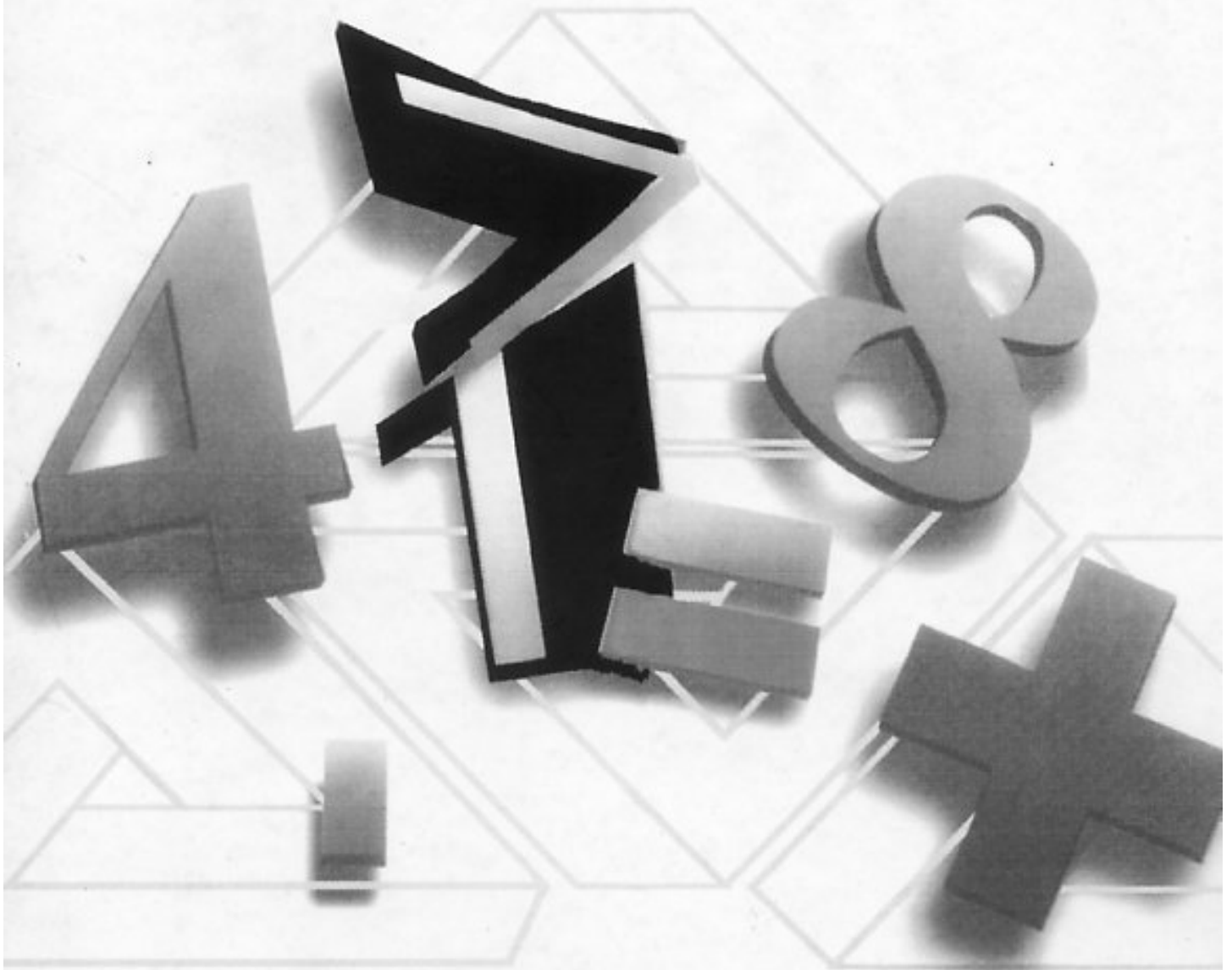




*XII Simposio Internacional de Métodos
Matemáticos Aplicados a las Ciencias*



*Centro Regional de Guanacaste
Universidad de Costa Rica (UCR)*

11, 12, 13 y 14 de enero del 2000



**XII Simposio Internacional
de Métodos Matemáticos
Aplicados a las Ciencias**

**XII International Symposium
on Mathematical Methods
Applied to the Sciences**



**Resúmenes y Programa
Abstracts and Program**

Liberia, Costa Rica 11 – 14 Enero / January 2000
Sede Regional de Guanacaste
Guanacaste Regional Campus

XII Simposio Internacional de Métodos Matemáticos Aplicados a las Ciencias

XII International Symposium on Mathematical Methods Applied to the Sciences

Liberia, Costa Rica 11 – 14 Enero / January 2000

Comité Científico / Scientific Committee

William Castillo (Coordinador / Chairman)
Osvaldo Acuña (UCR)
Jörg Blasius (Colonia, Alemania)
Hans-Hermann Bock (Aachen, Alemania)
Santiago Cambronero (UCR)
Michel Carbon (Rennes 2, Francia)
Sergio de los Cobos (UAM, México)
Michael Greenacre (Barcelona, España)
Jürgen Guddat (Berlin, Alemania)
Israel-César Lerman (Rennes 1, Francia)
Jaime Lobo (UCR)
José F. Pastrana (UCR)
Eduardo Piza (UCR)
Jean-Paul Rasson (Namur, Bélgica)
Yves Schektman (Toulouse, Francia)
Javier Trejos (UCR)

Comité Organizador / Organizing Committee

Javier Trejos (Coordinador / Chairman)
Rodrigo Arias
Asdrúbal Duarte
José Luis Espinoza
Jorge González
Walter Mora
Alex Murillo
Eduardo Piza (Presidente honorario / Honorary president)
Jorge Poltronieri
Mario Villalobos
Fanny Calvo, Jeannette Castro, Adriana Marolo, Olga Navarrete (Asistentes / Assistants)

Comité Local de Organización / Local Organizing Committee

Roberto Mata (Coordinador / Chairman)
Jorge Alfaro
Greta Núñez

XII Simposio Internacional de Métodos Matemáticos Aplicados a las Ciencias
XII International Symposium on Mathematical Methods Applied to the Sciences

Programa General / General Program

Miércoles 12 Wednesday

	Sala 1	Sala 2	Auditorio	Sala 4
7:30 - 8:10	Conferencia / Conference (1) E. Diday	Conferencia / Conference (2) T. H. Jørgen	Conferencia / Conference (3) K. Roggenkamp	
8:10 - 9:00	Minicurso / Short course 1 J. Guddat	Minicurso / Short course 2 R. Lafosse	Minicurso / Short course 3 J. Rosales / P. Diaz	
9:00 - 9:20	Café / Coffee break	Café / Coffee break	Café / Coffee break	Café / Coffee break
9:20 - 10:10	Minicurso / Short course 4 B. Bank	Minicurso / Short course 5 M. Avniel	Minicurso / Short course 3 J. Rosales / P. Diaz	Minicurso / Short course 6 I. Castillo
10:10 - 11:10	Análisis de datos (1) Data analysis (1)	Estadística (1) Statistics (1)	Enseñanza de la matemática (1) Teaching of mathematics (1)	
11:10 - 11:40	Café / Coffee break	Café / Coffee break	Café / Coffee break	
11:40 - 12:40	Análisis de Datos (2) Data Analysis (2)	Estadística (2) Statistics (2)	Matemática y aspectos teóricos (1) Maths and theoretical topics (1)	
12:50 - 13:30	Minicurso / Short course 1 J. Guddat Almuerzo / Lunch	Conferencia / Conference (4) T. Hill Almuerzo / Lunch	Conferencia / Conference (5) B. Montero Almuerzo / Lunch	

Jueves 13 Thursday

	Sala 1	Sala 2	Auditorio	Sala 4
7:30 - 8:10	Conferencia / Conference (6) P. J. F. Groenen	Conferencia / Conference (7) M. Carbon	Conferencia / Conference (8) O. Acuña	
8:10 - 9:00	Minicurso / Short course 1 J. Guddat	Minicurso / Short course 2 R. Lafosse	Minicurso / Short course 3 J. Rosales / P. Diaz	
9:00 - 9:20	Café / Coffee break	Café / Coffee break	Café / Coffee break	Café / Coffee break
9:20 - 10:10	Minicurso / Short course 4 B. Bank	Minicurso / Short course 5 M. Avniel	Minicurso / Short course 3 J. Rosales / P. Diaz	Minicurso / Short course 6 I. Castillo
10:10 - 11:10	Análisis de datos (3) Data analysis (3)	Enseñanza de la matemática (2) Teaching of mathematics (2)	Matemática y aspectos teóricos (2) Maths and theoretical topics (2)	
11:10 - 11:40	Café / Coffee break	Café / Coffee break	Café / Coffee break	
11:40 - 12:40	Análisis de Datos (4) Data Analysis (4)	Estadística (3) Statistics (3)	Biomatemática (1) Biomathematics (1)	
12:50 - 13:30	Conferencia / Conference (9) D. Bosq Almuerzo / Lunch	Conferencia / Conference (10) PIMAD Almuerzo / Lunch	Conferencia / Conference (11) D. Vilariño Almuerzo / Lunch	

Viernes 14 Friday

	Sala 1	Sala 2	Auditorio	Sala 4
7:30 - 8:10	Conferencia / Conference (12) P. Bito	Conferencia / Conference (13) H. McKean	Conferencia / Conference (14) S. de los Cobos	
8:10 - 9:00		Minicurso / Short course 2 R. Lafosse	Minicurso / Short course 3 J. Rosales / P. Diaz	
9:00 - 9:20	Café / Coffee break	Café / Coffee break	Café / Coffee break	Café / Coffee break
9:20 - 10:10	Minicurso / Short course 4 B. Bank	Minicurso / Short course 5 M. Avniel	Minicurso / Short course 3 J. Rosales / P. Diaz	Minicurso / Short course 6 I. Castillo
10:10 - 11:10	Estadística (4) Statistics (4)	Matemática y aspectos teóricos (3) Maths and theoretical topics (3)	Investigación de operaciones (1) Operations research (1)	
11:10 - 11:40	Café / Coffee break	Café / Coffee break	Café / Coffee break	
11:40 - 12:40	Biomatemática (2) Biomathematics (2)	Aplicaciones Applications	Investigación de operaciones (2) Operations research (2)	
12:50 - 13:30	Conferencia / Conference (15) J. Poltronieri Almuerzo / Lunch	Conferencia / Conference (16) P. Garat Almuerzo / Lunch	Conferencia / Conference (17) R. Anas Almuerzo / Lunch	

PROGRAMA Miércoles 12 de Enero de 2000
PROGRAM Wednesday 12 January 2000

	Sala 1	Sala 2	Auditorio	Sala 4
	Conferencia / Conference 1	Conferencia / Conference 2	Conferencia / Conference 3	
7:30 - 8:15	Edwin Diday (Francia) An introduction to symbolic data analysis and its application to the Sodas Project	T. Hubertus Jongen (Holanda-AI) On stability and deformation in semi-infinite optimization	Klaus Roggenkamp (Alemania) Our present-day universities and Humboldt's ideals	
	Minicurso / Short course 1	Minicurso / Short course 2	Minicurso / Short course 3	
8:15 - 9:00	Jurgen Guddat (Alemania) Optimización paramétrica	Roger Lafosse (Francia) A fresh look at some factor analyses	José Rosales, Pedro Díaz (Costa Rica) Un modelo de entrenamiento para olimpiadas matemáticas	
9:00 - 9:20	Café / Coffee break	Café / Coffee break	Café / Coffee break	Café / Coffee break
	Minicurso / Short course 4	Minicurso / Short course 5	Minicurso / Short course 3	Minicurso / Short course 6
9:20 - 10:10	Bernd Bank (Alemania) Efficient real solving of multivariate polynomial equations	Mordecai Avriel (Israel) Mathematics in finance	José Rosales, Pedro Díaz (Costa Rica) Un modelo de entrenamiento para olimpiadas matemáticas	Ileana Castillo (Costa Rica-EE.UU.) Conceptos y software en logística
	Análisis de Datos (1): Grafos y análisis de datos simbólicos Data Analysis (1): Graphs and symbolic data analysis	Estadística (1): Modelos estadísticos Statistics (1): Statistical models	Enseñanza de la Matemática 1 Teaching of Mathematics 1	
10:10 - 10:30	Oldemar Rodríguez (Costa Rica), Paula Bnto (Portugal), Edwin Diday (Francia) Algoritmos para la clasificación piramidal simbólica	Jérôme Maruceau, Marylène Troupé, Jean Vaillant (Guadeloupe, Francia) Agregación de curvas de supervivencia	John Zhang, Charles Bertness (Estados Unidos) Two ways to teach an Elementary Statistics Course: the Workshop Approach vs the traditional Approach. Which one is the winner?	
10:30 - 10:50	García Miguel Ángel, Castro Belén, Zárraga Amaya (España) Grafos destinados al análisis de datos multivariante condicionado por su estructura	Breda Muñoz (Costa Rica) Auxiliary information in the design-based EOF models		
10:50 - 11:10	Zárraga Amaya, García Miguel Ángel, Castro Belén (España) Tratamiento factorial de tablas de datos con variables medidas en intervalos	Eric Matzner-Leber (Francia) Une comparaison entre trois prédicteurs non paramétriques		
11:10 - 11:40	Café / Coffee break	Café / Coffee break	Café / Coffee break	
	Análisis de Datos (2): Conjuntos difusos y aproximados Data analysis (2): Fuzzy and rough sets	Estadística (2): Modelos de Regresión Statistics (2): Regression models	Matemática y aspectos teóricos (1) Modelación Mathematics and theoretical topics (1): Modelling	
11:40 - 12:00	José Luis Espinoza, Giovanni Figueroa, Walter Mora (Costa Rica) ID3 con conjuntos aproximados	John Goddard, Sergio de los Cobos, Blanca R. Pérez, Miguel A. Gutiérrez (México) Un algoritmo para el entrenamiento de máquinas de vector soporte para regresión	Jaime Lobo (Costa Rica) A dichotomous property of the total variation of a process with independent increments	
12:00 - 12:20	Alcides Astorga (Costa Rica) Aplicación de los conjuntos aproximados a las bases de conocimientos difusos	Gabriel Cavada (Chile), Luis Valverde (Costa Rica) La regresión logística como una alternativa a considerar para hacer análisis discriminante ante la ausencia de normalidad multivariante	Errol Montes (Puerto Rico), Timothy J. Healey (EE.UU.), Hansjörg Kielhöfer (Alemania) Bifurcación de soluciones periódicas para una familia de ecuaciones de onda semiperiódicas	
12:20 - 12:40	Arturo Aguilar, José Romero (México) Application of a fuzzy transitive clustering model to a political opinion study	Pierre-Louis Gonzalez (Francia) Extensions de la régression PLS: régression logistique PLS	Vemor Arguedas, Edwin Castro (Costa Rica) Algunos aspectos teóricos de las funciones cuasiperiódicas N-dimensionales	
	Minicurso / Short Course 1	Conferencia / Conference 4	Conferencia / Conference 5	
12:50 - 12:30	Jurgen Guddat (Alemania) Optimización paramétrica	Ted Hill (Estados Unidos) El fenómeno del primer dígito	Bernardo Montero (Costa Rica) Geometría de espacios proyectivos. Desarrollo de las matemáticas en Costa Rica	

XII SIMMAC

PROGRAMA Jueves 13 de Enero de 2000
PROGRAM Thursday 13 January 2000

	Sala 1	Sala 2	Auditorio	Sala 4
7:30 - 8:10	Conferencia / Conference 6 Patrick J. F. Groenen (Holanda) Iterative majorization algorithms for the minimization of loss	Conferencia / Conference 7 Michel Carbon (Francia) Linear processes and density estimation	Conferencia / Conference 8 Osvaldo Acuña (Costa Rica) Equilibrio de precios y óptimos de Pareto en intercambios	
8:10 - 9:00	Minicurso / Short course 1 Jurgen Guddat (Alemania) Optimización paramétrica	Minicurso / Short course 2 Roger Lafosse (Francia) A fresh look at some factor analyses	Minicurso / Short course 3 José Rosales, Pedro Díaz (Costa Rica) Un modelo de entrenamiento para olimpiadas matemáticas	
9:00 - 9:20	Café / Coffee break	Café / Coffee break	Café / Coffee break	Café / Coffee break
9:20 - 10:10	Minicurso / Short course 4 Bernd Bank (Alemania) Efficient real solving of multivariate polynomial equations	Minicurso / Short course 5 Mordecai Avniel (Israel) Mathematics in finance	Minicurso / Short course 3 José Rosales, Pedro Díaz (Costa Rica) Un modelo de entrenamiento para olimpiadas matemáticas	Minicurso / Short course 6 Beana Castillo (Costa Rica-EE UU) Conceptos y software en logística
10:10 - 10:30	Análisis de Datos (3): Optimización y proyección Data analysis (3): Optimization and projection Belén Castro, Miguel Angel García, Amaya Zárraga (España)	Enseñanza de la Matemática (2) Teaching of Mathematics (2) Francisco Alarcón (Guatemala-EE UU)	Matemática y aspectos teóricos (2): Aproximación Mathematics and theoretical topics (2): Approximation Osvaldo Sklar, Víctor Medina, Tatiana Láscaris (Costa Rica)	
10:30 - 10:50	Mario Villalobos, Javier Trejos (Costa Rica) Análisis de proximidades métrico usando búsqueda tabú	Teaching Mathematics with WebCT and Scientific Notebook	José R. Mercado, P. Lázaro, C. Fuentes, F. Brambila (México) Aproximación fractal para los semivariogramas de los niveles freáticos	
10:50 - 11:10	Jorge González, Javier Trejos (Costa Rica) MDS con restricciones usando sobrecalentamiento simulado		Flavio A. Pinto (Colombia) Un sistema basado en multifractales para la caracterización, descripción y segmentación de la porosidad de imágenes binarias	
11:10 - 11:40	Café / Coffee break	Café / Coffee break	Café / Coffee break	
11:40 - 12:00	Análisis de Datos (4): Presentación de software Data analysis (4): Software presentation Patrick J.F. Groenen (Holanda) Nonlinear multivariate analysis programs in SPSS Categories	Estadística (3) Aplicaciones a asuntos académicos Statistics (3): Academic applications Elisa Mendoza (Panamá) Análisis descriptivo de la motivación académica de los estudiantes de estadística	Biomatemática (1) Modelos en Medicina Biostatistics (1): Models in medicine Guillermo Gomez (México) Resistencia a los antibióticos	
12:00 - 12:20	Mario Villalobos, Miguel Borja (Costa Rica) Software para el análisis de datos con técnicas de optimización modernas	Daniel Sánchez, Aurora Mejía (Panamá) Aplicación del análisis de factores en la evaluación docente de un curso de estadística	Ariel Cintrón (Puerto Rico), Carlos Hernández (México), Carlos Barrera, Angelina Espinoza, Dulce Vargas Estimation of the population vaccination effectiveness using urn models	
12:20 - 12:40	Carlos Arce, Javier Trejos (Costa Rica) Software desarrolla para el paquete Mathematica 3.0 sobre algunos métodos de clasificación de datos	Hugo Alvarado, Marco Unbe (Chile) Estudio de algunas variables que influyen en el rendimiento académico	Ramón Howe (Panamá) Un modelo matemático del estímulo de la resistencia específica inmune	
12:50 - 13:30	Conferencia / Conference 9 Denis Bosq (Francia) ARB representation of continuous time processes Statistical applications	Conferencia / Conference 10 Equipo PIMAD (Costa Rica) Presentación del software para análisis multivariado de datos PIMAD 3.0	Conferencia / Conference 11 Darnes Vilariño (Cuba) Aplicaciones de las técnicas de optimización en Cuba	

XII SIMMAC

PROGRAMA Viernes 14 de Enero de 2000
PROGRAM Friday 14 January 2000

	Sala 1 Conferencia / Conference 12	Sala 2 Conferencia / Conference 13	Auditorio Conferencia / Conference 14	Sala 4
7:30 - 8:10	Paula Brito (Portugal) Título no comunicado - Non communicated title	Henry McKean (Estados Unidos) The spectral meaning of the KdV invariant manifolds	Sergio de los Cobos (México) Máquinas de vector soporte una alternativa	
8:10 - 9:00		Minicurso / Short course 2 Roger Lafosse (Francia) A fresh look at some factor analyses	Minicurso / Short course 3 José Rosales, Pedro Díaz (Costa Rica) Un modelo de entrenamiento para olimpiadas matemáticas	
9:00 - 9:20	Café / Coffee break	Café / Coffee break	Café / Coffee break	Café / Coffee break
9:20 - 10:10	Minicurso / Short course 4 Bernd Bank (Alemania) Efficient real solving of multivariate polynomial equations	Minicurso / Short course 5 Mordecai Avniel (Israel) Mathematics in finance	Minicurso / Short course 3 José Rosales, Pedro Díaz (Costa Rica) Un modelo de entrenamiento para olimpiadas matemáticas	Minicurso / Short course 6 Ileana Castillo (Costa Rica-EE UU) Conceptos y software en logística
10:10 - 10:30	Estadística (4): Aplicaciones Statistics (4): Applications	Matemática y aspectos teóricos (3): Probabilidad y Modelación Maths. and theoretical topics (3): Probability and Modelling	Investigación de Operaciones (1): Metaheurísticas de Optimización Operations Research (1): Metaheuristics in Optimization	
10:10 - 10:30	Pilar Arroyo, Aleksander Wójcik, Juan Gaytán (México) Pronóstico de días de riesgo ambiental para la ciudad de Toluca	Victor Delgado (Chile) Estabilización del modelo poblacional de May a través de controles direccionales	Miguel A. Gutiérrez, Sergio de los Cobos, Blanca R. Un problema de localización de plantas de gran escala	
10:30 - 10:50	Carlos R. Seijas (Guatemala) El Análisis Multivariado de Datos como Herramienta en la Creación y validación de modelos en la comprensión de variables de las ciencias de la conducta	Felipe Maldonado, Augusto Ciurizza, Gabriel Guillén, Ana María Islas (México) La evaluación de parámetros en el modelo de Vangheluwe	T. Hibbard, S. Rodríguez, Alejandra Castellini, Cristina Preti, C. Lentini, M. Lentini (Argentina) Metaheurística en un problema de grafos	
10:50 - 11:10	Eliana Montero (Costa Rica) La teoría de respuesta a los ítems: una moderna alternativa para el análisis psicométrico de instrumentos de medición	Miguel Ángel Martínez, Ángel Martínez (México) Estimación máximo-verosímil en las distribuciones beta y gama a través de IML de SAS	S. Rodríguez, M. Alejandra Castellini, D. L. Morales (Argentina) Algoritmos evolutivos en teoría de juegos	
11:10 - 11:40	Café / Coffee break	Café / Coffee break	Café / Coffee break	
11:40 - 12:00	Biomatemática (2): Modelos biomatemáticos Biostatistics (2): Biostatistical models	Aplicaciones Applications	Investigación de Operaciones (2) Operations Research (2)	
11:40 - 12:00	Jaime Barrera (Estados Unidos), Ariel Cintrón (Puerto Rico), Nicolás Davidenko, Lisa Denogean, Saul Franco (EE.UU.) Dynamics of a Two-Dimensional Discrete-Time SIS Model	Arguedas, Vernor, Mata Roberto (Costa Rica) Polinomios y spline interpolantes en R^n	Mijaíl Bulat (Nicaragua) Algunas aplicaciones de las matrices multidimensionales	
12:00 - 12:20	Dela Garrido (Argentina) Un modelo apropiado para las curvas sensoriales de intensidad percibida en función del tiempo	Maria E. Balias, Ernesto Menéndez (Cuba) Estimación de la varianza en un diseño bifásico por métodos de remuestreo	Rafael López Bracho, María Paula Ortuño (México) Un algoritmo paralelo para el problema del conjunto independiente	
12:20 - 12:40		Mary Glazman (México) El discreto encanto de las M-matrices	Ricardo Aceves (México) La investigación de Operaciones y el Posgrado en México	
12:50 - 13:30	Conferencia / Conference 15 Jorge Poltronen (Costa Rica) Título no comunicado - Non communicated title	Conferencia / Conference 16 Philippe Carat (Francia) Parametric estimation of factor models: a new approach based on high order statistics	Conferencia / Conference 17 Rodrigo Arias (Costa Rica) Reservas estocásticas prospectivas para pensiones y seguros	

Presentación

El XII Simposio Internacional de Métodos Matemáticos Aplicados a las Ciencias (SIMMAC) es, desde 1978, la principal actividad científica alrededor de las matemáticas aplicadas que se desarrolla, cada dos años, en Centroamérica. Su evolución es muestra de la madurez que han ido adquiriendo la investigación y la aplicación de las matemáticas en Costa Rica, así como la creciente relación entre los matemáticos centroamericanos y costarricenses.

Desde su creación, el SIMMAC tuvo una fuerte influencia de naciones desarrolladas en el campo científico, como atestiguan la presencia de destacados investigadores franceses en las primeras ediciones. Poco a poco, la actividad fue interesando a investigadores de muchos otros países, y así hoy podemos constatar la presencia de destacados matemáticos de Francia, Alemania, México, Estados Unidos, Argentina, Bélgica, Panamá, Holanda, Guatemala, Israel, Chile, Nicaragua, Cuba y Colombia, entre otros países.

Por otra parte, la temática del Simposio también ha evolucionado. Al inicio se estudiaban únicamente los temas del Análisis de Datos y la Estadística, y poco a poco se han ido introduciendo temas de Investigación de Operaciones, Optimización, Modelación, Biomatemáticas y, más recientemente, Enseñanza de la Matemática.

El presente programa es una muestra de la variedad de los temas que trata el Simposio. Este folleto de resúmenes está organizado de forma que primero se encuentran las conferencias invitadas, enseguida los minicursos invitados y luego los minicursos. Finalmente, el lector encontrará los resúmenes de todas las ponencias que, a la fecha del cierre de edición, habían sido confirmadas por los autores. Todas estas secciones están ordenadas en orden alfabético según el apellido del primer autor. Además, el lector podrá encontrar en cada trabajo las direcciones postales y electrónicas de los autores, tal como nos fueron consignadas. Se sabe que, de última hora, algún autor puede cancelar su viaje y por ello la presentación de la ponencia debe eliminarse, pero esos casos serán más bien la excepción. También puede suceder que algún autor confirme su venida de última hora y que entonces el resumen no aparezca en este folleto. En tales casos, el Comité Organizador hará los ajustes pertinentes al programa y los hará saber a los participantes.

Esperamos que este Simposio llene sus expectativas. En nombre del Comité Científico y del Comité Organizador, les damos la más cordial bienvenida en Costa Rica y, particularmente, en Guanacaste. Les deseamos que aprovechen lo mejor posible las actividades científicas programadas.

San José, 2 de diciembre de 1999
Javier Trejos, Coordinador

Presentation

The International Symposium on Mathematical Methods Applied to the Sciences (SIMMAC) is, since 1978, the main scientific activity on applied mathematics that is developed, every two years, in Central America. Its evolution shows the maturity that have reached research and application of mathematics in Costa Rica, as well as the growing relation between centralamerican and costarican mathematicians.

Since its creation, SIMMAC had a strong influence from scientifically developed nations, as it is attested by the presence of important French researchers in the early editions. Little by little, the Symposium interested researchers of many other countries, and we can verify today the presence of distinguished mathematicians from France, Germany, Mexico, United States, Argentina, Belgium, Panama, The Netherlands, Guatemala, Israel, Chile, Nicaragua, Cuba and Colombia, among many other countries.

Moreover, the topics of the Symposium have also evolved. At the beginning it was studied only Data Analysis and Statistical topics, and little by little other topics were introduced, such as Operations Research, Optimization, Modelling, Biomathematics and, more recently, Teaching of Mathematics.

The present program shows the variety of topics treated in the Symposium. This abstract booklet is organized in such a way that in the first section are the invited speakers, then the invited short-courses and after that the short-courses. Finally, the reader will find the abstracts of all communication that were confirmed by the authors at this date. All sections are in alphabetical order according to the family name of the first author. The reader can also find in each work the mail and electronic address of the authors, as they were reported to us. It is known that, at the last moment, some authors can cancel their travel and then the presentation must be eliminated, but these cases are exceptional. Also, it can happen that some authors confirm the travel at the last moment and then the abstract does not appear in this booklet. In such cases, the Organizing Committee will make the pertinent adjustments to the program and will notify the participants.

We hope that this Symposium will fill your expectations. In the name of the Scientific Committee and the Organizing Committee, we welcome you in Costa Rica and, particularly, in Guanacaste. We wish you to profit as best as possible the programmed scientific activities.

San José, December 2, 1999
Javier Trejos, Chairman

Présentation

Le XII Symposium International de Méthodes Mathématiques Appliquées aux Sciences (SIMMAC) est, depuis 1978, la principale activité scientifique autour des mathématiques appliquées qui se développe, tous les deux ans, en Amérique Centrale. Son évolution a montré la maturité qu'a pris, petit à petit, la recherche et l'application des mathématiques au Costa Rica, ainsi que la croissante relation entre les mathématiciens centraaméricains et costariciens.

Depuis sa création, le SIMMAC a eu une forte influence de pays développés scientifiquement, comme peut témoigner la présence de très reconnus chercheurs français dans les premières éditions. Petit à petit, l'activité intéressa des chercheurs d'autres pays, et aujourd'hui on peut constater la présence de reconnus mathématiciens venus de France, Allemagne, Mexique, États Unis, Argentine, Belgique, Panama, Pays-Bas, Guatemala, Israël, Chili, Nicaragua, Cuba et Colombie, entre autres.

D'autre part, la thématique du Symposium a aussi évolué. Au début on étudia uniquement les thèmes de l'Analyse de Données et la Statistique, et petit à petit on a introduit des thèmes de Recherche Opérationnelle, Optimisation, Modélisation, Biomathématiques et, plus récemment, l'Enseignement des Mathématiques.

Le présent programme montre la variété de la thématique traitée dans le Symposium. Ce livret des résumés est organisé de façon qu'au début se trouvent les conférences invitées, ensuite les mini-cours invités et après les mini-cours. Finalement, le lecteur trouvera les résumés des communications confirmées par les auteurs. Toutes ces sections sont ordonnées dans l'ordre alphabétique selon le nom du premier auteur. En plus, le lecteur pourra trouver dans chaque travail les adresses postales et électroniques des auteurs, tel qu'elles nous ont été consignées. Il est connu que, à la dernière minute, des auteurs peuvent suspendre leur voyage et dont la présentation de la communication doit être éliminée, mais ces cas sont plutôt exceptionnels. Il peut aussi se passer qu'un auteur confirme sa participation à la dernière minute et donc le résumé n'apparaît pas dans ce livret. Dans ces cas, le Comité d'Organisation fera les ajustements nécessaires au programme et les fera savoir aux participants.

Nous espérons que ce Symposium remplira vos attentes. Au nom du Comité Scientifique et du Comité d'Organisation, nous vous donnons la plus chaleureuse bienvenue au Costa Rica et, particulièrement, au Guanacaste. Nous souhaitons que vous profiterez au mieux les activités scientifiques programmées.

San José, le 2 Décembre 1999
Javier Trejos, Président

XII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE MÉTODOS MATEMÁTICOS APLICADOS A LAS CIENCIAS
 LIBERIA, COSTA RICA 11-14 ENERO/JANUARY 2000. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Contenido

Conferencias invitadas / Invited speakers

Equilibrio de precios y óptimo de Pareto en intercambio <i>Oswaldo Acuña (COSTA RICA)</i>	1
Reservas estocásticas prospectivas para pensiones y seguros <i>Rodrigo Arias (COSTA RICA)</i>	2
ARB representation of continuous time processes. Statistical applications <i>Denis Bosq (FRANCIA)</i>	3
Processus linéaires et estimation de la densité <i>Michel Carbon (FRANCIA)</i>	4
Máquinas de vector soporte: una alternativa <i>Sergio de los Cobos (MÉXICO)</i>	6
An introduction to symbolic data analysis and its application to the Sodas project <i>Edwin Diday (FRANCIA)</i>	8
Estimation paramétrique des modèles factoriels: une nouvelle approche basée sur les statistiques d'ordre supérieur <i>Philippe Garat (FRANCIA)</i>	10
Iterative majorization algorithms for the minimization of loss functions in statistics <i>Patrick J. F. Groenen (HOLANDA)</i>	12
El fenómeno del primer dígito <i>Ted Hill (ESTADOS UNIDOS)</i>	13
On stability and deformation in demi-infinite optimization <i>Hubertus Th. Jongen (HOLANDA - ALEMANIA)</i>	14
The spectral meaning of the KdV invariant manifolds <i>Henry McKean (ESTADOS UNIDOS)</i>	15
Geometría de espacios proyectivos. Desarrollo de las matemáticas en Costa Rica <i>Bernardo Montero (COSTA RICA)</i>	16
Las estructuras de opinión pública en Costa Rica <i>Jorge Paltronieri (COSTA RICA)</i>	17
A new geometrical hypothesis for partitioning and discriminant analysis <i>Jean-Paul Rasson (BÉLGICA)</i>	18
Our present-day universities and Humboldt's ideals <i>Klaus W. Roggenkamp (ALEMANIA)</i>	19

Some simple rules for interpreting outputs of principal components and correspondence analysis <i>Gilbert Saporta (FRANCIA)</i>	21
Generalized sums of monotone operators <i>Michel A. Théra (FRANCIA)</i>	22
Aplicaciones de las técnicas de optimización en Cuba <i>Darnes Vilarino (CUBA)</i>	23
Minicursos invitados / Invited short courses	
Efficient real solving of multivariate polynomial equations <i>Bernd Bank (ALEMANIA)</i>	25
Optimización paramétrica <i>Jürgen Guddat (ALEMANIA)</i>	27
Minicursos / Short courses	
Mathematics in finance <i>Mordecai Arriel (ISRAEL)</i>	28
Conceptos y software en logística <i>Ileana Castillo (COSTA RICA - ESTADOS UNIDOS)</i>	29
Multidimensional scaling <i>Paul Dickes (FRANCIA)</i>	30
A fresh look at some factor analyses <i>Roger Lafosse (FRANCIA)</i>	31
Un modelo de entrenamiento para olimpiadas en matemática <i>José Rosales y Pedro Díaz (COSTA RICA)</i>	33
Ponencias / Communications	
Application of a fuzzy transitive clustering model to a political opinion study <i>Arturo Aguilar y José C. Romero (MÉXICO)</i>	35
Enseñando matemática con Scientific Notebook y WebCT <i>Francisco Alarcón (GUATEMALA - ESTADOS UNIDOS)</i>	36
Estudio de algunas variables que influyen en el rendimiento académico <i>Hugo Alvarado y Marco Uribe (CHILE)</i>	37
Software desarrollado para el paquete Mathematica 3.0 sobre algunos métodos de clasificación de datos <i>Carlos Arce y Javier Trejos (COSTA RICA)</i>	38
Algunos aspectos teóricos de las funciones cuasiperiódicas n -dimensionales (I) <i>Vernor Arguedas y Edwin Castro (COSTA RICA)</i>	40
Pronóstico de días de riesgo ambiental para la ciudad de Toluca <i>Pilar E. Arroyo, Aleksander Wójcik y Juan Gaytán (MÉXICO)</i>	41

Some simple rules for interpreting outputs of principal components and correspondence analysis <i>Gilbert Saporta (FRANCIA)</i>	21
Generalized sums of monotone operators <i>Michel A. Théra (FRANCIA)</i>	22
Aplicaciones de las técnicas de optimización en Cuba <i>Darnes Vilariño (CUBA)</i>	23
Minicursos invitados / Invited short courses	
Efficient real solving of multivariate polynomial equations <i>Bernd Bank (ALEMANIA)</i>	25
Optimización paramétrica <i>Jürgen Guddat (ALEMANIA)</i>	27
Minicursos / Short courses	
Mathematics in finance <i>Mordecai Avriel (ISRAEL)</i>	28
Conceptos y software en logística <i>Ileana Castillo (COSTA RICA - ESTADOS UNIDOS)</i>	29
Multidimensional scaling <i>Paul Dickes (FRANCIA)</i>	30
A fresh look at some factor analyses <i>Roger Lafosse (FRANCIA)</i>	31
Un modelo de entrenamiento para olimpiadas en matemática <i>José Rosales y Pedro Díaz (COSTA RICA)</i>	33
Ponencias / Communications	
Application of a fuzzy transitive clustering model to a political opinion study <i>Arturo Aguilar y José C. Romero (MÉXICO)</i>	35
Enseñando matemática con Scientific Notebook y WebCT <i>Francisco Alarcón (GUATEMALA - ESTADOS UNIDOS)</i>	36
Estudio de algunas variables que influyen en el rendimiento académico <i>Hugo Alvarado y Marco Uribe (CHILE)</i>	37
Software desarrollado para el paquete Mathematica 3.0 sobre algunos métodos de clasificación de datos <i>Carlos Arce y Javier Trejos (COSTA RICA)</i>	38
Algunos aspectos teóricos de las funciones cuasiperiódicas n -dimensionales (I) <i>Vernor Arguedas y Edwin Castro (COSTA RICA)</i>	40
Pronóstico de días de riesgo ambiental para la ciudad de Toluca <i>Pilar E. Arroyo, Aleksander Wójcik y Juan Gaytán (MÉXICO)</i>	41

Aplicación de los conjuntos aproximados a las bases de conocimiento difusas <i>Aleides Astorga (COSTA RICA)</i>	43
Estimación de la varianza en un diseño bifásico por métodos de remuestreo <i>María Eugenia Balins y Ernesto Menéndez (CUBA)</i>	45
Dynamics of a two-dimensional discrete-time SIS model <i>Jaime H. Barvera, Ariel Cintrón, Nicolas Davidenko, Lisa R. Denogean y Saúl R. Franco (ESTADOS UNIDOS, PUERTO RICO Y MÉXICO)</i>	46
Algoritmos para la clasificación piramidal simbólica <i>Paula Brito, Edwin Diday y Oldemar Rodríguez (PORTUGAL, FRANCIA Y COSTA RICA)</i>	47
Algunas aplicaciones de las matrices multidimensionales <i>Mijail Bulat (NICARAGUA)</i>	48
Análisis factorial de correspondencias intraclases ponderado <i>Belén Castro, Miguel A. García y Amaya Zárraga (ESPAÑA)</i>	49
La regresión logística como alternativa a considerar para hacer análisis discriminante ante la ausencia de normalidad multivariante <i>Gabriel Cavada y Luis Valverde (CHILE Y COSTA RICA)</i>	50
Estimation of the population vaccination effectiveness using urn models <i>Ariel Cintrón, Carlos Hernández, Carlos Barrera, Angelina Espinoza y Dulce Vargas (PUERTO RICO, ESTADOS UNIDOS Y MÉXICO)</i>	52
Características de la madera de <i>Pinus radiata</i> d.don para la VII, VIII y IX región de Chile <i>Sergio Contreras (CHILE)</i>	53
Estabilización del modelo poblacional de May a través de controles direccionales <i>Víctor Delgado (CHILE)</i>	54
ID3 con conjuntos aproximados <i>José L. Espinoza, Giovanni Figuerou y Walter Mora (COSTA RICA)</i>	55
Grafos destinados al análisis de datos multivariante condicionado por su estructura <i>Miguel A. García, Amaya Zárraga y Belén Castro (ESPAÑA)</i>	56
Un modelo apropiado para las curvas sensoriales de intensidad percibida en función del tiempo <i>Delia Garrido (ARGENTINA)</i>	57
Un algoritmo para el entrenamiento de máquinas de vector soporte para regresión <i>John Goddard, Sergio De los Cobos, Blanca R. Pérez y Miguel A. Gutiérrez (MÉXICO)</i>	59
Resistencia a los antibióticos <i>Guillermo Gómez, R. Avendaño, L. Esteva, J. Flores, J. Fuentes y J. López (MÉXICO)</i>	61
MDS con restricciones usando sobrecalentamiento simulado <i>Jorge González y Javier Trejos (COSTA RICA)</i>	63
Extensions of PLS regression: PLS logistic regression <i>Pierre-Louis González (FRANCIA)</i>	65
Nonlinear multivariate analysis programs in SPSS categories <i>Patrick J. F. Groenen (HOLANDA)</i>	66

Un problema de localización de plantas de gran escala <i>Miguel A. Gutiérrez, Sergio De los Cobos, Blanca R. Pérez y John Goddard (MÉXICO)</i>	67
Metaheurística en un problema de grafos <i>Thomas Hibbard, Silvia Rodríguez de Ryan, Alejandra Castellini, Cristina Preti, Cristina Lentini y Marta Lentini (ARGENTINA)</i>	69
Un modelo matemático del estímulo de la resistencia específica inmune <i>Ramón E. Howe (PANAMÁ)</i>	71
Analysis of dichotomous data structure using multidimensional item response theory <i>Jacques Juhel, Thierry Marivain y Geraldine Rouzel (FRANCIA)</i>	72
The assessment of dimensionality of dichotomous data with a nonparametric approach <i>Jacques Juhel, Thierry Marivain y Geraldine Rouzel (FRANCIA)</i>	74
A dichotomous property of the total variation of a process with independent increments <i>Jaime Lobo (COSTA RICA)</i>	75
Un algoritmo paralelo para el problema del conjunto independiente <i>Rafael López y María P. Ortuño (MÉXICO)</i>	76
La evaluación de parámetros en el modelo de Vangheluwe <i>Felipe Maldonado, Augusto Ciurlizza, Gabriel Guillén y Ana M. Islas (MÉXICO)</i>	78
Agregación de curvas de supervivencia <i>Jérôme Manuceau, Marylène Troupé y Jean Vaillant (GUADELOUPE, FRANCIA)</i>	80
Estimación máximo-verosímil en las distribuciones beta y gama a través de IML de SAS <i>Miguel A. Martínez y Angel Martínez (MÉXICO)</i>	82
Une comparaison de trois prédicteurs non paramétriques <i>Eric Matzner-Lober (FRANCIA)</i>	83
Análisis descriptivo de la motivación académica de los estudiantes de estadística <i>Elisa A. Mendoza (PANAMÁ)</i>	85
Aproximación fractal para los semivariogramas de los niveles freáticos <i>E. Mercado, P. Lázaro, C. Fuentes y F. Brambila (MÉXICO)</i>	87
Simulaciones en computadora con fines didácticos programadas en Geometer's Sketchpad <i>Luis G. Meza (COSTA RICA)</i>	88
La teoría de respuesta a los ítemes: una moderna alternativa para el análisis psicométrico de instrumentos de medición <i>Eliana Montero (COSTA RICA)</i>	89
Bifurcación de soluciones periódicas para una familia de ecuaciones de onda semilineales <i>Errol L. Montes, Timothy J. Healey y Hansjörg Kielhöfer (PUERTO RICO, ESTADOS UNIDOS Y ALEMANIA)</i>	90
Spatial interpolation of dry deposition using EOF models <i>Breda Muñoz, Virginia M. Lesser y Fred L. Ramsey (COSTA RICA Y ESTADOS UNIDOS)</i>	91
Relación entre variables socioeconómicas y actitudinales en una encuesta sobre prácticas alimentarias <i>Ana María Pereyra, N.N. Abbiati y J.M. Aulicino (ARGENTINA)</i>	92

Un sistema basado en multifractales para la caracterización, descripción y segmentación de la porosidad de imágenes binarias <i>Flavio A. Pinto y Willaer González (COLOMBIA)</i>	93
Algoritmos evolutivos en teoría de juegos <i>Sileia Rodríguez, María A. Castellini y Daniel L. Morales (ARGENTINA)</i>	94
Aplicación del análisis de factores en la evaluación docente de un curso de estadística <i>Daniel Sánchez y Aurora Mejía (PANAMÁ)</i>	96
El análisis multivariado de datos como herramienta en la creación y validación de modelos en la comprensión de variables de las ciencias de la conducta <i>Carlos R. Seijas (GUATEMALA)</i>	98
Análisis digital. una nueva técnica para la representación de funciones acotadas que, en un intervalo finito, satisfacen las condiciones de Dirichlet <i>Oswaldo Skliar, Víctor Medina y Tatiana Láscaris (COSTA RICA)</i>	99
Software para el análisis de datos con técnicas de optimización modernas <i>Mario A. Villalobos y Miguel Borja (COSTA RICA)</i>	101
Análisis de proximidades métrico usando búsqueda tabú <i>Mario Villalobos y Javier Trejos (COSTA RICA)</i>	103
Tratamiento factorial de tablas de datos con variables medidas en intervalos <i>Amaya Zárraga, Belén Castro y Miguel A. García (ESPAÑA)</i>	105
Two ways to teach an elementary statistics course: the workshop approach vs. the traditional approach. Which one is the winner? <i>John Zhang (ESTADOS UNIDOS)</i>	106

EQUILIBRIO DE PRECIOS Y ÓPTIMO DE PARETO EN
INTERCAMBIOOSVALDO ACUÑA ORTEGA¹CIMPA, Escuela de Matemática
Universidad de Costa Rica
2060 San José, Costa Rica

Se analiza y estudia la relación que existe entre dos diferentes nociones de óptimo en el sentido de Pareto y dos nociones de equilibrio de precios en una economía de intercambio. Cada individuo de la economía tiene una relación de preferencias, en la cual se definen los conceptos de óptimos y de equilibrio. La función de Gauss para cada individuo, que es normal a la variedad de indiferencia, es el instrumento esencial para enunciar las condiciones necesarias para un óptimo y de esta manera no se utiliza el concepto de función de utilidad.

Referencias

Diaz, D. Linear programs in function spaces. *Theory and Applications of Optimal Control*.

¹Fax: + (506) 207 4024.

RESERVAS ESTOCÁSTICAS PROSPECTIVAS PARA PENSIONES Y SEGUROS

RODRIGO ARIAS LÓPEZ²

CIMPA, Escuela de Matemática
Universidad de Costa Rica
2060 San José, Costa Rica

Cada individuo de un grupo inicial de n individuos, decide ahorrar una unidad por período mientras sobrevive, hasta un máximo de t períodos. Si con tales recursos se crea un fondo que gana una tasa de interés de i por período, ¿cuánto le corresponde a cada sobreviviente, si hay, al finalizar los t períodos, por la acumulación del principal, los intereses y el beneficio de sobrevivencia?

Ramsay define una variable aleatoria para este problema y prueba que su esperanza es muy similar a la solución determinística tradicional. El problema de vías que posee la definición dada por Ramsay es abordado y la nueva variable aleatoria es aplicada a reservas prospectivas, probándose que éstas coinciden con las reservas retrospectivas para un caso concreto.

²Fax: + (506) 207 4024.

ARB REPRESENTATION OF CONTINUOUS TIME PROCESSES. STATISTICAL APPLICATIONS

DENIS BOSQ³

Université Paris 6
Paris, France

Various continuous time processes have natural representation as discrete time autoregressive processes in Banach spaces. Typical examples are Ornstein-Uhlenbeck process, processes solution of some linear stochastic differential equations and more generally stationary processes possibly disturbed by seasonal components.

These facts lead to develop theory of autoregressive processes in the context of Hilbert or Banach spaces.

The simplest model is the autoregressive process of order 1 in Banach space B ($ARB(1)$) which satisfies

$$X_n = \rho(X_{n-1}) + \varepsilon_n, \quad n \in \mathbb{Z}$$

where (ε_n) is a white noise and ρ a bounded linear operator over B .

Limit Theorems with rates of convergence are derived for such a model.

In a second part we use ARB representation of empirical covariance to obtain consistent estimators of covariance function.

Estimation of ρ and application to Forecasting are also considered.

Reference

Bosq, D. *Linear processes in function spaces. Theory and Applications*, to appear.

- Goodman, J. V. (1971) "On the strong mixing properties for Banach processes", *Journal of Applied Probability* 8, 1-10.
- Shen, D. W. (1978) "The spectral and auto-covariance functions", *Stochastics*, 1, 221-232.
- Yao, J. T. (1982) "Kernel density estimation for linear processes", *Stochastic Processes*, 1, 141-156.

³E-Mail: bosq@cer.jussieu.fr

PROCESSUS LINÉAIRES ET ESTIMATION DE LA DENSITÉ

MICHEL CARBON[†]

Laboratoire de Statistique
Université de Rennes II
6 Avenue Gaston Berger
35043 Rennes cedex, France

Après avoir travaillé sur les processus mélangeants, l'idée naturelle est d'essayer d'affaiblir cette condition d'indépendance asymptotique. Nous nous sommes ainsi placés dans le cadre des processus linéaires. Quand on regarde la littérature sur le sujet, on s'aperçoit que peu d'auteurs ont étudié l'estimation non paramétrique dans le cadre des processus linéaires.

Chanda (1983) a étudié la normalité asymptotique des estimateurs à noyau de la densité. Chanda et Ruymgaart (1990) ont établi des propriétés relatives aux fluctuations du processus empirique, et les ont utilisés pour obtenir de bonnes vitesses de convergence uniforme presque sûre d'estimateurs à noyau. Hall et Hart (1990) ont donné des vitesses de convergence en estimation de densité pour des moyennes mobiles infinies.

Tran (1992) a étudié le comportement de l'estimateur à noyau de la densité dans le cadre d'un processus linéaire. Enfin, Chan et Tran (1992) ont utilisé l'histogramme pour tester une dépendance sérielle.

Les résultats que nous avons obtenus ne nécessitent pas l'hypothèse de mélange classique. Bien entendu, les conditions usuelles de mélange sont remplacées par une condition portant sur la vitesse de décroissance de la suite des coefficients α_r intervenant dans le processus linéaire. Ce travail est donc une avancée sur cette voie, et nous a conduit, de plus, à des résultats optimaux, que nous précisons plus loin. Dans le cadre des processus linéaires, nous y avons étudié le comportement du plus simple estimateur de la densité qui soit, à savoir l'histogramme. Il faut tout de même noter que c'est le plus simple au niveau des calculs, et encore le plus utilisé en pratique.

Mots-clés: statistique non paramétrique, processus linéaires, estimation par noyau, estimation par histogramme.

Resumen

Después de haber trabajado sobre los procesos mezclantes, la idea natural es tratar de debilitar esta condición de independencia asintótica. Así nos hemos colocado en un marco de procesos lineales. Cuando se mira la literatura sobre el tema, uno se da cuenta que pocos autores han estudiado la estimación no paramétrica en el marco de los procesos lineales.

Chanda (1983) ha estudiado la normalidad asintótica de los estimadores con núcleo de la densidad. Chanda et Ruymgaart (1990) establecieron propiedades relativas a las fluctuaciones de procesos empíricos, y los han usado para obtener buenas velocidades de convergencia uniforme casi segura de estimadores con núcleo. Hall & Hart (1990) han dado velocidades de convergencia en estimación de densidad para medias móviles infinitas.

[†]E-Mail: michel.carbon@uhb.fr

Tran (1992) estudió el comportamiento del estimador con núcleo de la densidad en el marco de un proceso lineal. En fin, Chan & Tran (1992) han usado el histograma para probar una dependencia serial.

Los resultados que nosotros hemos obtenido no necesitan la hipótesis de mezcla clásica. Desde luego, las condiciones usuales de mezcla son remplazadas por una condición sobre la velocidad de decrecimiento de la sucesión de coeficientes α_r que intervienen en el proceso lineal. Entonces, este trabajo es un avance en esta dirección, y nos conduce, además, a resultados optimales, que precisaremos más adelante. En el marco de los procesos lineales, hemos estudiado el comportamiento del más sencillo estimador de la densidad que haya, a saber, el histograma. Es necesario sin embargo notar que es más simple al nivel de los cálculos, e incluso el más usado en la práctica.

Palabras clave: estadística no paramétrica, procesos lineales, estimación de la densidad, estimación por núcleo, estimación por histograma.

Keywords: non-parametric statistics, linear processes, density estimation, kernel estimation, histogram estimation.

Bibliographie

- Chan, N.H.; Tran, L.T. (1992) "Nonparametric tests for serial dependence", *J. Time Series Anal.* **13**: 19-28.
- Chanda, K.C. (1983) "Density estimation for linear processes", *Ann. Inst. Statist. Math.* **35**: 439-446.
- Chanda, K.C.; Ruyngaert, F.H. (1990) "General linear processes: a property of the empirical processes applied to density and mode estimation", *J. Time Series Anal.* **11**: 185-199.
- Hall, P.; Hannan, E.J. (1988) "On stochastic complexity and nonparametric density estimation", *Biometrika* **20**: 705-714.
- Hall, P.; Hart, J.D. (1990a) "Nonparametric regression with long-range dependence", *Stochastic Processes and their Applications* **36**: 339-351.
- Hall, P.; Hart, J.D. (1990b) "Convergence rates in density estimation for data from infinite-order moving average processes", *Prob. Th. Rel. Fields* **87**: 253-274.
- Gorodetskii, V.V. (1977) "On the strong mixing properties for linear sequences", *Theory Prob. Appl.* **22**: 411-413.
- Scott, D.W. (1979) "On optimal and data-based histograms", *Biometrika* **66**: 605-610.
- Tran, L.T. (1992) "Kernel density estimation for linear processes", *Stochastic Process. Appl.* **41**: 281-296.

MÁQUINAS DE VECTOR SOPORTE: UNA ALTERNATIVA

SERGIO G. DE LOS COBOS SILVA⁵

Departamento de Ingeniería Eléctrica
Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa
Av. Michoacán y La Purísima. Col. Vicentina
CP 09340 México D.F., México

En los últimos años ha surgido una amplia variedad de trabajos en áreas muy diversas entre las que se encuentran entre otras: clasificación, reconocimiento de patrones, regresión y estimación de funciones, que utilizan la técnica llamada *Máquinas de Vector Soporte*, la cual, en general, permite encontrar máquinas de aprendizaje que generalizan bien sobre datos no previamente vistos.

El propósito de este trabajo es doble, por una parte sirve como una introducción a las máquinas de vector soporte (SVM del inglés Support Vector Machines), y por otra parte, intenta proporcionar una revisión de los recientes desarrollos en el campo.

Las máquinas de vector soporte (SVM), en su forma actual fueron desarrolladas en los laboratorios AT&T-Bell por Vapnik y colaboradores [Boser et al., 1992, Guyon et al., 1993, Cortes and Vapnik, 1995, Scholkopf et al., 1995, Vapnik et al., 1997]. Debido a su contexto industrial, la investigación de las SVM se han orientado a aplicaciones del mundo real. Se utilizaron inicialmente en reconocimiento de caracteres ópticos con gran éxito [Scholkopf et al., 1996, 1998]. También en aplicaciones de regresión y de pronóstico con series de tiempo se obtuvieron excelentes aplicaciones [Muller et al., 1997, Drucker et al., 1997, Stitson et al., 1999, Mattera and Haykin, 1999], así como en estimación de densidades y descomposición de análisis de varianza [Weston et al., 1997, Stitson et al., 1997, Scholkopf et al., 1999]. Cabe mencionar que existen excelentes tutoriales al respecto [Stitson et al., 1996, Smola and Scholkopf, 1998, Burges, 1998].

El problema con que se enfrentaron en el desarrollo inicial de las SVM, era el de la negociación que se debería alcanzar entre el sesgo y el control de capacidad, es decir, para un trabajo de aprendizaje dado, con cierta cantidad de datos de entrenamiento, la mejor realización se alcanzará si existe un balance correcto entre los valores alcanzados a través del conjunto de entrenamiento y la "capacidad" de la máquina, es decir, la habilidad de que la máquina aprenda cualquier conjunto de entrenamiento sin error.

Las máquinas de vector soporte implementan reglas de decisión mediante una función no lineal que mapea los puntos de entrenamiento a un espacio característico de mayor dimensión, donde los puntos de entrenamiento son linealmente separables.

Las máquinas de vector soporte forman una extensión del método del hiperplano de separación óptima, para tal efecto, suponga que se tiene un conjunto de entrenamiento $(x_i, y_i), i = 1, 2, \dots, l \subset \varphi \times \mathbb{F}$, donde por ejemplo $\varphi = \mathbb{R}^n, y_i \in \{-1, +1\}$.

En la regresión ε -SV [Vapnik 1995], el objetivo es encontrar una función $f(x)$ que esté a lo más ε desviaciones de los objetivos y_i para todos los datos de entrenamiento y que a la vez sea tan "plana" como sea posible.

⁵E-Mail: cobos@xanum.uam.mx

Consideraciones y líneas de investigación

La máquinas de vector soporte, entre otras aplicaciones, proporcionan una nueva alternativa para el reconocimiento de patrones, clasificación y estimaciones de funciones y de regresión, que difiere significativamente de otras aproximaciones como por ejemplo, en el caso de redes neuronales, puesto que las VSM siempre encuentran una solución teóricamente óptima, además de que tienen una interpretación geométrica simple, aunque la implementación no necesariamente es sencilla. Cabe mencionar que la elección y descubrimiento de nuevas funciones núcleo, así como la el desarrollo e implementación de algoritmos eficientes para VSM y de nuevas aplicaciones, son líneas de investigación abiertas actualmente.

AN INTRODUCTION TO SYMBOLIC DATA ANALYSIS AND ITS APPLICATION TO THE SODAS PROJECT

EDWIN DIDAY⁶

CEREMADE
Université de Paris IX - Dauphine
Place du Maréchal de Lattre de Tassigny
75775 Paris cedex 15, France

Introduction

Knowledge extraction from large data bases is our main aim as in *Data Mining*. The data descriptions of the units are called *symbolic* when they are more complex than the standard ones due to the fact that they contain internal variation and are structured. Symbolic data happen from many sources, for instance in order to summarise huge sets of data. They need more complex data tables called "symbolic data tables" because a cell of such data table does not necessarily contain as usual, a single quantitative or categorical values. For instance, a cell can contain, a distribution (Schweitzer (1984) says that "distributions are the number of the future"!), or several values linked by a taxonomy, or intervals with logical rules, etc.. The need to extend standard data analysis methods (exploratory, clustering, factorial analysis, discrimination....) to symbolic data table is increasing in order to get more accurate information and summarise extensive data sets contained in Data Bases. We define *Symbolic Data Analysis* (SDA) as the extension of standard Data Analysis to such tables. *Extracting knowledge* means getting explanatory results, that why, *symbolic objects* are introduced. They constitute an explanatory output of a SDA and moreover they can be used in order to define queries of a Data Base. Now, we try to look for the historical and practical origin of the Symbolic Data Analysis field.

The Aristotle Organon (IV BC) clearly distinguishes *first order individuals* (as a horse or a man) considered as a unit associated to an individual of the world, from *second order individuals* (as the horse or the man) also taken as a unit associated to a class of individuals. Our first aim is to extend standard data analysis to second order individuals. For instance, in a census of a country, each individual of each region is described by a set of numerical or categorical variables given in several relations of a Data Base. Such individual is considered as a *first order individual*. In order to study the regions considered as *second order individuals*, we can describe each of them in summarising the values taken by its inhabitants, by interquartile intervals, or subsets of categorical values, or histograms or probability distributions, etc. depending on the concerned variable. In such a way, we obtain a *symbolic data table* where each row defines the *description* of a region and each column is associated to a symbolic variable. An extension of standard Data Analysis to such data table is the first aim of what we have called *Symbolic Data Analysis*.

Another important aim is to obtain (or mine) explanatory results (i.e. knowledge) by extracted, the so called *symbolic objects* which modelize a *concept* or a *physical entity* of the real

⁶E-Mail: diday@cereemade.dauphine.fr

world. A *symbolic object* is defined by its *intent* and by a way of finding its *extent*. For instance, the description of a region is called *intent*, the set of individuals which satisfy this intent is called *extent*. The syntax of symbolic objects must have an explanatory power. For instance, the symbolic object defined by the following expression (see the article in the proceedings, for a formal definition): $a(w) = [\text{age}(w) \in [30, 35]] \wedge [\text{Number of children}(w) \leq 2]$, gives at the same time:

- i) the intent of a class of individuals by the description $d = ([30, 35], 2)$, where $[30, 35]$ is the inter-quartile interval of the random variable associated to the region for the variable age,
- ii) a way of calculating the extent by the mapping a defined with the help of the relation $R = (\in, \leq)$. It means that an individual w satisfies this intent (i.e. belongs to the *extent*) if his age is between 30 and 35 years old and he has less than 2 children.

This very simple kind of symbolic object can be extended at least in the following way: the individuals are of second order (as towns or regions) and represent classes of individuals of first order; therefore the descriptions of the individuals are defined by distributions (the histogram of the age in a town, for instance). In this case we have to define a different kind of relation R and a threshold in order to calculate the extent. There are several advantages in the use of symbolic objects, one of them, is their ability to be translated in a query of a Data Base and therefore to propagate the concepts that they describe from one data base to another database (i.e. from a country to another country). What do we call a *concept*? There are two kinds of *concepts*.

- i) The *concepts of the real world* as a town, a region, a scenario of road accident, a kind of unemployment..... That kind of concept is defined by an *intent* and an *extent* notions brightly defined by Arnault and Nicole(1662) in the framework of Port-Royal school:

“Now, in these universal ideas there are two things which is important to keep quite distinct: comprehension and extension. I call the comprehension of an idea the attributes which it contains and which cannot be taken away from it without destroying it; thus the comprehension of the idea of a triangle includes, to a superficial extent, figure, three lines, three angles, the equality of these three angles to two right angles to two right angles, etc. I call the extension of an idea the subjects to which it applies, which are also called the inferiors of a universal term, that being called superiors to them. Thus the idea of triangle in general extends to all different kinds of triangle”.

- ii) The *concepts of our mind* (among the so called *mental objects* by J.P. Changeux (1983)) which represents in our mind concepts of the real world by their intent and a *way of computing their extent* and not the extent itself as (for sure!) there is no room for all the possible extents. A concept of our mind can be mathematically modelled by a symbolic object which is defined by a description d (i.e. its intent) and a mapping a able to compute its extent, for instance, the description of what we call a *car* and a way of recognising that a given entity of the real world is a car. A concept of the real world can be modelled by a symbolic object and its extent. Whereas, *concepts* or *entities* of the real world are mathematically modelled by *symbolic objects*, their computing model provided by the so called *objects* used in the *object oriented language* and for instance, in computer languages as C++ or JAVA.

ESTIMATION PARAMÉTRIQUE DES MODÈLES FACTORIELS: UNE NOUVELLE APPROCHE BASÉE SUR LES STATISTIQUES D'ORDRE SUPÉRIEUR

PHILIPPE GARAT⁷

Université de Haute-Bretagne
6 Avenue Gaston Berger
35043 Rennes cedex, France

L'estimation paramétrique dans les modèles factoriels est classiquement fondée sur le calcul de statistiques du second ordre : en l'occurrence, les corrélations linéaires entre les variables observées. Une telle approche (au second ordre) trouve sa justification dans le fait qu'en pratique les erreurs de mesure sur les variables observées sont supposées suivre une distribution gaussienne, et que l'approche au second ordre est alors optimale. Dans le cas contraire (erreurs non-gaussiennes), l'approche au second ordre devient sous-optimale et doit être révisée.

Un autre inconvénient des méthodes au second ordre est que les variables latentes du modèle factoriel ne sont identifiées qu'à un rotation près. Diverses techniques (parfois empiriques) doivent être mises en œuvre pour "achever" l'extraction des variables latentes (rotation varimax, oblimin....).

Pour pallier ces inconvénients, nous proposons une nouvelle inférence statistique pour les modèles factoriels, fondée sur des *Statistiques d'Ordre Supérieur* (S.O.S.). Au lieu de l'opérateur covariance, nous travaillons avec un opérateur S.O.S. plus général de la forme $E(X_i \exp(jX_k))$ où X_i et X_k désignent respectivement la i -ème et la k -ème variable observée du modèle ($i, k = 1, \dots, p$). Nous obtenons l'identification des paramètres du modèle factoriel par une approche de type moindres carrés, l'algorithme associé étant du type Newton-Raphson modifié. Une discussion est faite sur l'existence ou non de solutions multiples.

Nous présentons également une étude théorique du comportement asymptotique de notre approche S.O.S. pour un type particulier de données appartenant à une famille de lois stables. Des simulations Monte-Carlo viennent confirmer à taille d'échantillon finie le bon comportement de l'approche S.O.S.

Mots-clés: analyse factorielle, statistiques d'ordre supérieur, maximum de vraisemblance, non-normalité.

Resumen

La estimación paramétrica en los modelos factoriales se fundamenta clásicamente en el cálculo de estadísticos de segundo orden: en este caso, en las correlaciones lineales entre las variables observadas. Este enfoque (de segundo orden) encuentra su justificación en el hecho que en la práctica los errores de medición sobre las variables observadas se supone que siguen una distribución normal, y que el enfoque del segundo orden es entonces óptimo. En el caso contrario (errores no normales), el enfoque del segundo orden se vuelve subóptimo y debe ser revisado.

⁷E-Mail: philippe.garat@uhb.fr

Otro inconveniente de los métodos de segundo orden es que las variables latentes del modelo factorial se identifican salvo una rotación. Diversas técnicas (a veces empíricas) deben ponerse en práctica para "terminar" la extracción de las variables latentes (rotación varimax, oblimin...).

Para paliar estos inconvenientes, proponemos una nueva inferencia estadística para los modelos factoriales, basada en *Estadísticos de Orden Superior* (S.O.S.). En lugar del operador de covarianza, trabajamos con un operador S.O.S. más general de la forma $E(X_i \exp(jX_k))$ donde X_i y X_k denotan respectivamente la i -ésima y la k -ésima variable observada del modelo ($i, k = 1, \dots, p$). Obtenemos la identificación de los parámetros del modelo factorial por un enfoque del tipo mínimos cuadrados, el algoritmo asociado es del tipo Newton-Raphson modificado. Se hace una discusión sobre la existencia o no de las soluciones múltiples.

También presentamos un estudio teórico del comportamiento asintótico de nuestro enfoque S.O.S. para un tipo particular de datos que pertenecen a una familia de leyes estables. Simulaciones de Monte-Carlo confirman, para muestras finitas, el buen comportamiento del enfoque S.O.S.

Palabras clave: análisis factorial, estadísticos de orden superior, máxima verosimilitud, no normalidad.

Références

- Benson; Fleishman (1994) "The robustness of maximum likelihood and distribution-free estimators to non-normality in confirmatory factor analysis", *Quality and Quantity* **27**: 117-136.
- Bentler; Weeks (1980) "Linear structural equations with latent variables", *Psychometrika* **45**: 289-308.
- Bollen (1989) *Structural equations with latent variables*. John Wiley & Sons, New York.
- McArdle; McDonald (1984) "Some algebraic properties of the RAM model for moment structures", *British Journal of Math. and Stat. Psychology* **37**: 234-251.
- Marcoulides; Schumacker (Eds.) (1996) *Advanced structural equation modeling: Issues and techniques*. Lawrence Erlbaum, London.
- Rao, C.R. (1955) "Estimation and test of significance in factor analysis", *Psychometrika* **20**: 93-111.
- Rindskopf; Rose (1988) "Some theory and applications of confirmatory second-order factor analysis", *Multivariate Behavioral Research* **23**: 51-67.
- Tucker; Lewis (1973) "A reliability coefficient for maximum likelihood factor analysis", *Psychometrika* **38**: 1-10.

ITERATIVE MAJORIZATION ALGORITHMS FOR THE MINIMIZATION OF LOSS FUNCTIONS IN STATISTICS

PATRICK J. F. GROENEN⁸

Data Theory Group
Department of Education, Leiden University
P.O. Box 9555, 2300 RB Leiden, The Netherlands

In this paper, we discuss several aspects of iterative majorization (de Leeuw, 1994; Heiser, 1995; for an introduction, see Borg and Groenen, 1997). This optimization method can be useful for minimization of a certain class of functions. In each iteration, an auxiliary function is constructed - the so called majorizing function - that touches the loss function at the current estimate and is located above the loss function elsewhere. If the majorizing function is quadratic, then its minimum can be obtained in step. One of its key features is that a monotone nonincreasing series of loss functions is guaranteed. For loss functions that are bounded below or are sufficiently constrained, iterative majorization yields an algorithm that generally will stop at a local minimum.

Iterative majorization has been used with success in several areas of statistics, such as multidimensional scaling and robust statistics. We will show some applications of iterative majorization. In addition, we discuss some general ideas by which iterative majorization algorithms can be constructed.

Keywords: majorization, optimization.

References

- Borg, I.; Groenen, P.J.F. (1997) *Modern Multidimensional Scaling: Theory and Applications*. Springer, New York.
- De Leeuw, J. (1994) "Block relaxation algorithms in statistics", in: H.-H. Bock, W. Lenski & M.M. Richter (Eds.), *Information Systems and Data Analysis*, Springer, Berlin: 308-324.
- Heiser, W.J. (1995) "Convergent computation by iterative majorization: theory and applications in multidimensional data analysis", in: W. J. Krzanowski (Ed.), *Recent Advances in Descriptive Multivariate Analysis*, Oxford University Press, Oxford: 157-189.

⁸Tel.: +(31) 71 527 3826. Fax: +(31) 71 527 3865; E-Mail: groenen@fsw.leidenuniv.nl

EL FENÓMENO DEL PRIMER DÍGITO

TED HILL⁹

School of Mathematics
Georgia Institute of Technology
Atlanta, GA 30332-0160, U.S.A.

Descubierto hace un siglo, el fenómeno del primer dígito, o la ley de Benford del primer dígito, dice que en tablas de datos aleatorios los primeros dígitos significativos no aparecen uniformemente sobre $\{1, 2, \dots, 9\}$, sino que siguen una distribución logarítmica: la probabilidad de que el dígito k aparezca como el primer dígito es

$$p(k) = \log[(k+1)/k], \quad k = 1, 2, \dots, 9.$$

Esta conferencia va a contener algo de historia, una prueba empírica, argumentos heurísticos y aplicaciones modernas, incluyendo la detección de fraude en datos de contabilidad (como en formularios de impuestos). Una nueva ley de probabilidad sobre primeros dígitos será descrita, con algunas herramientas de su demostración que usa resultados de escala o base-invarianza, teoría ergódica y medidas aleatorias. Algunos problemas abiertos serán mencionados.

⁹E-Mail: hill@math.gatech.edu

ON STABILITY AND DEFORMATION IN DEMI-INFINITE OPTIMIZATION

HUBERTUS TH. JONGEN¹⁰

Aachen University of Technology (RWTH)
Department of Mathematics-C
D-52056 Aachen, Germany

In this tutorial lecture we consider finite dimensional optimization problems with infinitely many inequality constraints. We discuss the structure and stability of the feasible set and, finally, we focus on one-parametric deformations.

¹⁰Tel: +(49)(241) 804540. Fax: +(49)(241) 8888 390. E-Mail: jongen@rwth.aachen.de
<http://www.mathe.rwth-aachen.de/jongen/>

THE SPECTRAL MEANING OF THE KDV INVARIANT
MANIFOLDSHENRY MCKEAN¹¹Courant Institute
New York University
New York, U.S.A.

It is well known that the Schrödinger operators with potentials in a fixed KdV invariant manifold are unitary equivalent, but much more is true. There is a finer "unimodular" equivalence such that the invariant manifolds are exactly the "unimodular" spectral classes, the moral being that these manifolds have a purely spectral meaning. I will explain this and some conjectures in the same vein.

El Análisis en Componentes Principales tiene cada vez más importancia en el mundo actual, ya que ayuda a resolver el problema.

Palabras clave: estructuras de la equidad pública, análisis en componentes principales, teoría de conflictos, sucesos de desarrollo de roles.

¹¹E-Mail: mckean@cims.nyu.edu

ESPACIOS PROYECTIVOS. DESARROLLO DE LAS MATEMÁTICAS EN COSTA RICA

BERNARDO MONTERO¹²

Escuela de Matemática
Universidad de Costa Rica
2060 San José, Costa Rica

Desde los inicios de la formación de los matemáticos y profesores de matemáticas en el país, la geometría ha estado presente. Pese a la preocupación de los pioneros por abrir otros ángulos de enseñanza-aprendizaje de este tema, la geometría quizá por desconocimiento, se ha encasillado en la clásica versión euclídea del tema con sus consecuencias en la concepción del espacio que el costarricense ha tenido.

Los intentos desde los años 60 de enfocar la geometría desde el ángulo proyectivo, o bien desde el del álgebra geométrica, han encontrado siempre la oposición de la tradición y tanto profesores como alumnos enfrentan los problemas geométricos con una visión que podríamos llamar clásica.

Una meditación de sobre esta problemática así como una propuesta para el área centroamericana se analizará en esta conferencia de corte técnico e histórico.

¹²Fax: + (506) 207 4024; bmontero@carinari.ucr.ac.cr

LAS ESTRUCTURAS DE LA OPINIÓN PÚBLICA EN COSTA RICA

JORGE POLTRONIERI

CIMPA, Escuela de Matemática
Universidad de Costa Rica
2060 San José, Costa Rica

En esta exposición se presentan los resultados de los análisis hechos a través de once años de investigación de las estructuras de la opinión pública en Costa Rica. La interpretación y los comentarios se hacen desde una doble perspectiva:

- una perspectiva microscópica del sico-sociólogo, que se basa en los mecanismos que permiten el ajuste entre el individuo y su medio ambiente, de cómo se construyen las representaciones y (le cómo se pasa de las representaciones sociales a las representaciones individuales y recíprocamente. Aquí se procede principalmente por diferencias insistiendo en la diversidad de opiniones en los diferentes grupos sociales;
- una perspectiva macroscópica del politólogo, donde la atención gira en torno al actor y sobre las relaciones que tiene con las opiniones. Aquí el porcentaje toma toda su importancia. Producto por agregación de las opiniones individuales, es una fuente de legitimidad que puede jugar un papel de importancia en la correlación de fuerzas.

El Análisis en Componentes Principales toma toda su importancia como metodología para enfocar el problema.

Palabras clave: estructuras de la opinión pública, análisis en componentes principales, teoría de conflictos, esquema de economía de roles.

A NEW GEOMETRICAL HYPOTHESIS FOR PARTITIONING AND DISCRIMINANT ANALYSIS

JEAN-PAUL RASSON¹³ — DIDIER JACQUEMIN¹⁴ — VINCENT BERTHOLET

Department of Mathematics
Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix
Rempart de la Vierge, 8
B-5000 Namur, Belgium

Abstract

We propose a new partitioning method and a new discriminant rule valid for the basic space R^2 . These procedures make use of a new notion in clustering: the concept of closed and connected forms. This hypothesis relaxes the convexity hypothesis and is very useful for finding nonconvex natural clusters. The generalization to R^d is straightforward.

Keywords: cluster analysis, discriminant analysis, Lebesgue measure, stationary Poisson point process, nonconvex case, connected and closed, optimal closing, interior of alpha-shapes.

Introduction

In this paper, the approach chosen for discriminant analysis is based on the Poisson point process: for this reason the Lebesgue measure which is both the canonical measure of the classification space R^d and the measure induced by the Poisson point process ("the natural model for points distributed at random" (Fisher 1972; Cressie 1991)) will be considered. The starting point of this article is the partitioning method based on the Stationary Poisson Point Process and on the Lebesgue measure which is also known as the hypervolume method and was first proposed by Hardy and Rasson (1982).

This method, which assumes that the number of clusters (say k) is prespecified, is based on the assumption that the k clusters are convex. Clustering models for convex clusters have been analyzed by Bock (1997).

By definition, the hypervolume method is not able to find natural nonconvex clusters. However, the hypothesis of convexity might be too strong, thus leading us to search for a hypothesis which would also allow natural nonconvex clusters to be found. We thus introduce the notion of connected and closed forms to solve this problem.

Like the hypervolume method, the method we are developing is based on the Stationary Poisson Point Process and on the Lebesgue measure and requires knowing the number of clusters (k) beforehand. We will give the corresponding discriminant rule (after reminding the reader of the one corresponding to the convex case). We will only detail the two-dimensional case, but extension to R^d is straightforward.

¹³Tel.: +(32) (0)81 72 49 28. Fax: +(32) (0)81 72 49 14; E-Mail: Jean-Paul.Rasson@fundp.ac.be

¹⁴E-Mail: Didier.Jacquemin@fundp.ac.be

OUR PRESENT-DAY UNIVERSITIES AND HUMBOLDT'S IDEALS

KLAUS W. ROGGENKAMP¹⁵

Mathematisches Institut B
Universität Stuttgart
Pfaffenwaldring 57
(Vaihingen)
D-70550 Stuttgart, Germany

Humboldt's Ideals

In 1799 Alexander von Humboldt started on, being granted the permission by King Charles IV of Spain, a 5-year trip through south America and Mexico after obtaining the permission for this trip from King Charles IV of Spain. The aim of his trip was to investigate

- the flora
- the fauna
- the vegetation and
- the geology

of these countries.

Back home he published his FINDINGS COMBINED WITH A GLOBAL THEORY ABOUT RELATIONS BETWEEN VEGETATION, WILDLIFE AND LANDSCAPE FORMATION in three books

- The equinoctial plants (1805).
- Ideas for a geography of plants and a picture of the flora of the tropics (1805). and
- Views of nature with scientific commentaries (1808).

Johann Wolfgang von Goethe wrote about Humboldt:

"Alexander von Humboldt has no equal in knowledge and vital learning. Whatever the subject of discussion, he is completely at home in it, and gems of wisdom are pouring forth. He is like a fountain with a vast number of outlets."

Humboldt's ambition was in his own words

"To survey nature as a whole, and to produce evidence of the interaction of natural forces".

¹⁵Tel.: +(49) (711) 385 5296; E-Mail: kwr@math-matik.uni-stuttgart.de

If we talk about HUMBOLDT'S IDEAS AND IDEALS ON RESEARCH we mean:

- a broad and not narrow-minded knowledge about the sciences - in our days because of the immense increase in knowledge we should mean: A BROAD KNOWLEDGE IN A CERTAIN FIELD - FOR EXAMPLE MATHEMATICS. NOT SPECIALIZATION IN A NARROW FIELD (OF MATHEMATICS) IN ORDER TO BE ABLE TO DEVELOP A GENERAL THEORY FOR PROBLEMS, which may come from outside mathematics (applied mathematics) or from inside mathematics. to see connections between various phenomena (inside and/or outside) mathematics. to find common patterns in various different problems in applications or inside mathematics. For example:
 - Lie algebras in analysis and in connection with the study of continuous groups and of finite groups of Lie type.
 - Vector bundles and cohomology in analysis, algebraic geometry, module theory, etc.

At this point I would like to stress: **Mathematics is not a subordinate or a slave of the applications, it is the provider of ideas and theories.** It should not supply the solutions, as is required by many German politicians and also some mathematicians. it should point out a possible way of finding the solutions.

Let me quote Lagrange - the same applies to other fields of mathematics and its applications

"As long as algebra and geometry proceeded along separate paths their advance was slow and their applications limited. But when these sciences joined company they drew fresh vitality from each other and hence -forward marched on at a rapid pace towards perfection."

After having returned from his journeys from South America, Humboldt lectured about his observations and theories at scientific institutions in Paris and Berlin. When we talk about HUMBOLDT'S IDEAS AND IDEALS OF TEACHING we mean a symbiosis between research and teaching - with teaching I do not mean undergraduate calculus courses, these can be taught much better by teaching assistants than by me - I mean courses for eager students:

- teaching the results of research to the graduate students. This has a two-fold merit:
 - it shows the students what good mathematical research is;
 - it forces the teacher to cut his research into small and lucid pieces so that the students can grasp the idea and the arguments. This often gives the professor new insight as well.
- pointing out the connections between the various areas of mathematics, streamlining the course by concentrating on the essentials both in the selection of the topics and in the structure of the proofs.

At this place I would like to point out - based on my own experience - that a teacher in his class is the better the more he is challenged. So I would like to **require** that **GOOD RESEARCHERS TEACH DEMANDING COURSES WHICH CHALLENGE THEM.** The other courses could be taught by teaching assistants or special teachers who are not required to do research.

SOME SIMPLE RULES FOR INTERPRETING OUTPUTS OF PRINCIPAL COMPONENTS AND CORRESPONDENCE ANALYSIS

GILBERT SAPORTA¹⁶

Conservatoire National des Arts et Métiers
292 rue Saint Martin
75141 Paris Cedex 03, France

A large literature has been devoted to the assessment of the right number of eigenvalues in PCA and CA (two-way and multiple). Most of the publications are based on distributional assumptions for the sample, or on bootstrap techniques. After having recalled some of the most important results, we present simple thresholds based on a "control chart" approach for eigenvalues as well as for contributions, distances.

Keywords: principal components, correspondence analysis, tablas de contingencia, eigenvalues.

Palabras clave: componentes principales, análisis de correspondencias, contingency tables, valores propios.

References

- Ben Ammon, A.; Saporta, G. (1998) "Sur la normalité asymptotique des valeurs propres en ACM sous l'hypothèse d'indépendance des variables". *Revue de Statistique Appliquée* XLVI(3): 21-35.
- Malinvaud, E. (1987) "Data analysis in applied socio-economic statistics with special consideration of correspondence analysis". *Marketing Science Conference*, Jouy en Josas.
- Lebart, L. (1976) "The significance of eigenvalues issued from correspondence analysis". COMPTAT, Physica Verlag, Vienna: 38-45.
- Lebart, L.; Morineau, A.; Piron, M. (1995) *Statistique Exploratoire Multidimensionnelle*. Dunod, Paris.
- O'Neill, M.E. (1978) "Asymptotic distributions of the canonical correlations from contingency tables". *Australian Journal of Statistics* 20(1): 75-82.
- O'Neill, M.E. (1978) "Distributional expansion for canonical correlations from contingency tables". *Journal of the Royal Statistical Society, B* 40(3): 303-312.
- Saporta, G.; Tambrea, N. (1993) "About the selection of the number of components in correspondence analysis", in: J. Janssen & C.H. Skiadas (Eds.) *Applied Stochastic Models and Data Analysis*, World Scientific, Singapur: 846-856.

¹⁶E mail: saporta@cnam.fr

GENERALIZED SUMS OF MONOTONE OPERATORS

MICHEL A. THÉRA¹⁷ — J.P. REVALSKI

Laboratoire d'Arithmétique Calcul formel et Optimisation
Université de Limoges
123 avenue Albert Thomas
F-87060 Limoges Cedex. France

This talk will contain two general aims: first to show that the notion of variational sum of maximal monotone operators, introduced by H. Attouch, J.-B. Baillon and M. Théra (*J. Convex Anal.*, 1, 1994, p.1-29) in the setting of Hilbert spaces, can be extended to the case of reflexive Banach spaces, keeping all of its properties. And second, to compare it with the usual pointwise sum and with the notion of extended sum proposed in J.P. Revalski and M. Théra, ("Enlargements and sums of monotone operators", to appear in *Nonlinear Analysis. Theory Methods and Applications*).

¹⁷E-Mail: thera@unilim.fr; <http://www.unilim.fr/laco/optim/lp/thera/index.html>; Tel: +(33) (5) 55-45-73-33. Fax: +(33) (5) 55-45-73-22;

APLICACIONES DE LAS TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN EN CUBA

DARNES VILARIÑO¹⁸

Departamento de Matemática Aplicada
Facultad de Matemática y Computación
Universidad de La Habana
San Lázaro y L
CP 10 400 La Habana, Cuba

En esta conferencia se pretende explicar el tipo de problemática que se presenta en Centros de Investigación y de Producción en Cuba, a través de 3 aplicaciones que hemos desarrollado y que se están aplicando en nuestro país.

Modelo Matemático para Granjas Integrales de Agricultura Sostenible

Se formuló un modelo matemático de programación lineal bicriterio que describe y optimiza los procesos que ocurren en una Granja Integral de Agricultura Sostenible. Los elementos esenciales a tener en cuenta son la caña de azúcar como fuente energética empleada en la alimentación animal y el cerdo como principal productor de carne. El modelo minimiza el área de tierra cultivable por toneladas de carne producida al año. Para la descripción del rebaño, procedimientos tecnológicos y veterinarios se emplearon los modelos empírico-mecanicistas. El cálculo de las dietas y el empleo de la tierra se realiza utilizando un modelo lineal y las soluciones se obtuvieron mediante el sistema OPLIN. El modelo permite encontrar una estrategia adecuada para situaciones diversas mediante la validación repetida del mismo según un rango de suposiciones especificadas.

El sistema se programó en lenguaje Delphi considerando Técnicas de Bases de Datos, para hacer uso de la información brindada por los veterinarios y agrónomos en cuanto a los requerimientos alimenticios del cerdo.

Modelo y Sistema que permite resolver una dieta óptima para animales de laboratorio

En un Centro de Investigación surgió la necesidad de confeccionar una dieta para la alimentación de un tipo de animal. Se requiere para ello de una cierta cantidad de proteínas, vitaminas, carbohidratos, etc: en cada unidad de pienso, para lograr una buena nutrición. El objetivo es que las diferencias entre los valores teóricos de los nutrientes y los reales sea mínima. Se debe, además cuidar el sabor del pienso, para que los animales digieran el alimento. Para confeccionar la dieta se dispone de un conjunto de alimentos que serán los ingredientes.

Además fue necesario considerar que siempre se realiza una premezcla donde un determinado ingrediente sirve como carrier al que se le añade un determinado número de vitaminas.

El modelo y sistema desarrollado a partir del mismo, usando técnicas de Programación Lineal, se encuentra en uso en CENPALAB, desde hace 4 años.

¹⁸E-Mail: darnes@matcom.uh.cu

Problema de Rotación de Cultivos

En una Cooperativa de Producción Agropecuaria se estaba presentando que al sembrar las hortalizas no se obtenía el rendimiento adecuado. Y se nos planteó la problemática de dado un número de cultivos, decidir que cultivos sembrar en cada terreno considerando las restricciones de colindancia vertical y colindancia horizontal. Para esto se consideró como unidad de medida una semana. Por parte de los especialistas se confeccionaron grupos de cultivos con características similares en cuanto a ciclo de vida, tiempo de preparación del terreno, y comportamiento en cuanto a las plagas.

Se reestructuró el terreno en áreas de 1 hectárea y el proceso se desarrolló en dos etapas. En la primera etapa se determinó la cantidad de unidades de cada cultivo a sembrar, y esto se logró utilizando técnicas de Programación Lineal.

La segunda etapa que consistía en determinar que cultivos sembrar en cada área, respetando las restricciones de colindancia, no pudo resolverse utilizando técnicas lineales, sino a través de un modelo de Programación en Enteros con variables binarias. Los algoritmos para solucionar el tipo de problema obtenido son de orden exponencial, por lo que fue necesario realizar un estudio de las características particulares del mismo para confeccionar una heurística. Se desarrolló un sistema que consideraba bases de datos de Cultivos, de Grupos de Cultivos, de áreas, y se le permitió al usuario conocer a través de un mapa el estado de las tierras en cada semana, almacenando la historia de cada terreno en un período de dos años. Se está aplicando desde hace 6 años, con pequeñas modificaciones al sistema en dependencia de la nueva Empresa agrícola que lo desea implantar.

EFFICIENT REAL SOLVING OF MULTIVARIATE POLYNOMIAL EQUATIONS

BERND BANK¹⁹

Humboldt Universität zu Berlin
Unter den Linden 6
D-10099 Berlin, Germany

In this minicourse we reflect the contributions of the TERA-project towards the real solving of algebraic equation systems.

TERA (acronym of "Turbo Evaluation and Rapid Algorithms") is a group of researchers from the following universities and research institutions: École Polytechnique (Paris Palaiseau), Humboldt Universität zu Berlin, Universidad de Alcalá de Henares (Madrid), Universidad de Buenos Aires, Universidad de Cantabria (Santander, Spain), Universidad de Córdoba (Argentina), Universidad Pública de Navarra (Pamplona, Spain).

The main problem treated here consists in describing, for the system

$$f_1(X_1, \dots, X_n) = \dots = f_p(X_1, \dots, X_n) = 0,$$

where f_1, \dots, f_p are polynomials with real coefficients in n variables X_1, \dots, X_n , an *efficient* algorithm that finds at least one representative point (in a suitable codification) in each of the connected components of the real affine variety $V(f_1, \dots, f_p) \cap \mathbb{R}^n$ generated by the polynomials f_1, \dots, f_p , provided that the set of real solutions of the equations is not empty.

Of course, the problem cannot be treated in that generality, we will consider the two most important special cases:

1. $p = 1$, i.e. $V(f)$ is a hypersurface in \mathbb{C}^n ,
2. $p \leq n$, where $V(f_1, \dots, f_p)$ is assumed to be a complete intersection.

Furthermore, for the two cases we assume that the set of real solutions is nonempty as well as bounded and consists of "smooth" points only.

Our approach to the development of a solution procedure differs essentially from those known from the literature.

For the first time, a new method of "intrinsic" type (developed in the papers: Giusti, Heintz, Morais & Pardo (1995), Pardo (1995), Giusti, Heintz, Morgenstern, Morais & Pardo (1998), Giusti, Hägele, Montaña, Morais & Pardo (1997), Hägele, Morais, Pardo & Sombra (1999), and Giusti, Heintz, Morais & Pardo (1997) for the symbolical solving of zero-dimensional multivariate equations over the complex numbers is applied to the real case.

This method differs from others (e.g. deformation- resp. Gröbner basis methods) by the use of adequate data structures (that is, straight line programs und arithmetic networks) as well as a new geometric invariant, the affine *geometric* degree of the equation system.

If a zero-dimensional equation system is given by a regular sequence of polynomials f_1, \dots, f_n , which, moreover, have the property that all "intermediate ideals" (f_1, \dots, f_i) , $1 \leq i \leq n$, are radical, this elimination algorithm finds a geometric solution (representation of the variety by the *primitive* element, Kronecker 1882) in a time that is polynomial in the input length L (size

¹⁹E-Mail: bank@mathematik.hu-berlin.de

of the straight-line program coding f_1, \dots, f_n , the geometric degree δ of the system, a degree bound d of the polynomials f_1, \dots, f_n , and the number n of variables, i.e., the time complexity of the algorithm is given by $L(nd\delta)^{O(1)}$ where $O(1)$ is a constant. We obtain a similar expression for the space complexity (cf. Heintz, Matera & Waisbein (1999) and Giusti, Lecerf & Salvy (1999)).

How do we obtain the corresponding zero-dimensional equation system for the two real cases considered ($\text{codim}V = 1$ & $\text{codim}V = p \leq n$)?

The answer can be found in the definition of appropriate *polar* varieties associated with the complex hypersurface and the complete intersection w.r.t. the terms of a flag of affine subspaces with growing dimension, respectively.

Using the weak transversality theorem due to Thom/Sard we show that under the above assumptions, in case the variables X_1, \dots, X_n are in general position, the polar varieties decrease in dimension by 1 each and contain at least one point from the connected component of the real input object.

Furthermore, in the hypersurface case as well as in case of the complete intersection, local considerations allow the explicit exhibition of *codim*-many equations describing the polar varieties locally (i.e., outside of the set of singularities of the hypersurface and outside of a closed set containing the singularities, in the case of the complete intersection).

Why do we treat the two cases: $\text{codim}V = 1$ & $\text{codim}V = p \leq n$ separately?

While the equations of the polar varieties can be read immediately from the Jacobian $J(f) = Df$ in the hypersurface case $V(f)$, the complete intersection case $V(f_1, \dots, f_p)$ requires additional local considerations to derive actually *codim*-many equations only. It turns out that, avoiding in addition to the singular locus of the complete intersection also those hypersurfaces in \mathbb{C}^n that are described by the $(p-1)$ -minors of the Jacobian $J(f_1, \dots, f_p)$, we obtain an explicit description of the local polar varieties by *codim*-many $(p-1)$ -minors of the Jacobian.

After at most $\binom{n}{p-1} L(nd\delta)^{O(1)}$ steps in each connected component of $V(f_1, \dots, f_p) \cap \mathbb{E}^n$ the algorithm finds a representative point in a suitable codification, where δ denotes the geometric degree of the equation system $f_1 = \dots = f_p = 0$ and the maximum of the degrees of the polar varieties, the rest is defined as above.

For the hypersurface case the combinatorial factor in the complexity bound is 1, and δ can be replaced by the maximum δ^* of the real degrees of the polar variety. This solves not only the complexity-theoretical problem but also the algorithmic problem. However, these considerations have to be paid for by additional algorithmic assumptions (*extended arithmetic network*).

To compare the quality of the algorithm with algorithms known from the literature, let us remark that all geometric degrees δ , δ and δ^* used here coincide with the Bézout-number d^n in the worst case only, but are much smaller for applied problems, say from robotics (e.g. the Stewart-platform).

The best, known algorithmic and complexity-theoretical bounds are related with papers by Canny (1988), Grigorjev/Vorobjov (1988), Solernó (1990), Heintz/Roy/Solernó (1990), Renegar (1990, 92), Basu/Pollack/Roy (1995). They have time complexity $d^{O(n)}$ if we suppose the arithmetic operations to cause unit costs.

Comparable bounds to those of the hypersurface case of the paper are to be found in the context of the numerical solution of polynomial equations in Shub/Smale (1994, 98) as well as in Dedieu/Yakoubsohn (1993, 96) exclusively.

OPTIMIZACIÓN PARAMÉTRICA

JÜRGEN GUDDAT²⁰

Humboldt Universität zu Berlin

Unter den Linden 6

D-10099 Berlin, Germany

Se introduce la clase de Jongen, Jonker, Twilt (cinco tipos, el punto crítico no degenerado y cuatro tipos de singularidades) para un problema general de optimización uno-paramétrico no lineal, para el principio de métodos de continuación de caminos para encontrar una descripción numérica de una componente en el conjunto de puntos críticos generalizados, y para posibles saltos hacia otras componentes conexas.

La parte que trata de las aplicaciones contiene nuevos resultados para problemas especiales de optimización paramétrica (incrustaciones) en optimización no lineal (p. ej. incrustación estándar, con penalidad y multiplicador de Lagrange), problemas de optimización vectorial no lineal (p. ej. incrustaciones motivadas por puntos eficientes Pareto optimales, pero también estrategias completamente nuevas y más eficientes) y problemas complementarios (una incrustación estándar modificada). Las clases que podemos resolver se extienden (para algunas singularidades, pero no todas, hemos tenido éxito).

²⁰Tel: +(49) (30) 20 93 58 33, Fax: +(49) (30) 20 93 58 59; E-Mail: guddat@mathematik.hu-berlin.de

MATHEMATICS IN FINANCE

MORDECAI AVRIEL²¹

Technion - Israel Institute of Technology
The William Davidson
Faculty of Industrial Engineering and Management
Technion City - Haifa 32000, Israel

Mathematics has transformed traditional finance from a discipline based on intuition and "common sense" into a rigorous science in which traders and portfolio managers widely employ sophisticated mathematical models in their everyday work.

In this tutorial I will present an overall picture of how mathematics is used in modern finance. The three hour tutorial will consist of the following subjects:

1. Financial Derivatives – pricing and hedging by closed-form solution of mathematical models.
2. Financial Derivatives – numerical methods.
3. Portfolio Optimization – theory and practice.

²¹Tel.: + 972 4.829 4509, + 972 4.825 2784, Fax: + 972 4.823 5194; E-Mail: avriel@ie.technion.ac.il

CONCEPTOS Y SOFTWARE EN LOGÍSTICA

ILEANA CASTILLO²²

CAPS Logistics, Inc., a BAAN Company
2700 Cumberland Parkway
Atlanta, Georgia 30339 U.S.A.

En este curso se introducirán conceptos en logística y el participante tendrá la oportunidad de observar cómo estos conceptos son utilizados en paquetes computacionales diseñados para apoyar la toma de decisiones en planeamiento del transporte y en la optimización estratégica de redes de abastecimiento. Estos paquetes son Supply Chain Designer[®], RoutePro Dispatcher[®] y TransPro[®]; productos desarrollados por CAPS Logistics, a BaaN Company, Atlanta, Georgia.

By cutting off a pair (component, component) from the other pairs of components of the most usual analysis of the dependency increased on a cause set of individuals which define the model. From two simultaneous simple regressions between these components the dependency are defined for each row and can be associated to the columns. That leads to quadruplets (two partitioned augmented biploids) and to the singular values decomposition of $X'DY$, taken as the matrix of (X, Y) in (D, N) in (D, M) . A disturbance vector is introduced in the two different internal systems of variables and the resulting subspaces.

In the same way in this linear context, a factor analysis relative to the triple is proposed with the aim of guaranteeing a good partition. The analysis of the previous analysis is a study of the dependency between the two systems stating the link to a singular value decomposition. From a simple regression, a decomposition of the matrix can be associated to the columns. That leads to an analysis of the matrix and to the decomposition.

In this short course, we discuss the following points:

- some difficulties of the approach, due to sparse correlations, which could be not relevant, and then why the triplets are essential.

²²Tel. +(1)(770) 437 7217, Fax: +(1)(770) 434 4636; E-Mail: ileana.castillo@caps.com

MULTIDIMENSIONAL SCALING

PAUL DICKES²³

Université Nancy 2
GRAPCO (Groupe d'Analyse Psychométrique des conduites)
BP 3397
F 54015 Nancy cedex, France

Multidimensional scaling (MDS) is a data analysis method which gives a geometric representation. Model constraints are not linear but ordinal. This gives to the model a large applicability. It is mainly used in human sciences, such as psychology, sociology and applied economics. It is part of usual statistical methods and is integrated in statistical packages such as SPSS. The course will be based on Tournois & Dickes (1993).

1. Introduction to MDS

- (a) What is MDS?
- (b) History
- (c) Software

2. From observations to data

- (a) Direct similarities
- (b) No-direct similarities

3. MDS basic model

- (a) The model
- (b) Procedure
- (c) Computation algorithms

4. Interpretation

- (a) Dimensional
- (b) Regional
- (c) By clusters

²³E-Mail: Paul.Dickes@ci.rech.lu

A FRESH LOOK AT SOME FACTOR ANALYSES

ROGER LAFOSSE²⁴

Laboratoire de Statistique et Probabilités
 UMR C55830, Université Paul Sabatier
 118 rte de Narbonne
 31062, Toulouse Cedex 4, France

Usually, with the aim of reducing to first factors, a factor analysis is defined from a numerical criterion to optimize. In this course, the aim is to reduce redundancy between the factors, and the set of factors is defined for obtaining partitions. Recent developments have been reached.

Let X be a data matrix of p centered columns and n rows, M an euclidean metric on \mathbb{E}^p and D the diagonal matrix of an euclidean metric on \mathbb{R}^n . A pair (axis, component) is isolable from the other pairs and can be cut off, when no relation exists between this pair and the other pairs. The principal pairs of the PCA of the statistical triple (X, M, D) so are defined. That implies the simultaneous partition of the information on the rows and on the columns of the matrix X . For any euclidean metric M , positive measures which decompose the variance of X can then be associated to the usual splitting of the inertia. The singular values decomposition of X , taken as the matrix of a linear application of (\mathbb{E}^p, M) in (\mathbb{R}^n, D) , then appears the nice way to produce the PCA. The Gabriel's biplots are well adapted plots.

By cutting off a pair (component, component) from the other pairs, one defines the principal pairs of components of the most usual analyses of the dependency between two sets of variables measured on a same set of individuals which define the two triples (X, M, D) and (Y, N, D) . From two simultaneous simple regressions between these components, the contributions to the dependency are defined for each rows and can be associated to positive contributions of the columns. That leads to quadriplots (two juxtaposed associated biplots), and to one calculus: the singular values decomposition of $X'DY$, taken as the matrix of a linear application of (\mathbb{E}^q, N) in (\mathbb{E}^p, M) . A discordance notion is proposed for measuring the difference only due to two different internal systems of correlations and not caused by a difference between spanned subspaces.

In the same way in this linear context, a factor analysis relative to more than two statistical triples is proposed with the aim of guaranteeing a good partition. The considered generalization of the previous analyses is a study of the dependency between one matrix and K matrices, an easy theorem stating the link to a singular values decomposition. From a generalized simultaneous simple regression, a decomposition of contributions of the rows can be associated to contributions of the columns, for each matrices. That leads to an association of $K + 1$ biplots and to definable discordances.

In this short course one discusses the following points:

- some difficulties of the approach, due to square correlations which could be not relevant, and then why the biplots are essential.
- initial standardizations.

²⁴ Fax: +(33)(5) 61 55 60 89. Tel.: +(33)(5) 61 55 69 16; E-Mail: lafosse@cict.fr

- some applications in ocnology, oceanography, image processing and stepwise selection.
- a presentation of the outputs of a MATLAB program and other softwares.
- links with other multiway analyses.
- developments in progress.

References

- Bertin, J. (1967) *Sémiologie Graphique*. Mouton/Gauthier-Villars, Paris/Den Haag.
- Boucays, F.; Lafosse, R.; Madrid C.; Treil, J. (1998) "Spatial concordance of a 3D cephalometric analysis of 29 subjects", #3136 *J. Dent. Res.* **77** (IADR Abstracts).
- Cazes, P.; Baumerder, A.; Bonnefous S.; Pages J.P. (1977) "Codage et analyse des tableaux logiques. Introduction à la pratique des variables qualitatives. *Cahiers du BUR0* **27**, Université de Paris VI.
- Chessel, D.; Hanafi, M. (1996) "Analyses de la co-inertie de K nuages de points", *Rev. Stat. Appliquée* **44**(2): 35-60.
- Guttman L. (1953) "Image theory for the structure of quantitative variates". *Psychometrika* **18**: 277-296.
- Hanafi M. (1997) *Structure de l'Ensemble des Analyses Multivariées des Tableaux de Données à Trois Entrées: Eléments Théoriques et Appliqués*. Thèse, Univ. Claude Bernard, Lyon I.
- Gabriel, K.R. (1971) "The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis", *Biometrika* **58**: 453-457.
- Lafosse, R. (1997) "Analyse de concordance de deux tableaux: monogamies, simultanéités et découpages". *Rev. Stat. Appliquée* **45**(3): 45-72.
- Lafosse, R.; Hanafi, M. (1997) "Concordance d'un tableau avec K tableaux: définition de $K+1$ -uples synthétiques", *Rev. Stat. Appliquée* **45**(4): 111-126.
- Lafosse, R.; Chessel, D.; Hanafi, M. (1997) "Analogies de structures de vins de Cahors". *5^{èmes} Journées Européennes Agro-Industrie et Méthodes Statistiques*: 25.1-10.
- Lafosse, R. (1998) "Programme de l'analyse CONCOR en langage MATLAB, version 1.3". <ftp://ftp.mathworks.com/pub/contrib/v5/stats/concor/> and mail to: lafosse@cict.fr.
- Lafosse, R. (1999) "Analysis of concordance between matrices and proposals for selecting variables", *IX International Symposium on Applied Stochastic Models and Data Analysis*, Lisbon.
- Lafosse, R. (1999) "Analyses of some relation between arrays, and graphics". *Proc. Int. Conf. on Probability and Statistics and their Applications*, Hanoi.
- Hanafi, M.; Lafosse, R. (2000) "Généralisations de la régression linéaire simple pour analyser la dépendance de K ensembles de variables avec un $K+1$ -ème", to appear in: *Rev. Stat. Appliquée*, 22 pp.
- Rao, C.R. (1964) "The use and the interpretation of principal component analysis in applied research", *Sankya A* **26**: 329-358.
- Ten Berge, J.M.F. (1977) *Optimizing Factorial Invariance*. Thesis, Groningen.
- Ten Berge, J.M.F. (1988) "Generalized approaches to the maxbet problem and the maxdiff problem, with applications to canonical correlations". *Psychometrika* **53** **4**: 487-494.
- Tucker, L.R. (1958) "An interbattery method of factor analysis". *Psychometrika* **23**: 111-136.

UN MODELO DE ENTRENAMIENTO PARA OLIMPIADAS EN MATEMÁTICA

JOSÉ ROSALES ORTEGA — PEDRO DÍAZ NAVARRO²⁵

Escuela de Matemática
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica

Se presenta un grupo de problemas, del mismo nivel de olimpiadas iberoamericanas y mundiales, que cubren casi todos los temas de tales competencias: teoría de números, álgebra, geometría, combinatoria, etc.

Introducción

En los últimos años se ha incrementado el número de competencias matemáticas en el continente americano, podemos citar las siguientes: Olimpiada del Cono Sur, Olimpiada Centroamericana y del Caribe, Olimpiada Iberoamericana. Nuestro país participa en las dos últimas y los logros obtenidos se traducen a varias medallas de bronce y una única medalla de plata. No ha existido claridad en cuanto al tipo y al nivel de los entrenamientos que se relizan para la preparación de los muchachos que nos representan en tales competencias. El presente trabajo tiene como objetivo el proponer un modelo de entrenamiento para los muchachos que participarán en tales competencias en los próximos años. Todos los ejercicios que se proponen provienen de muchas fuentes, y todos ellos constituyeron la base del entrenamiento del equipo nacional que nos representó en la XIV Olimpiada Iberoamericana de Matemática, efectuada en la Habana, Cuba, en el mes de setiembre.

En la siguiente sección se proponen todos los ejercicios que se les asignó a los integrantes del equipo nacional. Están en el mismo orden en que ellos los recibieron. Cabe señalar que en cada sesión de entrenamiento se procuró cubrir aquellas áreas en donde nuestros muchachos se reportaron más débiles y no en el orden que a nosotros nos hubiera gustado trabajar.

La mayoría de los ejercicios poseen dos soluciones: una, la oficial dada por el entrenador del equipo o por la fuente de donde se tomó el ejercicio, y otra dada por los miembros del equipo.

Los problemas

Polinomios

1. Sea $ax^2 + bx + c$ un polinomio cuadrático con coeficientes reales para el cual

$$|ax^2 + bx + c| \leq 1, \quad \text{siempre que } 0 \leq x \leq 1.$$

Demuestre que se cumple lo siguiente

$$|a| + |b| + |c| \leq 17.$$

²⁵Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica

2. Considere el siguiente polinomio

$$f(t) = t^n + a_{n-1}t^{n-1} + \dots + a_1t + 1,$$

con coeficientes enteros no negativos y con n ceros reales. Demuestre que

$$f(2) \geq 3^n.$$

3. Sea $f(x) = x^n + 5x^{n-1} + 3$, donde n es un entero mayor que 1. Pruebe que $f(x)$ no puede expresarse como el producto de dos polinomios, cada uno de los cuales posee todos sus coeficientes enteros y de grado al menos 1.

4. Sean a_1, a_2, \dots, a_n números reales diferentes y b_1, b_2, \dots, b_n números reales tales que

$$\prod_{j=1}^n (a_i + b_j) \quad \text{es el mismo para cada valor de } i, \text{ donde } 1 \leq i \leq n.$$

Pruebe que el producto

$$\prod_{i=1}^n (a_i + b_j) \quad \text{es también constante para cada valor de } j, \text{ donde } 1 \leq j \leq n.$$

5. Para cualquier polinomio

$$p(t) = a_m t^m + a_{m-1} t^{m-1} + \dots + a_1 t + a_0,$$

se define

$$\Gamma(p(t)) = a_m^2 + a_{m-1}^2 + \dots + a_1^2 + a_0^2.$$

Sea $f(t) = 3t^2 + 7t + 2$. Encuentre, con prueba, un polinomio $g(t)$ para el cual

- $g(0) = 1$.
- $\Gamma(f(t)^n) = \Gamma(g(t)^n)$, para $n = 1, 2, \dots$.

6. Considere el siguiente polinomio

$$x^{10} + *x^9 + *x^8 + \dots + *x + 1,$$

donde los asteriscos serán sustituidos por números. La sustitución de los asteriscos se hará por medio de dos jugadores, alternándose cada uno. El primer jugador ganará si al sustituir todos los asteriscos, el polinomio resultante tiene todos sus ceros no reales, en cualquier otro caso ganará el segundo jugador. Demuestre que siempre existe una estrategia que permite al segundo jugador ser el triunfador.

7. Determine todos los polinomios $p(x)$, con coeficientes racionales tales que para todo x con $|x| \leq 1$, se cumple que

$$p(x) = p\left(\frac{-x + \sqrt{3 - 3x^2}}{2}\right)$$

En el minicurso también se presentarán problemas de desigualdades y sistemas, funciones, teoría de números, tableros y distancias, y, finalmente, problemas de competencias internacionales.

APPLICATION OF A FUZZY TRANSITIVE CLUSTERING MODEL
TO A POLITICAL OPINION STUDYARTURO AGUILAR VÁZQUEZ²⁶ — JOSÉ C. ROMERO CORTÉS²⁷

Departamento de Sistemas
Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco
Av. San Pablo 180
CP 02200, Mexico City, Mexico

Nowadays clustering techniques are aimed not only to organize and to classify data but, additionally, as a tool that allow us to induce an order which provide us to compare the groups generated by cluster analysis itself. In this paper we use the sample similarities, obtained from raw data, like possibilities and this fact permit us to induce a property of transitivity in cluster analysis, producing in this way a similarities matrix that meets to the transitivity conditions and that resembles as much as it can to the observed similarities matrix. However to find out the transitive similarities matrix it is equivalent to looking for the solution of a mathematical programming model where the objective function to be minimized is equal to the absolute difference between the entries of the similarities matrix and the unknown transitivity matrix. By contrast to heuristical or non-linear programming analytical approaches, which involve intricate and/or tedious calculations, the linear programming model we present in this paper is an easy-computing one that, additionally, provide us the explanation of the associated dual problem, something hardly attainable with other approaches. We also include an application relevant in opinion studies context .

Keywords: clustering techniques, transitivity property, similarities matrix, transitivity matrix, linear programming model, associated dual problem.

²⁶Phone: 724 4552 and 724 4200 ext. 2011; Fax: 394 4534; E-mail: aav@hp9000a1.uam.mx

²⁷E-Mail: rcje@hp9000a1.uam.mx

ENSEÑANDO MATEMÁTICA CON SCIENTIFIC NOTEBOOK Y WEBCT

FRANCISCO ALARCÓN²⁸

Professor of Mathematics
Indiana University of Pennsylvania
Indiana, PA 15705-1072, U.S.A.

WebCT is a wonderful package for delivering courses over the web. However serious limitations are intrinsic in the lack of flexibility of html for effectively expressing and manipulating Mathematical symbols and/or expressions.

Scientific Notebook is a wonderful package that combines the typesetting power of L^AT_EX and Maple in an easy to use and inexpensive program. College freshman can effectively learn to use the program in one week.

In the Fall of 1999 I have experimented with delivering portions of a course in Mathematics for Liberal Studies over the web using WebCT and Scientific Notebook combined.

WebCT is used for course management purpose and Scientific Notebook is used to handle the typesetting and computational aspects of the course.

Students with very little computer and or mathematics background are able to work on challenging problems in combinatorics, number theory and other areas

Initial results of the effectiveness of this approach will be shared.

²⁸E-Mail: falarcon@grove.iup.edu; web: www.ma.iup.edu/people/falarcon.html; Tel.: +(1)(724) 357-2206; Fax: +(1)(724) 357-7908.

ESTUDIO DE ALGUNAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO

HUGO ALVARADO M.²⁹ — MARCO URIBE S.

Facultad de Ingeniería
Área de Ciencias Básicas
Universidad Católica de la Santísima Concepción
Concepción, Chile

Este trabajo corresponde a un estudio sobre rendimiento académico de los alumnos de primer año de ingeniería en la Universidad Católica de la Santísima Concepción. La información obtenida, a través de la aplicación de tests que miden variables sociodescriptivas, sicométricas e indicadores de habilidades en matemáticas y de rendimiento académico, se analiza con las técnicas del análisis estadístico multidimensional, utilizando el Análisis Factorial de Correspondencias. Este análisis intenta caracterizar a nuestros alumnos buscando algunas variables significativas en la problemática de rendimiento académico en matemáticas. En una primera etapa se consideraron variables de entrada a la promoción de ingreso 1998. En una segunda etapa se incorporaron además variables insertas en el proceso de enseñanza aprendizaje a la promoción de ingreso 1999.

Intentamos proponer nuevas prácticas pedagógicas y estrategias en los cursos; y esperamos que este trabajo pueda influenciar positivamente en el rendimiento académico y en la valoración de la matemática.

²⁹Tel.: + 480270 Anexo 319-320-214; Fax: 480276 - 481926; E-Mail: halvarad@david.ucsc.cl

SOFTWARE DESARROLLADO PARA EL PAQUETE MATHEMATICA 3.0 SOBRE ALGUNOS MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN DE DATOS

CARLOS ARCE SALAS³⁰ — JAVIER TREJOS Z.³¹

CIMPA, Escuela de Matemática
Universidad de Costa Rica
2060 San José, Costa Rica

Palabras clave: desarrollo de software, clasificación jerárquica, árboles binarios, vecinos recíprocos, nubes dinámicas

Keywords: software development, hierarchical clustering, binary trees, reciprocal neighbours, *k*-means

Clasificación Jerárquica Ascendente

Cálculo del arreglo de disimilitudes

Se supone la existencia de una tabla de datos X , $n \times p$, sobre la cual el procedimiento `Disimilitud[X,Jaccard]` calcula el arreglo de disimilitudes:

$$d = \begin{Bmatrix} \{d(1,2), d(1,3), d(1,4), \dots, d(1,p)\}, \\ \{d(2,3), d(2,4), \dots, d(2,p)\}, \\ \{d(3,4), \dots, d(3,p)\}, \\ \vdots \\ \{d(n-1,p)\} \end{Bmatrix}$$

El índice de disimilitud (Jaccard) se elige entre una lista de 14 funciones de disimilitud para datos binarios (Jaccard, Dice, Sokal Michener, etc.) y 8 para variables cuantitativas (Clásica, Varianza Inversa, Mahalanobis, etc).

Construcción de la jerarquía indexada

A partir de un arreglo de disimilitudes d , una lista P de etiquetas para los n objetos a clasificar (típicamente $P = \{1, 2, \dots, n\}$) y un criterio de agregación (Ward),

el procedimiento: `ClaJer[P,d,Ward]`

aplica el algoritmo de clasificación jerárquica ascendente para construir la correspondiente jerarquía indexada, representada como un árbol binario en la forma:

$$\{f(\Omega) + (n-1)I, \text{subárbol izquierdo}, \text{subárbol derecho}\}$$

³⁰ Fax: +(506) 207 4397; E-Mail: carce@teariari.ucr.ac.cr

³¹ E-Mail: jtrejos@teariari.ucr.ac.cr

donde $f(\Omega)$ es el valor de la función de agregación en el conjunto Ω de n objetos a clasificar y en los subárboles izquierdo y derecho se repite recursivamente esta estructura, hasta obtener conjuntos unitarios.

La función de agregación (Ward) se elige entre una lista de 8 funciones (Salto mínimo, Centros de gravedad, Ward, Incremento de la varianza, etc.), o puede ser definida por el usuario.

Manipulación y representación gráfica del árbol binario

Un conjunto de herramientas (`Nivel[A,k]`, `Particion[A,k]`, `PlotSaltos[A]`, etc) han sido definidas para trabajar con el árbol A obtenido con `ClasJer` que permiten, entre otras cosas, "cortar" un árbol, elegir el nivel del corte y conocer las particiones y clases que se determinan.

Para el árbol A obtenido con `ClasJer`, o uno de sus nodos elegido con `Nivel[A,k]`, el procedimiento `PlotArBin[A]` construye la representación gráfica de dicho árbol y ofrece una serie de opciones para modificar su forma.

Aceleración utilizando vecinos recíprocos

Se implementa el algoritmo de vecinos recíprocos para acelerar la construcción de la jerarquía.

Clasificación aglomerativa tipo nubes dinámicas

Se implementa el algoritmo básico de centros móviles y sus variantes utilizando distancias adaptativas. También se agregan las variantes que utilizan hiperplanos para representar los núcleos de clases (Clasificación por componentes principales) y el método clasificación con proyección pursuit.

ALGUNOS ASPECTOS TEÓRICOS DE LAS FUNCIONES CUASIPERIÓDICAS N-DIMENSIONALES (I)

VERNOR ARGUEDAS³² — EDWIN CASTRO³³

CIMPA, Escuela de Matemática
Universidad de Costa Rica
2060 San José, Costa Rica

Presentamos una definición de función cuasiperiódica n -dimensional, que generaliza de una manera adecuada el concepto conocido en \mathbb{R} . Los autores no han encontrado referencias en la literatura acerca de esta definición y sus propiedades.

El tema de las funciones cuasiperiódicas de \mathbb{R} , a \mathbb{R}^n o a un espacio de Banach V está vigente en una gran cantidad de artículos actuales dada su importancia en campos tan diversos como ecuaciones diferenciales; movimientos cuasiarmónicos; técnicas en análisis de Fourier de reconstrucción de funciones, etc.

En este artículo presentamos algunas propiedades básicas de funciones cuasiperiódicas de \mathbb{R}^n a \mathbb{R}^m así como una serie de resultados topológicos profundos del tipo Liusternik, el cual caracteriza los conjuntos relativamente compactos en el conjunto de funciones cuasiperiódicas de \mathbb{R}^n a \mathbb{R}^m con la norma sup. En el artículo hacemos uso frecuente del llamado por nosotros teorema de estructura, el cual será presentado con detalles en un artículo posterior.

Abstract

We give a definition of Almost Periodic Functions on \mathbb{R}^n . Following that definition we show some topological properties for these functions. We prove some algebraic properties by using the structure theorem. We will give the proof of this result (structure theorem) in a forthcoming paper.

Keywords: almost periodic functions, $*$ -periodic functions, structure theorem, Fourier transform, Radon transform.

AMS Subject Classification: 27C, 19C, 113C

³²E-Mail: varguedas@emariari.ucr.ac.cr

³³Fax: +(506) 207 4397.

PRONÓSTICO DE DÍAS DE RIESGO AMBIENTAL PARA LA CIUDAD DE TOLUCA

PILAR E. ARROYO L.³⁴ — ALEKSANDER WÓJCIK R.³⁵ — JUAN GAYTÁN I.

ITESM Campus Toluca
100 mts. al Norte de San Antonio Buenavista
C.P. 50252 Toluca, México

Toluca está localizada a 60 kms. al este de la ciudad de México; debido al reciente crecimiento poblacional e industrial, una de las preocupaciones de las autoridades municipales está en asegurar a la población una adecuada calidad del aire. En 1993 empezó a operar la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA), la cual cuenta con siete estaciones. Dos de ellas, localizadas en el centro de la ciudad (Centro) y al este de la zona industrial (San Lorenzo), cuantifican además de los contaminantes atmosféricos, las variables meteorológicas principales. Empleando los datos de estas dos estaciones para el período de Nov. 1996 a Dic. 1998, se calcularon probabilidades de ocurrencia para un día de riesgo ambiental. Estas probabilidades se determinaron combinando las obtenidas bajo las siguientes dos estrategias: la construcción de una regla discriminante y la transformación de los pronósticos de máximos de ozono a probabilidades de riesgo.

En una primera parte, se revisaron los reportes de experimentos registrados por la Environmental Protection Agency (EPA) respecto al impacto que la exposición al ozono tiene sobre seres humanos, definiéndose el *Día de Riesgo Ambiental* por ozono como aquel día en que por lo menos durante tres horas, el nivel de ozono en la atmósfera es superior a 0.07 ppm. Utilizando los datos proporcionados por la RAMA, se clasificaron los días como de riesgo y no-riesgo. Después de un análisis de correlación, se seleccionaron las siguientes variables con poder predictivo para definir el día de riesgo: velocidad de viento, temperatura, radiación solar, humedad relativa, nivel promedio de ozono durante el ciclo máximo del día anterior y sólo para la estación Centro, se consideró también la dirección de viento, transformándose esta variable usando la función seno. Empleando Análisis Discriminante Multivariado, se construyó una regla de clasificación, siendo la regla cuadrática la que proporcionó la mejor discriminación. La validación de la regla discriminante se hizo calculando la tasa de clasificaciones incorrectas bajo el método *leave-one-out* (Lachenbruch y Mickey, 1968). La tasa global de clasificaciones correctas fue de 67% para el Centro y de 72% para San Lorenzo. Siendo los porcentajes de clasificaciones correctas para los días de riesgo del 78% y 79% respectivamente. Empleando la regla discriminante, se calculan las probabilidades de ocurrencia de riesgo ambiental para el período histórico considerado.

Por otra parte, se construyó un modelo de Regresión Dinámica o Función de Transferencia Lineal donde la variable de salida fue el máximo de ozono diario, empleando a las variables meteorológicas como las entradas relevantes, los datos empleados fueron de noviembre de 1996 a octubre de 1998. Siguiendo el procedimiento de identificación sugerido por Pankratz (1991) y utilizando como software a PC SCA Statistical System, se identificaron, estimaron y validaron los siguientes modelos, donde R es radiación solar, T temperatura, VV velocidad de viento, H

³⁴E-mail: parroyo@campus.tol.itesm.mx; parroyo@uteitec.tol.itesm.mx

³⁵awojcik@campus.tol.itesm.mx

humedad relativa y N dióxido de nitrógeno (para ambos modelos los errores siguen un proceso ARIMA (1.0.1)):

Estación Centro:

$$\text{Max ozono}(t) = -0.0127V(t) + 0.1985 \times 10^{-4}R(t) + 0.1110 \times 10^{-4}R(t-1) - 0.0022T(t) + 0.4492N(t)$$

Estación San Lorenzo (SL):

$$\text{Max ozono}(t) = -0.0083V(t) + 0.1171 \times 10^{-4}R(t) + 0.1683 \times 10^{-4}R(t-1) - 0.0002H(t) - 0.0028T(t) + 0.2407N(t).$$

Con base en los modelos anteriores se calcularon valores ajustados y pronósticos para los meses de noviembre y diciembre. Las medidas de desempeño correspondientes a la parte histórica fueron de 25.91% (Centro) y 22.85% (SL) para el caso de MAPE, siendo la desviación estándar de los errores de 0.0163 para el Centro y de 0.0161 para SL. Estos pronósticos representan una mejora de entre 76 y 88% respecto a MAPE en comparación a aquellos construidos usando modelos ARIMA univariados. Los intervalos de pronóstico para el período de noviembre-diciembre, incluyeron a los valores reales en el 100% de los casos en comparación a un 86% de casos cuando se usaron los modelos ARIMA univariados.

Para combinar las dos estrategias de pronóstico, se asignaron probabilidades de riesgo a los máximos de ozono, usando el siguiente argumento bayesiano:

$$Pr(\text{riesgo}|y_o) = \frac{Pr(\text{riesgo}) \cdot f(y_o|\text{riesgo})}{Pr(\text{riesgo}) \cdot f(y_o|\text{riesgo}) + Pr(\text{no riesgo}) \cdot f(y_o|\text{no riesgo})}$$

donde y_o es el pronóstico del máximo de ozono según los modelos de regresión dinámica, y $f(y_o|.)$ es la función de densidad condicional para los días de riesgo y no riesgo. Para definir estas funciones se utilizaron dos enfoques: paramétrico y no-paramétrico. Bajo el enfoque paramétrico se propusieron varias funciones de densidad, obteniéndose un ajuste apropiado para la densidad Weibull en el caso de SL. Para la estación Centro se usó el enfoque no-paramétrico, calculándose con base a la distribución empírica las correspondientes probabilidades condicionales, el trabajo de simulación fue programado en GPSS/H.

Para la definición propuesta para día de riesgo, las probabilidades resultantes se truncaron en 0.07 ppm de ozono. Esto es, para cualquier pronóstico del máximo de ozono menor a .07 ppm, se asignó probabilidad 0 y se categorizó como día de no-riesgo. Para pronósticos superiores a .07 ppm, las probabilidades calculadas según la expresión anterior, se escalaron entre 0.5 y 1, siguiendo la filosofía de una regla discriminante. Los datos clasificados con base a estas probabilidades se compararon con la clasificación real, obteniéndose una tasa global de clasificaciones correctas de 74.8% para Centro y 79.6% para SL. A diferencia de la estrategia con función discriminante, en este caso se tuvieron tasas superiores de clasificación correcta para los días de no-riesgo (76.7% para Centro y 82.3% para SL). Se procedió entonces a combinar las probabilidades de día de riesgo obtenidas con ambos métodos siguiendo un concepto Pareto óptimo usando como criterio la tasa global de clasificación y el balance entre las tasas de clasificación correcta para riesgo y no-riesgo. El cálculo de la probabilidad combinada se realiza construyendo una combinación convexa de las dos probabilidades, de parámetro α . Dado que sólo hay dos valores a combinar, la determinación óptima de α se realizó en forma empírica. Para SL los cálculos se hicieron usando la densidad Weibull hasta determinar como valor óptimo $\alpha = 0.7$, lo cual lleva la tasa de clasificación global hasta 81.9un 84.8% de clasificaciones correctas para días de no-riesgo y un 75.2% para días de riesgo. En el caso de la estación Centro, el valor óptimo fue $\alpha = 0.75$, con tasa de clasificación global correcta de 76%, para días de no-riesgo el porcentaje de clasificaciones correctas fue 76.3% y días de riesgo de 75.4%. Dado que los valores suavizados se distribuyen con mejor regularidad que los datos reales, se repitieron los cálculos para el caso de la estación Centro empleando la densidad Weibull. Las tasas de clasificación fueron muy similares y ligeramente mejores que las obtenidas con la distribución empírica: 77.2% para la tasa global, con 78.1% para días de no-riesgo y 74.7% para días de riesgo.

APLICACIÓN DE LOS CONJUNTOS APROXIMADOS A LAS BASES DE CONOCIMIENTO DIFUSAS

ALCIDES ASTORGA MORALES³⁶

Escuela de Matemática
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica

Introducción

Los enfoques tradicionales de los sistemas expertos y clasificación de datos parten de la premisa de que se dispone de toda la información necesaria para tomar decisiones, y asimismo, que es posible caracterizar en forma precisa cada atributo de los objetos que integran la base de conocimiento. Sin embargo, en el proceso de construcción de sistemas expertos, aparte de las situaciones ya comentadas, a veces, es frecuente encontrar situaciones como las siguientes:

1. No se dispone de toda la información del conjunto de datos con que se está trabajando, esto es, puede suceder que los valores de algunos de los atributos utilizados para caracterizar los objetos no se conocen, o sea, el conocimiento disponible es incompleto.
2. En forma similar, puede darse el caso de que los valores que tome algún atributo, en vez de ser un valor numérico, sea un concepto. Por ejemplo, una base de conocimiento formada por pacientes que padecen de una cierta enfermedad, podría contener información acerca de la *edad*, *estado de la enfermedad*, *posibilidades de curación*, y a su vez el conjunto de valores para cada uno de estos atributos, puede venir descrito de la siguiente forma:
 - *Edad*: niño, joven, adulto, anciano.
 - *Estado de la enfermedad*: leve, avanzada, muy avanzada, grave.
 - *Posibilidades de curación*: mucha, aceptable, difícil, prácticamente imposible.
3. El experto que debe alimentar la base de conocimiento, aportando la clasificación, tiene dudas acerca de la ubicación de un dato a una clase determinada, por cuanto, los valores que toman los atributos origina que algunos objetos sean prácticamente indiscernibles.

Conjuntos aproximados

A inicios de 1980, el investigador polaco Z. Pawlak propuso una teoría, cuyo fin, bajo ciertas condiciones, es simplificar la cantidad de conocimiento requerido para tomar decisiones o clasificar objetos que vengan descritos por una serie de atributos cualitativos. Pawlak denomina esa teoría como *Rough sets* -nombre que ha sido traducido como *Conjuntos aproximados*.

La filosofía sobre la cual se basa este formalismo se encuentra en la concepción de conocimiento que tiene Pawlak, el cual lo concibe como un proceso de categorización de hechos de la realidad empírica.

³⁶E-Mail: aastorga@tec-net.itcr.ac.cr

Los conceptos fundamentales de la teoría propuesta son el de clasificación y categoría. La teoría de conjuntos aproximados se basa fundamentalmente en los conceptos de relación de equivalencia y de partición. Supone que los objetos pertenecientes al universo de estudio vienen descritos por una serie de atributos cualitativos, los cuales son utilizados para ubicar a cada individuo en las diferentes clases previamente establecidas. Su campo de aplicación inicial se encuentra en áreas como Análisis de datos, Toma de decisiones, y Sistemas expertos, sobre todo en los Sistemas de producción de reglas [Grzy86],[Paw195], [SkSt89].

Conjuntos difusos y lógica difusa

El cuestionamiento del enfoque dicotómico de la teoría de conjuntos y de la lógica booleana no es reciente. En 1920, el lógico polaco Jan Łukasiewicz se dedicó a estudiar los principios de la lógica multivaluada asignando valores de verdad numéricos entre 0 y 1 a las proposiciones [KoIs93]. Durante 1937 el filósofo Max Black usa lógica multivaluada para resolver algunos problemas específicos y trabajos con una serie de conjuntos a los cuales llaman *conjuntos vagos*. En 1965, el investigador Lofti A. Zadeh comenzó a formalizar las ideas de Łukasiewicz, dándoles las características que actualmente se conocen bajo el nombre de *lógica difusa*, la cual, se sustenta a su vez en los *conjuntos difusos*.

Los conjuntos difusos han sido propuestos como una herramienta para modelar aquellas situaciones donde la fuente de imprecisión viene ocasionada por la falta de criterios claramente definidos para determinar la pertenencia de un elemento a una clase dada. Bajo este contexto, la imprecisión se entiende en el sentido de que la información o los términos usados son vagos, y no que la información es incompleta o que el conocimiento para tomar una decisión es incompleto.

Desarrollo

En este trabajo se extienden algunos de los conceptos de los conjuntos aproximados propuestos originalmente por Pawlak, con el fin de considerar aquellos casos donde los atributos de los datos pueden venir descritos por variables lingüísticas, entendiéndose estas como "*variables cuyos valores son términos calificativos o valorativos*".

Además, se supondrá que la clasificación hecha por el experto está dada en forma precisa, que la distribución de posibilidad asignada a cada uno de los atributos y la regla del modus ponens difusa nos dará el factor de posibilidad (valor de pertenencia) de que un objeto del universo de discurso pertenezca a una de las clases previamente determinadas por el experto.

En síntesis en este trabajo, se propone una metodología que permita eliminar conocimiento superfluo bajo condiciones de información imprecisa o vaga (difusa) relacionando para ello los conceptos de los conjuntos aproximados con los de conjuntos difusos.

ESTIMACIÓN DE LA VARIANZA EN UN DISEÑO BIFÁSICO POR MÉTODOS DE REMUESTREO

MARÍA EUGENIA BALIUS³⁷ — ERNESTO MENÉNDEZ³⁸

Departamento de Matemática Aplicada
Universidad de la Habana
San Lázaro y L
CP 10400, La Habana, Cuba

Ruíz (1988) propuso un estimador insesgado para la media poblacional de la variable en estudio cuando las observaciones tienen errores de medición, en un diseño de muestreo doble con muestras dependientes y muestreo simple aleatorio en cada etapa. En un trabajo anterior, hicimos la propuesta de un estimador del tipo de razón, con el mismo esquema de diseño propuesto por Ruíz (1988), para la media poblacional de la variable en estudio cuando las observaciones son tomadas con error, considerando el uso de información auxiliar. La estimación de la varianza del estimador propuesto se obtuvo aproximadamente aplicando la técnica de linealización de Taylor.

De trabajos recientes sobre la estimación de la varianza surgió la idea de obtener la estimación de dicha varianza aplicando los métodos intensivos de remuestreo:

- Bootstrap.
- Jackknife.

El objetivo del trabajo es comparar las estimaciones de la varianza del estimador del tipo de razón obtenidas por la aplicación de las dos técnicas intensivas de remuestreo antes mencionadas, con la que se obtiene por la aplicación de la técnica de linealización de Taylor en un esquema de muestreo doble, con observaciones sujetas a errores de medición. De las simulaciones realizadas usando el lenguaje Matlab versión 4.2c para poblaciones normales, se obtuvo que las estimaciones mejores se obtienen por la aplicación de la técnica de Jackknife. Se consideró un tamaño poblacional igual a 10000, los tamaños de muestra y submuestra se consideraron del 10 y 5 por ciento respectivamente del tamaño de la población. Para la aplicación de la técnica de Bootstrap se consideraron los siguientes valores para K : 10, 15 y 30.

³⁷E-Mail:

³⁸E-Mail:

DYNAMICS OF A TWO-DIMENSIONAL DISCRETE-TIME SIS MODEL

JAIME H. BARRERA³⁹ — ARIEL CINTRÓN-ARIAS⁴⁰ — NICOLAS DAVIDENKO⁴¹
LISA R. DENOGEAN⁴² — SAÚL RAMÓN FRANCO-GONZÁLEZ⁴³

Cornell University
U.S.A.

We analyze a two-dimensional discrete-time SIS model with a non-constant total population. Our goal is to determine the interaction between the total population, the susceptible class and the infective class, and the implications this may have for the disease dynamics. Utilizing a constant recruitment rate in the susceptible class, it is possible to assume the existence of an asymptotic limiting equation which enables us to reduce the system of two-equations into a single, dynamically equivalent equation. In this case, we are able to demonstrate the global stability of the disease-free and the endemic equilibria when the basic reproductive number (R_0) is less than one and greater than one, respectively. When we consider a non-constant recruitment rate, the total population bifurcates as we vary the birth rate and the death rate. Using computer simulations, we observe different behavior among the infective class and the total population, and possibly, the occurrence of a strange attractor.

Keywords: susceptible-infective-susceptible (SIS), difference equations, bifurcation, basic reproductive number (R_0), asymptotic limiting equation.

³⁹E-Mail: jhb9149@hotmail.com

⁴⁰Cornell University; Tel: +(1)(607) 255-3399; E-Mail: ariel@cam.cornell.edu

⁴¹Harvard University; E-Mail: ndavidenko@yahoo.com

⁴²Cornell University; E-Mail: lisa.denogean@hotmail.com

⁴³University of California at Irvine; E-Mail: franco8@uci.edu

ALGORITMOS PARA LA CLASIFICACIÓN PIRAMIDAL SIMBÓLICA

PAULA BRITO⁴⁴ — EDWIN DIDAY⁴⁵ — OLDEMAR RODRÍGUEZ⁴⁶

CEREMADE

Université de Paris IX - Dauphine
Place du Maréchal de Lattre de Tassigny
75775 Paris cedex 15, France

En este trabajo se define el concepto de pirámide simbólica, además se presentan dos algoritmos para generar este tipo de pirámide a partir de una matriz de datos simbólicos. El primer algoritmo (CAPS) encuentra un "orden total compatible con la pirámide" de los n objetos, mientras que el segundo (CAPSO) construye la pirámide a partir de un orden dado a priori en los objetos, dicho orden se recibe como entrada en el algoritmo. Ambos algoritmos, además de producir la pirámide, para cada grada encuentran el objeto simbólico asociado a cada nodo y su extensión. También se presentan los teoremas de convergencia.

Palabras clave: pirámide, objeto simbólico, grada, grado de generalidad, objeto completo, componente conexa, tablas de datos simbólica.

⁴⁴Faculdade de Economia do Porto, Rua Dr. Roberto Frias, 4200 Porto, Portugal. E-Mail: nplbrito@fe.up.pt

⁴⁵E-Mail: diday@ceremade.dauphine.fr

⁴⁶CIMPA-PIMAD, Escuela de Matemáticas, Universidad de Costa Rica, 2000 San José, Costa Rica; E-Mail: orodrigu@ceremade.dauphine.fr

ALGUNAS APLICACIONES DE LAS MATRICES MULTIDIMENSIONALES

MIJAIL BULAT⁴⁷

Facultad de Computación y Sistemas
Universidad Americana
Campus Universitario
Camino de Oriente
Managua, Nicaragua

Se resuelve el problema del isomorfismo de dos conjuntos R y R^* de matrices bidimensionales, definidas sobre n conjuntos, por medio de dos matrices n -dimensionales A y A^* . Se usa una transformación Φ que permite poner en correspondencia a R y R^* las matrices A y A^* respectivamente: $\Phi(R) = A$, $\Phi(R^*) = A^*$. La equivalencia de estas matrices implica el isomorfismo de los conjuntos. Otra transformación Ψ se usa para poner en correspondencia a cada matriz n -dimensional A un conjunto R de matrices bidimensionales definidas sobre n conjuntos: $\Psi(A) = R$. Alternando estas dos transformaciones se obtienen sucesiones de matrices n -dimensionales y conjuntos:

$$\begin{aligned} &A, A_1, A_2, \dots, A_k, \dots \\ &A^*, A_1^*, A_2^*, \dots, A_k^*, \dots \\ &R, R_1, R_2, \dots, R_k, \dots \\ &R^*, R_1^*, R_2^*, \dots, R_k^*, \dots \end{aligned}$$

En cada una de estas sucesiones al pasar de un término al otro pueden cambiar los elementos de las matrices pero la propiedad de ser equivalentes para cada par (A_i, A_i^*) se conserva. Por eso la investigación sobre equivalencia de las matrices del par (A, A^*) se reduce a la de cualquier par (A_i, A_i^*) . Con el crecimiento de k se pierde la homogeneidad de las matrices y por eso es más fácil investigarlas sobre la equivalencia.

La transformación Ψ puede ser generalizada para el caso cuando las matrices de R son de dimensiones arbitrarias. En dependencia del problema que se resuelve elegimos las dimensiones respectivas de las matrices.

Las funciones de lógicas de k -signos y sistemas de ellas pueden ser consideradas como conjuntos de matrices bidimensionales, y por eso lo expuesto se puede aplicar en la solución del problema del isomorfismo para ellas. Por la misma razón lo expuesto se aplica para la solución del mismo problema para sistemas de grafos.

Como caso particular se resuelve el problema de G. Frobenius para matrices multidimensionales.

Referencias

- Bulat, M. (1998) "Isomorfismo de grafos y de funciones lógicas con algunas aplicaciones". *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones* 5(2).
- Zykov, A. A. (1987) *Fundamentos de la Teoría de Grafos*. Nauka, Moscú (en ruso).

⁴⁷E-Mail: mbulat@unam.edu.ni

ANÁLISIS FACTORIAL DE CORRESPONDENCIAS INTRACLASES PONDERADO⁴⁸

BELÉN CASTRO IÑIGO⁴⁹ — MIGUEL ANGEL GARCÍA MONTOYA⁵⁰
AMAYA ZÁRRAGA CASTRO⁵¹

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Universidad del País Vasco
(Euskal Herriko Unibertsitatea)
Avda. Lehendakari Aguirre, 83
48015 Bilbao, España

En este trabajo se presenta una técnica de Análisis Factorial útil para el estudio de tablas de datos en las que existe una partición sobre el conjunto de individuos, definida de forma natural. Dicha técnica permite poner de manifiesto las relaciones existentes entre los individuos, pertenecientes a una misma clase, discriminándolos, a su vez, de los componentes de otras clases por los pesos relativos que se asignen a las mismas. Con una selección apropiada de la ponderación asignada a cada clase, la nueva metodología obtiene las variables locales del Análisis Parcial, contando con la ventaja sobre éste de proporcionar una representación de los individuos, como elementos activos, en los ejes locales.

Palabras clave: análisis factorial de correspondencias condicionado a un grafo, grafo de partición, inercia intraclases, análisis de diferencias locales.

⁴⁸ Este trabajo está financiado por el proyecto UPV 036.351-HA062/99.

⁴⁹ Dpto. Economía Aplicada IV

⁵⁰ Dpto. Economía Aplicada V; E-Mail: eugamom@lg.ehu.es

⁵¹ Dpto. Economía Aplicada III; T-1: 94 601 3741; Fax: 94 601 3754; E-Mail: az@aleib.bs.ehu.es

LA REGRESIÓN LOGÍSTICA COMO ALTERNATIVA A CONSIDERAR PARA HACER ANÁLISIS DISCRIMINANTE ANTE LA AUSENCIA DE NORMALIDAD MULTIVARIANTE

GABRIEL CAVADA CHACÓN⁵² — LUIS VALVERDE FALLAS⁵³

Escuela de Salud Pública
División de Bioestadística
Universidad de Chile
Santiago, Chile

Resumen

Como es sabido, la metodología para discriminar entre dos o más poblaciones a través de una colección de descriptores continuos es el Análisis Discriminante de Fisher, el método propuesto exige el supuesto de Normalidad Multivariante conjunta para el juego de variables predictoras y si además se desea una función lineal discriminante se debe agregar el supuesto de igualdad de matrices de covarianza para cada una de las poblaciones en estudio. Sin embargo cuando se relaja el supuesto de normalidad multivariante la tendencia es inclinarse nuevamente al Análisis Discriminante de Fisher, considerando la robustez del mismo, dejando de lado explorar metodologías alternativas tales como la Regresión Logística.

Palabras clave: análisis discriminante; función lineal discriminante; regresión logística; normalidad multivariante.

Introducción

El objetivo de este trabajo es mostrar, a través de algunos ejemplos, que la Regresión Logística no sólo es una alternativa a tomar en cuenta sino incluso podría mejorar la capacidad de discriminación cuando no se cumplen los supuestos de Fisher.

Cuando el juego de variables descriptoras sigue una distribución normal multivariante, los coeficientes de la regresión logística pueden ser estimados a través de la función lineal discriminante, pues se tiene la relación:

$$\beta_0 = \ln \left(\frac{p}{1-p} \right) - \frac{1}{2} \beta (\mu_1 + \mu_0)$$

donde p es la probabilidad de pertenecer a la población 1, $1-p$ la probabilidad de pertenecer a la población 0 y $\beta = (\mu_1 - \mu_0)^t \Sigma^{-1}$, además se identifica a β como el vector de coeficientes de la función lineal discriminante. Es decir cuando los supuestos de Fisher se satisfacen, discriminar a través de la Regresión Logística y de la Función Lineal Discriminante es equivalente.

⁵²Tel: +(562) 6786152, +(562) 6786156, Fax: +(562) 7377121; <http://www.med.uchile.cl/esspu/>; E-Mail: gcavada@mach.med.uchile.cl

⁵³Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica, 2060 San José, Costa Rica; Fax: +(506) 207 4397.

Si no se satisfacen los supuestos de Fisher, no es posible encontrar relaciones entre ambos procedimientos y como se planteó al inicio la tendencia, debido a la robustez de dicho método, es usar la Función Lineal Discriminante. Sin embargo, en las condiciones expuestas, la experiencia con algunas bases de datos es que la Regresión Logística entrega mayores porcentajes de buena clasificación.

ESTIMATION OF THE POPULATION VACCINATION EFFECTIVENESS USING URN MODELS

ARIEL CINTRÓN-ARIAS⁵⁴ — CARLOS HERNÁNDEZ-SUÁREZ⁵⁵
CARLOS BARRERA-RODRÍGUEZ⁵⁶ — ANGELINA ESPINOZA-LIMÓN⁵⁷
DULCE VARGAS-BRACAMONTES⁵⁸

Universidad de Puerto Rico
Cayey, Puerto Rico

The population vaccination effectiveness (PVE) is defined as the fraction of disease cases prevented by a vaccination campaign. We use occupancy urn models to estimate the PVE, and compare results for leaky, all-or-nothing and VEI (vaccine efficacy for infectiousness) vaccines using data of a measles outbreak and San Francisco current AIDS epidemic. This latter motivated by the current development of HIV vaccines of the VEI type. When applying our method to predict PVE for the San Francisco AIDS epidemic, our model predicts that PVE will be relatively low, even if the fraction of vaccinated and the efficacy of the vaccine are high.

Keywords: vaccine efficacy, urn models, population vaccination.

⁵⁴Cornell University; Tel: +(1)(607) 255-3399; E-Mail: ariel@cam.cornell.edu

⁵⁵Universidad de Colima, México; E-Mail: cmh1@cornell.edu

⁵⁶Universidad Autónoma Metropolitana, México; E-Mail: carlos@electron.cic.ipn.mx

⁵⁷Universidad Autónoma Metropolitana, México; E-Mail: angelina@electron.cic.ipn.mx

⁵⁸Universidad de Colima, México; E-Mail: dulce@egic.uco.mx

CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA DE *PINUS RADIATA* D.DON PARA LA VII, VIII Y IX REGIÓN DE CHILE

SERGIO CONTRERAS ESPINOZA⁵⁹

Departamento de Matemática
Universidad del Bío Bío
Concepción, Chile

El pino insigne (*Pinus radiata* D. Don), especie que se adapta fácilmente a diferentes condiciones de clima y suelos, presenta una considerable variabilidad externa y heterogeneidad en sus propiedades tecnológicas. Esta investigación contempla el estudio de árboles característicos provenientes de cinco zonas geográficas ubicadas en la zona mediterránea central del país comprendidas entre la VII y IX región. El estudio se lleva a cabo para árboles de 20, 25 y 30 años de edad, para las distintas alturas y tipo de madera (juvenil y madura).

El objetivo general del estudio es desarrollar una base de información técnica para las plantaciones de pino insigne entre la VII y IX región del país, que permita relacionar factores de localización, manejo y edad de la especie con sus propiedades anatómicas, físicas, químicas y mecánicas, además de la trabajabilidad de ésta y con ello poder orientar el correcto destino de la materia prima según productos finales y/o mercados.

En este trabajo se presentan los métodos estadísticos utilizados y los resultados preliminares del estudio propuesto.

Trabajo financiado por la Universidad del Bio-Bio y el Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF D97I2006) en conjunto con varias empresas forestales del país, y desarrollado por el Departamento de Ingeniería en Maderas de la Universidad. El proyecto tiene una duración de tres años y en la actualidad se encuentra en su primer año de elaboración.

⁵⁹E-Mail: scontref@alhueen.ciencias.ubiobio.cl

ESTABILIZACIÓN DEL MODELO POBLACIONAL DE MAY A TRAVÉS DE CONTROLES DIRECCIONALES⁶⁰

VÍCTOR DELGADO⁶¹

Instituto de Matemáticas
Universidad Austral de Chile
casilla 567, Valdivia, Chile

El modelo poblacional de May considera un parámetro de saciedad en la especie predadora y tiene un estado de equilibrio inestable en torno al cual rota un ciclo límite. En este trabajo se establece una estrategia de control sobre el modelo de modo que se perturbe el sistema original produciendo una nueva dinámica que, localmente, se acerca asintóticamente al estado de equilibrio. Tal efecto se logra a través de un proceso de linealización y la aplicación de un control direccional sobre el sistema lineal que se origina.

Palabras clave: estabilidad, linealización, control realimentado, sistemas linealmente equivalentes

⁶⁰Proyecto S-08-25 Dirección de Investigación, UACH Valdivia, Chile

⁶¹E-Mail: vdelgado@uach.cl

ID3 CON CONJUNTOS APROXIMADOS

JOSÉ LUIS ESPINOZA⁶² — GEOVANNI FIGUEROA⁶³ — WALTER MORA

Escuela de Matemática
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica

Durante los últimos años, la metodología de clasificación automática, utilizando árboles de decisión ha sido una de las más activas. A pesar de la gran labor investigativa desarrollada en este campo, algunos problemas inherentes a la generación de árboles de decisión están sin resolver. Uno de éstos, es la selección del mejor atributo para iniciar el proceso de creación del árbol. Los métodos clásicos utilizan medidas heurísticas basadas en la información. En tiempos recientes, autores como Ho, Nguyen y Kimura han propuesto el uso de conjuntos aproximados para determinar ese mejor atributo. En el presente trabajo proponemos una forma de elegir dicho atributo basada en la teoría de conjuntos aproximados.

Palabras clave: conjuntos aproximados, árboles de decisión, teoría de la información, entropía.

Keywords: rough sets, decision trees, information theory, entropy.

Referencias

- Figuerola, G.; Mora, W.; Espinoza, J.L.; Astorga, A. (1999) *Problemas de programación matemática mediante técnicas estocásticas y neuronales*. Informe final de investigación, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago.
- Ho, T.; Nguyen, T.; Kimura, M. (1996) "Induction of decision trees using rough set theory", Japan Advanced Institute of Science and Technology, 923-12.
- Pawlak, Z. (1991) *Rough Sets. Theoretical Aspects of Reasoning About Data*. Kluwer, Dordrecht.
- Quilan, J.R. (1986) "Induction of decision trees", *Machine Learning* 1: 81-96.
- Zethi, I. (1990) "Entropy nets: from decision trees to neural networks", *Proceedings of IEEE*

⁶²E-Mail: jespinoza@iter.ac.cr

⁶³E-Mail: gfiguero@cariari.ucr.ac.cr

GRAFOS DESTINADOS AL ANÁLISIS DE DATOS MULTIVARIANTE CONDICIONADO POR SU ESTRUCTURA⁶⁴

MIGUEL ANGEL GARCÍA MONTOYA⁶⁵ — AMAYA ZÁRRAGA CASTRO⁶⁶
BELÉN CASTRO IÑIGO⁶⁷

Instituto de Investigación Operativa y Estadística
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Universidad del País Vasco
(Euskal Herriko Unibertsitatea)
Avda. Lehendakari Aguirre, 83
48015 Bilbao, España

En este trabajo se muestran dos nuevos métodos para la construcción de grafos que pueden utilizarse en combinación con las técnicas descriptivas de Análisis de Datos Multivariante: grafo basado en la distancia ji-cuadrado y grafo basado en las componentes fuertemente conectadas.

Además se presentan sendos ejemplos correspondientes a cada uno de los grafos, tomando como datos la matriz intermedia de las Tablas Input-Output.

Palabras clave: análisis factorial de correspondencias condicionado por un grafo, tablas input-output, teoría de grafos, distancia ji-cuadrado, componentes fuertemente conectadas.

Keywords: correspondence analysis conditioned by a graph, input-output tables, graph theory, chi-square distance, strongly connected components.

⁶⁴Este trabajo está financiado por el proyecto UPV 036.351-HA062/99.

⁶⁵Dpto. Economía Aplicada V; E-Mail: eugamonm@lg.ehu.es

⁶⁶Dpto. Economía Aplicada III; Tel.: 94 601 3741; Fax: 94 601 3754; E-Mail: az@alcib.bs.ehu.es

⁶⁷Dpto. Economía Aplicada IV

UN MODELO APROPIADO PARA LAS CURVAS SENSORIALES DE INTENSIDAD PERCIBIDA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

DELIA GARRIDO⁶⁸

Cátedra de Matemática
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Universidad de Buenos Aires
Junín 956
1113 Buenos Aires, Argentina

En los seres humanos, los órganos sensoriales reciben estímulos del exterior y generan una respuesta que es la sensación percibida. En todas las investigaciones sensoriales para medir la intensidad de una sensación es necesario la presencia de "jueces". Si se pretende estudiar las propiedades temporales de una sensación se utilizan las **curvas de intensidad percibida en función del tiempo** ($T - I$). El experimento básico para obtener este tipo de curvas consiste en administrar un estímulo al juez y, a partir de ese instante, registrar simultáneamente la intensidad que percibe y el tiempo transcurrido. En estas curvas se observan unos segundos de demora desde la ingestión del estímulo ($t = 0$) hasta la aparición de la primera respuesta de medición. La intensidad percibida se incrementa rápidamente hasta un nivel máximo que se mantiene por unos segundos y luego decrece lentamente hasta su desaparición total.

La metodología que se usa actualmente para el análisis de estas curvas estudia los siguientes atributos de la sensación: intensidad máxima percibida, tiempo en el que se alcanza la intensidad máxima, último tiempo de la intensidad máxima, tiempo en el que la intensidad máxima es constante, persistencia, latencia o tiempo que tarda en aparecer la sensación, velocidad de aparición y de extinción de la sensación. Debido a que las curvas experimentales provienen de un registro humano son imperfectas y se presenta el problema que no siempre se pueden determinar correctamente estos atributos.

El objetivo de este trabajo consiste en hallar un modelo para ajustar las curvas $T - I$, es decir, buscar una función $I = f(t)$, que dependa de parámetros, que se asemeje lo más posible a ellas. Además, interpretar sensorialmente los parámetros y buscar métodos adecuados para estimarlos.

Se desarrolló un programa para registrar las curvas $T - I$ utilizando una computadora. Los jueces marcan la intensidad percibida con el *mouse* sobre una escala con marcas en 0, 25, 50, 75 y 100, situada sobre la pantalla del monitor. Cuando el juez coloca la solución con el estímulo en su boca, comienza a registrarse el tiempo. A los cinco segundos suena una señal que le indica al juez que debe escupir la muestra. El programa registra 10 determinaciones por segundo.

Los estímulos suministrados fueron soluciones de sacarosa en agua con cinco concentraciones diferentes. Ocho jueces fueron entrenados en el manejo del programa de registro de las curvas y evaluaron, por duplicado, el dulzor de cada una de las cinco soluciones. Se obtuvieron en total 80 curvas que fueron la base experimental sobre la que se realizaron los estudios posteriores.

Para hallar el modelo se analizaron todos los fenómenos físicos, químicos y psíquicos que ocurren en el proceso sensorial del registro de la curva. Se definieron los parámetros necesarios y se efectuaron las suposiciones requeridas. Para ello, se siguieron los siguientes pasos:

⁶⁸E-Mail: dgarrido@mylibybfyb.uba.ar

- Se calculó la concentración de estímulo en la boca en función del tiempo teniendo en cuenta el momento de escupir y el flujo salival.
- Se postuló que las moléculas de estímulo difunden hacia el área donde están los receptores gustativos y se calculó su concentración.
- Se determinó la función que mide la intensidad percibida por el cerebro en cada instante t , admitiendo que la intensidad de gusto que recibe el cerebro está dada por la proporción de receptores ocupados con moléculas de estímulo.
- Teniendo en cuenta la interpretación de la escala de medición por parte del juez y las demoras que se producen en los procesos de transferencia de información de los receptores al cerebro y de éste a la mano que mueve el *mouse*, se obtuvo una función que da la intensidad percibida en función del tiempo que depende de cinco parámetros:

$$I = f(t, a, b, k_0, t_1, v_1)$$

Los parámetros del modelo tienen conexión con los atributos de la sensación que se obtienen de las curvas $T - I$. El parámetro a está relacionado con la Intensidad máxima, el b con el último tiempo de la intensidad máxima, k_0 con la velocidad de aparición de la sensación, t_1 con la latencia y v_1 con la velocidad de extinción de la sensación y con la persistencia.

La función obtenida no es lineal en los parámetros y, por consiguiente, los estimadores se hallan utilizando programas para modelos no lineales que usan procesos iterativos. Para poder comenzar estos procesos, se dedujeron las fórmulas necesarias para calcular buenos estimadores iniciales de los parámetros.

Una ventaja de tener una función que represente a las curvas $T - I$, es que a partir de los estimadores de los parámetros se puede reconstruir fácilmente la curva. Se observó que el modelo ajusta correctamente a las curvas experimentales. Se estudiaron las curvas provenientes de los estímulos dulces y los resultados obtenidos con esta metodología fueron coherentes con los de la bibliografía.

El modelo propuesto tiene un sinnúmero de aplicaciones y es posible continuar su investigación para lograr su aplicación en otros tipos de experimentos sensoriales.

Agradecimiento

Este trabajo fue financiado con el subsidio TB-035 de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires.

UN ALGORITMO PARA EL ENTRENAMIENTO DE MÁQUINAS DE VECTOR SOPORTE PARA REGRESIÓN

JOHN GODDARD⁶⁹ — SERGIO DE LOS COBOS⁷⁰
BLANCA R. PÉREZ⁷¹ — MIGUEL A. GUTIÉRREZ⁷²

Departamento de Ingeniería Eléctrica
Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa
Av. Michoacán y La Purísima, Col. Vicentina
CP 09340 México D.F., México

En los últimos años han surgido una variedad de trabajos en las áreas de la clasificación y la aproximación de funciones que utilizan una técnica llamada "Máquinas de Vector Soporte" (c.f. [1, 2]). En parte el interés por este método surge del hecho de que está basada en la teoría VC, que generalmente permite encontrar máquinas de aprendizaje que generalizan bien sobre datos no previamente vistos.

En la aproximación de funciones, que nos concierne en esta ponencia, el método se llama regresión ε -SV [3, 4], y el objetivo es dado un conjunto finito de datos $\{(x_i, y_i)\}$, $x_i \in \mathbb{R}^N$, $y_i \in \mathbb{R}$, encontrar una función $f(x)$ que esté a lo más ε desviaciones de los objetivos y_i para todos los datos de entrenamiento x_i y que a la vez sea tan "plana" como sea posible. En el caso más sencillo, dados los datos, queremos encontrar una función lineal f de la forma:

$$f(x) = \langle w, x \rangle + b$$

donde $\langle \cdot, \cdot \rangle$ es el producto interior. En este contexto, "plana" significa que queremos encontrar un w "pequeña". Para lograr esto, podemos minimizar $\|w\|^2$, la norma cuadrada, y transformar el problema en la siguiente de optimización convexa (c.f. [2]):

$$\text{Minimizar } \frac{1}{2} \|w\|^2$$

$$\text{sueto a: } y_i - \langle w, x_i \rangle - b \leq \varepsilon \text{ y } \langle w, x_i \rangle + b - y_i \leq \varepsilon.$$

Esto supone que el problema es factible. Cuando no es el caso, se reformula el problema introduciendo variables holguras ξ_i, ξ_i^* de la siguiente manera:

$$\text{Minimizar } \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum (\xi_i + \xi_i^*)$$

$$\text{sueto a: } y_i - \langle w, x_i \rangle - b \leq \varepsilon + \xi_i, \langle w, x_i \rangle + b - y_i \leq \varepsilon + \xi_i^*, \xi_i, \xi_i^* \geq 0.$$

⁶⁹E-Mail: jgc@xanum.uam.mx

⁷⁰E-Mail: cobos@xanum.uam.mx

⁷¹Depto. de Matemáticas, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Av. Michoacán y La Purísima, Col. Vicentina, CP 09340 México D.F., México

⁷²Depto. de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco, Av. San Pablo 180, Col. Reinosa Tlaxcalupcas, CP 02200 México D.F., México; E-Mail: guma@hp9000a1.uam.mx

De aquí, derivando se obtiene el problema dual:

$$\text{Minimizar } -\frac{1}{2}\Sigma(\alpha_i^* - \alpha_i)(\alpha_j^* - \alpha_j)\langle x_i, x_j \rangle - \varepsilon\Sigma(\alpha_i + \alpha_i^*) + \Sigma y_i(\alpha_i^* - \alpha_i),$$

$$\text{sujeto a: } \Sigma(\alpha_i^* - \alpha_i) = 0, \text{ y } \alpha_i, \alpha_i^* \in [0, C]$$

por lo que la solución está dada por:

$$f(x) = \Sigma(\alpha_i^* - \alpha_i)\langle x_i, x \rangle.$$

Frecuentemente el número de α_i, α_i^* distintos a cero (cuyos vectores correspondientes se llamen de soporte) es pequeño, y la representación resulta ser escasa. Más aun, la formulación está generalizada al caso no lineal sustituyendo el producto interior por una función núcleo.

Sin embargo, como se observó en [5], mientras que teóricamente el problema tiene una solución única, los paquetes de programación cuadrática no siempre convergen, y cuando lo hacen no siempre dan las mismas soluciones. Esto ha sido una desventaja para que el método sea usado más ampliamente.

En esta ponencia, presentamos un algoritmo sencillo, inspirado en [6], para encontrar los coeficientes α_i, α_i^* en el caso no lineal. Además, el algoritmo se ilustra con algunos ejemplos.

Referencias

- [1] Burges, C.(1998) "A tutorial on support vector machines for patter recognition", in: *Data Mining and Knowledge Discovery*, Volume 2, Kluwer Academic Publishers, Boston: 1-43.
- [2] Smola, A.J.; Scholkopf, B. (1998) "A tutorial on support vector regression", NeuroCOLT2 Technical Report Series, NC2-TR-1998-030.
- [3] Vapnik, V. (1995) "The Nature of Statistical Learning Theory". Springer-Verlag.
- [4] Vapnik, V.; Golowich, S.; Smola, A. "Support vector method for function approximation, regression estimation, and signal processing", in: *Advances in Neural Information Processing Systems*, Vol. 9, MIT Press: 281-287.
- [5] Chin, K. K. (1998) "Support Vector Machines Applied to Speech Pattern Classification". Tesis de M. Phil. in Computer Speech and Language Processing, Cambridge University, Engineering Department.
- [6] Campbell, C.; Cristianini (1999) "Simple Learning Algorithms for Training Support Vector Machines". Department of Engineering Mathematics, University of Bristol.

RESISTENCIA A LOS ANTIBIÓTICOS

GUILLERMO GÓMEZ A.⁷³ — R. AVENDAÑO — L. ESTEVA
J. FLORES — J. FUENTES — J. LÓPEZDepartamento de Matemáticas
Facultad de Ciencias
UNAM, México D.F. México

Resumen

Se estudia el fenómeno de la resistencia a un antibiótico por parte de un microorganismo, como parte del tratamiento de una cierta enfermedad, pero a nivel de la población portadora de dicha bacteria.

La descripción de una u otra estrategia de aplicación de terapias masivas con antibióticos contra microorganismos, digamos por ejemplo, contra los estafilococos, que sean adecuadas, pueden darse en forma fundamentada sólo a través de modelos matemáticos. El **problema** es construir un modelo matemático de la acción masiva de los antibióticos sobre una población microbiana, distribuida en un contingente cerrado de una población. En forma práctica podríamos estar hablando de una ciudad, dado que el mínimo contingente de personas, respecto a ser cerrado en cuanto a la circulación de cepas, es la de una ciudad, que de paso vale decir tenga un tráfico no muy intenso de su población con otras ciudades, o ser destino turístico. De hecho se construyen 2 modelos uno con la aplicación previa de antibiograma y otro cuando el antibiótico se aplica a todos los enfermos.

Simulación: ya sea mediante algún procedimiento matemático, o bien mediante experimentos computacionales intentar en el modelo todas las posibles variantes imaginables de la reacción de la población microbiana, expresándolas en el nivel de los individuos de la población, según la estrategia escogida de la aplicación de antibióticos. Las 2 categorías básicas, los sensibles y los resistentes, que son los infectados a los cuales se les puede aplicar o no según sea el antibiótico en cuestión indicado por el antibiograma. Del conjunto de todas las variantes señaladas se escogen las "buenas" variantes y sus estrategias se ponen a disposición de los órganos de salud como recomendación para el uso masivo de antibióticos. Vale decir que para el sistema considerado de microorganismos y antibióticos el modelo sin antibiograma, en general, no detecta ninguna "buena variante, de manera que todo lo que se diga se referirá al caso de aplicación de antibióticos con base en el antibiograma. Se sobreentiende por una "buena" variante es aquella en que se cumplen las siguientes propiedades: i) La estrategia de tal variante debe ser masiva (ciudad) y ser constante, o bien dada por una función periódica del tiempo (una estrategia variable no periódica es evidentemente poco aplicable en la práctica); ii) Existe una estrategia realista de transición de la situación prevaleciente a la "buena" variante; iii) Quedan estipulados (las estrategias de transición y una "buena" variante) los n diferentes antibióticos de algún cuadro básico admisible desde el punto de vista de la ciencia de los antibióticos y la industria; iv) Los médicos encargados del tratamiento no tendrán ninguna restricción en el uso de los antibióticos

⁷³E-Mail: gomalt@servidor.unam.mx

del cuadro básico, excepto el antibiograma, una buena estrategia no está prevista: v) Mínimo para un 99% de los enfermos, el médico podrá disponer de "su" antibiótico en el cuadro básico, es decir, el porcentaje de enfermos en la ciudad poliresistentes a todos los antibióticos del cuadro básico, a lo largo del tiempo no crece y además es tan insignificante, que resulta real aplicarle antibióticos de la reserva en condiciones de aislamiento hospitalario. En consecuencia una "buena" variante significa la estabilización del proceso a un nivel de admisible para la salud pública.

Observaciones metodológicas. *Primera:* Se cumple el hecho a primera vista paradójico de que para un alto porcentaje de personas, resistentes a uno u otro antibiótico, no es en sí malo ni bueno. Por ejemplo, puede resultar una buena situación, cuando a cierto antibiótico del cuadro básico el porcentaje de enfermos resistentes es, digamos del 80%, sólo si para cualquier enfermo existe en dicho cuadro básico su antibiótico efectivo y si la situación es estable. E inversamente, supongamos hay posibilidades de transitar a porcentajes menores de resistencia mediante la exclusión del señalado 80% de los antibióticos del mencionado cuadro básico, puesto que los restantes antibióticos del cuadro básico son tales que pueden atraer para sí el restante 20% de los enfermos. Pero las consecuencias de algo semejante que pareciera una mejora puede resultar ser muy negativa, dado que la ampliación a la aplicación de los restantes antibióticos será acompañada de un aumento en la resistencia ellos, lo que puede interrumpir el equilibrio dinámico logrado y desestabilizar toda la situación (pues los antibióticos excluidos también resultaban ser sus antibióticos, así sea de una parte pequeña de individuos). *Segunda:* No obstante que este tipo de procesos depende de un número grande de magnitudes aleatorias, pero debido al sentido unívoco de las acciones realizadas en la práctica por los órganos de salud pública, éstos no pueden admitir que los pronósticos correspondientes a dichos actos tengan un carácter esencialmente probabilístico. Y por consiguiente para suavizar la influencia de los factores aleatorios hay que considerar procesos masivos en grandes contingentes de población, lo que a su vez permite restringirse a modelos determinísticos. Por ello es que ocurre esta feliz coincidencia: por un lado haber escogido la escala de modelación como el de una ciudad o más, a partir como arriba se hizo de razonamientos basados en que el sistema fuera cerrado, logrando con esto por otro lado, que simultáneamente la masividad de los contingentes de personas para que tenga sentido el uso de modelos determinísticos. Claro está que en el contexto del problema planteado, una ciudad es un conglomerado no homogéneo: no es sólo que los estafilococos exhiban un amplio espectro de formas clínicas y formas borrosas de diferentes enfermedades o simplemente portadores, sino además que las fuentes de la infección llevan formas de vida, desde el punto de vista epidemiológico, sustancialmente distintas. Se buscó un camino indirecto que tomara en cuenta la diversidad: previamente se dividió la población de la ciudad en varias categorías muy heterogéneas, un número par de las cuales ya fueron arriba caracterizadas y esto permitió construir el modelo, pero no permitió poder trabajar con él (como se esperaba las categorías resultaron "cosas en sí", sobre las cuales sólo se sabe que existen), sin embargo algo se ganó y es que se pudieron plantear las ecuaciones generales del proceso y se pudieron transformar de manera que se pudieron eliminar las categorías y se pudo formular el modelo sólo en términos de una única variable, para cada antibiótico, denotada por ρ y que representa al cociente de los resistentes con los sensibles al antibiótico en cuestión. Así el modelo con antibiograma toma la forma: $\frac{d\rho}{dt} = -\tilde{\delta}\rho^2 + [r(\alpha + \delta) - \tilde{\delta}]\rho + r\delta$ o sin antibiograma $\frac{d\rho}{dt} = -(1-r)\tilde{\delta}\rho^2 + [r(\alpha + \delta + \tilde{\delta}) - \tilde{\delta}]\rho + r\delta$. Con esta formulación el modelo contiene, para cada antibiótico, el parámetro de la estrategia a seguir representado por r , el cual representa una función del tiempo y de tres parámetros generalizados: α que refleja la efectividad del tratamiento con el antibiótico en estudio; δ nos da la velocidad (tasa) de crecimiento del número de enfermos resistentes bajo terapia con antibióticos, mientras que $\tilde{\delta}$ nos da la tasa de disminución del número de enfermos resistentes en ausencia de terapia con antibióticos. Se intenta una adambicada determinación de los valores de los parámetros aplicado a ciertos antibióticos y cepas de microorganismos.

MDS CON RESTRICCIONES USANDO SOBRECALENTAMIENTO SIMULADO

JORGE GONZÁLEZ VARELA⁷⁴ — JAVIER TREJOS ZELAYA⁷⁵

CIMPA-PIMAD, Escuela de Matemática
Universidad de Costa Rica
2060 San José, Costa Rica

El problema básico de *MultiDimensional Scaling (MDS)* es que dada una matriz de disimilitud δ , de tamaño $n \times n$, se trata de encontrar una matriz X (configuración) de $n \times p$ que minimice la función de Stress:

$$\sigma(X) = \sum_{i < j}^p w_{ij} (\delta_{ij} - d_{ij}(X))^2 \quad (1)$$

donde $d_{ij}(X)$ es la matriz de distancia entre las filas de X y $W = (w_{ij})$ matriz de pesos de tamaño $n \times n$.

Entre los diferentes métodos utilizados para minimizar el Stress destacan el método *Smacof* del inglés "Scaling by MAjorizing a COmplicated Funtion" (ver Borg & Groenen (1997)) y el Sobrecalentamiento Simulado (SS) (ver Villalobos (1998)) que abreviamos como SS.

Smacof usa un algoritmo muy sencillo de programar y de convergencia muy rápida, pero con el inconveniente de que sólo garantiza un óptimo local. Por su parte el SS es un método de Optimización Estocástica, introducido por Kirkpatrick, Gelatt y Vecchi en 1982, el cual utilizando un algoritmo conocido como la regla de Metropolis garantiza una convergencia asintótica a un óptimo global (Aarst & Korst (1989)).

Con frecuencia es posible adicionar al conocimiento de las proximidades entre los objetos, restricciones adicionales que se quiere satisfaga la configuración que buscamos con el MDS. Estas restricciones surgen de consideraciones importantes sobre propiedades que deben tener los datos.

El *MultiDimensional Scaling whit Restrictions on the configuration (MDSR)* tiene como objetivo: minimizar la función $\sigma(X)$ sujeta a restricciones sobre la matriz X .

De Leeuw y Heiser (1995), entre otros resultados, construyen a partir de *Smacof* un algoritmo para calcular el mínimo del Stress con restricciones en la configuración. Nuestro objetivo es mostrar un procedimiento alternativo utilizando Sobrecalentamiento Simulado, en el caso que las restricciones sean lineales, esto es $X = YC$ donde $Y \in M(n, p)$ es dada y $C \in M(p, p)$ es una matriz a determinar.

Una de las utilidades del MDSR es que puede servir para confirmar hipótesis que se piensa que los datos satisfacen, cuestión que podemos verificar si los Stress del MDS y del MDSR no difieren.

Ejemplificamos lo anterior utilizando las tablas de datos "Expresiones Faciales" presentadas por Borg & Groenen (1997).

⁷⁴Fax: + (506) 207 4024; E-Mail: jgonzale@cariari.ucr.ac.cr

⁷⁵E-Mail: jtrejos@cariari.ucr.ac.cr.

Enger, Levy y Schlosberg (1958) afirmaron que el mensaje emocional que una persona transmite a través de su expresión facial puede analizarse considerando tres variables AD , ID , TD en los siguientes rangos: AD : Agradable-Desagradable; AR : Interesado-Desinteresado, y TD : Tenso-Dormido.

Con esta hipótesis ellos construyeron una tabla Y de individuos por variables, donde los individuos son las expresiones faciales de una mujer ante trece situaciones diferentes y las variables son las señaladas anteriormente. Paralelamente y de otra forma se obtiene una matriz de disimilitud δ para las trece expresiones faciales anteriores.

A partir de δ se realiza un MDS y un MDSR (con la restricción $X = YC$) usando Sobrecaentamiento Simulado. Para ello se discretiza R^3 de manera similar a la realizada por Villalobos (1998) para \mathbb{P}^2 . Posteriormente se discuten los resultados.

Referencias

- Aarst, E.; Korst, J. (1989) *Simulated Annealing and Boltzman Machines: a Stochastic Approach to Combinatorial Optimization and Neural Computing*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Borg, I; Groenen, P. (1997) *Modern Multidimensional Scaling*. Springer, Berlin.
- De Leeuw, J.; Heiser, W. (1980) "Multidimensional scaling with restrictions on de configuration", in: P.R. Krishnaiah (Ed.), *Multivariate Analysis*, North-Holland, Amsterdam: 501-522.
- Trejos, J.; Villalobos, M. (1998) "Análisis de proximidades usando sobrecaentamiento simulado", in: W. Castillo & J. Trejos (Eds.), *Estudios de Análisis de Datos y Estadística*, Universidad de Costa Rica - Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Villalobos, M. (1998) *Optimización Estocástica para el Análisis De Proximidades*. Tesis de Maestría, Universidad de Costa Rica.

EXTENSIONS OF PLS REGRESSION: PLS LOGISTIC REGRESSION

PIERRE-LOUIS GONZÁLEZ⁷⁶

CEDRIC

Chaire de Statistique Appliquée
Conservatoire National des Arts et Métiers
292 rue Saint Martin
75141 Paris Cedex 03, France

Partial Least Squares (PLS) regression is a data analysis method that links one or several response variables Y to a set of explanatory variables X in conditions where usual methods of multiple regression are not well adapted: strong multicollinearity, missing data, more variables than observations. Born from NIPALS algorithm developed by H. Wold (1966) for principal component analysis, and from PLS approach proposed by H. Wold (1975) for estimation of structural variable models on latent variables, PLS regression can be presented in an algorithmic way. In this communication, in the first part, we will describe the PLS regression algorithm in its original version and we will present some of its mathematical properties found later.

In logistic regression, it can be found similar problems to those found in multiple regression. In the second part of the communication, we will show how to transpose the principles of PLS regression to logistic regression and to the general linear model.

After we present the basic PLS logistic regression algorithm, we will expose in the third part of this communication the results of PLS logistic regression on an example of usual logistic regression. Results will be compared to those obtained by logistic regression on PLS components.

References

- Tenenhaus, M. (1998) *La regression PLS*. Technip, Paris
- Wold, S.; Ruhe, A.; Wold, H.; Dunn III, W.J. (1984) "The colinearity problem in linear regression. The partial least squares (PLS) approach to generalized inverses", *SIAM J. Sci. Stat. Comput.* **5**(3): 735-743.

⁷⁶E-mail: plgonzalez@venam.cnam.fr

NONLINEAR MULTIVARIATE ANALYSIS PROGRAMS IN SPSS CATEGORIES

PATRICK J. F. GROENEN⁷⁷

Data Theory Group
Department of Education, Leiden University
P.O. Box 9555, 2300 RB Leiden, The Netherlands

In Gifi (1990), a coherent system for the exploratory analysis of categorical data is proposed. One of its main features is that variables are optimally quantified. A quantified variable relates to the original variable by a nominal, ordinal, interval, or spline transformation. This methodology has been extended in the Data Theory Scaling System (Meulman, Hubert & Heiser, 1998). Several of these programs are available in the Categories module (programmed by the Data Theory Group, Leiden University, the Netherlands) of SPSS 10. Programs included are Catreg for multiple regression of categorical data, Correspondence for correspondence analysis, Catpca for nonlinear principal components analysis, and Overals for generalized canonical correlation analysis. An important aspect of these programs is their emphasis at graphical representations. In our presentation, we will demonstrate some of the possibilities these programs.

Keywords: nonlinear multivariate analysis, multiple regression, principal components analysis, generalized canonical correlation analysis, correspondence analysis, multiple correspondence analysis, multidimensional scaling

References

- Gifi, A. (1990) *Nonlinear Multivariate Analysis*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Meulman, J.J.; Hubert, L.J.; Heiser, W.J. (1998) "The data theory scaling system", in: A. Rizzi, M. Vichi & H.-H. Bock (Eds.) *Advances in Data Science and Classification*, Berlin, Springer: 489-496.

⁷⁷Tel.: +(31) 71 527 3826, Fax: +(31) 71 527 3865; E-Mail: groenen@fsw.leidenuniv.nl

UN PROBLEMA DE LOCALIZACIÓN DE PLANTAS DE GRAN ESCALA

MIGUEL ANGEL GUTIÉRREZ⁷⁸ — SERGIO DE LOS COBOS⁷⁹
 BLANCA R. PÉREZ⁸⁰ — JOHN GODDARD⁸¹

Departamento de Sistemas
 Universidad Autónoma Metropolitana- Azcapotzalco
 Av. San Pablo 180, Col. Reinos Tamahulipas
 CP 02200 México D.F., México

Este trabajo es una aplicación a gran escala del problema de localización de plantas (facility location) en donde surgen potencialmente más de 640 plantas a localizar a lo largo de la República Mexicana. Originalmente se pensó en obtener una solución exacta al problema usando dos técnicas clásicas: descomposición de Benders y ramificación y acotamiento. Ambas técnicas resultan adecuadas y eficientes para resolver problemas de tamaño chico, pero las implantaciones en computadora para este problema no convergieron después de muchas horas de proceso. Pero se requería dar una solución al problema mediante alguna técnica que quizá no diera la solución exacta, pero sí una solución de buena calidad. Para la solución de este problema se empleó la técnica de recocido simulado (simulated annealing) con excelentes resultados.

El problema consiste en la localización de plantas productoras de tortilla empacada y tiene la siguiente estructura: se consideran 80 centros de demanda en la República Mexicana que corresponden a 85 ciudades con más de 50.000 habitantes que requieren el producto. Se tiene que satisfacer la demanda, para lo anterior se requiere construir plantas de tortilla empacada en algunas zonas. El costo de construcción depende del tamaño de la planta (para este estudio se consideraron tres tamaños: 2, 5.34 y 16 toneladas diarias). Además se consideró que el costo de los insumos (harina de maíz) depende de la distancia de la planta a la fábrica de harina más cercana a la misma.

El problema es determinar un conjunto óptimo de sitios de localización de las plantas, el número de plantas y sus respectivas capacidades; así como la zona de influencia de las mismas. Las zonas de influencia se reflejan en un plan óptimo de transporte en un horizonte de planeación a 10 años.

Finalmente el objetivo es minimizar el costo total de construcción anualizado de las plantas y el costo total de transporte de la tortilla de maíz empacada.

Entre los resultados obtenidos se pueden mencionar los siguientes:

- Existen pocos movimientos en la red carretera. De 140 ligas entre ciudades, sólo la mitad de ellas tienen flujos de mercancía. Se observa que los costos de transporte son muy pequeños.

⁷⁸E-Mail: guma@hp9000a1.uam.mx

⁷⁹Depto. de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Av. Michoacán y La Purísima, Col. Vicentina, CP 09340 México D.F., México; E-Mail: cobos@xanum.uam.mx

⁸⁰Depto. de Matemáticas, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Av. Michoacán y La Purísima, Col. Vicentina, CP 09340 México D.F., México

⁸¹Misma dirección que S. de los Cobos; E-Mail: jgc@xanum.uam.mx

- En la mayoría de los casos la capacidad instalada en cada ciudad es similar a la demanda de la misma, lo cual es razonable ya que se evitan transferencias de la mercancía entre ciudades. Las capacidades instaladas son 0.44% superior a la demanda total. Esto implica que se aprovecha casi totalmente el potencial de las plantas.
- El costo de transporte es de solamente el 1.25% de la inversión total.

METAHEURÍSTICA EN UN PROBLEMA DE GRAFOS

THOMAS HIBBARD⁸² — SILVIA RODRÍGUEZ DE RYAN⁸³
 ALEJANDRA CASTELLINI⁸⁴ — CRISTINA PRETI⁸⁵
 CRISTINA LENTINI⁸⁶ — MARTA LENTINI⁸⁷

Consejo de Investigación · Facultad de Ciencias Exactas
 Universidad Nacional de Salta
 Bolivia 5150
 4400 Salta, Argentina

Resumen

Se realiza la modelización de un problema de ruteo, representado por un grafo a fin de encontrar un camino de distancia mínima, recorriendo todas las aristas requeridas del mismo al menos una vez. Se aplica una metaheurística y se realiza un análisis de los resultados aplicados a varios problemas.

Formulación del problema

Sea G un grafo no dirigido tal que $G = (V, A)$, donde $V = \{v_0, \dots, v_n\}$ representa el conjunto de nodos del grafo y $A = \{(v_i, v_j) : v_i, v_j \in V, i \neq j\}$ es el conjunto de aristas. Sea D una función de distancia asociada al conjunto A y sea $A\mathcal{E} \subset A$ un subconjunto de aristas requeridas, ($A\mathcal{E} \neq \emptyset$). El problema consiste en encontrar el camino más corto de A , tal que cada arista de $A\mathcal{E}$ sea recorrida al menos una vez, partiendo de un nodo inicial y finalizando no necesariamente en el mismo, siendo ésta la condición que diferencia a este problema del problema del cartero rural.

Algoritmo implementado

La metaheurística desarrollada basada en un algoritmo genético es la siguiente:

a) Método constructivo

Se utiliza para formar los individuos de la población inicial. Estos se construyen iterativamente de la siguiente manera: la primera iteración comienza con un nodo aleatorio $v_j \in V$, las siguientes seleccionan aleatoriamente el nodo v_k de un subconjunto $V\mathcal{E}$ de V , siendo los elementos de $V\mathcal{E}$ nodos incidentes a v_j . Este proceso se repite hasta que todas las aristas $(v_i, v_j) \in A\mathcal{E}$ formen parte de la solución construida, lo que se controla en el proceso de cruzamiento. Con este método constructivo, los caminos formados en general tiene diferente longitud.

⁸²hibbard@unsa.edu.ar

⁸³sryan@unsa.edu.ar

⁸⁴Facultad de Ingeniería; E-Mail: mact@unsa.edu.ar

⁸⁵preti@unsa.edu.ar

⁸⁶lentini@unsa.edu.ar

⁸⁷lentini@unsa.edu.ar

b) Método Evolutivo

Partiendo de una población inicial de N caminos construidos en la etapa anterior, el proceso evolutivo consiste en los siguientes pasos:

- *Evaluación de cada camino:* para ello, se define una función suma, que calcula la distancia total recorrida, a fin de medir la capacidad del individuo para ser seleccionado como reproductor.
- *Selección de individuos:* en cada iteración se selecciona el subconjunto de T caminos de menor distancia, ($T < N$), a los cuales se les aplica un procedimiento de reproducción, obteniendo para la población siguiente la misma cantidad (N) de individuos.
- *Procedimiento de reproducción:* para formar los caminos de las nuevas generaciones se utiliza como único operador el *cruzamiento*. Se efectúa un procedimiento de control, eliminando los bucles no productivos.
- *Criterio de término:* Se realiza un número pre-establecido de iteraciones.

Con este algoritmo se han resuelto varios problemas en forma satisfactoria, ya que las soluciones obtenidas están muy cercanas a los óptimos conocidos. A pesar de ello, se está mejorando el algoritmo en varios sentidos, por los siguientes motivos: Se observa con frecuencia, que aparecen M copias del mismo camino recorrido. A veces, la aleatoriedad, hace salir de esa situación después de varias iteraciones, para caer nuevamente en la repetición de M copias de otro camino. Cuando ocurre ésto, decimos que ha caído en un pozo. Nos preguntamos que sucedería con varios de tales programas ejecutándose en paralelo y haciendo cruzar los caminos cuando caen en un pozo.

El algoritmo actual es vulnerable de entrar en una búsqueda exhaustiva en un subgrafo, debido a la política de eliminar bucles no productivos durante la construcción. Esta política controla bien la longitud del camino, pero parece que es mejor soportar caminos muy largos, para evitar esos malos casos. Se puede demostrar que hay un camino óptimo que no cruza ninguna arista (requerida o no) dos veces en el mismo sentido. Hemos probado incorporar esa restricción durante la construcción del camino, con malos resultados ya que la exploración exhaustiva en un subgrafo se produjo con mucha más frecuencia. Queda por experimentar, introducir la restricción después de la construcción. El problema es ideal para computación verdaderamente en paralelo. Es nuestro propósito ensayar ello, con algunas computadoras a las que tenemos acceso en el laboratorio de computación. Queremos ver el efecto de "prohibir incesto", especialmente con respecto a los pozos de las M caminos idénticos, mencionadas anteriormente.

UN MODELO MATEMÁTICO DEL ESTÍMULO DE LA RESISTENCIA ESPECÍFICA INMUNE

RAMÓN E. HOWE W.⁸⁸

Departamento de Matemática
Universidad de Panamá
Estafeta Universitaria, Panamá

En el presente trabajo, proponemos un contexto matemático para describir e investigar la asociación anticuerpo-antígeno a través del concepto de predador-presa. Precisamente, el fenómeno inmunológico que deseamos destacar es la resistencia específica inmune. En esta área de investigación, existe un número importante de contribuciones desde los primeros trabajos de Bell (1973), Pembley (1974, 1976), Hsu y Kazarinnoff (1977) y Merrill (1980). Todos los autores consideran a los anticuerpos y antígenos como simples animales donde uno se come al otro sin tomar en cuenta la verdadera naturaleza molecular de estas dos sustancias.

Nuestro trabajo tiene el objetivo de establecer propiedades de estabilidad, existencia y unicidad de oscilaciones periódicas en un sistema en que la especificidad está determinada por la unión de la sustancia anticuerpo exclusivamente a la sustancia antígeno que estimuló su formación.

Palabras clave: anticuerpo, antígeno, estabilidad, ciclo límite

⁸⁸E-Mail: esemat@uncon.up.ac.pa

ANALYSIS OF DICHOTOMOUS DATA STRUCTURE USING MULTIDIMENSIONAL ITEM RESPONSE THEORY

JACQUES JUHEL⁸⁹ — THIERRY MARIVAIN⁹⁰ — GERALDINE ROUXEL⁹¹

University of Rennes 2
CRPCC, Differential Psychology Research Group
6, av. G. Berger
35043 Rennes Cedex, France

Test items that are scored as either correct or incorrect are quite commonly used in psychological assessment. Even though performance on these test tasks is more often summarized by a sum of items scores, it is generally acknowledged that examinees bring a wide variety of abilities to the testing situation. Since multidimensionality is more frequently the rule than it is usually hypothesized, data's dimensionality needs to be systematically investigated before scoring test tasks. Such a modelization of examinee performance when multiple abilities are required to complete items in a test can take advantage of using multidimensional item response theory (IRT).

Mathematical models to make statistical adjustments in test scores for such properties of items as their difficulty or discriminating power have been developed in item response theory (IRT). The methodological principle underlying these models is the principle of a distinction between the latent trait parameter that is of interest (the structural parameter) and the item parameters. The probability of success on item j is usually presented as $P_j(\theta)$, that is, as a function of the latent trait θ specific to item j . Various IRT models using different cumulative distributions functions (e.g. normal-ogive, logistic) and postulating different kinds of relationship between examinee and item parameters have been postulated since the publication of Lord and Novick's *Statistical Theories of Mental Test Scores* (1968). More recently, several multidimensional extensions of IRT models have been designed for responses to items with a dichotomous or a polytomous format.

Our aim in this talk is to emphasize and illustrate the interest of multidimensional IRT in differentiating between different structural hypotheses in a multidimensional space of abilities. A multidimensional two-parameter IRT model that include vector parameters for both examinee and item characteristics is first presented. The basic form of this model is a direct generalization of the two-parameter logistic model to the case where examinees are described by a vector of k abilities rather than a single value. The model is given by:

$$P(U_{ij} = 1 | a_j, b_j, \theta_i) = \frac{e^{(a'_j \theta_i + b_j)}}{1 + e^{(a'_j \theta_i + b_j)}}$$

where

$P(U_{ij} = 1 | a_j, b_j, \theta_i)$ is the probability of a correct response for examinee i on item j ;

⁸⁹E-Mail: jacques.juhel@uhb.fr

⁹⁰E-Mail: thierry.marivain@uhb.fr

⁹¹E-Mail: geraldine.rouxel@uhb.fr

a_j is the vector of k discrimination parameters of the item j ;
 b_j is a parameter related to the difficulty of the item j ; and
 θ_i is the vector of k abilities for examinee i .

This model assumes that depending on the item, different abilities are invoked to compete with item difficulty. The item discrimination parameters indicate the slope of the regression lines relating the k -th ability dimension to the probability of success. The item response function of this model can either be the normal-ogive distribution (Bock, Gibbons & Muraki, 1988) or the logistic distribution (Reckase & McKinley, 1982). Parameters for the model can be estimated making use of bivariate information only (e.g. program NOHARM, Fraser, 1988) or using the full information in the response patterns (e.g. program TESTFACT, Wilson, Wood & Gibson, 1984). The strategy of analysis can be exploratory, as for instance with TESTFACT, or confirmatory-restrictive (NOHARM; TESTMAP, McKinley, 1992). As an illustration, the dimensional structure of a set of 88 cognitive items administered to 3136 examinees is investigated making use of exploratory and confirmatory-restrictive multidimensional two-parameter models. Results of these analysis are presented and discussed.

Keywords: psychometrics, multidimensional item response theory, two-parameter logistic model, confirmatory analysis

THE ASSESSMENT OF DIMENSIONALITY OF DICHOTOMOUS DATA WITH A NONPARAMETRIC APPROACH

JACQUES JUHEL⁹² — THIERRY MARIVAIN⁹³ — GERALDINE ROUXEL⁹⁴

University of Rennes 2
CRPCC, Differential Psychology Research Group
6, av. G. Berger
35043 Rennes Cedex, France

A fundamental assumption of test theory is that a score at a test task can only have meaning if the set of items measures only one ability that is if the data fit a unidimensional latent model. Assessment of test dimensionality usually occurs in two distinct operations. One first need checking the unidimensionality of data with parametric procedures such as unidimensional item response theory (IRT) models. If the hypothesis of unidimensionality is rejected, the latent multidimensionality of the data must be investigated. Traditionally, the approach has been to use parametric linear factor analysis (LFA) but several researchers have emphasized a number of methodological problems associated with using LFA to assess dimensionality. Parametric nonlinear factor analysis is however a promising alternative (e.g. McDonald, 1982).

As opposed to these parametric approaches, several nonparametric procedures (in which no particular parametric form for the item response functions is assumed) can be used for assessing dimensionality of a set of item responses. Following Mokken (1971), who is the primary reference to these nonparametric methods in psychometric measurement, Stout (1987, 1990) more particularly proposed a theory of essential dimensionality and essential independence. Stout defined the dimensionality d of a test U_n as the minimal dimensionality required for Θ (the multidimensional latent variable underlying the item response pattern's distribution) to produce a model that is both locally independent and monotone. Concurrently, he also provided a procedure, DIMTEST, based on estimating the conditional covariances of the item pairs, where the conditioning variable was an appropriately selected subscore. This procedure has been further improved by Nandakumar and Stout (1993).

The purpose of this paper is twofold. The DIMTEST procedure and its successive steps are first described. The usefulness of DIMTEST for assessing essential unidimensionality of dichotomous item responses is then illustrated with real data collected on several sample of examinees taking various L -item tests. Results are discussed in terms of the sensitivity of the Stout statistic to major and minor latent traits that influenced item responses.

Keywords: nonparametric, DIMTEST, essential dimensionality, multidimensionality

⁹²E-Mail: jacques.juhel@uhb.fr

⁹³E-Mail: thierry.marivain@uhb.fr

⁹⁴E-Mail: geraldine.rouxel@uhb.fr

A DICHOTOMOUS PROPERTY OF THE TOTAL VARIATION OF A PROCESS WITH INDEPENDENT INCREMENTS

JAIME LOBO SEGURA

CIMPA, Escuela de Matemática
Universidad de Costa Rica
2060 San José, Costa Rica

We establish a property for the total variation of a cad-lag process with independent increments which is dichotomous in the sense that only two possibilities are possible. For this purpose we introduce the methods of nonstandard analysis with the study of PII processes in near intervals. Finally we discuss, in the case of continuous processes, an equivalent condition for one of the alternatives of the main theorem.

Keywords: total variation of a process of a PII in continuous time; processes with independent increments in near intervals; additive and δ -additive decompositions; L^2 -regular martingales; continuous shadow theorem; nearby processes

References

- Nelson, E. (1977) "Internal set theory: a new approach to nonstandard analysis", *Bulletin of the American Mathematical Society* **83**(6).
- Nelson, E. (1987) *Radically Elementary Probability Theory*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Chuaqui, R. (1991) *Truth, Possibility and Probability*. North Holland, Amsterdam.
- Diener, F.; Reeb, G. (1989) *Analyse non Standard*. Hermann, Paris.
- Lobo, J. (1998) "Descomposición de procesos de incrementos independientes en casi intervalos", *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones* **5**(2): 163-176.
- Lobo, J. "Fórmulas aproximadas del tipo Levy-Khintchine para las funciones características de procesos PII en casi intervalos", to appear.
- Lobo, J. (1999) "Casi-ortogonalidad y proximidad en L^2 de martingalas PII en casi intervalos", *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones* **6**(1): 27-33.
- Stroyan, Bayod (1986) *Foundations of Infinitesimal Stochastic Analysis*. North Holland, Amsterdam.
- Gihman, Skorohod (1980) *Introduction à la Théorie des Processus Aléatoires*. Mir, Moscú.
- Bretagnolle (1973) "Processus à accroissements indépendants", *Lecture Notes in Mathematics*, Springer-Verlag, Berlin.
- Millar, P.W. (1972) "Stochastic integrals and processes with stationary independent increments", *Proc. 6th Berkeley Symp. Math. Stat. Proba.* **3**: 307-332.
- Bretagnolle (1972) "P-variation de fonctions aléatoires", *Lecture Notes in Mathematics*, Springer-Verlag **258**.
- Millar, P.W. (1971) "Path behavior of processes with stationary independent increments", *Zeitschrift für Wahrscheinlichkeitstheorie* **17**.

UN ALGORITMO PARALELO PARA EL PROBLEMA DEL CONJUNTO INDEPENDIENTE

RAFAEL LÓPEZ BRACHO⁹⁵ — MARÍA PAULA ORTUÑO SÁNCHEZ⁹⁶

Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco
Av. San Pablo 180
Colonia Reynosa Tamaulipas
02200 México D.F., México.

Considérese una gráfica $G = (V, A)$. Un conjunto S de vértices de G es independiente si no existen dos vértices de S que sean adyacentes, esto es, la subgráfica de G inducida por S no tiene aristas. El máximo número de vértices en un conjunto independiente de G se denota por $\alpha(G)$ y se llama número de independencia o número de estabilidad de G .

Un conjunto independiente S es maximal si para todo $v \in V - S$, $S \cup \{v\}$ no es independiente. Claramente $|S| \leq \alpha(G)$ y la igualdad es alcanzada sólo por algunos conjuntos independientes.

El problema de determinar el número de independencia de una gráfica es un problema NP-completo, de hecho es tan difícil determinar el número de independencia de una gráfica, como encontrar todos los conjuntos independientes maximales de la misma. Los algoritmos exactos que resuelven el primer problema resuelven en sí el segundo.

Por lo anterior, vamos a considerar que el Problema del Conjunto Independiente consiste en determinar todos los conjuntos independientes maximales de una gráfica.

En este trabajo presentaremos un algoritmo paralelo que permite la obtención de todos los conjuntos independientes maximales de una gráfica. Presentaremos los fundamentos del algoritmo y algunas propiedades derivadas de éstos.

Palabras clave: gráfica, conjunto independiente, número de independencia, número de estabilidad, algoritmo paralelo.

Referencias

- Berge, C. (1970) *Graphes et Hypergraphes*. Dunod, Paris.
- Christofides, N. (1975) *Graph Theory: An Algorithmic Approach*. Academic Press, New York.
- Füredi, Z. (1987) "The number of maximal independent sets in connected graphs", *Journal of Graph Theory* **11** 4: 463-470.
- Garey, M. R.; Johnson, D.S. (1979) *Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness*. W. H. Freeman and Co. Publishers, San Francisco.
- Golumbic, M. C. (1980) *Algorithmic Graph Theory and Perfect Graphs*. Academic Press, New York.
- Griggs, J. R.; Grinstead, C. M.; Guichard, D.R. (1988) "The number of maximal independent sets in a connected graph". *Discrete Mathematics* **68**: 211-220.

⁹⁵E-Mail: rlb@hp9000a1.uam.mx

⁹⁶E-Mail: pos@hp9000a1.uam.mx

- Gutiérrez, M. A. (1991) *La Técnica de Recocido Simulado*. Tesis doctoral, UNAM, México.
- Harary, F. (1972) *Graph Theory*. Addison Wesley, Reading, MS.
- Neumann-Lara, V. (1985) "Introducción a la teoría de gráficas". *IV Coloquio del Departamento de Matemáticas*, CINVESTAV, México.
- Papadimitriou, C. H.; Steiglitz, K. (1982) *Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Syslo, M.; Deo, N.; Kowalik, J. (1983) *Discrete Optimization Algorithms with Pascal Programs*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.

LA EVALUACIÓN DE PARÁMETROS EN EL MODELO DE VANGHELUVÉ

FELIPE MALDONADO⁹⁷ — AUGUSTO CIURLIZZA
GABRIEL GUILLÉN — ANA M. ISLAS

Sección de Posgrado
ESIT - Instituto Politécnico Nacional
México D.F., México

Al someter un sólido a tensiones que se ubican en la zona visco-elástica, la deformación que sufre responde al modelo de *Vangheluvé* [1]. Este considera la superposición de un elemento de Hooke, un resorte perfectamente elástico y un émbolo comprimiendo un gas ideal. La expresión formal del modelo es

$$F = A(1 - \exp(-Bx)) + Cx^2 \quad (1)$$

donde:

F es la fuerza aplicada al sólido que sufre el alargamiento x

A es el punto de fluencia; es decir, la fuerza mínima necesaria para afectar la estructura reticular del cuerpo

B corresponde al módulo de Young referido al punto de fluencia

C es el coeficiente del término correctivo cuadrático.

Cuando se realizan determinaciones experimentales de n puntos (F_i, x_i) se obtiene una curva experimental Fuerza-alargamiento, donde la determinación de los parámetros constituye un problema clásico y, aunque existen "paquetes" estadísticos que permiten determinarlos rápidamente, su costo es bastante elevado.

El método que hemos desarrollado consiste en la linealización del modelo y conduce a una superficie en el espacio ordinario que puede ser tratada estadísticamente como un hiperplano en cuatro dimensiones. Esencialmente consiste en la modificación del método de Guggenheim [2], que es un método conocido para determinar los parámetros de la hipérbola exponencial con asíntota

$$Y = A \exp(bx) + C. \quad (2)$$

El método original fue desarrollado por Guggenheim en la década de los treinta aunque se sigue usando con éxito en Cinética Química[3]. Últimamente se publicaron modificaciones del método aplicado a (2) que mejoran la exactitud en la determinación numérica de los parámetros[4].

Tomado valores igualmente espaciados en las abscisas se pueden establecer dos subconjuntos de $n/2$ puntos cada uno, (x_i, F_i) y (x'_i, F'_i) , respectivamente, donde los (x_i, F_i) son los primeros $n/2$ puntos de la curva y los (x'_i, F'_i) son los siguientes $n/2$ puntos de la curva. Evidentemente, por haber sido tomados igualmente espaciados la diferencia $x'_1 - x_1, x'_2 - x_2, \dots$ es una constante. Llamando τ a esta diferencia se obtiene

$$x'_i = x_i + \tau \quad (3)$$

⁹⁷E-mail: fmaldon@vuredipu.ipn.mx

Al aplicar la expresión (3) a la ecuación (1) se obtiene para el segundo subconjunto de puntos

$$F' = F \exp(1 - Bx + \tau) + C(x + \tau)^2 \quad (4)$$

Dividiendo las expresiones (4) y (1) y reacomodando, se obtiene

$$F' = F \exp((-B\tau) + x^2(C(1 - \exp(-B\tau)) + 2Cx\tau + (A(1 - \exp(-B\tau)) + C\tau^2)) \quad (5)$$

es decir, $F' = h(F, x, x^2)$.

Aunque sería posible tratar a la expresión (5) como una función lineal en tres dimensiones, resulta más cómodo hacerlo con un hiperplano en E4, considerando a x^2 como una variable independiente.

Aplicando métodos de regresión lineal se obtienen valores numéricos para $\exp(-B\tau)$, $C(1 - \exp(-B\tau))$, $2Cx\tau$ y $A(1 - \exp(-B\tau)) + C\tau$, de donde es posible determinar de manera inmediata a los parámetros A , B y C .

Nosotros aplicamos con éxito el método desarrollado a la determinación de los parámetros de una curva Tensión-Deformación en hilos de poliéster, que responde al modelo de Vangheluwe. Los valores obtenidos para los parámetros A , B y C no tienen diferencias estadísticamente significativas con los encontrados por otros métodos.

Referencias

- Vangheluwe, L. (1992) *Study of the time dependent mechanical properties of yarns for weaving*. Doctoral Thesis, University of Ghent, Belgium.
- Guggenheim, E.A. (1926) *Phil. Mag.* 538.
- Laidler, K.J. (1965) "Chemical Kinetics". McGraw Hill. Ciurlizza, A.; Maldonado, F.; Gómez, V.M.G. (1998) *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 1-2: 20.

AGREGACIÓN DE CURVAS DE SUPERVIVENCIA

JÉRÔME MANUCEAU — MARYLÈNE TROUPÉ⁹⁸ — JEAN VAILLANT

Université des Antilles-Guyane
UFR SEN
Département de Mathématiques-Informatique
Campus de Fouillole
97 159 Pointe-à-Pitre cedex, France

Resumen

La importancia de elegir variables con un fuerte valor de predicción sobre una variable de interés se encuentra en análisis de datos de supervivencia para ciencias médicas. Se puede querer reducir el número de modalidades de una variable predictiva cualitativa o cuantitativa organizada en clases, pero conservando una eficacia de predicción de supervivencia. Por eso, se usa un procedimiento de reducción basado sobre la teoría de la información. Éste consiste en un principio de conservación de la información relativa asociada con variables estudiadas en comparación con la variable a predecir. Este principio permite la justificación de transformaciones de variables por medio de agrupación de modalidades. Un ejemplo es tratado con enfermos afectados del cáncer del seno.

Palabras clave: supervivencia, información, entropía, sigma-álgebra.

Métodos basados sobre la entropía son usados en varios casos (Rao 1986, Robert 1990) para tomar en cuenta la información resultante simultáneamente de diferentes variables. En Manuceau et al. (1999a), se presenta un principio de conservación de entropía. Aquí, nos interesamos en el estudio de la ganancia de información relativa de una variable explicativa X' sobre una variable de supervivencia Y cuando X' es la modificación de la variable inicial X . Esta modificación consiste en juntar modalidades de X . Se aplican resultados teóricos (Manuceau et al. (1999a) y (1999b)) elaborados en el contexto de un método de agregación de curvas de supervivencia.

Información relativa de variables sobre la supervivencia

Considere un espacio de probabilidad (Ω, \mathcal{F}, P) y dos variables aleatorias X y Y respectivamente con valores en los espacios de medida $(\mathcal{E}_1, \mathcal{B}, \nu)$ y $(\mathcal{E}_2, \mathcal{A}, \mu)$. Se supone que la imagen de la probabilidad de X (respectivamente de Y) tiene por densidad g (respectivamente f) con respecto a ν (respectivamente μ). La función g (respectivamente f) es estrictamente positiva casi en todas partes en relation con ν (respectivamente μ). Para $x \in \mathcal{E}_1$, se supone también que la ley condicional de Y sabiendo $X = x$ admite una densidad f_x con respecto a μ , la cual es estrictamente positiva casi en todas partes respecto a μ .

Las entropías diferenciales de X y Y son respectivamente

$$H(X) = - \int_{\mathcal{E}_1} g(x) \text{Ln}(g(x)) \nu(dx) \quad \text{y} \quad H(Y) = - \int_{\mathcal{E}_2} f(y) \text{Ln}(f(y)) \mu(dy).$$

⁹⁸Marylene.Troupe@univ-ag.fr

La entropía diferencial de Y condicionada por X es:

$$H(Y|X) = - \int_{\mathcal{E}_1} \int_{\mathcal{E}_2} f_x(y) \text{Ln}(f_x(y)) \mu(dy) g(x) \nu(dx)$$

y la información mutua entre X y Y es

$$I(X, Y) = \int_{\mathcal{E}_1} \int_{\mathcal{E}_2} f_x(y) g(x) \text{Ln} \left(\frac{f_x(y)}{f(y)} \right) \mu(dy) \nu(dx) = H(Y) - H(Y|X).$$

Entonces, la información relativa de X sobre Y se escribe: $\frac{I(X, Y)}{H(X)}$.

Por consiguiente, se pueden considerar las entropías $H(Y)$ y $H(Y|X)$ en lugar de la estimación de la información mutua entre X y Y . Estas estimaciones necesitan la construcción de particiones del espacio producto $\mathcal{E}_1 \times \mathcal{E}_2$. Por ejemplo, Darbellay (1998) discutió sobre la calidad de las estimaciones no paramétricas de la información mutua $I(X, Y)$ con arreglo a las particiones elegidas.

En el marco del estudio de la información llegada por una covariable médica X sobre la supervivencia Y , nos interesamos al problema siguiente: ¿cómo juntar las modalidades de X para que la nueva variable obtenida X' tenga una información relativa al menos igual a la de X ? En efecto, la transformación de X en X' con la ayuda del método descrito anteriormente conduce a una disminución de la información mutua y tenemos: $H(X') \leq H(X)$.

Estimación no paramétrica de la información relativa sobre la supervivencia

Sea (p_{ij}) la tabla de las frecuencias asociadas con la supervivencia Y y la covariable X obtenida por medio de un método adaptativo (Darbellay (1998)). Un estimador de la información relativa

$I(X, Y)/H(X)$ es $T = \frac{\sum_{i,j} \widehat{p}_{ij} \ln \left(\frac{\widehat{p}_{ij}}{\widehat{p}_i \widehat{p}_j} \right)}{\sum_j \widehat{p}_j \ln(\widehat{p}_j)}$ en donde \widehat{p}_{ij} , \widehat{p}_i y \widehat{p}_j son los estimadores clásicos de

las frecuencias relativas.

Este estimador es convergente y sigue asintóticamente una ley de Gauss.

Aplicación

Los datos son obtenidos para 1304 pacientes afectados por el cáncer del seno y atendidos durante 11 años. Las curvas de supervivencia relativas a las modalidades de 15 variables médicas fueron obtenidas por medio del estimador de Kaplan-Meier. Curvas asociadas con las covariables *número de ganglios invadidos* y *clase termográfica* serán presentadas. Para cada una de estas covariables, una cierta jerarquía aparece sobre las curvas de supervivencia. Sin embargo, algunas curvas están cercanas y se prestan a una agregación. El procedimiento de agregación aplicado a aquellas curvas permite confirmar que la distancia que existe entre ellas no es significativa.

ESTIMACIÓN MÁXIMO-VEROSÍMIL EN LAS DISTRIBUCIONES
BETA Y GAMA
A TRAVÉS DE IML DE SAS

MIGUEL ANGEL MARTÍNEZ DAMIÁN⁹⁹ — ANGEL MARTÍNEZ GARZA¹⁰⁰

ISEI, Especialidad de Economía
56230 Chapingo, México

Uno de los métodos clásicos de estimación estadística, es el método de máxima verosimilitud. Los estimadores que proporciona el método tienen excelentes propiedades, entre otras, son suficientes y convergen en distribución hacia la normal a medida que el tamaño de muestra se incrementa. Sin embargo, cuando se aplica a la estimación paramétrica en distribuciones como la gama y la beta, las ecuaciones que conducen al máximo de la función de verosimilitud no tienen una solución inmediata en términos de una fórmula explícita para los estimadores. Se tiene que recurrir a métodos de aproximaciones sucesivas que pueden implementarse con los lenguajes computacionales usuales; los investigadores estadísticos sin dominio de tales métodos computacionales, tienen sin embargo, la alternativa de recurrir a otros medios de programación de tales técnicas, como es el caso del Procedimiento IML de SAS. Así, en el presente trabajo, se explota la bondad de este procedimiento para lograr la estimación de los parámetros de las distribuciones beta y gama con relativa facilidad.

Johnson y Kotz (1970) demuestran que las condiciones de primer orden para maximizar el logaritmo de la función de verosimilitud, pueden expresarse en términos de la función digama; por otra parte, la solución iterativa de tales condiciones por el método de Gauss-Newton, depende del Jacobiano del sistema de condiciones de primer orden; éste, a su vez, se expresa en términos de funciones digamas y trigamas, accesibles en las últimas versiones de SAS.

La aplicación de los correspondientes programas en IML de SAS para la estimación de los parámetros en las mencionadas distribuciones gama y beta, se ilustra con masas de datos relativas al ingreso de productores de trigo de México y de precios de limón en la Central de Abastos de la Ciudad México.

Referencia

Johnson, N.; Kotz, S. (1970) *Continuos univariate distributions*, vol. 2. John Wiley & Sons, New York.

⁹⁹E-Mail: angel@colpos.colpos.mx

¹⁰⁰ISEI, Especialidad de Estadística.

UNE COMPARAISON DE TROIS PRÉDICTEURS NON PRAMÉTRIQUES

ERIC MATZNER-LØBER¹⁰¹

Université de Haute-Bretagne
6 Avenue Gaston Berger
35043 Rennes cedex, France

Prévoir des observations futures est probablement l'une des tâches les plus importantes dans l'étude des séries chronologiques. L'approche classique consiste à supposer des modèles paramétriques, à estimer les paramètres et ensuite à effectuer la prévision. Cependant, dû au manque d'information quant à la forme fonctionnelle, il arrive parfois que les modèles sélectionnés soient mal spécifiés. Cela crée un biais important qui peut détériorer la qualité de la prévision. L'approche non paramétrique évite ce problème car elle autorise une forme fonctionnelle flexible plutôt qu'un ensemble relativement restreint de courbes paramétriques. Le développement récent de l'estimation fonctionnelle a eu comme conséquence la mise au point de prédicteurs non paramétriques, robustes (pour certains d'entre eux) efficaces et simples d'utilisation.

Le but de cet exposé est de présenter les performances relatives des méthodes non paramétriques. Dans un premier temps, nous présenterons trois prédicteurs à noyau issus de l'estimation de l'espérance conditionnelle, de la médiane conditionnelle et du mode conditionnel. Après avoir rappelé quelques résultats théoriques, nous discuterons le choix des paramètres utilisés : ordre autorégressif de la série, valeur du paramètre de lissage, choix du noyau.

Ces trois méthodes de prévision ont été appliquées à soixante séries réelles. Les performances relatives de ces trois prédicteurs seront observées via quatre critères d'erreur. Dans la plupart des séries traitées, les prévisions obtenues par ces trois prédicteurs non paramétriques sont du même ordre de grandeur. Cependant quand la densité conditionnelle de la série est asymétrique ou multimodale, il existe une grande différence entre les performances de ces trois prédicteurs à noyau.

Mots-clés : estimateurs à noyau, séries chronologiques, prédicteur non paramétrique, moyenne, médiane et mode conditionnels.

Palabras clave: estimadores con núcleo, series de tiempo, predictor no paramétrico, media condicional, mediana condicional, moda condicional.

Références

Box, G.E.P.; Jenkins, G.M. (1976) *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. San Francisco: Holden-Day.

Carbon, M.; Delecroix, M. (1993) "Nonparametric vs parametric forecasting in time series: a computational point of view". *Applied Stochastic Models and Data Analysis* 9: 215-229.

¹⁰¹ E-Mail: Eric.Matzner@uhb.fr

Collomb, G. (1984) "Propriétés de convergence presque complète du prédicteur à noyau". *Zeitschrift für Wahrscheinlichkeitstheorie* **66**: 441-460.

Collomb, G.; Härdle, W.; Hassani, S. (1987) "A note on prediction via estimation of the conditional mode function". *Journal of Statistical Planning and Inference* **15**: 227-236.

Hyndman, R.J. (1995) "Highest-density forecast regions for non-linear and non-normal time series models". *Journal of Forecasting* **14**: 431-441.

Matzner-Løber, E. (1997) *Prévision Non Paramétrique des Processus Stochastiques*. Thèse. Université de Montpellier II.

Matzner-Løber, E.; Gannoun, A.; De Gooijer, J.G. (1998) "Nonparametric forecasting: Comparison of three kernel-based methods". *Commun. in Statist., Theory and Methods* **27**: 1593-1617.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA MOTIVACIÓN ACADÉMICA DE LOS ESTUDIANTES DE ESTADÍSTICA

ELISA A. MENDOZA¹⁰²

Departamento de Estadística
Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología
Universidad de Panamá
Estafeta Universitaria, Panamá

Resumen

La presente investigación recoge información sobre las características académicas, sociales y motivacional de los estudiantes de la Escuela de Estadística de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología. El análisis corresponde a una encuesta aplicada en 1997 en comparación con otra aplicada en el año 1995. Se contrasta una hipótesis sobre la proporción del nivel de motivación de los estudiantes en ambos años.

Introducción

Dentro de los objetivos de educar, está la de formar a los jóvenes a nivel intelectual, profesional y personal. En muchos de los casos estos objetivos logran cumplirse cabalmente y en otros de manera parcial.

A través de los años, se ha notado la disminución en la participación de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Determinándose que la motivación hacia el aprendizaje es leve.

Es esta investigación, se trata de comparar los rendimientos de los estudiantes de la Escuela de Estadística, a través de los índices académicos, tomando este rendimiento como el producto de la motivación hacia el aprendizaje.

Esta comparación lo hacemos en base a que en el año 1995, se hizo un investigación con relación al mismo tema, siendo un estudio más que todo exploratorio, sin llegar a correlacionar, ni profundizaciones sobre el tema. Desde esos entonces, en la Escuela se han dado ciertos cambios, diríamos, favorables a los estudiantes. Estos cambios se refieren más que todo a la metodología de enseñanza, específicamente el uso de las computadoras en los cursos de estadística.

Fundamentándonos en el interés de investigar si era cierto que el rendimiento académico debía ser mejor que en el año 1995, iniciamos esta investigación, que aunque es un tema interesante, por lo corto del tiempo, tan sólo se presentarán análisis de tipo Descriptivo.

Formulación del problema

Lo ideal en el Sistema Educativo es que los estudiantes logren obtener mejores calificaciones, por lo tanto elevar su nivel intelectual y llevarlos de esta manera a ser mejores profesionales. Sin embargo, el rendimiento académico de los estudiantes es cada vez más bajo, pues los estudiantes

¹⁰²E-mail: estadist@ancon.up.ac.pa

tienden a poner poco interés y esfuerzos para realizar sus labores académicas, por lo tanto la preparación de los mismos tienden a ser de poca calidad.

La Escuela de Estadística de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología no escapa de esta realidad. Se ha observado, por varios años que los estudiantes presentan un alto nivel de desmotivación frente a todas sus actividades como estudiantes, es decir, en sus estudios, participación en clases, relaciones con sus compañeros, con sus profesores, en general.

Es necesario investigar por qué está ocurriendo esto, para poder concretarse a estos problemas que se encuentren que sean los más importantes.

Objetivos

Los objetivos de esta investigación son varios, pero los mismos son planteados en forma general.

1. Comparar el nivel de rendimiento de los estudiantes de la Escuela de Estadística en dos periodos académicos, los que cursan el II Semestre de 1997 con los del II Semestre de 1995.
2. Determinar los factores que inciden en la motivación hacia las actividades académicas de los estudiantes.
3. Conocer las metodologías de estudio de los estudiantes.
4. Medir el nivel de satisfacción de los estudiantes con respecto a la metodología de enseñanza, compañerismo y con relación a la carrera en general.

Justificación

El actuar a ciegas no produce frutos, a menos que sea un ciego sabio o ignorar o conformarse con lo que esté pasando en un momento dado con nuestros estudiantes no es una buena decisión.

A través de esta investigación no sólo podremos conocer el nivel de motivación de los estudiantes de la licenciatura, sino que se podrá evaluar los factores que influyen directamente en ellos, no sólo metodologías de estudio o de enseñanzas por parte del docente, que considero que influyen directamente en su rendimiento, sino otros elementos de manera que se pueden formular respuestas a estos problemas.

Proponer soluciones que ayuden a los estudiantes en su motivación académica de forma tal que los lleven a ser mejores profesionales e individuos útiles a la sociedad, porque si en una escuela pequeña como lo es la de Estadística, no podemos convivir en armonía, que se espera fuera de ella.

Los resultados que se obtengan en esta investigación servirá a la administración de la escuela a buscar los mecanismos para fomentar la motivación de los estudiantes ante sus actividades académicas.

Viabilidad de la investigación

Esta investigación cuenta con los elementos necesarios para su desarrollo, ya que para la recolección de los datos, los informantes son accesibles. Y para efectos de comparabilidad se tienen las encuestas que se aplicara a los estudiantes en el año 1995.

Sin embargo, puede darse que una limitante en el desarrollo de la investigación sea el factor tiempo, y debido a que el proceso de tabulación y procesamiento de los datos toman mucho tiempo, por lo que para corregir esto, la encuesta que se aplique se basará en muestra y no en la totalidad de los estudiantes, aunque sea una población pequeña y accesible.

APROXIMACIÓN FRACTAL PARA LOS SEMIVARIOGRAMAS DE LOS NIVELES FREÁTICOS

E. MERCADO¹⁰³ — P. LÁZARO CH. — C. FUENTES R. — F. BRAMBILA P.¹⁰⁴

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
México D.F., México

Se hace uso de la concepción de integral de Daniell, para integrar funciones de Lipschitz y de Hölder sobre las medidas de Baire y definir el espacio de fractales con la métrica de Hutchinson.

Se integra sobre la medida de Hausdorff y se obtiene el exponente Hölder como la codimensión $D_T - D$, del fractal en el espacio euclideo en que se encuentra inmerso.

Se obtiene la potencia para el modelo potencial de los semivariogramas de procesos estacionarios. Se aplica a los niveles de los mantos freáticos del Valle del Carrizo y se obtienen los semivariogramas experimentales y el de ajuste con un modelo potencial, encontrándose que su potencia es $\beta = 1.5$. Se obtiene también que la dimensión fractal de estos mantos es de 2.25.

Palabras clave: fractales, Hölder, codimensión, similaridad, semivariograma, freático.

¹⁰³Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.; E-Mail: rmercado@tlaloc.ima.mx

¹⁰⁴Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.; E-Mail: fbp@hp.ciencias.unam.mx

SIMULACIONES EN COMPUTADORA CON FINES DIDÁCTICOS PROGRAMADAS EN GEOMETER'S SKETCHPAD

LUIS G. MEZA¹⁰⁵

Escuela de Matemática
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica

La simulación en computadora favorece el desarrollo de procesos de enseñanza aprendizaje mediante el descubrimiento. El propósito de este trabajo es mostrar la factibilidad de programar simulaciones computacionales en el programa Geometer's Sketchpad para desarrollar procesos de enseñanza aprendizaje de la matemática, faceta poco explorada en las aplicaciones didácticas de este programa computacional.

Palabras clave: simulación en computadora, enseñanza y aprendizaje de la matemática, geometer's sketchpad.

¹⁰⁵E-Mail: gmeza@itcr.ac.cr

LA TEORÍA DE RESPUESTA A LOS ÍTEMES: UNA MODERNA ALTERNATIVA PARA EL ANÁLISIS PSICOMÉTRICO DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

EILIANA MONTERO ROJAS¹⁰⁶

Escuela de Estadística
IIMEC
Universidad de Costa Rica
2060 San José, Costa Rica

La Teoría de Respuesta a los Ítems (o *Item Response Theory* en inglés) es un enfoque más poderoso que la teoría clásica de los tests para el análisis de la calidad técnica de un instrumento de medición psicométrico. Los modelos TRI buscan subsanar las principales debilidades de la teoría clásica, pues buscan obtener estimaciones de los parámetros del ítem que sean independientes de la muestra de examinados, y puntajes o calificaciones que sean independientes del instrumento de medición utilizado. Además, se logran estimaciones individuales de la precisión de la prueba y de los ítems para cada uno de los diferentes puntajes totales o calificaciones que reciben los examinados. Estas características de la TRI le dan ventajas esenciales en relación con la teoría clásica, que permiten, entre otras cosas, la construcción de pruebas adaptadas al nivel del examinado, una mayor precisión en las estimaciones de los puntajes totales en el constructo de interés y una comparación (equiparación) más fácil de puntajes resultantes de diferentes instrumentos de medición. Sin embargo, hay todavía problemas de estimación no resueltos, que provocan, algunas veces, la imposibilidad de estimar ciertos modelos en conjuntos específicos de datos.

Palabras clave: medición, psicometría, teoría de respuesta a los ítems, análisis de ítems, estimación de modelos.

¹⁰⁶E-Mail: emontero@cariari.ucr.ac.cr

BIFURCACIÓN DE SOLUCIONES PERIÓDICAS PARA UNA FAMILIA DE ECUACIONES DE ONDA SEMILINEALES

ERROL L. MONTES-PIZARRO¹⁰⁷ — TIMOTHY J. HEALEY¹⁰⁸
HANSJÖRG KIELHÖFER¹⁰⁹

Departamento de Matemática-Física
Universidad de Puerto Rico
Colegio Universitario de Cayey
Cayey, Puerto Rico 00736

En este trabajo estudiamos el problema de existencia de soluciones periódicas no triviales para la ecuación:

$$u_{tt}(t, \mathbf{x}) + \Delta^2 u(t, \mathbf{x}) - a(\mu)u(t, \mathbf{x}) = h(\mu, \mathbf{x}, u) \quad \text{en } \mathbb{R} \times \Omega,$$

con condiciones de frontera de Dirichlet

$$u = \Delta u = 0 \quad \text{en } \mathbb{R} \times \partial\Omega,$$

donde $\mu \in \mathbb{R}$, $a: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, Δ^2 denota el operador biarmónico en dos dimensiones, $h(\mu, \mathbf{x}, 0) = h_u(\mu, \mathbf{x}, 0) = 0$, y $\Omega \subset \mathbb{R}^2$ es un triángulo equilátero.

Este problema tiene tres tipos de simetrías: la simetría espacial D_3 del dominio, la simetría $SO(2)$ de traslaciones temporales y la simetría de inversión temporal $t \rightarrow -t$ (ya que la ecuación es autónoma). Las simetrías temporales forman el grupo $O(2)$ y su acción conmuta con la acción del grupo de simetrías espaciales. Por lo tanto, si suponemos que el término no lineal h tiene simetrías espaciales compatibles con la simetría D_3 de Ω , entonces el grupo de simetría del problema es $D_3 \times O(2)$. En el caso en que h tenga la simetría mencionada demostramos la bifurcación de curvas continuas de soluciones en forma de *ondas estacionarias* y de *ondas rotacionales discretas*⁷. En adición probamos la existencia de una familia de soluciones que no había sido nombrada en la literatura existente. Nosotros las denominamos *ondas de reflexión espacio-temporal*. Para el caso en que h no posea simetría compatible con D_3 también demostramos en Healey & Kielhöfer y en el capítulo 4 de Montes (1998) que existen soluciones periódicas bifurcantes para nuestro problema, pero éstas no necesariamente forman una rama continua de soluciones.

Referencias

- Healey, T.J.; Kielhöfer, H. (1997) "Free nonlinear vibrations for a class of two-dimensional plate equations", *Nonlinear Analysis* **29**: 501-531.
- Montes-Pizarro, E.L. (1998) *Bifurcating Periodic Solutions for a Family of Semilinear Wave Equations*. Ph.D. Thesis, Cornell University.

¹⁰⁷Fax: +(1) (787) 738 6962; Apartado 5418, Estación CUC, Cayey, PR 00736; E-Mail: emontes@caribe.net

¹⁰⁸Department of Theoretical and Applied Mechanics and Center for Applied Mathematics, Cornell University, Ithaca, NY 14853, U.S.A.

¹⁰⁹Universität Augsburg, Institut für Mathematik, Universitätstrasse 14, 86135 Augsburg, Germany.

⁷Los correspondientes términos en inglés son *standing waves* y *discrete rotating waves*.

SPATIAL INTERPOLATION OF DRY DEPOSITION USING EOF
MODELSBREDA MUÑOZ-HERNÁNDEZ¹¹⁰ — VIRGINIA M. LESSER¹¹¹
FRED L. RAMSEY¹¹²

CIMPA

Escuela de Matemática
Universidad de Costa Rica
2060 San José, Costa Rica

Random processes are monitored over space and time by a network of stations distributed across a spatial region. Auxiliary information is often gathered not only at the stations but at other points across the region. The incorporation of auxiliary information in some interpolation techniques has shown improvement on the interpolation results. The Empirical Orthogonal Functions (EOF) model is a well-known eigenvector based prediction technique, widely used in meteorology and oceanography for modeling the variability of the observed spatio-temporal random process. Similarity matrices are constructed using available auxiliary information and included in the EOF model to develop a spatial interpolation method. The resulting interpolation technique will be applied to a real data set and the results compared to ordinary kriging.

Keywords: spatio-temporal data analysis, similarities, environmental monitoring, EOF models, interpolation.

¹¹⁰Fax: +(506) 207 4397; E-Mail: bmunoz@cariari.ucr.ac.cr

¹¹¹Oregon State University, U.S.A.

¹¹²Oregon State University, U.S.A.

RELACIÓN ENTRE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS Y ACTITUDINALES EN UNA ENCUESTA SOBRE PRÁCTICAS ALIMENTARIAS

ANA MARÍA PEREYRA¹¹³ — N.N. ABBIATI — J.M. AULICINO

Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Lomas de Zamora
Camino de Cintura, km2
1836 Llavallol, Buenos Aires, Argentina

El Centro de Estudios del Sistema Agroalimentario de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Buenos Aires, Argentina, en 1998, realizó una encuesta sobre prácticas alimentarias, con el propósito de conocer las características que asumen los procesamientos domésticos y su relación con los hábitos de vida. Se obtuvo una muestra de 690 hogares, con al menos un hijo en edad escolar, en Capital y Gran Buenos Aires, a partir de un muestreo aleatorio por cuotas en base al nivel socioeconómico de la población. Se relevaron variables socioeconómicas (nivel de vivienda, educación y ocupación del PSH, etc.), de prácticas alimentarias (número de comensales, grado de preparación de los platos, etc.) y variables actitudinales referidas a los hábitos de vida y forma de comprar alimentos.

Se analizó la relación de las variables socioeconómicas y actitudinales de la encuesta usando análisis de factores, correspondencias múltiples y análisis de clasificación.

La conformación y número de los factores actitudinales que mejor expresaron a las características de los individuos fueron siete, dado por los grupos de preguntas que presentaron coherencia y solidez conceptual. De los dos agrupamientos realizados, el que mejor representó a las actitudes y a los niveles socioeconómicos, fue el que surgió del análisis factorial. Los tres grupos actitudinales obtenidos pudieron ser adecuadamente caracterizados, en cuanto actitudes, y, en menor medida, en base a su nivel socioeconómico.

Palabras clave: análisis de correspondencias múltiples, análisis de factores, análisis de clasificación, nivel socioeconómico, variables actitudinales.

¹¹³Tel: +(054) (11) 4784 5241; E-Mail: anamperc@mail.retina.ar

UN SISTEMA BASADO EN MULTIFRACTALES PARA LA CARACTERIZACIÓN, DESCRIPCIÓN Y SEGMENTACIÓN DE LA POROSIDAD DE IMÁGENES BINARIAS¹¹⁴

FLAVIO AUGUSTO PINTO¹¹⁵ — WILLSER GONZÁLEZ¹¹⁶

Laboratorio de Cómputo Especializado
Universidad Autónoma de Bucaramanga UNAB
Calle 48 No. 39-234
Bucaramanga, Colombia

Resumen

El modelo multifractal es útil para caracterizar, describir y segmentar la porosidad de imágenes binarias. La evaluación automática consta de la caracterización de la dimensión fractal, el cómputo de la porosidad de acuerdo al aporte de cada elemento de porosidad y la segmentación de la imagen.

Palabras clave: porosidad, multifractales, yacimientos, imágenes binarias, caracterización de la porosidad, descripción de la porosidad, segmentación de imágenes.

Introducción

La evaluación de la porosidad en yacimientos es una tarea muy importante en la industria del petróleo para conocer las reservas y la permeabilidad de la roca. La porosidad puede ser evaluada con técnicas petrofísicas, modelos de permeabilidad y por tratamiento de imágenes. Las técnicas de procesamiento son costosas, consumen gran cantidad de tiempo y se guían por principios de geometría euclidiana.

La porosidad de las rocas es heterogénea [EHRlich1], [EHRlich2], [McCREESH, EHRlich]. Las alteraciones diagenéticas, el tamaño y selección de los granos constitutivos de las rocas y las condiciones particulares en la formación del estrato provocan diferencias en la textura, tamaño de los poros y su frecuencia. Las técnicas usuales de procesamiento tienen por objeto separar las características geométricas y evaluar la porosidad aportada por cada característica. A partir del modelo multifractal hemos construido las bases de un sistema de clasificación y evaluación automática de la porosidad, consistente en la caracterización numérica de la información geométrica, la descripción de la porosidad como una combinación lineal de cada componente de porosidad y un procedimiento de segmentación de tales componentes.

¹¹⁴Proyecto financiado por el convenio de cooperación científica entre el Instituto Colombiano del Petróleo y la Universidad Autónoma de Bucaramanga

¹¹⁵E-mail: fpinto@bumanga.unab.edu.co

¹¹⁶willser@latinmail.com

ALGORITMOS EVOLUTIVOS EN TEORÍA DE JUEGOS

SILVIA RODRÍGUEZ DE RYAN¹¹⁷ — MARÍA ALEJANDRA CASTELLINI¹¹⁸
 DANIEL LUIS MORALES¹¹⁹

Facultad de Ciencias Exactas
 Universidad Nacional de Salta
 Bolivia 5150
 (4.400) Salta, Argentina

Resumen

En este trabajo se desarrollan algoritmos evolutivos (AE) para determinar y comparar las performances de diferentes estrategias aplicadas a un juego repetido del tipo dilema del prisionero.

Se aplica esta metaheurística, basada en la mecánica de la selección natural y la genética, teniendo en cuenta que el objetivo es encontrar el mejor resultado posible para cada jugador, considerando que éste depende de las acciones de ambos jugadores.

Juegos repetidos infinitamente

La Teoría de Juegos se ocupa del análisis riguroso y sistemático de situaciones en las que cada jugador intenta conseguir el mejor resultado posible (maximizar su utilidad), teniendo en cuenta que éste no depende sólo de sus acciones, sino también de las acciones de los otros jugadores. Muchas situaciones de interés para la Economía y para otras Ciencias (Biología, Sociología, etc.), tienen esta característica. En particular, denominamos $G^\infty(n, S, u)$, al juego "repetido infinitamente", donde n es el conjunto de jugadores, S el conjunto de estrategias y u el promedio de pagos recibidos en cada etapa, de modo que:

- Se juega G en cada etapa t , siendo t un número finito no determinado, que indica el número de repeticiones del juego.
- Para cada t , los resultados de las $t - 1$ etapas anteriores son conocimiento común antes de que empiece la etapa t -ésima. Una historia en el periodo t , denotada por H_t en G^∞ , recoge toda la experiencia pasada del juego, es decir, todas las decisiones tomadas por los n jugadores en las $t - 1$ etapas anteriores:

$$H_t = \{(a_{11}, a_{21}, \dots, a_{n1}), (a_{12}, a_{22}, \dots, a_{n2}), \dots, (a_{1t-1}, a_{2t-1}, \dots, a_{nt-1})\}$$

- La ganancia de cada jugador en G^∞ es $u = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t u_i$.

¹¹⁷E-Mail: sryan@unsa.edu.ar

¹¹⁸Facultad de Ingeniería; E-Mail: mac@unsa.edu.ar

¹¹⁹Consejo de Investigación; E-Mail: dmorales@unsa.edu.ar

Implementación del algoritmo

Se aplica un algoritmo evolutivo a un juego del tipo dilema del prisionero repetido, considerando distintas estrategias, con el objetivo de seleccionar la mejor en relación al pago promedio, u .

- **Tamaño de la Población e Individuos:** Se mantienen poblaciones integradas por N individuos (cromosomas), representados en la población inicial por una cadena de L caracteres, generados al azar, indicativos de las posibles acciones de una instancia codificada del juego. (codificación binaria). La historia previa del juego está representada por los seis últimos caracteres de L , los cuales en la etapa inicial son generados al azar y en las siguientes iteraciones se van actualizando. La longitud de una cadena es tal que cada posición indica las k últimas jugadas, y el valor en esa posición indica la acción de un jugador.
- **Función de Evaluación:** Para cada individuo se asignan dos valores, el asignado al jugador 2 permite evaluar la estrategia fijada y el asignado al jugador 1 permite seleccionar los individuos reproductores.
- **Reproducción:** Se seleccionan $R \ll N$ individuos reproductores, cuyo número es un parámetro del algoritmo, los cuales generan la nueva población mediante operadores evolutivos adecuados, tales como cruzamiento y mutación.
- **Criterio de Término:** Se continúa hasta que los individuos de las poblaciones se estabilicen en cuanto a su ganancia.

Conclusiones

Se está aplicando el algoritmo con distintas estrategias en juegos del tipo dilema del prisionero repetido, a fin de comparar las performances de las mismas. Se está trabajando en modificaciones que permitan establecer los equilibrios de Nash para este tipo de juegos.

Referencias

- Axelrod, R. (1992) "The Evolution of strategies in the iterated prisoner's dilemma". *Second Workshop on Knowledge*.
- Aarts, E.; Lenstra, J.K. (Eds.) (1997) *Local Search in Combinatorial Optimization*. John Wiley & Sons, New York.
- Gibbons, R. (1992) *Un Primer Curso de Teoría de Juegos*. Antoni Bosch Editor, Barcelona.
- Goldberg, D.E. (1989) *Genetic Algorithms in Search, Optimization & Machine Learning*. Addison-Wesley, Reading, Mass.
- Kim, Y. (1994) "Evolutionarily stable strategies in the repeated prisoner dilemma". *Mathematical Social Sciences* **28**: 167-197.
- Kreps, D. M. (1995) *Curso de Teoría Microeconómica*. McGraw-Hill.
- Quintas, L.; Silvestri, M. (1996) "Nash Equilibrium Selection in Repeated Games". *Anales* **25** JAIIO: 274-289.

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE FACTORES EN LA EVALUACIÓN DOCENTE DE UN CURSO DE ESTADÍSTICA

DANIEL SÁNCHEZ¹²⁰ — AURORA MEJÍA

Departamento de Estadística
Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología
Universidad de Panamá
Estafeta Universitaria, Panamá

Resumen

La evaluación docente es preocupación de toda universidad, sobre todo cuando se requiere de parámetros confiables al momento de tal evaluación, la presente investigación propone una forma de evaluar al docente a través de una técnica estadística conocida como Análisis de factores. Un cuestionario se administró a 40 estudiantes de un curso de estadística de la escuela de Tecnología Médica de la Universidad de Panamá, para evaluar al docente. También en este estudio se verificó la confiabilidad del instrumento usado para evaluar al profesor de Estadística.

Palabras clave: análisis de factores, componentes principales, matriz de correlación, Alfa de Cronbach.

Introducción

Existe en la actualidad una profunda preocupación por la calidad de enseñanza brindada por los sistemas educativos en los distintos países del mundo. Esta preocupación y el interés social por la calidad evidencia la urgente necesidad de efectuar una evaluación de todos los componentes de la actividad educativa: curriculum, facilitadores y los propios centros educativos, además de la evaluación del aprendizaje de los alumnos, que es la única contemplada actualmente.

Si bien es cierto, en algunos países del mundo se han hecho importante cambio al sistema educativo, estos cambios no son necesariamente los que se requieran en nuestros países, pues su experiencia debe servir de modelo para el diseño de estrategias tomando los criterios y requerimientos de nuestro país.

El análisis de factores cobra importancia cuando se requiere identificar nuevas variables que se encuentran latente en variables estudiadas, a través de escudriñar las relaciones entre la variables estudiadas. El de análisis de factores nos permitió identificar cuales son los factores que caracterizan al profesor, los cuales no son observables directamente, sino que se encuentran latentes, y que se identificaron utilizando esta poderosa herramienta estadística.

¹²⁰E-Mail: estadist@uncon.up.ac.pa

Discusión

El instrumento de evaluación docente utilizado en esta investigación tiene un grado de confiabilidad aceptable pues su valor fue de 0.93. por otro lado cada ítem presenta también un alto grado de confiabilidad pues sus valores se establecen por 0.92 hasta 0.93. La evaluación global del docente a través del método de análisis de factores lo podemos resumir en cinco factores los cuales explican el 74% de la varianza de todas las preguntas efectuadas. Estos factores los nombramos como: metodología en primer lugar, puntualidad, evaluación, motivación, cumplimiento y preparación. Este resultado nos señala que el profesor de acuerdo a esta evaluación por los estudiantes, como el primer factor explica la mayor parte de la variación de los ítems pudiéramos mencionar que el docente se caracteriza porque presta mayor atención a la metodología, y a ser puntual los cuales se explican a través de los factores uno y dos.

Referencias

- Aiken, L. (1996) *Tests Psicológicos y Evaluación*, 8th ed. Prentice Hall Hispanoamericana, México.
- Anatasi, A.; Urbina, S. (1998) *Test Psicológico*, 7th ed. Prentice Hall, México.
- Anderson, T.W. (1958) *An Introduction Multivariate Analysis*. John Wiley & Sons, New York.
- Bartlett, M.S. (1937) "The statistical conception of mental factor", *British Journal of Psychology* **28**: 97-104.
- Bartlett, M.S. (1954) "A note on multiplying factors for various chi-squared approximations". *Journal of the Royal Statistical Society (B)* **16**: 296-298.
- Basilevsky, A. (1994) *Statistical Factor Analysis and Related Methods*. John Wiley & Sons, New York.
- Carrasco, G. (1996) *Análisis de las Componentes Principales y sus Aplicaciones*. Tesis, Universidad de Panamá, Panamá.
- Cuadras, C. (1996) *Métodos de Análisis Multivariado*. EUB, España.
- Chatfield, C.; Collins, A. (1990) *Introduction to Multivariate Analysis*, 3rd. ed. Chapman & Hall, New York.
- De la Rosa, J. (1998) *Estudio sobre la Distribución de la Malacofauna del Manglar de la Enseada La Claridad, Punta Chame, con Énfasis en los Géneros Thais y Littorina*. Tesis, Universidad de Panamá, Panamá.

EL ANÁLISIS MULTIVARIADO DE DATOS COMO HERRAMIENTA EN LA CREACIÓN Y VALIDACIÓN DE MODELOS EN LA COMPRESIÓN DE VARIABLES DE LAS CIENCIAS DE LA CONDUCTA

CARLOS R. SEIJAS¹²¹

Universidad Francisco Marroquín
Guatemala, Guatemala

La psicología como ciencia de la conducta en un estado preparadigmático necesita del apoyo de modelos teóricos que validen y confiabilicen los constructos que esta rama del conocimiento utiliza para explicar los fenómenos que le competen estudiar. Para sustentar los avances en la construcción de modelos provenientes de diversos campos de la psicología, se presenta la aplicación de herramientas del análisis multivariado de datos, con ayuda del paquete PIMAD 3.0, tales como el Análisis de Componentes Principales (ACP), el Análisis Factorial de Correspondencias (AFC) y el Análisis Factorial Discriminante (AFD), en el estudio de variables como la predicción del desempeño universitario de acuerdo a variables clásicas de la psicometría (Seijas, 1998a) y a variables cognoscitivas (Seijas, 1999b), los estilos de aprendizaje (Seijas, 1998b), la autoestima (Seijas, 1999a), y finalmente variables transculturales como son el individualismo y el colectivismo (Seijas, 1999c). Con esto se persigue mostrar la utilidad que el análisis multivariado de datos puede prestar a las ciencias de la conducta en su meta de forjar constructos teóricos con poder explicativo de la realidad, para que puedan ser de instrumentales operativos en el quehacer diario de todos los interesados en el análisis y manejo de la conducta. Los resultados llevan a considerar de gran utilidad las técnicas propias del análisis multivariado de datos, tanto para la generación, como la comprobación de los modelos, pues estos pasan a consolidar las teorías que funcionan como pilares de las complejas variables que rodean a las ciencias preparadigmáticas de la conducta, como la psicología en sus diversos campos experimentales y aplicadas.

De esta forma y siguiendo los consejos de Kurt Lewin, estas ciencias preparadigmáticas avanzarán a medida que las teorías que presentan puedan explicar la conducta en sus diversas manifestaciones, con modelos más simples, los cuales a su vez serán significativamente claros y distintos en su exploración de las variables que conforma al organismo y su ambiente, llegando a consolidar la famosa máxima de éste psicólogo social giestaltista, "no hay nada más práctico que una buena teoría"; y no hay mejor teoría que aquella en que los datos hablan por sí misma.

¹²¹ E-Mail: cseijas@ufm.edu.gt

ANÁLISIS DIGITAL. UNA NUEVA TÉCNICA PARA LA REPRESENTACIÓN DE FUNCIONES ACOTADAS QUE, EN UN INTERVALO FINITO, SATISFACEN LAS CONDICIONES DE DIRICHLET

OSVALDO SKLIAR¹²² — VÍCTOR MEDINA¹²³
TATIANA LÁSCARIS COMNENO¹²⁴

Universidad Nacional
Heredia, Costa Rica

Considérese una función $f(t)$ acotada, de una variable real —por ejemplo, el tiempo— especificada en un intervalo finito $t_0 \leq t \leq t_1$, en el cual satisface las condiciones de Dirichlet. Se presenta una nueva técnica para representar funciones de dicho tipo mediante sumas de trenes de ondas cuadradas S_1, \dots, S_n , tales que, para cada entero positivo n , quedan determinados en forma única. La función $f(t)$ puede ser aproximada, en el intervalo $t_0 \leq t \leq t_1$, con tanta precisión como se desee, mediante la suma de dichos trenes de ondas cuadradas ($f(t) \simeq \sum_{i=1}^n S_i$).

En general, n aumenta según el grado de precisión deseado en la aproximación de $f(t)$. La suma $\sum_{i=1}^n S_i$ es una función periódica de período igual al mínimo común múltiplo de los períodos de los trenes de ondas cuadradas S_1, \dots, S_n de amplitudes no-nulas.

Para determinar los n trenes de ondas cuadradas S_1, \dots, S_n se divide el intervalo $t_0 \leq t \leq t_1$ en n subintervalos y en cada uno de ellos se evalúa la función $f(t)$ en su punto medio m_i ($i = 1, 2, \dots, n$).

Los trenes de ondas cuadradas quedan determinados a partir de la solución del sistema de ecuaciones algebraicas lineales $M(n) \cdot A = C$ siendo:

1. $A = (A_1, \dots, A_n)'$ el vector columna cuyas componentes corresponden a las amplitudes de los trenes de ondas cuadradas S_1, \dots, S_n , respectivamente.
2. $C = (f(m_1), f(m_2), \dots, f(m_n))'$, y
3. $M(n)$ la matriz de dimensión $n \times n$ que tiene por elemento (i, j) a $(-1)^k$, donde k es la parte entera de $\frac{i-1}{n-j+1}$.

Estos sistemas, para el tipo de funciones aquí consideradas, siempre tienen solución única.

¹²²Apdo. postal 582-3000, Heredia, Costa Rica; E-Mail: oskliar@sol.raca.co.cr

¹²³Escuela de Matemática, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. Apdo. postal 258-2050, San José, Costa Rica; E-Mail: vmclinab@sol.raca.co.cr

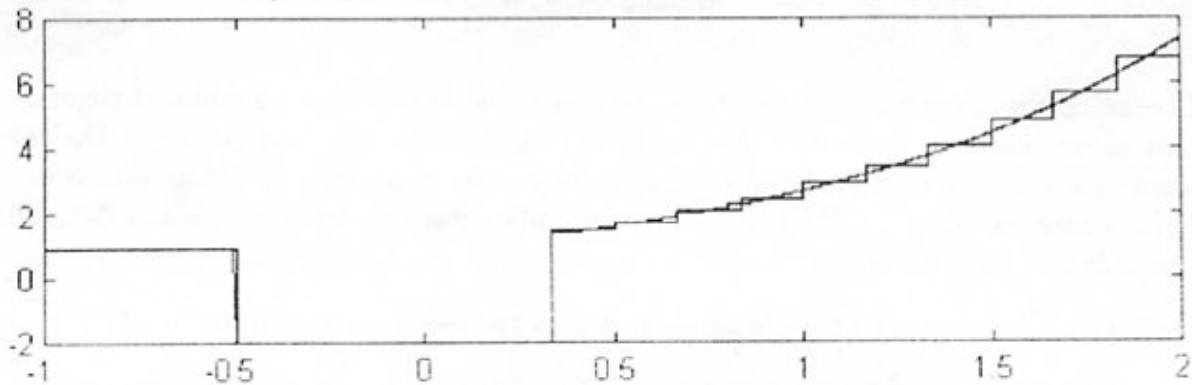
¹²⁴Facultad de Ciencias, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. Apdo. 828-1100, San José, Costa Rica; E-Mail: tlascari@una.ac.cr

A continuación son representadas gráficamente las aproximaciones obtenidas mediante la técnica descrita al sumar 18 y 180 trenes de ondas cuadradas, respectivamente para la función

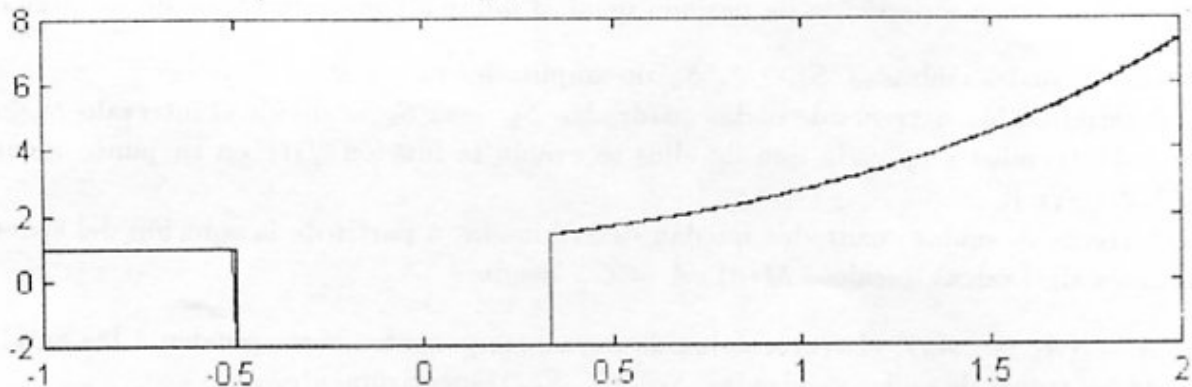
$$f(t) = \begin{cases} 1 & \text{si } -1 \leq t < -\frac{1}{2} \\ -2 & \text{si } -\frac{1}{2} < t < \frac{1}{3} \\ e^t & \text{si } \frac{1}{3} < t \leq 2 \end{cases}$$

En la última figura no se distingue la diferencia entre la aproximación obtenida y la función dada.

Aproximación de $f(t)$ por 18 trenes de ondas cuadradas



Aproximación de $f(t)$ por 180 trenes de ondas cuadradas



SOFTWARE PARA EL ANÁLISIS DE DATOS CON TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN MODERNAS

MARIO ALBERTO VILLALOBOS ARIAS ¹²⁵ — MIGUEL BORJA LÓPEZ

CIMPA -- Escuela de Matemática
Universidad de Costa Rica
2060 San José, Costa Rica

Resumen

Se presenta un software programado en Visual Basic 6, que se ejecuta en Windows 95 o superior de fácil uso para el usuario común, con el cual se pueden resolver problemas de Regresión Lineal y No Lineal así como el Problema de Análisis de Proximidades (Multidimensional Scaling), utilizando algoritmos con técnicas de optimización modernas.

Palabras clave: software, regresión lineal, regresión no lineal, sobrecalentamiento simulado, búsqueda tabú, análisis de proximidades.

Abstract

It is presented a software that has been programmed in Visual Basic 6, it runs under Windows 95 or higher and is easy for all users. Linear and Non linear Regression as well as Multidimensional Scaling are programmed using modern optimization techniques.

Keywords: software, linear regression, non linear regression, simulated annealing, tabu search, multidimensional scaling.

Los programas comerciales de computación que abordan los problemas de Regresión Lineal y No Lineal así como el problema de Análisis de Proximidades (MDS), utilizan las técnicas clásicas de optimización en las cuales no se puede garantizar que se llegue a obtener el óptimo global. Con la utilización de técnicas estocásticas para optimizar se puede garantizar, de alguna manera, la obtención de los óptimos globales. En este software se programaron algunas de estas técnicas para resolver los problemas mencionados, éstas son Sobrecalentamiento Simulado, ver Trejos & Villalobos (1999 a y b), Búsqueda Tabú, ver Trejos & Villalobos (2000).

El software es de fácil uso para el usuario común, se maneja a base de la utilización de botones y menús, con una hoja de cálculo incorporado, con la que se pueden leer otros tipos de archivos.

Se presenta la segunda versión del programa. Esta fue programada en Visual Basic 6 para trabajar bajo el ambiente Windows 95 o superior.

Entre las principales ventajas que tiene este software se encuentran:

¹²⁵E-mail: mvillalo@cariari.ucr.ac.cr

- Tiene implementada una hoja electrónica para editar los datos o importarlos desde otros tipos, incluyendo formatos como Formula 1, Excel, Excel 4.0, texto o texto con tabulaciones. Esta hoja electrónica permite todas las manipulaciones de copia, corte y pegue de las aplicaciones Windows. Así mismo, permite realizar operaciones mediante fórmulas y la aplicación de funciones.
- Permite que el usuario seleccione los datos marcándolos en la hoja electrónica, lo cual ofrece mucha versatilidad.
- Permite realizar regresiones lineales y los casos no lineales que se convierten en lineales mediante una transformación algebraica: polinomial (del tipo $y = x^n$), exponencial, logarítmico, asintótico y logístico. Se presenta un menú para que el usuario escoja el modelo a utilizar.
- Permite realizar regresión no lineal usando sobrecalentamiento simulado. El usuario puede escoger entre algunos modelos. Es de destacar que el usuario puede ver gráficamente la evolución de la curva solución.
- Permite realizar MDS, usando el algoritmo que utiliza sobrecalentamiento simulado ver Villalobos (1998).
- Permite generar un gráfico tipo \LaTeX que puede ser incorporado el cualquier documento de este tipo.
- Permite guardar los gráficos en formato tipo BMP o JPG entre otros.

Referencias

- Aarts, E.; Korst, J. (1990) *Simulated Annealing and Boltzmann Machines. A Stochastic Approach to Combinatorial Optimization and Neural Computing*. John Wiley and Sons, Chichester.
- Battes, D.; Watts, D (1988) *Nonlinear Regression Analysis and its Applications*. John Wiley & Sons, New York.
- De los Cobos, S. (1994) "La técnica de la Búsqueda Tabú y sus aplicaciones", *IX Curso de Matemática para México, Centroamérica y el Caribe* Curso (junio), Tegucigalpa.
- Glover, F. (1990) "Tabu search: a tutorial" *Interfaces* **20**(4): 74-94.
- Trejos, J.; Villalobos, M. (1999a) "Optimización mediante recocido simulado en regresión no lineal", *Memoria del XIII Foro Nacional de Estadística*, Monterrey, México.
- Trejos, J.; Villalobos, M. (1999b) "Une implémentation du recuit simulé en analyse des proximités". *XXXI Journées de Statistique*, Grenoble: 111-114.
- Villalobos, M (1998) *Optimización Estocástica para el Análisis de Proximidades*. Tesis de Maestría, Universidad de Costa Rica, San Pedro.
- Villalobos, M; Trejos, J. (2000) "Análisis de proximidades métrico usando búsqueda tabú", presentado para el *XII Simposio Internacional de Métodos Matemáticos aplicados a las Ciencias*.

ANÁLISIS DE PROXIMIDADES MÉTRICO USANDO BÚSQUEDA TABÚ

MARIO VILLALOBOS A.¹²⁶ — JAVIER TREJOS Z.¹²⁷

CIMPA, Escuela de Matemática
Universidad de Costa Rica
2060 San José, Costa Rica

Se aplica la técnica de Búsqueda Tabú (BT) en Análisis de Proximidades Métrico, obteniendo buenos resultados, comparables a los obtenidos con sobrecalentamiento simulado. Un estado en BT es una configuración de n puntos en un espacio p dimensional, y un vecino se define por la traslación de longitud h de una o más de las coordenadas de un punto.

Palabras clave: escalamiento multidimensional, búsqueda tabú, optimización.

We apply Tabu Search (TS) in Metric Multidimensional Scaling, obtaining good results, comparable to those obtained with simulated annealing. A state in TS is a configuration of n points in a p dimensional space, and a neighbour is defined by the translation of length h of one or more coordinates of a point.

Keywords: multidimensional scaling, tabu search, optimization.

El análisis de proximidades métrico (conocido como *Multidimensional Scaling* en inglés, y abreviado MDS) (Borg & Groenen (1997)) trata de obtener una representación en un espacio de pocas dimensiones de un conjunto de puntos sobre los que se tienen únicamente las distancias o disimilitudes entre ellos. Dada la matriz $\Delta = (\delta_{ij})_{n \times n}$ de las disimilitudes entre n objetos, se busca una representación de los n objetos mediante vectores $X = (\vec{x}_1, \dots, \vec{x}_n)$ de un espacio p dimensional, tal que las distancias euclídeas $d_{ij}(X) = \|\vec{x}_i - \vec{x}_j\|$ satisfagan:

$$\sigma(X) = \sum_{i < j} [\delta_{ij} - d_{ij}(X)]^2 \rightarrow \min_X.$$

La función $\sigma(X)$ se conoce como *stress*. La mayoría de los algoritmos propuestos encuentran óptimos locales del *stress*. Así, el método de Kruskal (1964) se basa en un descenso del gradiente, el método Smacof (Borg & Groenen (1997)) usa una función de mayorización del *stress* y el método de "Tunneling" usa la estrategia de construcción de túneles. Varios autores han estudiado las condiciones de optimalidad del *stress*, especialmente en el caso unidimensional. Además, se han propuesto diferentes heurísticas que abordan el MDS usando técnicas de optimización global, como los algoritmos genéticos (Mathar (1995) y Lerman & N'Gouenet (1995)) y el sobrecalentamiento simulado (Trejos & Villalobos (1999)). Con esta última técnica se obtuvieron muy buenos resultados, comparables o superiores a los de las técnicas más usadas.

En este trabajo, hemos implementado la heurística conocida como Búsqueda Tabú Glover (1989-90). Cobos et al. (1997). Esta técnica iterativa está basada en una búsqueda del óptimo

¹²⁶E-Mail: mvillalo@cariari.ucr.ac.cr

¹²⁷E-Mail: jtrejos@cariari.ucr.ac.cr

por medio de vecindarios y el manejo de una lista, llamada lista tabú, que indica los movimientos de estados que se han hecho recientemente. Desde un estado actual se pasa al mejor vecino (en el sentido de la función a minimizar) que no sea tabú. Esta condición se puede levantar si se aplica el criterio de aspiración, según el cual se puede llegar a un vecino tabú en el caso de que sea el mejor de todos los estados visitados hasta el momento. La Búsqueda Tabú ha sido aplicada exitosamente en numerosos contextos de la investigación de operaciones De Amorim et al. (1993), Jung & Yum (1996), Osman (1993). En Clasificación Automática (Trejos et al. (1998)) también se obtienen excelentes resultados. En *Unidimensional Scaling*, Groenen (1993) usa la BT con una estructura de vecindarios basada en intercambios en las permutaciones que representan a los puntos, sin mejorar los resultados obtenidos por otras técnicas.

Para MDS, consideramos una configuración $X = (\vec{x}_1, \dots, \vec{x}_n)$ como un estado, y un vecino será un estado \tilde{X} definido por la traslación -para uno de los n objetos- de longitud h de una o más de sus coordenadas paralelamente a los ejes. Es decir, X tiene $n(3^p - 1)$ vecinos definidos por $\tilde{x}_{ij} = \vec{x}_{ij} + \alpha h$, con $\alpha \in \{-1, 0, 1\}$, $i \in \{1, \dots, n\}$ y $j \in \{1, \dots, p\}$. Se aplica la Búsqueda Tabú con una lista corta (entre 5 y 12 elementos) aplicando el criterio de aspiración. Los resultados que se obtienen son muy buenos, comparables a los obtenidos con sobrecalentamiento simulado.

Referencias

- Borg, I.; Groenen, P. (1997) *Modern Multidimensional Scaling: Theory and Applications*. Springer, Berlin.
- De Amorim, S.; Barthélemy, J.-P.; Ribeiro, C. (1992) "Clustering and clique partitioning: simulated annealing and tabu search approaches", *Journal of Classification* **9**: 17-41.
- Cobos, S. de los; Pérez, B.R.; Gutiérrez, M.A. (1997) *programación Estocástica en Optimización*. Notas de Curso, Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Glover, F. (1989-1990) "Tabu search - Part I", *ORSA J. Comput.* **1**: 190-206; "Tabu search - Part II", *ORSA J. Comput.* **2**: 4-32.
- Groenen, P.J.F. (1993) *The Majorization Approach to Multidimensional Scaling*. DSWO Press, Leiden.
- Jung, J. S.; Yum, B. J. (1996) "Construction of exact D-optimal designs by tabu search". *Computational Statistics & Data Analysis* **21**: 181-191.
- Kruskal, J.B. (1964) "Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis", *Psychometrika* **29**: 1-27.
- Lerman, I.C.; N'Gouenet, R.F. (1995) *Algorithmes génétiques séquentiels et parallèles pour une représentation affine des proximités*. Rapport de Recherche No. 2570, IRISA, Rennes.
- Mathar, R. (1995) "A genetic algorithm for multidimensional scaling". Internal Report, RWTH, Aachen.
- Osman, I. H. (1993) "Metastrategy simulated annealing and tabu search algorithms for the vehicle routing problem", *Annals of Operations Research* **41**: 421-451.
- Trejos, J.; Murillo, A.; Piza, E. (1998) "Global stochastic optimization for partitioning", *Advances in Data Science and Classification*, A. Rizzi et al. (Eds.), Springer-Verlag, Berlin: 185-190.
- Trejos, J.; Villalobos, M. (1999) "Une implémentation du recuit simulé en analyse des proximités", *XXXI Journées de Statistique*. Grenoble: 111-114.