las curvas completas como datos y abordar el problema de una manera diferente al enfoque tradicional. Utilizando el programa R presentamos una descripción de las curvas de potencia, que incluye un análisis de componentes principales y un análisis cluster que posibilitan la obtención de diferentes patrones de fatiga muscular.

Estadística y educación para el desarrollo: una mirada conjunta

Gibergans Báguena, José; **Ortego, M.I.**

Área temática: *Didáctica de la Estadística*

En este trabajo se presentan los materiales “El análisis de datos estadístico en cooperación para el desarrollo: algunos casos prácticos”, una herramienta docente que incorpora contenidos estadísticos y aplicaciones multidisciplinares. En el contexto de reforma hacia el EEES es importante una formación global, con competencias transversales más allá de las técnicas. La ETSECCPB ha impulsado un bloque de asignaturas de Cooperación cuya puesta en marcha hizo patente la necesidad de un enfoque estadístico de los contenidos. Desde entonces se han ido recopilando casos prácticos y experiencias en diferentes ámbitos, conformando un conjunto de materiales utilizados en asignaturas de Cooperación y de Estadística. En las asignaturas donde han sido utilizados han tenido una buena acogida por parte del alumnado y del profesorado. La colaboración con otros miembros de la comunidad universitaria permitirá adaptar y mejorar estos materiales para así ampliar sus contenidos y su ámbito de aplicación.

Estimación de segundo grado en sistemas no lineales discretos

Hermoso Carazo, Aurora; Linares Pérez, Josefa; **Valenzuela Ruiz, Silvia M^a**

Área temática: *Técnicas de Predicción*

El objetivo de este trabajo es obtener un estimador de segundo grado en sistemas discretos no lineales. Para tales sistemas, uno de los métodos de estimación más usado es el filtro de Kalman extendido, cuya idea básica es linealizar el sistema aplicando el desarrollo en serie de Taylor y aplicar el filtro de Kalman. Teniendo en cuenta que, en sistemas lineales no gaussianos, una función polinomial de segundo grado de las observaciones proporciona estimadores con menor error cuadrático medio que el filtro de Kalman, nuestro objetivo es obtener un algoritmo de estimación cuadrática para sistemas no lineales basándonos, como en el filtro de Kalman extendido, en la linealización del sistema. El procedimiento, una vez obtenido el sistema linealizado, es construir un sistema aumentado, en el que los vectores estado y observación se obtienen añadiendo a los vectores estado y observación del sistema linealizado sus potencias de segundo orden, definidas mediante el producto de Kronecker.

On the computer generation of the Gompertz-Makeham distribution

Jodrá Esteban, Pedro

Área temática: *Simulación*

We give a closed-form expression in terms of the Lambert W function for the quantile function of the Gompertz-Makeham distribution. This probability distribution was introduced in 1860 by the British actuary William M. Makeham and has often been used

to describe human mortality and to establish actuarial tables. The analytical expression provided for the quantile function is helpful to generate random samples drawn from the Gompertz-Makeham distribution by means of the inverse transform method. Our procedure is computationally simpler than the algorithms proposed by Hodemakers et al. (2005), Pai (1997) and Scollnik (1995), taking into account that the Lambert W function is implemented efficiently in the most widespread symbolic computation packages.

Algunos métodos de proyección y sus aplicaciones

Lacruz Casaucau, Beatriz; **Pruneda González, Rosa Eva**

Área temática: *Estadística Computacional*

Diferentes métodos de proyección han sido aplicados a la resolución de algunos problemas algebraicos de interés en estadística. En este trabajo se comparan algunos de ellos, basados en la misma estrategia de pivotaje, en términos de su coste computacional y su capacidad para resolver problemas como la resolución de ecuaciones lineales, la obtención de la inversa de una matriz y la detección de relaciones lineales entre vectores.

Enseñanza/aprendizaje de la Probabilidad: Herramientas on-line

Lara Porras, Ana María; Román Montoya, Yolanda

Área temática: *Didáctica de la Estadística*

Presentamos un modelo de enseñanza/aprendizaje de la Probabilidad basado en un sistema de desarrollo conjunto de docencia e investigación en el que el diálogo profesor-alumno constituye una herramienta fundamental en el aula. Proponemos a nuestros alumnos la utilización de páginas Web para la investigación y manipulación de los conceptos impartidos en clase. El alumno aprende empíricamente el concepto de probabilidad contrastando los diferentes resultados teóricos. La comunicación, virtual, se establece a través de la plataforma de enseñanza/aprendizaje, SWAD, de la Universidad de Granada. Cada alumno aporta al grupo sus aspiraciones, dudas y avances promoviendo la aparición de nuevas metas y diferentes formas de alcanzarlas.

Indicadores sintéticos para la medición de la calidad de vida: una aproximación al caso gallego

López Vizcaíno, Esther; **Sánchez Fernández, Patricio**; Vaamonde Liste, Antonio

Área temática: *Análisis Multivariante*

La presente comunicación pretende desarrollar, a modo de propuesta, un método para la medición y el análisis de la calidad de vida de un territorio. Con este propósito y, frente a otros tipos de indicadores biológicos o subjetivos, el foco de atención se centra en un amplio conjunto de variables con la finalidad de obtener un indicador sintético de carácter multivariante. Para ello se emplea la técnica del Análisis Envoltente de Datos

(DEA), habitualmente utilizada en otros campos científicos y académicos y que, en este caso se utiliza para la construcción del indicador sintético. Como muestra de su aplicación empírica, se procede con su desarrollo para el caso de Galicia donde se lleva a cabo un análisis desagregado territorialmente a nivel comarcal. Este indicador permitirá la comparación de las comarcas en términos de calidad de vida. Los resultados obtenidos proporcionarán una diferenciación entre comarcas, así como un conjunto de variables que sirven de referencia.

Variabilidad espacio-temporal de regímenes extremales de oleaje en el litoral español

Losada, Íñigo; **Luceño Vázquez, Alberto**; Méndez, Fernando; Menéndez, Melisa

Área temática: *Modelos Estadísticos*

El diseño de las obras marítimas requiere una adecuada descripción de las acciones a las que va a estar sometida durante su vida útil. En particular, es necesario conocer el régimen extremal de variables tales como la altura de ola significativa, la velocidad del viento, etc. En este trabajo se analizan datos de oleaje de las boyas y los satélites que cubren el litoral español, teniendo en cuenta la variabilidad estacional, interanual y las posibles tendencias de largo plazo. Para ello, se utiliza la teoría de valores extremos no estacionarios.

Clasificación y predicción con datos de alta dimensión: Aplicación del algoritmo BOOSTING en el desarrollo de biomarcadores

Madero, Rosario; Pérez Fernández, Elia; San José Valiente, Belén

Área temática: *Bioestadística*

Los estudios de genómica y proteómica generan datos de alta dimensión como niveles de expresión de miles de genes (PDR-rt, microarrays) o las intensidades de un gran número de picos (espectrometría de masas). Estos datos recogen variables muy correladas y generalmente se dispone de muestras pequeñas para tratar de obtener buenos sistemas de clasificación o predicción. Los métodos estadísticos tradicionales (análisis discriminante, regresión logística) con frecuencia no son eficientes debido a problemas de tamaño muestral y sobreajuste. Una estrategia que mejora los resultados es el proceso llamado BOOSTING, que aplica un clasificador de manera secuencial a sucesivas versiones de la muestra obtenidas tras reponderar los casos y combinando los resultados de muchos clasificadores mediocres en un resultado potente. Nosotros aplicamos diferentes métodos de Boosting a datos que representan expresiones de proteínas en muestras tumorales usando espectrometría de masas por el método MALDI-TOF.

DO Validation: un nuevo selector del parámetro de suavizado en estimación núcleo de densidades

Mammen, Enno; **Martínez Miranda, María Dolores**; Nielsen, Jens P.; Sperlich, Stefan

Área temática: *Estadística No Paramétrica*

La selección del parámetro de suavizado es un problema de crucial importancia en la estimación no paramétrica de densidades. Cross Validation es uno de los métodos de selección más utilizados en la práctica debido fundamentalmente a su simplicidad. Sin embargo, este método presenta serios inconvenientes entre los que destaca su falta de estabilidad. Los selectores tipo plug-in permiten corregir esta falta de estabilidad exhibiendo un mejor comportamiento asintótico. En este trabajo se propone un nuevo selector del parámetro de suavizado basado en el principio de validación al que nos referimos por DO Validation (Double One-Sided Validation). El selector comparte con Cross Validation la simplicidad en las aplicaciones prácticas, pero presenta un comportamiento asintótico notablemente superior, similar al del método plug-in. Un estudio finito-muestral permite comprobar la superioridad de DO Validation frente a otros conocidos selectores.

Análisis bayesiano de datos mal clasificados en presencia de covariables

Martín, Jacinto; Pérez Sánchez, Carlos Javier

Área temática: *Métodos Bayesianos*

En muchas ocasiones, la recogida de datos está sujeta a errores de clasificación. Estos errores introducen un sesgo en los estimadores de los modelos que no los consideran. La situación ideal para tratar estos modelos es la comparación con un modelo sin errores. Sin embargo, en general, esto no es posible. En este trabajo presentamos un análisis bayesiano de datos mal clasificados en presencia de covariables. En concreto, extendemos los modelos lineales generalizados a este tipo de datos. Cuando se analizan estos datos sin covariables suelen surgir modelos con parámetros no identificables y el uso de distribuciones a priori informativas permite analizar el modelo de modo eficiente. Cuando tenemos variables explicativas, el modelo se vuelve identificable y podemos utilizar distribuciones a priori no informativas. Analizamos, también, la especificidad y sensibilidad de un test, relacionándolos con los errores de clasificación.

Combinando opiniones de expertos mediante mixturas de distribuciones a priori

Martín, Jacinto; Pérez Sánchez, Carlos Javier; **Rufo Bazaga, María Jesús**

Área temática: *Métodos Bayesianos*

Este trabajo propone un método general para el análisis Bayesiano de las familias exponenciales naturales con varianza cuadrática en presencia de distintas fuentes de información a priori. La información obtenida de cada fuente se representa como una distribución a priori conjugada. Posteriormente, se propone un modelo de mixtura para expresar un consenso entre las fuentes. Se considera el caso en el que los pesos son desconocidos y éstos se calculan utilizando un método basado en distancias de Kullback-Leibler (KL).

Una ventaja es que el procedimiento conduce a una solución analítica. Además, es posible una implementación directa para todas las familias de la clase. Finalmente, se analizan las discrepancias entre la decisión final y las decisiones individuales usando distancias de KL. Estas distancias se estiman mediante un procedimiento de bajo coste computacional basado en el método Montecarlo.

Nueva calibración de la distancia de Cook para la diagnosis en regresión logística

Martín Apaolaza, Nirian; Pardo Llorente, Leandro

Área temática: *Análisis de Datos Categóricos*

Desde que Cook (1977) propusiera una medida de influencia en Regresión Lineal, la distancia de Cook ha sido aplicada en distintos modelos y se han propuesto numerosas medidas alternativas, para la diagnosis, basadas en ella. En Regresión Logística la distancia de Cook fue estudiada por Pregibon (1981) y Johnson (1985). En ambos modelos la cota clásica utilizada para calibrar la distancia de Cook es la mediana de una v.a. ji-cuadrado con tantos grados de libertad como variables en el modelo más uno. Las aportaciones teóricas desarrolladas en este trabajo son, básicamente, dos: por un lado se demuestra cuál es la distribución asintótica de la distancia de Cook para el modelo de Regresión Logística, desconocida hasta el momento, y por otro lado se propone una nueva medida leverage con una interpretación acorde al propio modelo. Como consecuencia de ambas se logra que en la práctica se disponga de una cota razonable de referencia para la utilización de la distancia de Cook.

Diseños D-óptimos para regresión polinómica ponderada

Martínez López, Ignacio; **Ortiz Rodríguez, Isabel María**; Rodríguez Torrablanca, Carmelo

Área temática: *Diseño de Experimentos*

En este trabajo se estudian los diseños D-óptimos para modelos de regresión polinómica heterocedástica. Se consideran diferentes funciones de peso. Los diseños calculados están igualmente soportados en las raíces del polinomio característico construido a partir del autovector asociado a un autovalor de una matriz. Esta matriz se obtiene a partir de una ecuación diferencial que satisface el polinomio mónico cuyos ceros son los puntos del diseño óptimo. Se deducen algunas propiedades de invarianza frente a transformaciones del intervalo de diseño. Por último, se realiza un estudio de eficiencia para comprobar el comportamiento de los diseños soportados en los cuantiles de la distribución arco seno.

Aplicación de técnicas de aprendizaje colaborativo basado en proyectos a la docencia de Estadística en Ciencias Veterinarias

Pérez Sánchez, Carlos Javier; Ramos Cantariño, Alfonso; Rufo Bazaga, María Jesús

Área temática: *Didáctica de la Estadística*

El aprendizaje colaborativo basado en proyectos constituye una herramienta muy útil en el proceso de enseñanza/aprendizaje y encaja perfectamente en las metodologías docentes para el Espacio Europeo de Educación Superior. En este esquema, los profesores proponen uno o varios casos inspirados en situaciones reales, que los estudiantes deben resolver en grupo. De este modo, se favorece el aprendizaje activo en colaboración, se enseña a aprender y a integrar la teoría con la práctica. En este trabajo se presenta una experiencia piloto consistente en aplicar esta metodología a una asignatura de estadística en la titulación de Veterinaria. En este contexto, se proponen proyectos con casos reales aprovechando la gran cantidad y diversidad de datos que se obtienen a partir de las investigaciones que se realizan en la Facultad. Los resultados de la experiencia muestran que esta metodología es adecuada para la consecución de algunas competencias de la titulación.

Estimación de modelos de ecuaciones estructurales con estructura de medias

Revuelta Menéndez, Javier; Ximénez, Carmen

Área temática: *Análisis Multivariante*

Este trabajo presenta un modelo de ecuaciones estructurales con estructura de medias, las ecuaciones de estimación y un ejemplo empírico. Estos modelos utilizan ecuaciones lineales que relacionan variables observadas y latentes, estas últimas con media cero. En el modelo propuesto, las variables latentes pueden tener media distinta de cero. La estimación requiere ajustar tanto la estructura de covarianza como el vector de medias a los datos observados. Además, se pueden imponer restricciones lineales en los parámetros.

Se presentan las ecuaciones de estimación mediante máxima verosimilitud bajo el supuesto de normalidad multivariante, la matriz de información y un estadístico de bondad de ajuste mediante razón de verosimilitudes.

Finalmente, se incluye un ejemplo en el contexto de la psicología de las organizaciones. Se miden dos factores: las motivaciones de los trabajadores y la satisfacción que perciben. En general, la satisfacción resulta inferior a las motivaciones personal

Implementing the SEM algorithm in ARH(1) models: Asymptotic covariance operator of the functional parameters

Ruiz Medina, María Dolores; **Salmerón Gómez, Román**

Área temática: *Series Temporales*

En este trabajo se aborda, en el caso Gaussiano, la estimación máximo-verosímil de los parámetros funcionales que definen los modelos autorregresivos Hilbertianos a partir de datos funcionales incompletos. Las propiedades asintóticas de dichos estimadores se estudian a partir de la implementación de una versión funcional del algoritmo SEM. Más

concretamente, a partir de los resultados derivados en Ruiz Medina y Salmerón (2008) sobre el algoritmo EM para modelos ARH y sus propiedades de convergencia, se formula dicha versión funcional en términos del operador de covarianza de los datos funcionales completos y la razón de convergencia del algoritmo.

Agradecimientos a los proyectos MTM2005-08597 de la DGI, MEC, y P05-FQM-00990, P06-FQM-02271 del CICE.

ESTADÍSTICA PÚBLICA

Una aproximación al nivel de satisfacción de los alumnos que acceden a las universidades andaluzas

Barea Barrera, Rosario; Castaño Prieto, M^a Dolores; De Bengoa Díaz, Alfonso María; **Rivas Martínez, M^a Asunción**; Sancho Villanova, Clotilde

Área temática: *Aprovechamiento de fuentes administrativas en la estadística oficial*

Hay alumnos que desean con todo su entusiasmo estudiar una determinada carrera, pero hay que reconocer que todo depende de la nota de selectividad, y de si existe o no en una determinada provincia.

De aquí surge la idea de realizar un análisis, para ver que grado de satisfacción tienen los alumnos a la hora de optar por la carrera deseada en las universidades andaluzas.

Para ello, en la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa se ha ido recogiendo, de cada una de las pre-inscripciones, todos sus datos, las notas de corte y la oferta de cada Centro. Además, se dispone de los alumnos que acaban la secundaria, posibles candidatos a las universidades.

Constituyen este estudio las relaciones entre estos alumnos, su distribución por sexo y territorio, así como el grado en que sus expectativas son cubiertas en las titulaciones a las que acceden.

Evaluación integrada de la innovación, la tecnología y las competencias en la empresa

Barea Barrera, Rosario; Delgado Fernández, Mercedes; Pino Mejías, José Luis; Solís Cabrera, Francisco Manuel

Área temática: *Investigación metodológica en Estadística Pública*

A nivel internacional se cuenta con manuales para la medición de las actividades de la ciencia, la tecnología y la innovación; que constituyen un marco homogéneo de referencia para la elaboración de las estadísticas oficiales, sin embargo, el uso en el ámbito empresarial de la información que suministran estos manuales no es una práctica habitual. El trabajo que se presenta muestra una metodología para la evaluación integrada de la innovación, la tecnología y las competencias en el ámbito empresarial, soportada en el ciclo PDCA. Dado que las características de los sistemas productivos y de la información disponible en cada espacio económico, hacen inviable el diseño de un modelo de validez universal, se han caracterizado los aspectos propios de Europa e Iberoamérica. Para validar la metodología desarrollada, se ha aplicado en más de 200 empresas cubanas y bolivianas. Los resultados alcanzados permiten una fácil adaptación de la metodología a otros países.

Una comparación de técnicas de enlace de registros

Caballero Ruiz, Elisa Isabel; Cubiles de la Vega, María Dolores; Gómez Gómez, M^a Teresa; **Pino Mejías, Rafael**

Área temática: *Técnicas Computacionales en la Estadística Pública*

Para dos ficheros A y B, el enlace de registros intenta identificar pares de registros (a de A, b de B) que se refieren a la misma unidad muestral. Las etapas principales son: limpieza y estandarización de los datos, segmentación, agrupación de registros, cálculo de comparaciones, y finalmente, a partir de los vectores de comparaciones de pares de registros se debe construir una regla de clasificación. Para ello existen dos grandes familias: técnicas no supervisadas y técnicas supervisadas. En este trabajo se presenta una comparación de las diversas técnicas de clasificación a partir de bases de datos del Instituto de Estadística de Andalucía. Se ha empleado el sistema Febri, un sistema gratuito desarrollado por la Universidad de Australia, sobre el cual se han efectuado algunos ajustes y desarrollos a medida de las necesidades de nuestro trabajo.

Redes familiares en la provincia de Sevilla

Cáceres Sansaloni, María Teresa; **Gómez Gómez, M^a Teresa**; Hernández Rodríguez, Juan Antonio; López de los Mozos, María Cruz; López Sánchez, Ana Dolores

Área temática: *Aprovechamiento de fuentes administrativas en la estadística oficial*

En la mayoría de los estudios y publicaciones estadísticas se entiende por “familia” al subconjunto de personas emparentadas en el seno del hogar, tanto es así que las palabras hogar y familia han llegado a considerarse casi equivalentes. Sin embargo, para la mayoría de la población, la familia no solo es el conjunto formado por el padre, la madre y los hijos, personas que generalmente conviven, sino también los abuelos, los hermanos, los nietos y toda una serie de parientes que no viven juntos. La literatura sociológica reciente llama a esa realidad “red familiar”.

Con el fin de estudiar las familias desde esta perspectiva, poco tratada por la Estadística Oficial, el Instituto de Estadística de Andalucía ha desarrollado el proyecto “Redes familiares en Andalucía”. El estudio ha permitido conocer la estructura y composición de las redes familiares de los andaluces, cómo se articulan las relaciones entre sus miembros y cómo determinar la red activa.

Segmentación de nombres y direcciones mediante modelos ocultos de Markov

Cubiles de la Vega, María Dolores; García González, Francisco José; Luque Calvo, Pedro Luis; Pino Mejías, Rafael

Área temática: *Técnicas Computacionales en la Estadística Pública*

Una de las etapas del enlace de registros es el de la segmentación, cuyo objetivo es el de separar las entidades presentes en un campo para facilitar las comparaciones. Por ejemplo, un campo que contiene el nombre y apellidos puede ser separado en tres nuevos campos, nombre, primer apellido y segundo apellido. Se pueden distinguir tres fases principales. I) Fase de etiquetado, usando una muestra que hemos seleccionado previamente de nuestro fichero o de otro que tenga una estructura similar. II) Fase manual de asignación de estados a las etiquetas generadas en la primera fase. III) Fase de entrenamiento: obtener las probabilidades de transición de un estado a otro y obtener las probabilidades de observación de un estado por cada etiqueta. En este trabajo se describen los resultados del ajuste de modelos ocultos de Markov a nombres y direcciones postales a partir de bases de datos del Instituto de Estadística de Andalucía.

Diseño de una web con información estadística destinada a escolares

Fernández Boniquito, Sonia; Fernández Ponce, José M^a; Gómez Gómez, M^a Teresa; Gordillo Santofimia, José F.; **Rodríguez Griñolo, Rosario**

Área temática: *Técnicas de Difusión en Estadística Oficial*

Desde el proyecto “Desarrollo de una línea de difusión con información estadística destinada a escolares” se pretende dotar de contenido a una Web que acerque la Estadística al alumnado de Secundaria de Andalucía, con un formato ameno para que resulte atrayente de cara a los escolares. Esta página Web pretende, fundamentalmente, cumplir una doble tarea: una labor de acercamiento de la información estadística, que elabora el Instituto de Estadística de Andalucía, a los alumnos de Secundaria y una labor educativa y de formación, tanto para facilitar la comprensión de los conceptos estadísticos que se tratan en Secundaria, como para facilitar la información relativa a nuestra Comunidad Autónoma que es objeto de estudio de otras materias, según el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía. También pretende ser un lugar virtual donde el alumno pueda extraer información sobre distintos temas que le lleve a conocer mejor la realidad de Andalucía.

Formación y cualificación en Andalucía

Gómez Gómez, M^a Teresa; Muñoz Pichardo, Juan Manuel; Pascual Acosta, Antonio; **Pino Mejías, José Luis**

Área temática: *Aprovechamiento de fuentes administrativas en la estadística oficial*

El Centro Andaluz de Prospectiva en colaboración con el Instituto de Estadística de Andalucía y la Universidad de Sevilla está realizando, dentro del territorio de la Comunidad Autónoma Andaluza, un estudio sobre las necesidades de formación y cualificación en Andalucía. Para llevar a cabo este trabajo se ha realizado una encuesta a trabajadores y trabajadoras, actualmente empleados en empresas de diferentes sectores productivos de la Comunidad Autónoma, que ha permitido disponer de información acerca de la formación y los niveles de cualificación de dichos trabajadores y trabajadoras al iniciar su vida laboral, la

formación y el tipo de la misma adquirida durante el período de trabajo, las consecuencias que esta formación ha tenido en el desarrollo de su trabajo y en la promoción laboral, así como de otras cuestiones de gran interés para el estudio de las relaciones entre la formación de los trabajadores y la vida laboral.

La tasa de paro en las comunidades autónomas españolas. Aplicación de técnicas de estimación de áreas pequeñas

Luaces Pazos, Ricardo; **Sánchez Bello, Patricio**; Sánchez Fernández, Patricio; Vaamonde Liste, Antonio

Área temática: *Estimaciones en Áreas Pequeñas*

En este trabajo se presentan algunas técnicas de estimación de áreas pequeñas en poblaciones finitas basadas en el enfoque predictivo. Se construye un modelo sencillo para la obtención de estimadores óptimos mediante el teorema de Royall para la estimación de la tasa de paro –indicador clave de los mercados laborales– utilizando datos obtenidos de la Encuesta de Población Activa (EPA) junto con algunas variables auxiliares. Los modelos propuestos se aplican a la estimación de la tasa de paro en las Comunidades Autónomas. Se discute la validación de los modelos, y los resultados alcanzados, que muestran como las técnicas de área pequeña permiten mejorar la precisión de las estimaciones obtenidas cuando solamente se utilizan los datos de la EPA con el enfoque tradicional del muestreo de poblaciones finitas, con un coste adicional prácticamente inexistente.

INVESTIGACIÓN OPERATIVA

Identificación de soluciones óptimas y propuesta de un procedimiento heurístico para un problema de inventario/distribución dinámico

Abdul-Jalbar Betancor, Beatriz; Colebrook Santamaría, Marcos; **Gutiérrez Expósito, José Miguel**; Sicilia Rodríguez, Joaquín

Área temática: *Inventarios*

En este trabajo nos centraremos en el análisis de una red logística formada por un proveedor regional (mayorista) que debe distribuir un único tipo de artículo a varios minoristas (compradores), dispersos geográficamente, a lo largo de un horizonte temporal finito. Admitiremos que todas las partes están dispuestas a colaborar compartiendo información entre ellas, lo cual permitirá hacer un uso más efectivo de la cadena de suministro que redundará en precios de venta más competitivos. Consideraremos, además, que los niveles de inventario en las distintas instalaciones están limitados por restricciones físicas de capacidad de almacenaje, y que la entrega de mercancía la realizará un vehículo con capacidad fijada, que, a lo sumo, efectuará una ruta por periodo. El objetivo por tanto será determinar políticas de compromiso que garanticen que las demandas de los minoristas en los distintos periodos sean cubiertas sin exceder las capacidades de las instalaciones ni del vehículo.

Dos modificaciones del Public Good Index para juegos con uniones a priori

Alonso Meijide, José M^a; Casas Méndez, Balbina; Fiestras Janeiro, María Gloria; Holler, Manfred J.

Área temática: *Teoría de Juegos*

En este trabajo definimos y caracterizamos dos modificaciones del Public Good Index (Holler, 1982) para juegos con uniones a priori. La primera modificación conserva la idea del índice original que sugiere que todos los miembros de una coalición minimal ganadora tienen el mismo poder. La segunda caracterización sigue una línea similar a los trabajos de Owen (1977 y 1982) en los que se definen modificaciones de los valores de Shapley y de Banzhaf en el contexto de juegos con uniones a priori. Resultados teóricos y ejemplos demuestran que los valores obtenidos con ambas soluciones pueden diferir de forma sustancial.

Un modelo matemático para la gestión de contenedores vacíos en el puerto de Valencia

Andrés Romano, Carlos; Díaz Fernández, Adenso; Furió Pruñonosa, Salvador; Lozano

Segura, Sebastián

Área temática: *Logística*

La logística del contenedor vacío representa uno de los costes más relevantes en las cuentas de explotación de las compañías navieras. Así, la gestión eficiente de los contenedores vacíos constituye un reto de indudable interés dentro del negocio marítimo. El artículo analiza el problema desde la óptica del agente marítimo local, que controla la logística terrestre del contenedor vacío, presentando un modelo matemático para la optimización de los movimientos terrestres de los contenedores, que tienen lugar entre cargadores, terminales y depósitos de contenedores, así como la minimización de los costes de almacenamiento. Una vez definido el modelo, ha sido probado con datos reales y resuelto de forma óptima utilizando CPLEX. Los resultados obtenidos confirman la conveniencia de implementar este tipo de modelos en los sistemas de gestión de los agentes marítimos. Finalmente, el artículo termina con la identificación de futuras líneas de investigación en la logística del contenedor vacío.

Dualidad y aplicaciones de la KT-invidia en Problemas de Control

Arana Jiménez, Manuel; Osuna Gómez, Rafaela; Rufián Lizana, Antonio; **Ruiz Garzón, Gabriel**

Área temática: *Optimización Global*

Es conocido que la condición de KT-invidia para funciones definidas en un Problema de Control es una condición necesaria y suficiente para que todos los puntos de Kuhn-Tucker sean soluciones óptimas. El objetivo de esta comunicación es doble. Por una parte establecer condiciones de dualidad débil, fuerte e inversa entre la formulación de un Problema de Control y un problema dual del mismo del tipo Mond-Weir. Por otra parte mostraremos alguna de las aplicaciones industriales de los problemas de control, como es el diseño de vehículos autónomos.

Una heurística para el tamaño entero del lote en un sistema de inventario/distribución con un mayorista y un minorista

Cárdenas Barrón, Leopoldo E.; **García Laguna, Juan**; San José Nieto, Luis Augusto; Sicilia Rodríguez, Joaquín

Área temática: *Inventarios*

En este trabajo se diseña un procedimiento heurístico para el problema de optimización en un sistema de inventario/distribución con dos escalones (mayorista y minorista) cuando el tamaño del lote del minorista debe ser una cantidad entera. Esta heurística se apoya en la utilización de un método de optimización secuencial en dos etapas. La eficiencia del procedimiento se evalúa comparando el coste de la solución propuesta con una cota inferior obtenida mediante la relajación de alguna de las hipótesis de integridad en las variables de

decisión consideradas en el modelo. Finalmente, se presentan resultados computacionales para ilustrar la aplicación del algoritmo.

Un algoritmo exacto para el problema del árbol generador mínimo con una restricción de tipo mochila

Carrillo Fernández, Marianela; Jorge Santiso, Jesús Manuel

Área temática: *Programación Entera y Combinatoria*

El problema del árbol generador mínimo en un grafo no dirigido con un único peso asociado a cada una de sus aristas es bien conocido por su utilidad práctica, y actualmente se encuentra bien resuelto. Este problema puede extenderse de forma natural sin más que considerar un vector de pesos u objetivos asociado a cada una de sus aristas, dando lugar a un modelo mucho más rico pero tremendamente más difícil de tratar. En este trabajo consideramos un grafo no dirigido con un vector bidimensional de pesos asociado a sus aristas, sobre el que se estudia la obtención de un árbol generador que minimice uno de los pesos, sujeto a una restricción de tipo mochila sobre el otro. Para resolver este problema se propone un algoritmo basado en una enumeración de árboles ordenados respecto a cierta combinación ponderada de los pesos dados, elegida con el fin de acelerar el acercamiento a la solución óptima y, al mismo tiempo, reducir el número de árboles generados.

Técnicas de optimización para determinar la duración de la neutropenia en enfermos de cáncer

Clemente, Mónica; Giner, Vicente; Giner Bosch, Vicent; **San Matías Izquierdo, Susana**

Área temática: *Aplicaciones de la Investigación Operativa*

Una de las complicaciones causadas por la aplicación de la quimioterapia en enfermos de cáncer es la neutropenia, y una larga duración de esta patología está asociada a secuelas severas. En trabajos anteriores se ha demostrado que la duración de la neutropenia está directamente influenciada por la agresividad del régimen quimioterápico aplicado. Basándose en la toxicidad de los fármacos suministrados, se han propuesto diferentes sistemas para identificar a los pacientes que probablemente requerirán más tiempo para recuperarse de esta patología.

En este trabajo proponemos un sistema de puntuación que diferencie lo máximo posible a los pacientes que tardarán más tiempo en recuperarse de la neutropenia de los que tardarán menos. Con este fin hemos utilizado técnicas de optimización para modelizar el problema y obtener unos pesos óptimos. La eficacia y funcionamiento de este sistema se ha probado con datos de pacientes del Hospital de Sagunto (Valencia).

Convexidad generalizada: estudio de las funciones semi-prequasi-invex

Coladas Uría, Luis; Wang, Shouyang; Zhao, Yingxue

Área temática: *Programación No Lineal*

Muchos resultados importantes de la teoría de la optimización están basados en distintas generalizaciones del concepto de convexidad. El desarrollo de estas generalizaciones ha sido objeto de interesantes trabajos en los últimos años. En concreto, el concepto de invexidad ha dado lugar a numerosos resultados en el ámbito de la programación matemática y, en particular, de la optimización multiobjetivo. A su vez, diversos autores han tratado de rebajar la definición, introduciendo los conceptos de funciones pseudo-invex, quasi-invex, pre-invex, pre-pseudo-invex y pre-quasi-invex. Pueden verse algunas referencias en [1]. Algo más reciente es el concepto de función semi-prequasi-invex, escasamente estudiado. En esta comunicación obtenemos distintas caracterizaciones del mismo así como relaciones con otros conceptos de convexidad generalizada.

[1] Pini, R. (1991). Invexity and generalized convexity. *Optimization*, 22 (4), 513-525.

Introducción de distintos grados de infactibilidad en la resolución de un problema de rutas con restricciones de precedencia

Felipe Ortega, Ángel; Ortuño Sánchez, M. Teresa; **Tirado Domínguez, Gregorio**

Área temática: *Heurísticas y Metaheurísticas*

Muchos de los algoritmos heurísticos aplicados a la resolución de problemas de optimización, y en particular a problemas de rutas, se mueven sobre el espacio de soluciones factibles del problema; sin embargo, ceñirse por completo a la factibilidad puede restringir enormemente el proceso de búsqueda. Aquí se introduce un nuevo enfoque basado en la utilización de soluciones intermedias con distintos grados de infactibilidad que flexibiliza el proceso de búsqueda y está dando resultados prometedores. Esta idea se ha aplicado a la resolución de un problema de rutas con restricciones de precedencia en el que se realizan recogidas y entregas de mercancías en dos regiones independientes y la carga se almacena formando varias filas en el container del vehículo, de manera que los primeros encargos almacenados en cada fila deben ser los últimos en ser entregados; el objetivo es encontrar las rutas de entrega y recogida de longitud total mínima que verifiquen las restricciones de precedencia.

Una extensión del modelo EOQ con demanda dependiente del nivel de inventario propuesto por Goh

García Laguna, Juan; Pando Fernández, Valentín; **San José Nieto, Luis Augusto**

Área temática: *Inventarios*

En este trabajo se estudia un sistema de inventario con demanda dependiente del nivel de stock en el que el coste unitario de almacenamiento es una función potencial y convexa del tiempo que el artículo permanece en el almacén. Se desarrolla un algoritmo numérico para determinar la política óptima y el beneficio máximo correspondiente. El sistema aquí analizado incluye como casos particulares diversos modelos de inventario

estudiados por otros autores. Finalmente, se presentan ejemplos numéricos para ilustrar los resultados teóricos obtenidos.

Una herramienta para la especificación de modelos de programación multiobjetivo lineal, entera y combinatoria, de manera independiente a los datos

Jorge Santiso, Jesús Manuel; **Rodríguez Báez, Jonay**

Área temática: *Programación Multiobjetivo*

En este trabajo presentamos una herramienta software, sobre la plataforma Windows, que brinda un entorno intuitivo para la especificación de modelos de optimización multiobjetivo lineales, enteros y combinatorios, de manera independiente a los datos utilizados. Los modelos son definidos mediante una extensión del lenguaje OPL (Optimization Programming Language), el cual ha sido seleccionado por constituir uno de los estándares de facto de la industria en programación escalar. Los modelos así construidos son más legibles y naturales, presentando una mayor expresividad y permitiendo combinarlos de manera muy sencilla con múltiples instancias distintas de datos. Para un conjunto de datos dado, también resulta posible exportar el problema a otros formatos explícitos como son MPS, MOLP y XML. Por último, esta herramienta ha sido incorporada de forma nativa a la suite de optimización vectorial "Sistema MAP", permitiendo así el análisis y resolución de problemas dados de forma implícita.

Análisis cooperativo de sistemas de subastas de posiciones en listados de portales de búsqueda en Internet

Llorca Pascual, Natividad; Pulido Cayuela, Manuel A.; Sánchez Soriano, Joaquín; Sancho, Julia

Área temática: *Teoría de Juegos*

Una de las mayores desventajas de los portales de búsqueda en Internet es que nos proporcionan listados muy largos y desestructurados. Esto ha llevado a crear listados para determinadas palabras clave, que se denominan patrocinados; en los que el proveedor del servicio de búsqueda ordena a las empresas en orden decreciente a sus pujas en una subasta previa. En este trabajo abordamos el estudio de este tipo de situaciones desde una perspectiva de cooperación entre los agentes implicados en el mercado. Asimismo, analizamos el núcleo de los juegos con utilidad transferible que surgen asociados a estas situaciones a través de un juego de asignación, que nos permite conocer cómo son los mejores repartos para cada uno de los dos tipos de agentes en el mercado. Por último, estudiamos también el valor Alexia y el valor de Shapley en esta clase de juegos.

Transmisión cooperativa para sistemas multidifusión de banda ancha en sistemas distribuidos

Llorca Pascual, Natividad; Martínez Bonastre, Óscar; Meca Martínez, Ana; **Sánchez Soriano, Joaquín**

Área temática: *Teoría de Juegos*

El diseño de sistemas de comunicaciones multidifusión que doten al usuario de servicios de banda ancha se planifica actualmente con tasas de envío y recepción de datos cada vez mayores. Así, la probabilidad de llegar a situaciones de congestión aumenta y la propagación de pérdidas podrá ser mayor. El problema de asignación de tasa de envío a un conjunto simultáneo de receptores puede plantearse de manera centralizada o distribuida. En este trabajo se presenta una solución basada en la estrategia distribuida de gestión de recursos utilizando teoría de juegos cuando se producen situaciones de congestión. La alternativa expuesta persigue maximizar la función de utilidad, desde el punto de vista de lograr una tasa óptima de Throughput, para cada receptor. Cada uno de los receptores involucrados en la comunicación controlará su tasa de recepción y, utilizando el modelo de esquema cooperativo, colaborará en la gestión de recursos disponibles cuando se detectan situaciones de congestión.

Cooperación en sistemas de producción: Transferencia de conocimientos

Meca Martínez, Ana

Área temática: *Teoría de Juegos*

En esta presentación analizamos un sistema de producción similar al de la empresa japonesa Toyota. Basándonos en este modelo estudiamos los costes, beneficios y desafíos asociados con la puesta en funcionamiento por parte de Toyota de una red para compartir su información y conocimientos entre los mayoristas de los que se abastece para la fabricación de sus coches. Esta transferencia de conocimiento se puede modelar como un juego cooperativo centrado en la reducción de costes fijos. En dicho marco, exploramos la factibilidad de compartir conocimientos, investigando la existencia de repartos de coste/beneficios que favorezcan la cooperación entre los agentes del sistema (el correspondiente juego sea equilibrado). Estudiamos las propiedades de dichos repartos y buscamos una forma óptima de calcularlos. Nuestro modelo tiene ciertas similitudes con los modelos estudiados en Meca, Timmer, García-Jurado and Borm (2004) y Guardiola, Meca and Puerto (2008).

Un algoritmo de ramificación local para el problema del viajante de comercio con recogida y entrega de varios productos

Rodríguez Martín, Inmaculada; Salazar González, Juan José

Área temática: *Distribución, Rutas y Transporte*

El Problema del Viajante de Comercio con Recogida y Entrega de varios productos (m-PDTSP) es una generalización del TSP. Las ciudades son puntos de recogida y/o entrega de un conjunto de m productos, cada uno con un determinado peso. Un vehículo, con una capacidad dada, debe recorrer todas las ciudades transportando los productos desde sus puntos de origen a sus puntos de destino. El objetivo es minimizar la distancia total recorrida. En este trabajo proponemos abordar el m-PDTSP usando una novedosa técnica metaheurística conocida como "ramificación local". Los resultados computacionales obtenidos son prometedores.

PROBABILIDAD

Caracterización de las curvas de Lorenz simétricas por medio de la función de medias doblemente truncada

Bernadic Cvitkovic, Milenko

Área temática: *Aplicación de la Probabilidad*

Caracterizamos las curvas de Lorenz simétricas por medio de la siguiente relación: $m(x, E^2(X)/x) = E(X)$, donde $m(x, y)$ es la función de medias doblemente truncada. Demostramos que los puntos de la variable aleatoria que generan los puntos simétricos de la curva de Lorenz son x y $(E(X))^2/x$ y que todas las funciones de distribución generadoras de las curvas de Lorenz simétricas, definidas sobre el mismo soporte, tienen la misma media. Obtenemos las condiciones bajo las cuales las distribuciones doblemente truncadas generan las curvas de Lorenz simétricas.

Modelo bayesiano para el análisis de las prevalencias de trastornos psicológicos

Cañadas de la Fuente, Gustavo Raúl; De la Fuente Solana, Emilia I.; García Cueto, Eduardo; Lozano Fernández, Luis M.; San Luis Costas, Concepción; Vargas Pecino, Cristina

Área temática: *Aplicación de la Probabilidad*

Los modelos para analizar datos de investigación incluyen el concepto de incertidumbre, y, según se interprete el concepto de probabilidad, las técnicas de Inferencia Estadística se plantean desde el punto de vista clásico o bayesiano. Son diferencias entre ambas opciones: (a) el uso de la información previa (b) los “supuestos” de partida de las técnicas de análisis; (c) la precisión de las estimaciones. La Estadística Bayesiana permite “salvar” debilidades de los procedimientos clásicos, pero existen dificultades para utilizarla en la práctica, debido a la ausencia de programas que lo permitan. Por ello se utiliza moderadamente, pero se considera una alternativa o, al menos, un complemento, a la Estadística clásica desde diversos ámbitos relacionados con la investigación en Psicología. En este trabajo se presenta el análisis bayesiano mediante programación en WinBugs de las prevalencias de trastornos psicológicos recogidos en el CECAD (proyectos SEJ2006.13009 y P07.HUM02529).

Caracterizaciones de distribuciones por traslaciones aleatorias

Castaño Martínez, Antonia; García Ramos, Juan Antonio; López Blázquez, Fernando; Salamanca Miño, Begoña

Área temática: *Teoría de la Distribución y Probabilidad*

En este trabajo estudiaremos traslaciones aleatorias del tipo $X = Y + W$, con X e Y relacionadas entre sí e independientes de W . Consideraremos inicialmente (X, Y) los i -ésimo y j -ésimo estadísticos ordenados, respectivamente, a partir de una población con función de distribución F , positiva, absolutamente continua y estrictamente creciente. Este problema es equivalente al esquema de contracciones aleatorias, estudiado en la literatura fundamentalmente a través de resolución de ecuaciones diferenciales, para casos consecutivos y W fijada. Estos estudios han dado lugar a caracterizaciones para ciertas distribuciones. Formularemos el problema a través de una ecuación integral no lineal de Volterra. En este tipo de ecuaciones se han estudiado condiciones para la existencia y unicidad de soluciones. Adaptaremos dichas condiciones a nuestro caso, así la existencia de solución garantizará la caracterización de la distribución resultante. Se aplicará a récords y estadísticos de orden generalizados.

Caracterización de distribuciones basadas en funciones log-odds

Del Águila del Águila, Yolanda; Navarro Camacho, Jorge; Ruiz Gómez, José María

Área temática: *Teoría de la Distribución y Probabilidad*

En este trabajo obtenemos caracterizaciones generales de distribuciones de probabilidad a partir de relaciones entre las funciones de momentos condicionadas, razón de fallo y razón log-odds. También estudiamos órdenes estocásticos y clases de probabilidad basados en la razón log-odds y su relación con distintos ordenes y clases usuales. Algunos resultados de caracterización y propiedades de orden se obtienen usando distribuciones sesgadas.

Un estimador eficiente para la intensidad de un proceso de Poisson doblemente estocástico

Fernández Alcalá, Rosa María; **Navarro Moreno, Jesús;** Ruiz Molina, Juan Carlos

Área temática: *Procesos Estocásticos*

Se propone una solución eficiente basada en la teoría de espacios de Hilbert para el problema de estimar el proceso intensidad correspondiente a un proceso de Poisson doblemente estocástico. La metodología desarrollada se fundamenta en las representaciones en serie aproximadas derivadas de la aplicación del método de Rayleigh-Ritz y da como resultado un algoritmo de estimación recursivo para el cálculo de un estimador subóptimo del proceso intensidad que converge al óptimo cuando el número de términos en la serie crece indefinidamente.

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, proyecto MTM2007-66791 del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica. Este proyecto está cofinanciado por el FEDER.

Restauración de una imagen ruidosa captada por múltiples sensores

García Ligeró, María Jesús; Hermoso Carazo, Aurora; Linares Pérez, Josefa

Área temática: *Procesos Estocásticos*

El problema de restauración de imágenes consiste en estimar la imagen original a partir de versiones degradadas de ella. Estas degradaciones usualmente se han modelado mediante un ruido blanco aditivo. Sin embargo, en muchas situaciones prácticas las imágenes observadas están afectadas además por un ruido multiplicativo.

En este trabajo consideramos que las imágenes observadas, afectadas por ruidos aditivos y multiplicativos blancos, son captadas por diversos sensores y nuestro propósito es restaurar dicha imagen a partir de la información proporcionada por ellos. Usando la información proporcionada por la función de covarianzas de la imagen y los ruidos obtendremos estimadores locales para cada uno de los sensores y a partir de ellos obtenemos un estimador para la imagen original.

Simetría de las curvas de Lorenz en la familia de distribuciones lambda generalizada

Ollero Hinojosa, Jorge; Peinado Calero, Antonio; **Ramos Romero, Héctor**

Área temática: *Teoría de la Distribución y Probabilidad*

Dada una curva de Lorenz $L(p)$, se dice que ésta es simétrica si $L(1 - L(p)) = 1 - p$, para todo p en $[0, 1]$. En este trabajo estudiamos la simetría de las curvas de Lorenz asociadas a las distribuciones pertenecientes a la familia tetraparamétrica lambda generalizada (Karian y Dudewicz, 2000). Analizamos las condiciones exigibles a los parámetros para que se alcance la simetría de las correspondientes curvas de Lorenz. En este caso, estudiamos la ordenación en el sentido de Lorenz de las distribuciones.

Una estrategia para aproximar densidades de tiempo de primer paso

Román Román, Patricia; Serrano Pérez, Juan José; **Torres Ruiz, Francisco de Asís**

Área temática: *Procesos Estocásticos*

Para difusiones y procesos de Gauss-Markov, entre otros, la función de densidad del tiempo de primer paso a través de barreras variables es solución de una ecuación integral de Volterra de segunda especie. Sin embargo, dicha ecuación sólo posee solución explícita para procesos y barreras particulares y, en general, hay que recurrir a procedimientos numéricos para aproximar su solución.

En esta comunicación presentamos una estrategia para una aplicación eficiente de dichos procedimientos numéricos, la cual se basa en la información proporcionada por la función FPTL (First Passage Time Location), relativa a la localización del rango de variación de la variable tiempo de primer paso. Planteamos situaciones de tipo general que extienden las consideradas en Román et al. en 2008 y se presentan algunas aplicaciones

numéricas que muestran tanto la validez de la estrategia propuesta como sus ventajas computacionales.

Aplicación del algoritmo Simulated Annealing a la estimación de los parámetros de un proceso tipo Gompertz

Román Román, Patricia; **Romero Molina, Desirée**; Rubio Escudero, Miguel Ángel; Torres Ruiz, Francisco de Asís

Área temática: *Procesos Estocásticos*

En este artículo se explora el uso del algoritmo Simulated Annealing para la estimación máximo verosímil de los parámetros de un proceso tipo Gompertz. La aplicación de este algoritmo viene motivada por la dificultad que se plantea al intentar obtener las estimaciones máximo verosímiles mediante la resolución directa de las ecuaciones de verosimilitud aplicando los métodos clásicos. En la aplicación del algoritmo destacan dos especificaciones realizadas con idea de agilizarlo y mejorarlo: En primer lugar, se acota el espacio de soluciones usando información sobre el proceso que aportan los datos muestrales, gracias a la relación que existe entre éstos y los parámetros del proceso. En segundo lugar, se propone una mejora, la aplicación de un segundo ciclo del algoritmo, incluyendo un factor de afinamiento que reduce el espacio de soluciones. Finalmente, ambas especificaciones se validan mediante su aplicación a datos simulados.

Índice de autores

A

Abdul-Jalbar Betancor, Beatriz	72, 141
Agudo Valiente, José María	120
Aguilera del Pino, Ana María	15
Aguilera Morillo, María del Carmen	120
Agustín Martín, Alba	72, 73
Alarcón, Enrique	15
Alba Fernández, M ^a Virtudes	120
Albareda Sambola, María	73
Alcaide López de Pablo, David	74
Alcalá Nalváiz, José Tomás	16
Alcaraz Soria, Javier	74
Alfaro Cortés, Esteban	16
Alfaro Navarro, José Luis	16, 17
Alfonso Uxó, Alejandro	121
Almaraz Luengo, Elena	112
Alonso Ayuso, Antonio	72, 73
Alonso Fernández, Andrés M.	121, 122
Alonso Meijide, José M ^a	75, 141
Alonso Morales, Francisco Javier	17
Aluja Banet, Tomás	63
Alva Chavez, Kenedy Pedro	18
Álvarez Espinosa, Miguel A.	63
Álvarez Mozos, Mikel	75
Álvarez Pinto, Adolfo	18
Álvarez Valdés, Ramón	75
Amo Salas, Mariano	18
Andrés Romano, Carlos	141
Angulo Ibáñez, José Miguel	17, 19, 112, 122
Antonio Manuel, Rodríguez Chía	75
Aparicio Baeza, Juan	76
Aparicio Izquierdo, Francisco	19
Arana Jiménez, Manuel	77, 142
Araque, Francisco	120

Arbelo Álvarez, Antonio	20
Ardaiz, Iosu	63
Arenas Ramírez, Blanca	19
Arévalo Villena, María	20
Arias Nicolás, José Pablo	20
Arroyo Pérez, Andrés	21
Artiaga Díaz, Ramón	21
Artiles Romero, Juan	22
Ausín Olivera, María Concepción	22

B

Badía Blasco, Francisco Germán	112
Badillo, Lourdes	77
Balakrishnan, Narayanaswamy	6
Ballestín González, Francisco	77, 78
Barea Barrera, Rosario	137
Bayarri, M ^a Jesús	23
Bécue Bertaut, Mónica María	23
Bello Garboza, Lenys	78
Belzunce Torregrosa, Félix	20, 24, 113
Benavent López, Enrique	79
Benayas del Alamo, Javier	121
Bergantiños, Gustavo	79, 80
Bermejo Mancera, Miguel Ángel	24
Bermúdez Edo, José D.	24, 80
Bermúdez Parrado, Silvia	64
Bermúdez, Silvia	21
Bernadic Cvitkovic, Milenko	148
Berrade Ursúa, Lola	112
Blanco, Víctor	80, 81
Blanco Fernández, Ángela	25
Blanco Gómez, Rosa	78
Blanquero Bravo, Rafael	21, 78, 81
Boj del Val, Eva	25
Bolado, Ricardo	26

Borges, Rafael	26
Borque Fernando, Ángel	27
Branzei, Rodica	82
Briones Pérez, Ana Isabel	20
Broner, Sonia Judith	27
Brunsó Ripoll, Nuria	63
Bueso Sánchez, María del Carmen	17

C

Caballero Águila, Raquel	122
Caballero Ruiz, Elisa Isabel	138
Cabanelas Lorenzo, Pablo	123
Cabanelas Omil, José	123
Cabero Morán, María Teresa	27
Cáceres Sansaloni, María Teresa	138
Cadenas Figueredo, José Manuel	82
Calderín Ojeda, Enrique	28
Campos Avendaño, Gustavo Andrés	28
Campos Bonilla, Begoña	29
Cano Hernández, Saúl	82
Cano Sevilla, Francisco	112
Canós Darós, Lourdes	83
Cao Abad, Ricardo	29
Cañada Jaime, Héctor	113
Cañadas de la Fuente, Gustavo Raúl	148
Cara Cañas, Javier	15
Cárdenas Barrón, Leopoldo E.	142
Carleos Artime, Carlos Enrique	123
Carot Sierra, José Miguel	77
Carpente Rodríguez, M ^a Luisa	81, 84
Carpio, Jaime	15
Carreras Escobar, Francesc	84
Carrillo Fernández, Marianela	143
Carrión García, Andrés	28
Carrizosa, Emilio	29, 78, 81
Casals Varela, María Rosa	30
Casas Méndez, Balbina	84, 141
Casasús Estellés, Trinidad	83
Cascos Fernández, Ignacio	30
Castaño Martínez, Antonia	114, 148
Castaño Prieto, M ^a Dolores	137
Castro Cantalejo, Javier	84, 85
Castro Pérez, Jordi	85, 86
Cebrián, Pablo	63
Cerdá Tena, Emilio	86
Cerdeira Pena, Ana Belén	81
Chen, Yan Hong	63
Ciavotta, Michele	86, 87
Clemente, Mónica	143

Coladas Uría, Luis	143
Colebrook Santamaría, Marcos	72, 141
Colmenares, Gerardo	26
Colmenares Salazar, Berenice	23
Colubi Cervero, Ana	25, 30
Comas Rodríguez, Carlos	31
Comte, Fabienne	31
Conchado Peiró, Andrea	77
Conde Sánchez, Antonio	32
Conde Sánchez, Eduardo	87
Corberán Salvador, Ángel	79
Corberán Vallet, Ana	24
Coronado, Jairo	88
Corral Blanco, Norberto	25, 123
Corro Ramos, Isaac	32
Crespo, Enric	75
Crespo Abril, Fortunato	33
Cristóbal Cristóbal, José Antonio	16
Cuadras Avellanas, Carles	33
Cubiles de la Vega, María Dolores	138
Cuesta Andrea, Jordi	86
Cuesta Frau, David	33

D

Daunis i Estadella, Josep	34, 63
Daza Arbolí, Miguel Ángel	34
De Bengoa Díaz, Alfonso María	137
De la Fuente Solana, Emilia I.	148
De la Horra Navarro, Julián	35
De las Rivas Sanz, Javier	124
De los Santos Pineda, Alicia	88
De Uña Álvarez, Jacobo	35, 124
Debón Aucejo, Ana	36
Del Águila del Águila, Yolanda	149
Del Moral Ávila, M ^a José	124, 125
Del Ojo Mesa, Juan	64
Del Puerto García, Inés M ^a	114
Delgado Fernández, Mercedes	137
Delicado Useros, Pedro	27, 31, 36
Devia Rivera, Andrés	29
Di Bucchianico, Alessandro	32
Díaz-Emparanza Herrero, Ignacio	115
Díaz Barrero, José Luis	115
Díaz Fernández, Adenso	141
Díaz Vázquez, Susana	88, 89
Díez, Jesús	125
Domingo Salvany, Antònia	36
Domínguez Merino, Enrique	89
Domínguez, Roberto	65

Dorta González, María Isabel 37
 Dorta González, Pablo 37, 90
 Dorta Guerra, Roberto 37

E

Egozcue Rubí, Juan José 38, 115
 Elorza, Francisco Javier 26
 Eraso, Sandra 63
 Escabias Machuca, Manuel 15
 Escrivá Gascó, Gema 90
 Escudero Bueno, Laureano . 72, 73, 90, 91,
 115
 Espejo Miranda, Inmaculada 92
 Esquivel Sánchez, Francisco Javier 126
 Esteban Escaño, Luis Mariano 27
 Esteban Lefler, María Dolores 65
 Esteve Gómez, Anna 25

F

Fabuel Gadea, Francisco 65
 Fajardo Gómez, María Dolores 92
 Falorsi, Stefano 7
 Fanjul Peyro, Luis 93
 Febrero Bande, Manuel 38
 Felipe Ortega, Ángel 144
 Fernández-Calvillo Villodre, Gemma 39
 Fernández-Combarro Álvarez, Elías 89
 Fernández, Arturo Javier 39, 126
 Fernández Alcalá, Rosa María 149
 Fernández Aréizaga, Elena 73, 93
 Fernández Boniquito, Sonia 139
 Fernández García, Francisco Ramón 93
 Fernández Guerrero, Mercedes 20
 Fernández Hernández, José 94
 Fernández Hernández, Pascual 95
 Fernández Martínez, Carlos 95
 Fernández Palacín, Fernando 95
 Fernández Pascual, Rosaura 126, 127
 Fernández Pérez, Carlos Manuel 34
 Fernández Ponce, José M^a 139
 Fernández Sáez, María José 96
 Fiestras Janeiro, María Gloria 75, 141
 Figuera Vinué, Pau 23
 Fontanillo Fontanillo, Celia 124
 Forte Deltell, Anabel 23
 Fortiana, Josep 25, 36, 66
 Francisco Fernández, Mario 127
 Franco Nicolás, Manuel 40
 Franco Pereira, Alba María 40

Freixas, Josep 97
 Frías Bustamante, María Pilar 128
 Furió Pruñonosa, Salvador 141

G

Galeano San Miguel, Pedro 22
 Gálvez Ruiz, David 97
 Gámez Martínez, Matías 16
 Gámez Mellado, Antonio 41
 García Bouso, Ana 97
 García Costa, Carolina 66
 García Cueto, Eduardo 148
 García del Hoyo, Juan José 41
 García Díaz, Juan Carlos 36, 42
 García Donato, Gonzalo 23
 García Escudero, Luis Ángel 42, 128
 García Fernández, Inmaculada 94, 95
 García García, Victoriano José 42
 García Gil, Maribel 67
 García González, Francisco José 138
 García Jurado, Ignacio 84
 García Laguna, Juan 98, 142, 144
 García Leal, Julia 124, 125
 García Ligeró, María Jesús 43, 150
 García Luengo, Amelia Victoria 128
 García Martín, Martín 27
 García Martos, Carolina 26, 44
 García Pérez, Vicenta 66
 García Quiles, Sergio 98
 García Ramos, Juan Antonio 148
 García Rubio, Noelia 16
 García Sabater, José Pedro 83, 99
 García Sánchez, Antonio 129
 García Sipols, Ana Elizabeth 43, 122
 García Ventura, Diego 121
 Gargallo Valero, Pilar 120
 Garín Martín, María Araceli 90, 91
 Gastón Romeo, Martín 129
 Genon Catalot, Valentine 31
 Getán Oliván, Jesús 99
 Gheziel, Mohamed 92
 Gibergans Báguena, José 130
 Gil Álvarez, María Ángeles 30
 Gila García, Alicia 67
 Giménez, Domingo 44
 Giménez Maldonado, José Andrés 100
 Ginebra, Josep 37
 Giner, Vicente 143
 Giner Bosch, Vicent 45, 143

Girabent Farrés, Montserrat	29	Hinojosa, Yolanda	81
Girón González-Torre, Francisco Javier	45	Hobza, Tomas	65
Giuliodori, M. Andrea	46	Holler, Manfred J.	141
Goberna Torrent, Miguel Ángel	100		
Goicoa Mangado, Tomás	46	I	
Gómez, Daniel	85	Iradi Arrieta, Josu	68
Gómez Déniz, Emilio	28, 42, 46	Izquierdo, Mikel	129
Gómez Gómez, Francisco	99	Izquierdo Aznar, Josep María	102
Gómez Gómez, M ^a Teresa	138, 139		
Gómez Pastor, Adolfo	34	J	
Gómez Rúa, María	80, 101	Jabaloyes Vivas, José	77
Gómez Villegas, Miguel Ángel	47	Jiménez, Raúl	50
González-Portela Garrido, Trinidad	123	Jiménez Jiménez, Francisca	120
González Alastrué, José Antonio	85	Jiménez Martín, Antonio	103
González Arteaga, María Teresa	128	Jodrá Esteban, Pedro	130
González Dávila, Enrique Francisco	20, 37, 68	Jorge Santiso, Jesús Manuel	103, 143, 145
González Elías, Manuel	44	Josa Fombellida, Ricardo	104
González Farias, Isabel	48	Juan Ruiz, Jesús	15, 50
González Fernández, Camino	19	Justel Eusebio, Ana	121
González Lozano, Lourdes	48		
González Manteiga, Wenceslao	38, 48, 65	K	
González Martín, Carlos	74, 101	Katragjini, Ketrina	104
González Pérez, Beatriz	47	Kessler, Mathieu	31
González Rodríguez, Gil	25	Kohatsu-Higa, Arturo	9
González Velasco, Miguel	114		
González Yanes, Jesús Alberto	68	L	
Gordaliza Ramos, Alfonso	42	Labbé, Martine	10
Gordillo Santofimia, José F.	29, 139	Lacruz Casaucau, Beatriz	49, 131
Gouet Bañares, Raúl	116	Landete Ruiz, Mercedes	74
Graffelman, Jan	38	Laporte, Gilbert	104
Guerrero, Carlos	89	Lara Mora, Tomás	83
Guillamón Frutos, Antonio	49, 129	Lara Porras, Ana María	121, 131
Gutiérrez Expósito, José Miguel	72, 141	León Mendoza, María Teresa	129
Gutiérrez Jáimez, Ramón	116, 122, 126	Lezaun Iturralde, Mikel	43, 105
Gutiérrez Sánchez, Ramón	116, 122	Liern Carrión, Vicente	83
		Lillo Rodríguez, Rosa Elvira	22, 40, 46, 51, 116
H		Linares Pérez, Josefa	122, 130, 150
Hadi, Ali S.	49	Lino Sorlí, Pilar	77, 105
Hamers, Herbert	101	Llorca Pascual, Natividad	82, 145, 146
Hendrix, Eligius	102	Lombardía Cortiña, M ^a José	65
Hermoso Carazo, Aurora	122, 130, 150	López, José J.	44
Hernández Bastida, Agustín	46	López Asensio, Damián	50
Hernández Estrada, Adolfo	36	López Beceiro, Jorge	21
Hernández Martín, Zenaida	49	López Blázquez, Fernando	93, 114, 148
Hernández Rivas, Jesús María	124	López Cerdá, Marco Antonio	105
Hernández Rodríguez, Juan Antonio	64, 138	López de los Mozos, María Cruz	138
Herrador Cansado, Montserrat	63, 65	López Díaz, Miguel	51
		López Fidalgo, Jesús	18, 20, 51

López García, María Teresa	30
López López, Ángel	52
López Lorente, F. Javier	116
López Quílez, Antonio	53
López Redondo, Juana	94, 95
López Rodríguez, Inés	52
López Sánchez, Ana Dolores	138
López Vizcaíno, Esther	65, 131
Lorenzo Freire, Silvia	79
Lorenzo Picado, Leticia	79, 84
Losada, Íñigo	132
Lovell, C.A. Knox	76
Lozano Fernández, Luis M.	148
Lozano Segura, Sebastián	142
Luaces Pazos, Ricardo	140
Lubiano Gómez, María Asunción	31
Luceño Vázquez, Alberto	132
Luna del Castillo, Juan de Dios	53, 68
Luque Calvo, Pedro Luis	138
M	
Macedo Moreira, Carla María	124
Madero, Rosario	132
Madoz Mendioroz, Águeda	43
Madrid García, Ana Esther	19, 112
Maheut, Julien	99
Maín Yaque, Paloma	47
Mallor Giménez, Fermín	129
Mammen, Enno	132
Manresa, Juan Antonio	26
Manrique de Lara Peñate, Casiano	106
Marciniak, Dorota	97
Marhuenda García, Yolanda	65
Marín Díazaraque, Juan Miguel	53
Marín García, Juan Antonio	83
Marín Pérez, Alfredo	66, 106, 107
Marín Trechera, Luis Miguel	41
Marmolejo Martín, Juan Antonio	116
Maroto Álvarez, Concepción	33
Márquez Medina, Mirliana Marhysol	52
Martín, Jacinto	133
Martín Apaolaza, Nirian	134
Martín Campo, Francisco Javier	73
Martín Fernández, Josep Antoni	54, 69
Martín Martín, Raúl	54
Martínez Albuixech, Juan	65
Martínez Álvarez, Fernando	124, 125
Martínez Bonastre, Óscar	146
Martínez Calvo, Adela	48
Martínez Camblor, Pablo	123
Martínez Gómez, Mónica	33
Martínez Legaz, Juan Enrique	100, 107
Martínez López, Ignacio	134
Martínez Miranda, María Dolores	132
Martínez Ortigosa, Pilar	94, 95
Martínez Rodríguez, Ana M ^a	32
Martínez Sykora, Antonio	79
Mateo Sanz, Josep María	55
Mateos Caballero, Alfonso	103
Mateos del Pino, Maider	43
Mateu Figueras, Gloria	34
Mateu Mahiques, Jorge	31
Matran Bea, Carlos	42
Mayo, Agustín	42
Mayo Iscar, Agustín	128
Meca Martínez, Ana	146
Mecoleta Finó, Santiago	27
Mejía Delgadillo, Gonzalo	88
Méndez, Fernando	132
Méndez Martín, José María	69
Menéndez, Melisa	132
Mercader, José A.	113
Merino Maestre, María	90, 91
Mesa López-Colmenar, Juan Antonio	88,
104	
Militino, Ana F.	46
Minella, Gerardo	86, 87
Miquel Fernández, Silvia	101
Mira McWilliams, José	26
Miranda Menéndez, Pedro	88, 89
Miró i Martínez, Pau	33, 48
Moler Cuiral, José Antonio	55
Molina Peralta, Isabel	70
Monge Ardiles, Antonio	129
Monge Ivars, Juan Francisco	74
Montenegro Hermida, Manuel F.	30
Montero Alonso, Miguel Ángel	53, 55
Montero, Javier	107
Montes Díez, Raquel	56
Montes Peral, Jesús	99
Montes Rodríguez, Susana	88
Montesinos Guillot, Amparo	33
Montijano Guardia, Francisco	120
Montoro Cazorla, Delia	126
Mora Ruiz, José Ginés	77
Morales, Domingo	65, 70
Morales, Jair	38
Morales Arsenal, Roberto	56

Moreno Bas, Elías	45
Moreno Lorente, Julio	86
Mota Medina, Manuel	114
Mulero González, Julio	24
Muñoz, José	89
Muñoz Conde, María	68
Muñoz Ledesma, Antonio	82
Muñoz López, Susana	91
Muñoz Márquez, Manuel	95
Muñoz Pérez, José	108
Muñoz Pichardo, Juan Manuel	139
Muñoz Viera, Facundo	53
Murez, Michèle	66

N

Naderi, Bahman	108
Navarrete Álvarez, Esteban	124, 125
Navarro Camacho, Jorge	49, 117, 149
Navarro Moreno, Jesús	149
Naya Fernández, Salvador	21
Negrín Hernández, Miguel	45
Nickel, Stefan	73
Nielsen, Jens P.	132
Nieto Zayas, Carmen	53
Nogales, Francisco Javier	108
Norde, Henk	101
Novás Filgueiro, María	67
Núñez Antón, Vicente	115
Núñez Barrera, Olga	20
Núñez Oliva, Marina	109

O

Oña Casado, Inmaculada	128
Ocaña Lara, Francisco A.	15
Ocaña Peinado, Francisco M.	15
Ojeda Cabrera, Jorge Luis	16
Olaso Redondo, Pablo	72, 73
Olea, Ricardo A.	54
Olivares González, Alberto	97
Ollero Hinojosa, Jorge	150
Olmo Jiménez, M ^a José	32
Oltra Crespó, Sandra	33
Olvera Porcel, María del Carmen	109
Omaña, Antonio	107
Opsomer, Jean	127
Ortega Dato, Juan Francisco	17
Ortega Moreno, Mónica	41
Ortega Pastor, Eva María	115
Ortega, M.I.	38, 130

Ortiz Rodríguez, Isabel María	134
Ortuño Sánchez, M. Teresa	144
Osuna Gómez, Rafaela	77, 142

P

Palarea Albaladejo, Javier	54, 69
Pando Fernández, Valentín	98, 144
Paniagua San Martín, Milagros	69
Pardo Llorente, Leandro	134
Pardo Llorente, María del Carmen	57
Paredes Moreno, Daniel Eduardo	26, 52
Pascual Acosta, Antonio	139
Pastor Ciurana, Jesús T.	76
Pateiro López, Beatriz	57
Pawlowsky-Glahn, Vera	38, 115
Peinado Calero, Antonio	150
Pelegrín, Blas	82, 95
Peña Sánchez de Rivera, Daniel	18, 24, 46
Peñalosa Figueroa, Juan Luis	57
Perea, Federico	88, 104
Pérez, Gloria	91
Pérez Alarcó, Ángeles	77, 105
Pérez Arriero, Carlos	63, 70
Pérez Cantó, Juan Carlos	83
Pérez Fernández, Elia	125, 132
Pérez González, Carlos	39, 126
Pérez López, César	71
Pérez Martín, Agustín	70
Pérez Ocón, Rafael	109, 126
Pérez Palomares, Ana	49
Pérez Sainz de Rozas, Gloria	90, 105
Pérez Sánchez, Carlos Javier	133, 134
Pérez Sánchez, José María	46
Pino Mejías, José Luis	64, 97, 137, 139
Pino Mejías, Rafael	64, 138
Piñeiro Lamas, María	38
Pires Mendonça, Jorge Manuel	35
Pizarro Romero, Celeste	72, 73
Planelles, Joaquín	21, 64
Plastría, Frank	29
Plo Alastrué, Fernando	55
Porrás Puga, Juana	70
Pozo, Antonio	21
Prieto García, María Mercedes	27
Prieto Mendoza, Faustino	58
Pruneda González, Rosa Eva	131
Puerto Albando, Justo	75, 80, 81, 93, 94, 110
Puigvert Gutierrez, Josep María	66

Pulido Cayuela, Manuel A. 106, 145

Q

Quesada Rubio, José Manuel 124, 125

Quesada Vázquez, Isabel 55

Quintanilla Alfaro, Sacramento ... 77, 105

Quirós Carretero, Alicia 56

R

Rafels Pallarola, Carles 102, 109

Ramírez Cobo, Josefa 116

Ramón Valencia, Jairo Lenin 129

Ramos Ábalos, Eva María 121

Ramos Cantariño, Alfonso 134

Ramos Gallego, Ana Belén 75

Ramos Romero, Héctor 150

Rao, J. N. K. 70

Raya Miranda, Rocío 121

Reuelta Menéndez, Javier 135

Rincón Zapatero, Juan Pablo 104

Ripoll Font, Enric 63

Rivas López, María Jesús 124

Rivas Martínez, M^a Asunción 137

Rivera Galicia, Luis Felipe 58

Roca Dorda, Joaquín 129

Roca González, Joaquín 129

Rodríguez, Julio 44

Rodríguez Aragón, Licesio J. 54

Rodríguez Avi, José 32

Rodríguez Báez, Jonay 145

Rodríguez Carmona, Alberto Antonio .. 35

Rodríguez Casal, Alberto 57

Rodríguez Chía, Antonio Manuel ... 92, 93

Rodríguez Díaz, Juan Manuel 18, 59

Rodríguez González, Juan Tinguaro ... 107

Rodríguez Griñolo, Rosario 139

Rodríguez Hernández, M^a Mercedes 51

Rodríguez Martín, Inmaculada 146

Rodríguez Torrablanca, Carmelo 134

Rodríguez Vicente, Ana 124

Roldán López de Hierro, Concepción . 120,

122

Roldán Nofuentes, José Antonio ... 53, 68

Román Montoya, Yolanda 131

Román Román, Patricia 43, 150, 151

Romera Ayllon, Rosario 113

Romero Molina, Desirée 151

Romo, Juan 18, 40, 52

Rosa González, Felipe Manuel 20

Rosales Moreno, M^a Jesús 124

Rosales Moreno, M^a Jesús 125

Rovira Trepast, Cristina 67

Rubio Baeza, Rafael 117

Rubio Escudero, Miguel Ángel 151

Rufián Lizana, Antonio 77, 142

Rufo Bazaga, María Jesús 133, 134

Ruiz, Esther 18

Ruiz Abellón, María del Carmen 49

Ruiz Castro, Juan Eloy 39

Ruiz Gándara, África 64

Ruiz García, Rubén ... 86, 87, 93, 95, 104,

108, 110

Ruiz Garzón, Gabriel 77, 142

Ruiz Gómez, José María 24, 113, 149

Ruiz Medina, María Dolores .. 17, 59, 127,

128, 135

Ruiz Molina, Juan Carlos 149

S

Saameño, Juan José 89

Sáez Castillo, Antonio José 32

Sagaseta, Marina 63

Sainz de la Maza Escodal, Eduardo ... 105

Salamanca Miño, Begoña 114, 148

Salazar González, Juan José 146

Salguero, Alberto 120

Salmerón Gómez, Román 135

Salvador Figueras, Manuel 120

San José Nieto, Luis Augusto 98, 142, 144

San José Valiente, Belén 125, 132

San Juan Díaz, Juan Félix 59

San Luis Costas, Concepción 148

San Martín Pérez, Montserrat 49, 59

San Matías Izquierdo, Susana 45, 143

Sánchez, María Jesús 44

Sánchez Barbié, Ángel 65

Sánchez Bello, Patricio 140

Sánchez Borrego, Ismael Ramón 121

Sánchez Fernández, Patricio 131, 140

Sánchez Gómez, Ana B. 88

Sánchez Gutiérrez, Clarisa 42

Sánchez Niubò, Albert 36

Sánchez Rodríguez-Morcillo, Ismael 24, 48

Sánchez Santos, José Manuel 124

Sánchez Soriano, Joaquín 82, 145, 146

Sanchís, José María 79

Sancho, Julia 145

Sancho Villanova, Clotilde 137

Sangüesa Lafuente, Carmen	117
Santamaría Arana, Laureano	70
Santana del Pino, Ángelo	22
Santos Martín, M ^a Teresa	59
Santos Peñate, Dolores Rosa ..	37, 90, 106
Sanz Saiz, Gerardo	27, 116
Sanz Sixto, Juan Jesús	81
Sapiña García, Rafael	100
Sarabia Alegría, José María	58
Satorra, Albert	67
Sedeño Noda, Antonio	74, 101
Segovia García, María del Carmen	109
Segura Heras, José V.	80
Seijas Giménez, María Nela	60
Serrano Pérez, Juan José	150
Sicilia Rodríguez, Joaquín	72, 98, 141, 142
Simón de Blas, Clara	43
Solís Cabrera, Francisco Manuel	137
Sordo Díaz, Miguel Ángel	118
Sperlich, Stefan	132
Spizzichino, Fabio	113
Staffetti, Ernesto	97
Stich, Daniel	126
Suárez Llorens, Alfonso	20, 24
Suárez Torres, Jorge	33
Suárez Vega, Rafael	37, 90
Susí García, Rosario	47

T

Tamarit, José Manuel	75
Tarrio Saavedra, Javier	21
Tejada, Juan	85
Tijs, Stef	82
Tirado Domínguez, Gregorio	144
Todorov, Maxim	100
Torrado Robles, Nuria	51
Torres Ruiz, Francisco de Asís ..	150, 151
Tóth, Boglárka	94
Trandafir, Paula Camelia	60
Triviño Salas, Gracián	108
Tusell Palmer, Fernando	43

U

Ugarte Martínez, Lola	46
-----------------------------	----

Urlings, Thijs	110
Urmeneta Martín-Calero, Henar	55

V

Vaamonde Liste, Antonio ...	123, 131, 140
Valderrama Bonnet, Mariano J.	15
Valenzuela Ruiz, Silvia M ^a	130
Valero Franco, Concepción	92
Vallada Regalado, Eva	90, 104, 110
Valls Verdejo, Vicente	77, 105
Van den Nouweland, Anne	84
Van Hee, Kees	32
Varela Entrecanales, Manuel	33
Vargas Pecino, Cristina	148
Vargas Pérez, Carmen	57
Vázquez Polo, Francisco José	42, 45
Velilla, Santiago	61
Ventura Colera, Eva	67
Vercher González, Enriqueta	24, 80
Vicente Pérez, José	107
Vidal Carreras, Pilar Isabel	83
Vidal Puga, Juan	101
Vila Lladosa, Luis E.	77
Vilar Fernández, José Antonio	61
Vilar Fernández, Juan Manuel	29, 61
Villa Julia, Ful	75
Vitoriano, Begoña	107
Vivas López, Gabriel	100
Vivo Molina, Juana María	40

W

Wang, Shouyang	143
Winter, Eyal	12
Wiper, Michael	22, 51, 116

X

Ximénez, Carmen	135
-----------------------	-----

Z

Zhao, Yingxue	143
Zoroa Alonso, Noemí	96
Zoroa Terol, Procopio	96

Participantes

A

Beatriz Abdul-Jalbar Betancor

babdul@ull.es

Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Computación, Universidad de La Laguna, La Laguna (Santa Cruz de Tenerife)

Ana María Aguilera del Pino

aaguiler@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Granada, Granada

María del Carmen Aguilera Morillo

mcamo@correo.ugr.es

Estudiante, Universidad de Granada, Puente Genil (Córdoba)

Alba Agustín Martín

alba.agustin@urjc.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid

M^a Virtudes Alba Fernández

mvalba@ujaen.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Jaén, Jaén

María Albareda Sambola

maria.albareda@upc.edu

Departament d'Estadística i Investigació Operativa, Universitat Politècnica de Catalunya, Terrassa (Barcelona)

David Alcaide López de Pablo

dalcaide@ull.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa y Computación, Universidad de La Laguna, San Cristóbal de La Laguna (Santa Cruz de Tenerife)

Javier Alcaraz Soria

jalcaraz@umh.es

Departamento de Estadística, Matemáticas e Informática, Universidad Miguel Hernández de Elche, Elche (Alicante)

José Luís Alfaro Navarro

joseluis.alfaro@uclm.es

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete

Elena Almaraz Luengo

ealmarazluengo@mat.ucm.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Complutense de Madrid, Madrid

Marc Almiñana Alemany

marc@umh.es

Centro de Investigación Operativa, Universidad Miguel Hernández de Elche, Elche (Alicante)

Antonio Alonso Ayuso

antonio.alonso@urjc.es

Departamento de Estadística e Investiga-

ción Operativa, Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles (Madrid)

Andrés M. Alonso Fernández

andres.alonso@uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Getafe (Madrid)

José M^a Alonso Meijide

josemaria.alonso@usc.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo

Francisco Javier Alonso Morales

falonso@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Granada, Granada

Kénédy Pedro Alva Chávez

kalva@est-econ.uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Leganés (Madrid)

Miguel Ángel Álvarez Espinosa

mianalva@ine.es

S.G. Metodología y Técnicas Estadísticas, Instituto Nacional de Estadística, Madrid

Mikel Álvarez Mozos

alvmikel@gmail.com

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela (A Coruña)

Adolfo Álvarez Pinto

aaapinto@est-econ.uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Getafe (Madrid)

Ramón Álvarez-Valdes Olaguibel

ramon.alvarez@uv.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Valencia, Burjassot (Valencia)

Mariano Amo Salas

Mariano.Amo@uclm.es

Departamento de Matemáticas, Escuela Su-

perior de Ingenieros Industriales, Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real

Carlos Andrés Romano

candres@omp.upv.es

Departamento de Organización de Empresas, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

José Miguel Angulo Ibáñez

jmangulo@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Granada

Juan Aparicio Baeza

j.aparicio@umh.es

Centro de Investigación Operativa, Universidad Miguel Hernández de Elche, Elche (Alicante)

Manuel Arana Jiménez

manuel.arana@uca.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Cádiz, Cádiz

Blanca Arenas Ramírez

barenas.5@hotmail.com

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid

José Pablo Arias Nicolás

jparias@unex.es

Departamento de Matemáticas, Universidad de Extremadura, Cáceres

Ana Arribas Gil

aarribas@est-econ.uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Getafe (Madrid)

Andrés Arroyo Pérez

aarroyop@gmail.com

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Sevilla, Alcalá de Guadaíra (Sevilla)

Juan Artilles Romero

jartiles@dma.ulpgc.es

Departamento de Matemáticas, Universidad

de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria (Las Palmas)

María Concepción Ausín Olivera

mcausin@mat.ucm.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Complutense de Madrid, Madrid

B

Francisco Germán Badía Blasco

gbadia@unizar.es

Departamento de Métodos Estadísticos, Centro Politécnico Superior, Universidad de Zaragoza, Zaragoza

Narayanaswamy Balakrishnan

bala@univmail.cis.mcmaster.ca

Department of Mathematics and Statistics, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canadá

Francisco Ballestín González

Francisco.Ballestin@unavarra.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Pública de Navarra, Pamplona (Navarra)

Rosario del Carmen Barea Barrera

rosarioc.barea.ext@juntadeandalucia.es

Servicio de Estadística y Publicaciones, Universidad de Sevilla, C^a de Innovación, Ciencia y Empresa, Junta de Andalucía, Brenes (Sevilla)

Mónica María Bécue Bertaut

monica.becue@upc.edu

Departament d'Estadística i Investigació Operativa, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona

Lenys Bello Garboza

lcbello@uc.edu.ve, lenysbg@hotmail.com

Centro de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Carabobo, Naganagua, Venezuela

Félix Belzunce Torregrosa

belzunce@um.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Murcia, Espinardo (Murcia)

Enrique Benavent López

enrique.benavent@uv.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Valencia, Burjasot (Valencia)

Gustavo Bergantiños Cid

gbergant@uvigo.es

Departamento de Estadística e I.O., Universidade de Vigo, Vigo (Pontevedra)

Miguel Ángel Bermejo Mancera

mabermej@est-econ.uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Getafe (Madrid)

José D. Bermúdez Edo

bermudez@uv.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universitat de València, Burjassot (Valencia)

Silvia Bermúdez Parrado

silvia.bermudez.ext@juntadeandalucia.es

Instituto de Estadística de Andalucía, Universidad de Sevilla, Sevilla

Milenko Bernadic Cvitkovic

lr123456ie@gmail.com

Departamento de Matemáticas, Instituto de Enseñanza Secundaria Alquibla, La Alberca (Murcia)

Ángela Blanco Fernández

blancoangela.uo@uniovi.es

Departamento de Estadística, Facultad de Ciencias, Universidad de Oviedo, Oviedo (Asturias)

Víctor Blanco Izquierdo

vblanco@us.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Sevilla, Sevilla

Rafael Blanquero Bravorblanquero@us.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Sevilla, Sevilla

Eva Boj del Valevaboj@ub.edu

Departamento de Matemática Económica, Financiera y Actuarial, Facultad de Economía y Empresa, Universidad de Barcelona, Barcelona

Sonia Judith Bronersonia.broner@upc.edu

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona

Nuria Brunso Ripollnbrunso@idescat.cat

Asistencia Técnica Estadística, Instituto de Estadística de Cataluña (Idescat), Barcelona

María del Carmen Bueso Sánchezmcarmen.bueso@upct.es

Departamento de Matemática Aplicada y Estadística, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena (Murcia)

C**Raquel Caballero Águila**raguila@ujaen.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Jaén, Jaén

María Teresa Cabero Moránmateca@usal.es

Departamento de Estadística, Universidad de Salamanca, Salamanca

María Teresa Cáceres Sansalonicaceres@us.es

Departamento de Matemática Aplicada I, E. T. S. I. Informática, Universidad de Sevilla, Sevilla

José Manuel Cadenas Figueredojcadenas@um.es

Facultad de Informática, Universidad de Murcia, Murcia

Enrique Calderín Ojedaqcojeda@hotmail.com

Departamento de Métodos Cuantitativos en Economía y Gestión, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria (Las Palmas)

Miquel Calvo Llorcamcalvo@ub.edu

Departamento de Estadística, Universitat de Barcelona, Barcelona

Gustavo Andrés Campos Avendañoguscamav@doctor.upv.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Begoña Campos Bonillab_campos@ub.edu

Salut Pública, Universidad de Barcelona, Barcelona

Saúl Cano Hernándezsaul.cano@alu.um.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Murcia, Espinardo (Murcia)

Juan Antonio Cano Sánchezjacano@um.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Murcia, Espinardo (Murcia)

María Josefa Cánovas Cánovascanovas@umh.es

Centro de Investigación Operativa, Universidad Miguel Hernández de Elche, Elche (Alicante)

Héctor Cañada Jaimejaimehector.canada@uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Leganés (Madrid)

Gustavo Raúl Cañadas de la Fuente

gustavo_canadas@hotmail.com

Estudiante, Universidad de Granada, Granada

Ricardo Cao Abad

rcao@udc.es

Departamento de Matemáticas, Universidade da Coruña, A Coruña

Carlos Enrique Carleos Artime

carleos@uniovi.es

Departamento de Estadística, Universidad de Oviedo, Gijón (Asturias)

José Miguel Carot Sierra

jcarot@eio.upv.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

M^a Luisa Carpente Rodríguez

luisacar@udc.es

Departamento de Matemáticas, Facultad de Informática, Universidade da Coruña, A Coruña

Jaime Carpio

jaime.carpio@upm.es

Dpto. de Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadística, E.T.S.I. Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid

Francesc Carreras Escobar

francesc.carreras@upc.edu

Departamento de Matemática Aplicada II, E.T.S.E.I.A.T., Universitat Politècnica de Catalunya, Terrassa (Barcelona)

Marianela Carrillo Fernández

mcarrif@ull.es

Dpto. de Economía Aplicada, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de La Laguna, La Laguna (Santa Cruz de Tenerife)

José Antonio Carrillo Ruiz

jcarrillor@et.mde.es

Subdirección de Servicios Técnicos y Telecomunicaciones, Ministerio de Defensa, Madrid

Andrés Carrión García

acarrion@eio.upv.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Emilio Carrizosa Priego

ecarrizosa@us.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Sevilla, Sevilla

Paola Carro Castañeda

pccar12@hotmail.com

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Murcia, Murcia

Ignacio Cascos Fernández

ignacio.cascos@uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Leganés (Madrid)

Antonia Castaño Martínez

antonia.castano@uca.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Cádiz, Puerto Real (Cádiz)

M^a Dolores Castaño Prieto

mdolores.castano.ext@juntadeandalucia.es

Servicio de Estadística y Publicaciones, Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía, Sevilla

Javier Castro Cantalejo

jcastroc@estad.ucm.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa III, Universidad Complutense de Madrid, Madrid

Jordi Castro Pérez

jordi.castro@upc.edu

Department d'Estadística i Investigació Operativa, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona

Emilio Cerdá Tena

ecerdate@ccee.ucm.es

Departamento de Fundamentos del Análisis Económico I, Universidad Complutense de Madrid, Madrid

Ana Belén Cerdeira Pena

acerdeira@udc.es

Departamento de Computación, Facultad de Informática, Universidad de A Coruña, A Coruña

Yan Hong Chen

yhong@idescat.cat

Asistencia técnica, Instituto de Estadística de Cataluña, Barcelona

Michele Ciavotta

mciavotta@iti.upv.es

Instituto Tecnológico de Informática, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Luis Coladas Uría

luis.coladas@usc.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela (A Coruña)

Berenice Colmenares

berenice.colmenares@upc.edu

Facultad Matemáticas Estadística, UPC, Sant Pere Ribes (Barcelona)

Carlos Comas Rodríguez

carles.comas@upc.edu

Departament d'Estadística i Investigació Operativa, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona

Andrea Conchado Peiró

anconpei@upv.es

Centro de Gestión de la Calidad y del Cambio, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Eduardo Conde Sánchez

educon@us.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Sevilla, Sevilla

Antonio Conde Sánchez

aconde@ujaen.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Jaén, Jaén

Ángel Corberán Salvador

angel.corberan@uv.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universitat de València, Burjassot (Valencia)

Ana Corberán Vallet

ana.corberan@uv.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Valencia, Ceste (Valencia)

Jairo Coronado Hernández

coronado@unitecnologica.edu.co

Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia

Norberto Corral Blanco

norbert@uniovi.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa y D. M., Universidad de Oviedo, Oviedo (Asturias)

Antonio Édson Corrente

corrente@unijui.edu.br

Departamento de Física, Estadística e Matemática - DeFEM, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, UNIJUI, Ijuí, Brazil

Isaac Corro Ramos

i.corro.ramos@tue.nl

Department of Mathematics and Computer Science, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, Netherlands

Tomás R. Cotos Yáñez

cotos@uvigo.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Vigo, Ourense

Fortunato Crespo Abril

fcrespo@eio.upv.es

Departamento de Estadística e Investigación

Operativa Aplicadas y Calidad, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Carles Cuadras Avellanas

ccuadras@ub.edu

Departamento de Estadística, Universidad de Barcelona, Barcelona

María Dolores Cubiles de la Vega

cubiles@us.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Sevilla, Sevilla

Jordi Cuesta Andrea

jcuesta@xtec.net

Departamento de Ingeniería Química, Universidad Rovira i Virgili, Reus (Tarragona)

D

Josep Daunis i Estadella

pepus@ima.udg.edu

Departament d'Informàtica i Matemàtica Aplicada, Universitat de Girona, Girona

Miguel Ángel Daza Arbolí

mdazarb@et.mde.es

Subdirección de Servicios Técnicos y Telecomunicaciones (Ministerio de Defensa), Centro de Investigación Militar Operativa (MINSDEF), Madrid

Julián De la Horra Navarro

julian.delahorra@uam.es

Departamento de Matemáticas, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid

Juan Antonio De Padura Diéguez

jpaduray@et.mde.es

Ministerio de Defensa, Unidad Central de Investigación Operativa del Ejército de Tierra, CGE, Madrid

Jacobo De Uña Álvarez

jacobo@uvigo.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de CC Económicas, Universidad de Vigo, Vigo (Pontevedra)

Ana Debón Aucejo

andeau@eio.upv.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Yolanda Del Águila del Águila

yaguila@ual.es

Departamento de Estadística y Matemática Aplicada, Universidad de Almería, Almería

Juan Del Ojo Mesa

juan.ojo@juntadeandalucia.es

Subdirección de Producción Estadística, Instituto de Estadística de Andalucía, Sevilla

Inés M^a Del Puerto García

idelpuerto@unex.es

Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad de Extremadura, Badajoz

Esther Del Toro Cáceres

etorcac@gobiernodecanarias.org

Instituto de Estadística de Canarias, La Laguna (Santa Cruz de Tenerife)

Pedro Delicado Useros

pedro.delicado@upc.edu

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona

Andrés Devia Rivera

adevia@udc.es

Departamento de Matemáticas, Facultad de Informática, Universidade da Coruña, A Coruña

Susana Díaz Vázquez

diazsusana@uniovi.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa y D. M., Facultad de Ciencias, Universidad de Oviedo, Oviedo (Asturias)

Ignacio Díaz-Emparanza Herrero

ignacio.diaz-emparanza@ehu.es

Departamento de Economía Aplicada III

(Econometría y Estadística), Universidad del País vasco, Bilbao (Vizcaya)

Enrique Domínguez Merino

enriqued@lcc.uma.es

Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación, Universidad de Málaga, Málaga

Pablo Dorta González

pdorta@dmc.ulpgc.es

Departamento de Métodos Cuantitativos en Economía y Gestión, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria (Las Palmas)

Roberto Dorta Guerra

rodorta@ull.es

Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Computación, Facultad de Matemáticas, Universidad de La Laguna, La Laguna (Santa Cruz de Tenerife)

E**Juan José Egozcue Rubí**

juan.jose.egozcue@upc.edu

Departamento de Matemática Aplicada III, Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona

Manuel Escabias Machuca

escabias@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Farmacia, Universidad de Granada, Granada

Gema Escrivá Gascó

jhemm4@gmail.com

Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Laureano Escudero Bueno

laureano.escudero@urjc.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid

Inmaculada Espejo Miranda

inmaculada.espejo@uca.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Cádiz, Puerto Real (Cádiz)

Rosa María Espejo Montes

rosillespejo@hotmail.com

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Granada, Lucena (Córdoba)

Francisco Javier Esquivel Sánchez

jesquivel@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Granada

Luis Mariano Esteban Escaño

lmeste@unizar.es

Departamento de Métodos Estadísticos, Universidad de Zaragoza, Zaragoza

María Dolores Esteban Lefler

md.esteban@umh.es

Departamento de Estadística, Matemáticas e Informática, Universidad Miguel Hernández, Elche (Alicante)

Anna Esteve Gómez

aeg.ceescat.germanstria@gencat.net

CEEISCAT, CIBER Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Hospital Universitari Germans Trias i Pujol-ICO, Badalona (Barcelona)

F**Francisco Fabuel Gadea**

fabuel_fra@gva.es

Instituto Valenciano de Estadística, Generalitat Valenciana, Valencia

María Dolores Fajardo Gómez

md.fajardo@ua.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante, San Vicente del Raspeig (Alicante)

Stefano Falorsistfalors@istat.it

Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), Roma, Italia

Luis Fanjul Peyrolfpeyro@terra.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Francisco R. Fernándezfernande@us.es

Facultad de Matemáticas, Universidad de Sevilla, Sevilla

Arturo Javier Fernándezajfernan@ull.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de La Laguna, La Laguna (Santa Cruz de Tenerife)

Rosa María Fernández Alcalármfernan@ujaen.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Jaén, Jaén

Elena Fernández Aréizagae.fernandez@upc.edu

Departamento de Estadística e Investigación, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona

Gabriela Fernández Barberisferbar@ceu.es

Departamento de Métodos Cuantitativos e Informáticos, Facultad de CC Económicas, Universidad San Pablo CEU, Madrid

Mercedes Fernández GuerreroMercedes.Fernandez@uclm.es

Departamento de Matemáticas, Escuela Superior de Informática, Universidad de Castilla La Mancha, Ciudad Real

José Fernández Hernándezjosefdez@um.es

Departamento de Estadística e Investigación

Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Murcia, Espinardo (Murcia)

Pascual Fernández Hernándezpfdez@um.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Murcia, Espinardo (Murcia)

Carlos Fernández Martínezcarfermar@gmail.com

I.T.I., Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Ana Fernández Militinomilitino@unavarra.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Pública de Navarra, Pamplona (Navarra)

Fernando Fernández Palacínfernando.fernandez@uca.es

Dpto. Estadística e Investigación Operativa, Fac. CC del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, Puerto Real (Cádiz)

Rosaura Fernández Pascualrpascual@ujaen.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Jaén, Jaén

María José Fernández Sáezmajose@um.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Murcia, Espinardo (Murcia)

Luis Fidalgo Fernándezl.fidalgo@alcampo.es

Zenalco, Auchan, Alicante

Pedro Figueroa Gómez-Elvirajrle@et.mde.es

Ejército de Tierra, Ministerio de Defensa, UNESET-SETAD-JCISAT, Madrid

Anabel Forte Deltellanabel.forte@uv.es

Departamento de Estadística e Investigación

Operativa, Universitat de Valencia, Burjassot (Valencia)

Josep Fortiana Gregori

fortiana@ub.edu

Departament de Probabilitat, Lògica i Estadística, Universitat de Barcelona, Barcelona

Mario Francisco Fernández

mariofr@udc.es

Departamento de Matemáticas, Facultad de Informática, Universidad de A Coruña, A Coruña

Manuel Franco Nicolás

mfranco@um.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Murcia, Espinardo (Murcia)

Alba María Franco Pereira

alba.franco@uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Getafe (Madrid)

Josep Freixas

josep.freixas@upc.edu

EPSEM / DMA3, Universitat Politècnica de Catalunya, Manresa (Barcelona)

María Pilar Frías Bustamante

mpfrias@ujaen.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Jaén, Jaén

Ruth Marilda Fricke

ruth.fricke@hotmail.com

DeFEM-Departamento de Física, Estadística e Matemática, UNIJUI-Universidade Regional do Noroeste do estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, Brazil

Antonio Miguel Fuentes Jiménez

fuentesj@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Granada, Melilla

Salvador Furió Pruñonosa

sfurio@fundacion.valenciaport.com

Departamento de Logística, Fundación ValenciaPort, Valencia

G**Pedro Galeano San Miguel**

pedro.galeano@usc.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Madrid

David Gálvez Ruiz

davidgalvez@us.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Sevilla, Sevilla

Antonio Gámez Mellado

antonio.gamez@uca.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Escuela Superior de Ingeniería, Universidad de Cádiz, Cádiz

Ana García Bouso

ana.bouso@urjc.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles (Madrid)

Carolina García Costa

carolina@logidyn.es

Centro Regional de Estadística de Murcia y Facultad de Matemáticas, Comunidad Autónoma de Murcia y Universidad de Murcia, Cartagena (Murcia)

Juan Carlos García Díaz

juagardi@eio.upv.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Inmaculada García Fernández

igarcia@ual.es

Arquitectura de Computadores y Electrónica, Universidad de Almería, Almería

Victoriano José García García

victoriano.garcia@uca.es

Departamento de Estadística e Investigación

Operativa, Fac. CC. EE. y Empresariales,
Universidad de Cádiz, Cádiz

Maribel García Gil

mgarcia@idescat.cat

Institut d'Estadística de Catalunya (IDES-CAT), Generalitat de Catalunya, Barcelona

Simón Andrés García Hernando

andresaviador@gmail.com

U.C.I.O., Ejército de Tierra, Madrid

Fernando David García Japón

fgarjap@ea.mde.es

Ejército del Aire, Ministerio de Defensa, Madrid

Ignacio García Jurado

igjurado@usc.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela (La Coruña)

Pedro José García Laencina

pedroj.garcia@upct.es

Departamento de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena (Murcia)

Juan García Laguna

laguna@eio.uva.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias, Universidad de Valladolid, Valladolid

Amelia Victoria García Luengo

amgarcia@ual.es

Departamento de Estadística y Matemática Aplicada, Universidad de Almería, Almería

Martín García Martín

mgarcia@usal.es

Departamento de Administración y Economía de la Empresa, Universidad de Salamanca, Salamanca

Carolina García Martos

garcia.martos@upm.es

Escuela Técnica Superior de Ingenieros In-

dustriales, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid

M^a Victoria García Olea

marivi-garcia@eustat.es

Subdirección de Producción, Eustat, Vitoria (Álava)

Vicenta García Pérez

vicenta.garcia@carm.es

Centro Regional de Estadística de Murcia, Dirección General de Economía y Planificación, Murcia

Sergio García Quiles

sergio.garcia@uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Leganés (Madrid)

Miguel García Rodríguez

mgarciar_52@yahoo.com

Subdirección de Asistencia Técnica, Ejército de Tierra, Madrid

José Pedro García Sabater

jpgarcia@doe.upv.es

Departamento de Organización de Empresas, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Ana Elizabeth García Sipols

anaelizabeth.garcia@urjc.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles (Madrid)

Pilar García Soidán

pgarcia@uvigo.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Fac. de CC Sociales y de la Comunicación, Universidad de Vigo, Vigo (Pontevedra)

María Jesús García-Ligero Ramírez

mjgarcia@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Granada

Pilar Gargallo Valero

pigarga@unizar.es

Departamento de Estructura, Historia y Economía Pública, Escuela Universitaria de Estudios Empresariales, Universidad de Zaragoza, Zaragoza

María Araceli Garín Martín

mariaaraceli.garin@ehu.es

Departamento de Economía Aplicada III, Fac. de CC. EE. y Empresariales, Universidad del País Vasco, Bilbao (Bizkaia)

Laura Garrido Blanco

garridolaura@uniovi.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa y D.M., Facultad de Ciencias, Universidad de Oviedo, Oviedo (Asturias)

Jesús Getán Oliván

jesus_getan@ub.edu

Departament de Matemàtica Econòmica, Financera i Actuarial, Facultat de Economia i Empresa, Universitat de Barcelona, Barcelona

José Gibergans Báguena

jose.gibergans@upc.edu

Departamento de Matemática Aplicada III, EUETIB, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona

María Ángeles Gil Álvarez

magil@uniovi.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa y D.M., Universidad de Oviedo, Oviedo (Asturias)

Pedro Gil Álvarez

pedro@uniovi.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa y D.M., Universidad de Oviedo, Oviedo (Asturias)

Alicia Gila García

algila@ine.es

S.G. de Estadísticas de precios y Presupuestos Familiares, Instituto Nacional de Estadística (INE), Madrid

José Andrés Giménez Maldonado

jagimenez@fundacion.valenciaport.com

Área de Desarrollo Portuario, Fundación Valenciaport, Valencia

Vicent Giner Bosch

vigibos@eio.upv.es

Departament d'Estadística i Investigació Operativa Aplicades i Qualitat, Universitat Politècnica de València, València

Montserrat Girabent Farrés

girabent@csc.uic.es

Salut Pública (Bioestadística), Facultat de Medicina, UB - UIC, Barcelona

M. Andrea Giuliodori

mgiuliod@est-econ.uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Getafe (Madrid)

Miguel Ángel Goberna Torrent

mgoberna@ua.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Alicante, San Vicente del Raspeig (Alicante)

Tomás Goicoa Mangado

tomas.goicoa@unavarra.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Pública de Navarra, Pamplona (Navarra)

M^a Teresa Gómez Gómez

terego@us.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Sevilla, Sevilla

Emilio Gómez Déniz

egomez@dmc.ulpgc.es

Departamento de Métodos Cuantitativos en Economía y Gestión, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria (Las Palmas)

María Gómez Rúa

mariarua@uvigo.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultade de CC. Económicas

e Empresariais, Universidade de Vigo, Vigo (Pontevedra)

Miguel A. Gómez Villegas

ma.gv@mat.ucm.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Complutense de Madrid, Madrid

José Antonio González Alastrué

jose.a.gonzalez@upc.edu

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona

María Teresa González Arteaga

teresag@eio.uva.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias, Universidad de Valladolid, Valladolid

Enrique Francisco González Dávila

egonzale@ull.es

Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Computación, Universidad de La Laguna, La Laguna (Santa Cruz de Tenerife)

Manuel González Elías

mgonzalezelias@yahoo.es

Endesa, ENDESA, Madrid

Isabel González Farias

imgfaria@ing.uc3m.es

Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad Carlos III de Madrid, Leganés (Madrid)

Wenceslao González Manteiga

wenceslao.gonzalez@usc.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela (La Coruña)

Carlos González Martín

cgonmar@ull.es

Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Computación, Universidad de La Laguna, La Laguna (Santa Cruz de Tenerife)

Beatriz González Pérez

beatrizg@mat.ucm.es

Departamento de Estadística e Investigación, Facultad de Ciencias Matemáticas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid

Noelia González Rodríguez

noelia.gonzalez@telecycl.com

Estudios de Mercado, TELECYL, Valladolid

Jesús Alberto González Yanes

jgonyanp@gobiernodecanarias.org

Instituto de Estadística de Canarias, La Laguna (Santa Cruz de Tenerife)

Miguel González Velasco

mvelasco@unex.es

Departamento de Matemáticas, Universidad de Extremadura, Badajoz

Alfonso Gordaliza Ramos

alfonsog@eio.uva.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias, Universidad de Valladolid, Valladolid

Jose F. Gordillo Santofimia

jgordillo@us.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Sevilla, Sevilla

Jan Graffelman

jan.graffelman@upc.edu

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona

Carlos Guerrero García

cguerrerog@uma.es

Departamento de Matemática Aplicada, ET-SI de Telecomunicaciones, Universidad de Málaga, Málaga

Antonio Guillamón Frutos

antonio.guillamon@upct.es

Departamento de Matemática Aplicada y Estadística, Campus Muralla del Mar, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena (Murcia)

José Miguel Gutiérrez Expósitojmgrez@ull.es

Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Computación, Facultad de Matemáticas, Universidad de La Laguna, La Laguna (Santa Cruz de Tenerife)

H**Eligius Hendrix**eligius.hendrix@wur.nl

Departamento de Arquitectura de Computadores, Universidades de Málaga y Almería, Malaga y Almería

Adolfo Hernández Estradaa.hernandez@emp.ucm.es

Sección Departamental de Estadística e I. O. II (Métodos de Decisión), E. U. de Estudios Empresariales, Universidad Complutense de Madrid, Madrid

Francisco Hernández Jiménezfhernan@ine.es

INE, INE, Madrid

Zenaida Hernández Martínzenaida.hernandez@unirioja.es

Facultad de Ciencias, Estudios Agroalimentarios e Informática, Universidad de La Rioja, Logroño (La Rioja)

Juan Antonio Hernández Rodríguezjantonio.hernandez@juntadeandalucia.es

Servicio de Estadísticas Demográficas y Sociales, Instituto de Estadística de Andalucía, Sevilla

Montserrat Herrador Cansadoherrador@ine.es

S.G. de Metodología y Técnicas Estadísticas, INE, Madrid

Luis Herrero Riañoluis.herrero@gmail.com

Sistemas, Organización y Logística, Leroy Merlin, Madrid

Joanna Pamela Hidalgo Mendozapamelahidalgo_mendoza@hotmail.com

Escuela de Medicina, Campus de Tijuana, Universidad de Xochicalco, Tijuana, Mexico

I**Josu Iradi Arrieta**Josu.Iradi@eustat.es

Eustat, Euskal Estatistika Erakundea, Instituto Vasco de Estadística, Vitoria-Gasteiz (Álava)

Josep María Izquierdo Aznarjizquierdoa@ub.edu

Departament de Matemàtica Econòmica, Financera i Actuarial, Universitat de Barcelona, Barcelona

J**Antonio Jiménez Martín**ajimenez@fi.upm.es

Departamento de Inteligencia Artificial, Universidad Politécnica de Madrid, Boadilla del Monte (Madrid)

Óscar Jiménez Pascualoscarjim@et.mde.es

Unidad de Investigación Operativa, Ejército de Tierra, Madrid

Raúl Jiménez Recaredoraul.jimenez@uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Getafe (Madrid)

Pedro Jodrá Estebanpjodra@unizar.es

Departamento de Métodos Estadísticos, Universidad de Zaragoza, Zaragoza

Jesús Manuel Jorge Santisojjorge@ull.es

Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Computación, Universidad de La Laguna, La Laguna (Santa Cruz de Tenerife)

Ricardo Josa Fombellidaricar@eio.uva.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Valladolid, Valladolid

K**Ketrina Katragjini**ketrina@iti.es

Instituto Tecnológico de Informática, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Kostanca Katragjinikostanca@iti.upv.es

Instituto Tecnológico de Informática, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Mathieu Kesslermathieu.kessler@upct.es

Departamento de Matemática Aplicada y Estadística, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena (Murcia)

Arturo Kohatsu-Higaarturokohatsu@gmail.com

Center for the Study of Finance and Insurance, Osaka University, Osaka, Japón

L**Martine Labbé**mllabbe@ulb.ac.be

Computer Science Department, Université Libre de Bruxelles, Bruselas, Bélgica

Beatriz Lacruz Casaucaulacruz@unizar.es

Departamento de Métodos Estadísticos, Campus San Francisco, Universidad de Zaragoza, Zaragoza

Mercedes Landete Ruizlandete@umh.es

Departamento de Estadística, Matemáticas e Informática, Universidad Miguel Hernández, Elche (Alicante)

Ana María Lara Porrasalara@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Granada

Consuelo Lara Torresconsu.lara@capgemini.com

O.R. Consulting, Capgemini, Glasgow, United Kingdom

María Teresa León Mendozateresa.leon@uv.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Valencia, Burjassot (Valencia)

Mikel Lezaun Iturraldemikel.lezaun@ehu.es

Departamento de Matemática Aplicada, Estadística e Investigación Operativa, Universidad del País Vasco, Leioa (Vizcaya)

Vicente Liern Carriónvicente.liern@uv.es

Departamento de Matemáticas, Economía y Empresa, Facultad de Economía, Universidad de Valencia, Valencia

Rosa Elvira Lillo Rodríguezlillo@est-econ.uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Getafe (Madrid)

M. Pilar Lino Sorlípilar.lino@uv.es

Departamento de Matemáticas para la Economía y la Empresa, Universitat de València, Valencia

Natividad Llorca Pascualnllorca@umh.es

Departamento de Estadística, Matemáticas e Informática, Universidad Miguel Hernández de Elche, Elche (Alicante)

Damián López Asensiodalopas76@yahoo.es

Departamento de Matemática Aplicada a

la Ingeniería Industrial, E.T.S.I. Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid

Fernando López Blázquez

lopez@us.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Sevilla, Sevilla

Marco Antonio López Cerdá

marco.antonio@ua.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante, Alicante

María Cruz López de los Mozos Martín

mclopez@us.es

Departamento de Matemática Aplicada I, E.T.S. de Ingeniería Informática, Universidad de Sevilla, Sevilla

Miguel López Díaz

mld@uniovi.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa y D.M., Facultad de Ciencias, Universidad de Oviedo, Oviedo (Asturias)

José Juan López Espín

jlopez@umh.es

Departamento de Estadística, Matemáticas e Informática, Universidad Miguel Hernández, Elche (Alicante)

Jesús López Fidalgo

jesus.lopezfidalgo@uclm.es

Departamento de Matemáticas, E.T.S.I. Industriales, Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real

María Teresa López García

mtlopez@uniovi.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Oviedo, Oviedo (Asturias)

Fabiola López Hernández

dfgarciap@yahoo.es

EMCOR, MINBAS, Habana, Cuba

Ángel López López

anlopez@est-econ.uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Leganés (Madrid)

Antonio López Quílez

Antonio.Lopez@uv.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Valencia, Burjassot (Valencia)

Juana López Redondo

juani@ace.ual.es

Departamento de Arquitectura de Computadores y Electrónica, Universidad de Almería, Almería

Ana Dolores López Sánchez

anadolores@us.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Sevilla, Sevilla

Esther López Vizcaíno

esther.lopez@ige.eu

Instituto Galego de Estatística, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela (A Coruña)

Yuribeth L López Yáñez

yurilly@gmail.com

Estudiante de Estadística, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela

Silvia Lorenzo Freire

slorenzo@udc.es

Departamento de Matemáticas, Facultad de Informática, Universidade da Coruña, A Coruña

Leticia Lorenzo Picado

leticiap@uvigo.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultade de Economía, Universidade de Vigo, Vigo (Pontevedra)

Alberto Luceño Vázquez

lucenoa@unican.es

Departamento de Matemática Aplicada y Ciencias de la Computación, Universidad de Cantabria, Santander (Cantabria)

Matías Javier Luengo Sánchezmatiasluengo@ea.mde.es

Ejército del Aire, Ministerio de Defensa, Madrid

Juan de Dios Luna del Castillojuandedios.lunadelcastillo@gmail.com

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Medicina, Universidad de Granada, Granada

M**Carla María Macedo Moreira**carlamgmm@gmail.com

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Vigo, Vigo (Pontevedra)

Rosario Madero Jarabormadero.hulp@salud.madrid.org

Sección de Bioestadística, Hospital Universitario La Paz, Madrid

Águeda Madoz Mendiorozagueda.madoz@ehu.es

Departamento de Matemática Aplicada, Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencia y Tecnología, EHU-UPV, Bilbao (Vizcaya)

Ana Esther Madrid Garcíaanaesther@ugr.es

Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Granada

Julien Maheutjuma2@etsii.upv.es

Departamento de Organización de Empresas, Universidad Politécnica Valencia, Valencia

Fermín Mallor Giménezmallor@navarra.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Pública de Navarra, Pamplona (Navarra)

Casiano Manrique de Lara Peñatecmarique@daea.ulpgc.es

Departamento de Análisis Económico Aplicado, Campus de Tafira, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria (Las Palmas)

Jorge Manzano Lahozjmanzanol@et.mde.es

Unidad de Estadística, Ejército de Tierra, Madrid

Yolanda Marhuenda Garcíay.marhuenda@umh.es

Departamento de Estadística, Matemáticas e Informática, Centro de Investigación Operativa, Universidad Miguel Hernández de Elche, Elche (Alicante)

Josefa Marín Fernándezjmarinfe@um.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Murcia, Espinardo (Murcia)

Ángel Marín Graciaangel.marin@upm.es

Departamento de Matemática Aplicada y Estadística, E.T.S. Ingenieros Aeronáuticos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid

Alfredo Marín Pérezamarin@um.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Murcia, Espinardo (Murcia)

Luis Miguel Marín Trecheraluis.marin@uca.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Cádiz, Cádiz

Juan Antonio Marmolejo Martínjamarmo@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, E.U. de Ciencias Sociales, Universidad de Granada, Melilla

Guillermo Eduardo Marquestógmarquesto@fibertel.com.ar

Tecnicaturas, Universidad Tecnológica Nacional, San Isidro, Argentina

Mirliana Marhysol Márquez Medina

marhy35@gmail.com

Departamento de Estadística, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela

Jacinto Martín

jrmartin@unex.es

Departamento de Matemáticas, Universidad de Extremadura, Badajoz

Nirian Martín Apaolaza

nirian@estad.ucm.es

Escuela Universitaria de Estadística, Universidad Complutense de Madrid, Madrid

Francisco Javier Martín Campo

javiermartincampo@gmail.com

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles (Madrid)

Josep Antoni Martín Fernández

josepantoni.martin@udg.edu

Departament d'Informàtica i Matemàtica Aplicada, Universitat de Girona, Girona

Luisa Martín Horcajo

luisa.martin.horcajo@upm.es

Departamento de Matemática Aplicada a la Arquitectura Técnica, E. U. Arquitectura Técnica de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid

Quintín Martín Martín

qmm@usal.es

Departamento de Estadística, Universidad de Salamanca, Salamanca

Raúl Martín Martín

Raul.MMartín@uclm.es

Departamento de Matemáticas, Escuela Superior de Informática, Universidad de Castilla La Mancha, Ciudad Real

Juan Enrique Martínez Albuixech

martinez_juaalb@gva.es

Institut Valencià d'Estadística, Generalitat Valenciana, Valencia

Oscar Martínez Bonastre

oscar.martinez@umh.es

Centro de Investigación Operativa, Universidad Miguel Hernandez de Elche, Elche (Alicante)

Adela Martínez Calvo

adela.martinez@usc.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela (A Coruña)

Irene Martínez Masegosa

irene@ual.es

Departamento de Lenguajes y Computación, UAL, Aguadulce (Almería)

María Dolores Martínez Miranda

mmiranda@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Granada, Granada

Olga Martínez Moure

olga.m.moure2006@hotmail.com

Departamento de Sociología, UNED, La Coruña

Ana María Martínez Rodríguez

ammartin@ujaen.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Jaén, Jaén

Antonio Martínez Sykora

marsyan@uv.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universitat de València, Burjassot (Valencia)

Josep María Mateo Sanz

josepmaria.mateo@urv.cat

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Química, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona

Alfonso Mateos Caballero

amateos@fi.upm.es

Departamento de Inteligencia Artificial, Fa-

cultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid, Boadilla del Monte (Madrid)

Maider Mateos del Pino

maider.mateos@ehu.es

Departamento de Matemática Aplicada, Estadística e Investigación Operativa, Universidad del País Vasco, Bilbao (Vizcaya)

Gloria Mateu Figueras

gloria.mateu@udg.edu

Departament d'Informàtica i Matemàtica Aplicada, Universitat de Girona, Girona

Jorge Mateu Mahiques

mateu@mat.uji.es

Departamento de Matemáticas, Universitat Jaume I, Castellón

Agustín Mayo

agustin@med.uva.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Valladolid, Valladolid

Ana Meca Martínez

ana.meca@umh.es

Centro de Investigación Operativa, Universidad Miguel Hernández de Elche, Elche (Alicante)

Santiago Mecoleta Finó

santiago_m.f@hotmail.com

Cabrerizos (Salamanca)

Jose María Méndez Martín

jmmendez@ine.es

Subdirección General de Precios y Presupuestos Familiares, Instituto Nacional de Estadística, Madrid

Juan Antonio Mesa López-Colmenar

jmesa@us.es

Departamento de Matemática Aplicada II, Escuela Técnica Superior de Ingenieros, Universidad de Sevilla, Sevilla

Jesús Ángel Miguel Álvarez

jamiguel@unizar.es

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Zaragoza, Zaragoza

Gerardo Minella

mgerar@iti.upv.es

Instituto Tecnológico de Informática, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Antonio Miñarro Alonso

aminarro@ub.edu

Departamento de Estadística, Universidad de Barcelona, Barcelona

Silvia Miquel Fernández

smiquel@matematica.udl.cat

Departamento de Matemática, Universitat de Lleida, Lleida

José Mira McWilliams

josemanuel.mira@upm.es

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid

Pedro Miranda Menéndez

pmiranda@mat.ucm.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias Matemáticas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid

Pau Miró i Martínez

pamimar@eio.upv.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad, Escola Politècnica Superior d'Alcoi, Universitat Politècnica de València, Alcoi (Alicante)

José Antonio Moler Cuiral

jmoler@unavarra.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Pública de Navarra, Pamplona (Navarra)

Elisenda Molina Ferragut

elisenda.molina@uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Colmenarejo (Madrid)

Isabel Molina Peraltaisabel.molina@uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Getafe (Madrid)

José Molina Traperojosee.molina@juntadeandalucia.es

Servicio de Estudios, Síntesis y Métodos Estadísticos, Instituto de Estadística de Andalucía, Sevilla

Mariola Molina Vilamariola.molina@ua.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Alicante, San Vicente del Raspeig (Alicante)

Juan Francisco Monge Ivarsmonge@umh.es

Centro de Investigación Operativa, Universidad Miguel Hernández, Elche (Alicante)

Manuel F. Montenegro Hermidammontenegro@uniovi.es

Departamento Estadística e Investigación Operativa y Didáctica de la Matemática, Universidad de Oviedo, Gijón (Asturias)

Miguel Ángel Montero Alonsommontero@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Granada, Melilla

Jesús Montes Peralmontes3@uao.es

Departamento de Ciencias Económicas y Sociales, Facultad de Ciencias Sociales, Universitat Abat Oliba C.E.U., Barcelona

Delia Montoro Cazorladmontoro@ujaen.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, E.P.S. Linares, Universidad de Jaén, Linares (Jaén)

Roberto Morales ArsenalRoberto.Morales@uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Leganés (Madrid)

Domingo Morales Gonzálezd.morales@umh.es

Centro de Investigación Operativa, Universidad Miguel Hernández de Elche, Elche (Alicante)

Julio Moreno Lorentejuliomor@ccee.ucm.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa II, Facultad CC Económicas y Empresariales, Universidad Complutense de Madrid, Somosaguas (Madrid)

Jose Luis Moreno Morenommolerog@et.mde.es

Ministerio de Defensa, JCISAT, Madrid

Vanessa Morillas Guillénvanesa.morillas@orgc.csic.es

Consejo Superior de Investigaciones Científicas, C.S.I.C., Sevilla

Manuel Alfredo Mosquera Rodríguezmamrguez@uvigo.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidade de Vigo, Vigo (Ourense)

Julio Mulero Gonzálezjmulero@um.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante, Alicante

María Muñoz Condemmacarena.munoz@juntadeandalucia.es

Servicio de Estudios, Síntesis y Métodos Estadísticos, Instituto de Estadística de Andalucía, Sevilla

Antonio Muñoz Ledesmaantonio0809@gmail.com

Departamento de Matemáticas, Instituto de Enseñanza Secundaria Sanje de Alcantarilla, Murcia

Manuel Muñoz Márquezmanuel.munoz@uca.es

Departamento de Estadística e Investiga-

ción Operativa, Universidad de Cádiz, Puerto Real (Cádiz)

Jose Muñoz Pérez

jose_munoz@uma.es

ETS de Ingeniería Informática, Universidad de Málaga, Málaga

Juan Manuel Muñoz Pichardo

juanm@us.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Sevilla, Sevilla

Facundo Muñoz Viera

Facundo.Munoz@uv.es

Departament d'Estadística i Investigació Operativa, Facultat de Matemàtiques, Universitat de València (Estudi General), Burjassot (Valencia)

N

Esteban Navarrete Álvarez

estebang@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Granada

Jorge Navarro Camacho

jorgenav@um.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Murcia, Espinardo (Murcia)

Jesús Navarro Moreno

jnavarro@ujaen.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Jaén, Jaén

Salvador Naya Fernández

salva@udc.es

Departamento de Matemáticas, Escuela Politécnica Superior, Universidad de A Coruña, Ferrol (A Coruña)

Miguel Negrín Hernández

mnegrin@dmc.ulpgc.es

Departamento de Métodos Cuantitativos en

Economía y Gestión, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria (Las Palmas)

Carmen Nieto Zayas

tita@estad.ucm.es

Departamento de Estadística e Investigación III, E.U. de Estadística, Universidad Complutense de Madrid, Madrid

Francisco Javier Nogales

FcoJavier.Nogales@uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Leganés (Madrid)

Vicente Novo Sanjurjo

vnovo@ind.uned.es

Departamento de Matemática Aplicada I, E.T.S.I. Industriales, U.N.E.D., Madrid

Marina Núñez Oliva

mnunez@ub.edu

Departamento de Matemática Económica, Financiera y Actuarial, Universitat de Barcelona, Barcelona

O

Jorge Luis Ojeda Cabrera

jojeda@unizar.es

Departamento de Métodos Estadísticos, Universidad de Zaragoza, Zaragoza

Pablo Olaso Redondo

pablo.olaso@urjc.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Rey Juan Carlos de Madrid, Madrid

Jorge Ollero Hinojosa

jorge.ollero@uca.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Cádiz, Puerto Real (Cádiz)

Sandra Oltra Crespo

soltra@mat.upv.es

Departamento de Matemática Aplicada, Es-

cola Politècnica Superior d'Alcoi, Universitat Politècnica de Valencia, Alcoi (Alacant)

María del Carmen Olvera Porcel

mcolvera@ugr.es

Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Facultad de Medicina, CIBER, Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Granada

Juan Francisco Ortega Dato

JuanFco.Ortega@uclm.es

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete

Mónica Ortega Moreno

ortegamo@uhu.es

Departamento de Economía General y Estadística, Universidad de Huelva, Huelva

Eva María Ortega Pastor

evamaria@umh.es

Centro de Investigación Operativa, Universidad Miguel Hernández, Elche (Alicante)

M.I. Ortego

ma.isabel.ortego@upc.edu

Departamento de Matemática Aplicada III, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona

Esther Ortiz Martínez

esther.ortiz@carm.es

Dirección General de Economía y Planificación, Consejería de Economía y Hacienda de Murcia, Murcia

Isabel María Ortiz Rodríguez

iortiz@ual.es

Departamento de Estadística y Matemática Aplicada, Universidad de Almería, Almería

P

Javier Palarea Albaladejo

jpalarea@pdi.ucam.edu

Departamento de Informática de Sistemas,

Universidad Católica San Antonio, Guadalupe (Murcia)

Valentín Pando Fernández

vpando@eio.uva.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, E.T.S. Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, Palencia

María del Carmen Pardo Llorente

mcapardo@mat.ucm.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa I, Facultad de Matemáticas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid

Julio Ángel Pardo Llorente

japardo@mat.ucm.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa I, Facultad de CC Matemáticas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid

Daniel Eduardo Paredes Moreno

danieleparedes@gmail.com

Escuela de Estadística, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela

Juan Parra López

parra@umh.es

Centro de Investigación Operativa, Universidad Miguel Hernández de Elche, Elche (Alicante)

Antonio Pascual Acosta

antoniop@us.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Sevilla, Sevilla

Jesús T. Pastor Ciurana

jtpastor@umh.es

Centro de Investigación Operativa, Universidad Miguel Hernández de Elche, Elche (Alicante)

Beatriz Pateiro López

beatriz.pateiro@usc.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela (A Coruña)

Vera Pawlowsky-Glahn

vera.pawlowsky@udg.edu

Departamento de Informática y Matemática Aplicada, Universidad de Girona, Girona

Antonio Peinado Calero

antonio.peinado@uca.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad CC Económicas y Empresariales, Universidad de Cádiz, Cádiz

Blas Pelegrín Pelegrín

pelegrin@um.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Murcia, Espinardo (Murcia)

Juan Luis Peñaloza Figueroa

jluispf@emp.ucm.es

Sección Departamental de Estadística e Investigación Operativa II, E. U. de Estudios Empresariales, Universidad Complutense de Madrid, Madrid

Federico Perea

perea@us.es

Departamento de Matemática Aplicada II, Escuela Superior de Ingenieros, Universidad de Sevilla, Sevilla

Ángeles Pérez Alarcó

angeles.perez@uv.es

Departamento de Matemáticas para la Economía y la Empresa, Universitat de València, Valencia

Carlos Pérez Arriero

carlospe@ine.es

S.G. Metodología y Técnicas Estadísticas, Instituto Nacional de Estadística, Madrid

María Luisa Pérez Delgado

mlperez@usal.es

Departamento de Informática y Automática, Escuela Politécnica Superior de Zamora, Universidad de Salamanca, Zamora

Elia Pérez Fernández

epefer@gmail.com

Sección de Bioestadística, Hospital La Paz, Madrid

Domingo Pérez Flores

dperez@um.es

Departamento de Ciencias Sociosanitarias, Facultad de Medicina, Universidad de Murcia, Espinardo (Murcia)

Carlos Pérez González

cpgonzal@ull.es

Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Computación, Facultad de Matemáticas, Universidad de La Laguna, La Laguna (Tenerife)

César Pérez López

cccppplll@hotmail.com

Unidad de Estadística, Instituto de Estudios Fiscales, Madrid

Agustín Pérez Martín

agustin.perez@umh.es

Centro de Investigación Operativa, Universidad Miguel Hernández de Elche, Elche (Alicante)

Rafael Pérez Ocón

rperezo@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Granada

Teresa Pérez Pérez

teperez@estad.ucm.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa III, E.U. Estadística, Universidad Complutense de Madrid, Madrid

Gloria Pérez Sáinz de Rozas

gloria.perez@ehu.es

Departamento de Matemática Aplicada, Estadística e Investigación Operativa, Universidad del País Vasco, Leioa (Vizcaya)

Carlos Javier Pérez Sánchez

carper@unex.es

Departamento de Matemáticas, Facultad de

Veterinaria, Universidad de Extremadura, Cáceres

Jose María Pérez Sánchez

josemag@ugr.es

Departamento de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa, Facultad de CC Económicas y Empresariales, Universidad de Granada, Granada

Arthur Pewsey

apewsey@unex.es

Departamento de Matemáticas, Escuela Politécnica, Universidad de Extremadura, Cáceres

Jose Luis Pino Mejías

jlpio@us.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Sevilla, Sevilla

Rafael Pino Mejías

rafaelp@us.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Sevilla, Sevilla

María Piñeiro Lamas

maria.pineiro@usc.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela (A Coruña)

Jorge Manuel Pires Mendonça

jpm@isep.ipp.pt

Departamento de Matemática, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Matosinhos, Portugal

Celeste Pizarro Romero

celeste.pizarro@urjc.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles (Madrid)

Joaquín Planelles

joaquin.planelles.ext@juntadeandalucia.es

Instituto de Estadística de Andalucía, Universidad de Sevilla, Sevilla

Fernando Plo Alastrué

fplo@unizar.es

Departamento de Métodos Estadísticos, Universidad de Zaragoza, Zaragoza

Montserrat Pons Vallès

montserrat.pons@upc.edu

Departamento de Matemática Aplicada III, Universidad Politécnica de Cataluña, Manresa (Barcelona)

Juana Porras Puga

juporras@ine.es

Estadística, I.N.E., Madrid

María Cristina Prado Valle

Cristina.Prado@eustat.es

Eustat, Vitoria-Gasteiz (Álava)

Manuel Antonio Presedo Quindimil

mpresedo@udc.es

Departamento de Matemáticas, Facultad de Informática, Universidad de La Coruña, La Coruña

María Mercedes Prieto García

mmprieto@usal.es

Departamento de Estadística, Universidad de Salamanca, Salamanca

Faustino Prieto Mendoza

faustino.prieto@unican.es

Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Cantabria, Santander (Cantabria)

Rosa Eva Pruneda González

rosa.pruneda@uclm.es

Departamento de Matemáticas, Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real

Justo Puerto Albandoz

puerto@us.es

Facultad de Matemáticas, Universidad de Sevilla, Sevilla

Jaime Puig-Pey Echebestepuigpeyj@unican.es

Departamento de Matemática Aplicada y Ciencias de la Computación, E.T.S. Ingenieros de Caminos, Universidad de Cantabria, Santander (Cantabria)

Josep María Puigvert Gutiérrezjosep_maria.puigvert@ecb.int

Monetary and Financial Statistics, European Central Bank, Frankfurt am Main, Germany

Manuel A. Pulido Cayuelampulido@um.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Murcia, Espinardo (Murcia)

Q**Jaime Quesada Ordinas**jaimaque@et.mde.es

Unidad Central de Investigación Operativa, Ministerio de Defensa, Madrid

José Manuel Quesada Rubioquesada@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Granada

Isabel Quesada Vázqueziquesada@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Granada, Melilla

Sacramento Quintanilla Alfaromaria.quintanilla@uv.es

Departamento de Matemáticas para la Economía y la Empresa, Universidad de Valencia, Valencia

Alicia Quirós Carreteroalicia.quiros@urjc.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles (Madrid)

R**Carles Rafels Pallarola**crafels@ub.edu

Departamento de Matemática Económica, Financiera y Actuarial, Universidad de Barcelona, Barcelona

Josefa Ramírez Cobojrcobo@est-econ.uc3m.es

Departamento de Estadística, Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas, Universidad Carlos III de Madrid, Getafe (Madrid)

Ana Belén Ramos Gallegoanabelenramos@us.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Sevilla, Sevilla

Héctor Ramos Romerohector.ramos@uca.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Cádiz, Cádiz

Rocío Raya Mirandarraya@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Granada

Javier Revuelta Menéndezjavier.revuelta@uam.es

Departamento de Psicología Social y Metodología, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid

María Jesús Rivas Lópezchusrl@usal.es

Departamento de Estadística, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, Salamanca

M^a Asunción Rivas Martínezmariaa.rivas@juntadeandalucia.es

Servicio de Estadística y Publicaciones., Consejería de Innovación, Ciencia y Empresas, Junta de Andalucía, Sevilla

Luis Felipe Rivera Galicialuisf.rivera@uah.es

Departamento de Estadística, Estructura Económica y O.E.I., Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares (Madrid)

Jesús Rodríguez

jesfel@gmail.com

División de Estadísticas Tributarias, SE-NIAT, Caracas, Venezuela

Margarita Rodríguez Álvarez

marga.rodriguez@ua.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante, San Vicente del Raspeig (Alicante)

Licesio J. Rodríguez Aragón

L.RodriguezAragon@uclm.es

Departamento de Matemáticas, E.T.S.I. Industriales, Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real

José Rodríguez Avi

jravi@ujaen.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Jaén, Jaén

Jonay Rodríguez Báez

jonayro@gmail.com

Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Computación, Universidad de La Laguna, La Laguna (Santa Cruz de Tenerife)

Antonio Manuel Rodríguez Chía

antonio.rodriguezchia@uca.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias, Universidad de Cádiz, Puerto Real (Cádiz)

Juan Manuel Rodríguez Díaz

juanmrod@usal.es

Departamento de Estadística, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, Salamanca

Ángel Rodríguez Fermín

angelrodriguez@ucla.edu.ve

Gerencia, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Barquisimeto, Venezuela

dro Alvarado (UCLA), Barquisimeto, Venezuela

Juan Tinguaro Rodríguez González

tingorg@gmail.com

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Complutense de Madrid, Madrid

Rosario Rodríguez Griñolo

mrrodgri@upo.es

Departamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Historia Económica, Área Estadística, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla

M^a Mercedes Rodríguez Hernández

mercedes.r.h@hotmail.com

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Castilla la Mancha, Ávila

Inmaculada Rodríguez Martín

iriguez@ull.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa y Computación, Facultad de Matemáticas, Universidad de La Laguna, La Laguna (Santa Cruz de Tenerife)

José Luis Rodríguez Requena

joserodriguez33@gmail.com

Estadística, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela

Carmelo Rodríguez Torreblanca

crt@ual.es

Departamento de Estadística y Matemática Aplicada, Universidad de Almería, Almería

Liskeila Rojas

alieska15@gmail.com

Universidad Central de Venezuela, Ministerio de Salud, Caracas, Venezuela

Concepción Roldán López de Hierro

iroldan@ujaen.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Jaén, Jaén

José Antonio Roldán Nofuentesjanofuentes@mixmail.com

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Medicina, Universidad de Granada, Granada

Patricia Román Románproman@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Granada, Granada

Rosario Romera Ayllonrosario.romera@uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Getafe (Madrid)

Leocadia Romero Martínezlromero@um.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Murcia, Espinardo (Murcia)

Desirée Romero Molinaderomero@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Granada, Granada

Juan Romo Urrozjuan.romo@uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Getafe (Madrid)

Felipe Manuel Rosa Gonzálezfrosag@ull.es

Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Computación, Universidad de La Laguna, La Laguna (Santa Cruz de Tenerife)

Cristina Rovira Trepalcrovira@idescat.cat

Institut d'Estadística de Catalunya, Generalitat de Catalunya, Barcelona

Maria Jesús Rufo Bazagamrufo@unex.es

Departamento de Matemáticas, Escuela Politécnica, Universidad de Extremadura, Cáceres

María del Carmen Ruiz Abellónmaricarmen.ruiz@upct.es

Departamento de Matemática Aplicada y Estadística, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena (Murcia)

Juan Eloy Ruiz Castrojeloy@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Granada, Granada

África Ruiz Gándaraafricarui@us.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Sevilla, Sevilla

Rubén Ruiz Garcíarruiz@eio.upv.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad, Instituto Tecnológico de Informática, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Gabriel Ruiz Garzóngabriel.ruiz@uca.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Cádiz, Jerez de la Frontera (Cádiz)

José María Ruiz Gómezjmruizgo@um.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Murcia, Espinardo (Murcia)

Carlos Ruiz Lópezcruizl@et.mde.es

Academia General Militar, Ministerio de Defensa, Zaragoza

María Dolores Ruiz Medinamruiz@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Granada, Granada

Williams Rujanowill_rujano@cantv.net

Estadística, Universidad Central de Venezuela,
Caracas, Venezuela

S

Juan José Saameño Rodríguez

jjsaame@ctima.uma.es

Departamento de Matemática Aplicada,
E.T.S.I. Telecomunicaciones, I.C.A.I., Málaga

Marina Sagaseta

msagasel@navarra.es

Instituto de Estadística de Navarra, Gobierno
de Navarra, Pamplona-Iruña (Navarra)

Begoña Salamanca Miño

bsm@us.es

Departamento de Estadística e Investigación
Operativa, Universidad de Sevilla, Sevilla

Román Salmerón Gómez

romansg@ugr.es

Departamento de Métodos Cuantitativos para
la Economía y la Empresa, Universidad de
Granada, Granada

Luis Augusto San José Nieto

augusto@mat.uva.es

Departamento de Matemática Aplicada, Uni-
versidad de Valladolid, Valladolid

Belén San José Valiente

belensjv@gmail.com

Bioestadística, Hospital Universitario La Paz,
Madrid

Juan Félix San Juan Díaz

juanfelix.sanjuan@unirioja.es

Departamento de Matemáticas y Compu-
tación, Universidad de La Rioja, Logroño (La
Rioja)

Montserrat San Martín Pérez

montse.sanmartin@unirioja.es

Departamento de Matemáticas y Compu-
tación, Universidad de La Rioja, Logroño (La
Rioja)

Susana San Matías Izquierdo

ssanmat@eio.upv.es

Departamento de Estadística e Investigación
Operativa Aplicadas y Calidad, Universidad
Politécnica de Valencia, Valencia

Osmel Sánchez

osnelsanchez@yahoo.com

Unidad de Investigación, Universidad Ca-
pitán General Gerardo Barrios, San Miguel,
El Salvador

Ángel Sánchez Barbié

a.sanchez@umh.es

Departamento de Estadística, Matemáticas e
Informática, Universidad Miguel Hernández
de Elche, Elche (Alicante)

Patricio Sánchez Belló

psanchez@uvigo.es

Departamento de Estadística, E.U. Empre-
sariales, Universidad de Vigo, Vigo (Ponte-
vedra)

Patricio Sánchez Fernández

patricio@uvigo.es

Estudiante, Universidad de Vigo, Cenlle (Ou-
rense)

Albert Sánchez Niubò

asanchez@imim.es

Grupo de Investigación en Epidemiología de
las Drogas de Abuso, Instituto Municipal de
Investigación Médica, Barcelona

Ismael Sánchez Rodríguez-Morcillo

ismael.sanchez@uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad
Carlos III de Madrid, Leganés (Madrid)

José Manuel Sánchez Santos

jose@usal.es

Departamento de Estadística, Facultad de
Ciencias, Universidad de Salamanca, Sala-
manca

Joaquín Sánchez Soriano

joaquin@umh.es

Centro de Investigación Operativa, Universi-

dad Miguel Hernández de Elche, Elche (Alicante)

Clotilde Sancho Villanova

clotilde.sancho@juntadeandalucia.es

Viceconsejería, Servicio de Estadística y Publicaciones, Consejería de Innovación C. y E., Junta de Andalucía, Sevilla

Carmen Sangüesa Lafuente

csangues@unizar.es

Departamento de Métodos Estadísticos, Facultad de Ciencias (Matemáticas), Universidad de Zaragoza, Zaragoza

M^a Teresa Santos Martín

maysam@usal.es

Departamento de Estadística, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, Salamanca

Dolores Rosa Santos Peñate

drsantos@dmc.ulpgc.es

Departamento de Métodos Cuantitativos en Economía y Gestión, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria (Las Palmas)

Miguel Ángel Sanz Calvo

msanzc@et.mde.es

Subdirección de Servicios Técnicos y Telecomunicaciones, Ministerio de Defensa, Madrid

Gerardo Sanz Sáiz

gerardo@unizar.es

Departamento de Métodos Estadísticos, Universidad de Zaragoza, Zaragoza

Juan Jesús Sanz Sixto

juanjesussanz@gmail.com

Facultade de Informática, Universidade da Coruña, A Coruña

Rafael Sapiña García

rsapina@fundacion.valenciaport.com

Desarrollo Portuario, Fundación Valenciaport, Valencia

José María Sarabia Alegría

sarabiaj@unican.es

Departamento de Economía, Facultad Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Cantabria, Santander (Cantabria)

Albert Satorra

albert.satorra@upf.edu

Departamento de Economía y Empresa, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona

María del Carmen Segovia García

msegovia@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Granada

José Vicente Segura Heras

jvsh@umh.es

Centro de Investigación Operativa, Universidad Miguel Hernández de Elche, Elche (Alicante)

María Nela Seijas Giménez

mseijas@bcu.gub.uy

Licenciatura en Estadística, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

Androniky Serezlis

androniky@hotmail.com

E.E.C.A., U.C.V., Caracas, Venezuela

Juan José Serrano Pérez

jj Serra@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Granada, Granada

Joaquín Sicilia Rodríguez

jsicilia@ull.es

Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Computación, Universidad de La Laguna, San Cristóbal de La Laguna (Santa Cruz de Tenerife)

Miguel Ángel Sordo Díaz

mangel.sordo@uca.es

Departamento Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Cádiz, Cádiz

Ignacio Soria Garnacho

isoriaga@carrefour.com

Supply Chain, Centros Comerciales Carrefour, San Sebastián de los Reyes (Madrid)

Alfonso Suárez Llorens

alfonso.suarez@uca.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de CC Económicas y Empresariales, Universidad de Cádiz, Cádiz

Rosario Susi García

rsusi@estad.ucm.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa III, E.U. de Estadística, Universidad Complutense de Madrid, Madrid

T**Juan Tejada Cazorla**

jtejada@mat.ucm.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias Matemáticas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid

Gregorio Tirado Domínguez

gregoriotd@mat.ucm.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias Matemáticas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid

Fco. Javier Toledo Melero

javier.toledo@umh.es

Departamento de Estadística, Matemáticas e Informática, Centro de Investigación Operativa, Universidad Miguel Hernández de Elche, Elche (Alicante)

Nuria Torrado Robles

ntorrado@est-econ.uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Leganés (Madrid)

Francisco de Asís Torres Ruiz

fdeasis@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Granada

Paula Camelia Trandafir

camelia@eio.uva.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Valladolid, Valladolid

Gracián Triviño Salas

gracian@lcc.uma.es

E.T.S. Ingeniería Informática, Universidad de Málaga, Málaga

U**Lola Ugarte Martínez**

lola@unavarra.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Pública de Navarra, Pamplona (Navarra)

Thijs Urlings

thijs@iti.upv.es

Instituto Tecnológico de Informática, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Henar Urmeneta Martín-Calero

henar@unavarra.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad Pública de Navarra, Pamplona (Navarra)

V**Antonio Vaamonde Liste**

vaamonde@uvigo.es

Departamento de Estadística, Universidad de Vigo, Vigo (Pontevedra)

Mariano J. Valderrama Bonnet

valderra@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Farmacia, Universidad de Granada, Granada

Silvia M^a Valenzuela Ruiz

svalenzuela@ugr.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Granada, Granada

Concepción Valero Francoconcepcion.valero@uca.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Cadiz, Puerto Real (Cádiz)

Eva Vallada Regaladoevallada@eio.upv.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Francisco José Vázquez Polofjvpolo@dmc.ulpgc.es

Departamento de Métodos Cuantitativos, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria (Las Palmas)

Jesús Velásquezjesus.velasquez@decisionware-ltd.com

Director Científico, DecisionWare Ltd., Bogotá, Colombia

Santiago Velilla Cerdánsantiago.velilla@uc3m.es

Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, Getafe (Madrid)

Eva Ventura Coleraeva.ventura@upf.edu

Departamento de Economía y Empresa, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona

Enriqueta Vercher Gonzálezvercher@uv.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universitat de València, Burjassot (Valencia)

José Vicente PérezJose.Vicente@ua.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Alicante, San Vicente del Raspeig (Alicante)

Pilar Isabel Vidal Carreraspivicar@omp.upv.es

Departamento de Organización de Empresas, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Juan Vidal Pugavidalpuga@uvigo.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidade de Vigo, Vigo (Pontevedra)

Juan Manuel Vilar Fernándezeijvilar@udc.es

Departamento de Matemáticas, Facultad de Informática, Universidade da Coruña, A Coruña

José Antonio Vilar Fernándezeijoseba@udc.es

Departamento de Matemáticas, Facultad de Informática, Universidade da Coruña, A Coruña

Ful Villa Juliamfuvilju@eio.upv.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Leomar Villegas Castilloleomarvillegas@hotmail.com

Estudiante, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela

Miguel Virto Garcíamavirto@oc.mde.es

Subdirección de Servicios Técnicos y Telecomunicaciones, Ministerio de Defensa, Madrid

Begoña Vitorianobvitoriano@mat.ucm.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias Matemáticas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid

Gabriel Vivas Lópezgvivas@fundacion.valenciaport.com

Logística e Intermodalidad, Fundación Valenciaport, Valencia

Juana María Vivo Molinajmvivomo@um.es

Departamento de Métodos Cuantitativos pa-

ra la Economía y la Empresa, Facultad de Economía y Empresa, Universidad de Murcia, Espinardo (Murcia)

W

Eyal Winter

mseyal@mscc.huji.ac.il

Department of Economics, Center for the Study of Rationality, Hebrew University of Jerusalem, Jerusalem, Israel

X

Carmen Ximénez

carmen.ximenez@uam.es

Departamento de Psicología Social y Metodología, Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid

Z

Marianella del Carmen Zambrano Sánchez

baby811828@hotmail.com

Centro Estudiantil de Investigación, U.C.V., Caracas, Venezuela

Noemí Zoroa Alonso

nzoroa@um.es

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Matemáticas, Universidad de Murcia, Espinardo (Murcia)