


Smart Statistics for Smart Applications

Book of Short Papers SIS2019



Editors: Giuseppe Arbia, Stefano Peluso,
Alessia Pini and Giulia Rivellini

Copyright © 2019

PUBLISHED BY PEARSON

WWW.PEARSON.COM

Giugno 2019 ISBN 9788891915108

Preface

Section 1. Plenary Sessions and Round Table

Preface	3
Shallow Learning for Data Science	7
<i>Antonio Canale</i>	
Smart Statistics: concept, technology and service	17
<i>David John Hand, Maurizio Vichi</i>	
Tavola rotonda “Smart ageing: lunga vita attiva, salute e nuove tecnologie”	19

Section 2. Invited Papers

Demography in the Digital Era: New Data Sources for Population Research	23
Demografia nell’era digitale: nuovi fonti di dati per gli studi di popolazione	23
<i>Diego Alburez-Gutierrez, Samin Aref, Sofia Gil-Clavel, André Grow, Daniela V. Negraia, Emilio Zagheni</i>	
Stationarity of a general class of observation driven models for discrete valued processes	31
Stazionarietà di una classe generale di modelli observation-driven per processi a valori discreti	
<i>Mirko Armillotta, Alessandra Luati and Monia Lupporelli</i>	
An extension of the censored gaussian lasso estimator	39
Un’estensione dello stimatore cglasso	
<i>Luigi Augugliaro and Gianluca Sottile and Veronica Vinciotti</i>	
A formal approach to data swapping and disclosure limitation techniques	47
Un approccio formale per tecniche di trasformazione dei dati in problemi di privacy	
<i>F. Ayed, M. Battiston and F. Camerlenghi</i>	
A new ordinary kriging predictor for histogram data in L2-Wasserstein space	55
Un nuovo predittore kriging per istogrammi nello spazio L2-Wasserstein	
<i>Antonio Balzanella and Antonio Irpino and Rosanna Verde</i>	
Keywords dynamics in online social networks: a case-study from Twitter	63
La dinamica delle parole chiave nelle reti sociali online: un esempio tratto da Twitter	
<i>Carolina Becatti, Irene Crimaldi and Fabio Saracco</i>	
Statistical Matching of HBS and ADL to analyse living conditions, poverty and happiness	71
Statistical Matching di HBS e ADL per l’analisi di condizioni di vita, povertà e felicità	
<i>Cristina Bernini, Silvia Emili, Maria Rosaria Ferrante</i>	
Statistical sources for cybersecurity and measurement issues	79
Fonti statistiche per la sicurezza cibernetica e problemi di misurazione	
<i>Claudia Biancotti, Riccardo Cristadoro, Raffaele Tartaglia Polcini</i>	
Use of GPS-enabled devices data to analyse commuting flows between Tuscan municipalities	89
Un’analisi dei flussi di pendolarismo sistematici tra i comuni toscani tramite l’utilizzo di dati GPS	
<i>Chiara Bocci, Leonardo Piccini and Emilia Rocco</i>	
Statistical calibration of the digital twin of a connected health object	97
Inversione statistica dei parametri di ingresso per il gemello digitale di un oggetto sanitario collegato	
<i>Nicolas Bousquet and Walid Dabachine</i>	
Time Series Forecasting: Is there a role for neural networks?	103
Le Reti Neurali nella Previsione di Serie Storiche	
<i>Giuseppe Bruno, Sabina Marchetti, Juri Marcucci, Diana Nicoletti</i>	

Modelling weighted signed networks.....	111
Modellazione di reti segnate pesate	
<i>Alberto Caimo and Isabella Gollini</i>	
Issues on Bayesian nonparametric measures of disclosure risk	119
Questioni su misure Bayesiane nonparametriche di rischio di "disclosure"	
<i>Federico Camerlenghi, Cinzia Carota and Stefano Favaro</i>	
Hierarchies of nonparametric priors.....	125
Gerarchie di distribuzioni iniziali nonparametriche	
<i>Federico Camerlenghi, Stefano Favaro and Lorenzo Masoero</i>	
Issues with Nonparametric Disclosure Risk Assessment.....	133
Questioni sull'Analisi Nonparametrica del Rischio di "Disclosure"	
<i>Federico Camerlenghi, Stefano Favaro, Zacharie Naulet and Francesca Panero</i>	
Technologies and data science for a better health both at individual and population level. ..	141
Two practical research cases.	
Tecnologie e data science per una salute migliore sia a livello individuale che di popolazione.	
<i>Stefano Campostrini and Lucia Zanotto</i>	
Temporal sentiment analysis with distributed lag models	149
Analisi temporale del "sentiment" con modelli a lag distribuiti	
<i>Carrannante M., Mattered R., Misuraca M., Scepi G., Spano M.</i>	
A statistical investigation on the relationships among financial disclosure, sociodemographic variables, financial literacy and retail investors' risk assessment ability	157
Indagine empirica sulle relazioni tra prospetti per la diffusione di informazioni finanziarie, variabili sociodemografiche, educazione finanziaria e abilità di valutazione del rischio	
<i>Rosella Castellano, Marco Mancinelli and Pasquale Samacchiaro</i>	
Bayesian Model Comparison based on Wasserstein Distances.....	167
Confronto di Modelli Bayesiani tramite Distanze di Wasserstein	
<i>Marta Catalano, Antonio Lijoi and Igor Prünster</i>	
Hierarchical Clustering and Dimensionality Reduction for Big Data	173
Clustering e Riduzione Dimensionale Gerarchici per Dati di Grandi Dimensioni	
<i>Carlo Cavicchia, Maurizio Vichi and Giorgia Zaccaria</i>	
ICOs success drivers: a textual and statistical analysis.....	181
Fattori di successo nelle ICOs: un'analisi testuale e statistica	
<i>Paola Cerchiello and Anca Mirela Toma</i>	
Small area estimators with linked data.....	189
Stimatori per piccole aree nel caso di dati ottenuti attraverso il record linkage	
<i>Chambers Raymond and Fabrizi Enrico and Salvati Nicola</i>	
Optimal Portfolio Selection via network theory in banking and insurance sector.....	197
<i>Gian Paolo Clemente, Rosanna Grassi and Asmerilda Hitaj</i>	
Matching error(s) and quality of statistical matching in complex surveys.....	205
Errori di matching e qualità del matching statistico in indagini complesse	
<i>Pier Luigi Conti and Daniela Marella</i>	
Hotel search engine architecture based on online reviews' content.....	213
Un motore di ricerca per gli hotel basato sulle recensioni online	
<i>Claudio Conversano, Maurizio Romano and Francesco Mola</i>	
Economic Crisis and Earnings Management: a Statistical Analysis	219
Crisi Economica e Gestione degli Utili: un'Analisi Statistica	
<i>C. Cusatelli, A.M. D'Uggento, M. Giacalone, F. Grimaldi</i>	
A Comparison of Nonparametric Bivariate Survival Functions.....	227
Confronto tra stimatori non-parametrici della funzione di sopravvivenza bivariata	
<i>Hongsheng Dai and Marialuisa Restaino</i>	
Predictive Algorithms in Criminal Justice.....	237
Algoritmi predittivi e giustizia penale	
<i>Francesco D'Alessandro</i>	

A proposal for an integrated approach between sentiment analysis and social network analysis.....	247
Una proposta per un approccio integrato tra analisi del sentimento e analisi delle reti sociali	
<i>Domenico De Stefano and Francesco Santelli</i>	
A meta-tissue non-parametric factor analysis model for gene co-expression	255
Meta-analisi fattoriale non parametrica per lo studio di espressioni genetiche in diversi tessuti	
<i>Roberta De Vito and Barbara Engelhardt</i>	
Bayesian estimate of population count with false captures: a latent class approach.....	261
Stima Bayesiana della popolazione con false catture: un approccio basato sulle classi latenti	
<i>Davide Di Cecco, Marco Di Zio and Brunero Liseo</i>	
Spherical regression with local rotations and implementation in R	269
Regressione sferica con rotazioni locali ed implementazione in R	
<i>Marco Di Marzio, Stefania Fensore, Agnese Panzera, Charles C. Taylor</i>	
A clustering method for network data to analyse association football playing styles	277
Un metodo di raggruppamento per dati di rete finalizzato all'analisi degli schemi di gioco nel calcio	
<i>Jacopo Di Iguigiovanni</i>	
Big data in longitudinal observational studies: how to deal with non-probability samples and technological changes.....	285
I Big data negli studi longitudinali: come trattare campioni non probabilistici e cambi di tecnologia	
<i>Clelia Di Serio, Luca Del Core, Eugenio Montini and Andrea Calabria</i>	
Smart Data For Smart Health.....	293
Smart Data Per Smart Health	
<i>Clelia Di Serio, Ernst C. Wit, Elena Bottinelli and Roberto Buccione</i>	
Detecting and classifying moments in basketball matches using sensor tracked data.....	297
Una procedura per identificare e classificare momenti di gioco in pallacanestro con l'uso di dati sensori.	
<i>Tullio Facchinetti and Rodolfo Metulini and Paola Zuccolotto</i>	
Ordered response models for cyber risk	305
Modelli a risposta ordinale per la valutazione del cyber risk	
<i>Silvia Facchinetti and Claudia Tarantola</i>	
Functional data analysis-based sensitivity analysis of integrated assessment Models for climate change modelling	313
Analisi di sensibilità basata sull'analisi di dati funzionali per modelli di valutazione integrata dei cambiamenti climatici	
<i>Matteo Fontana, Massimo Tavoni and Simone Vantini</i>	
Coupled Gaussian Processes for Functional Data Analysis.....	319
Processi gaussiani per l'analisi dei dati funzionali	
<i>L. Fontanella, S. Fontanella, R. Ignaccolo, L. Ippoliti, P. Valentini</i>	
Two-fold data streams dimensionality reduction approach via FDA	323
Un approccio a due fasi per la riduzione di dimensionalità di data streams via FDA	
<i>F. Fortuna, T. Di Battista and S.A. Gattone</i>	
Statistical analysis of Sylt's coastal profiles using a spatiotemporal functional model	331
<i>Rik Gijsman, Philipp Otto, Torsten Schlurmann, Jan Visscher</i>	
Bootstrap prediction intervals for weighted TAR predictors	339
Intervalli di previsione bootstrap per previsori ponderati per modelli TAR	
<i>Francesco Giordano and Marcella Niglio</i>	
A rank graduation index to prioritise cyber risks	347
Un indice di graduazione per assegnare livelli di priorità ai rischi informatici	
<i>Paolo Giudici and Emanuela Raffinetti</i>	
Vector Error Correction models to measure connectedness of bitcoin exchange markets	355
Modelli di Vector Error Correction per misurare la connessione delle piattaforme di scambio di bitcoin	
<i>Paolo Giudici and Paolo Pagnottoni</i>	
Estimation of lineup efficiency effects in Basketball using play-by-play data.....	363
L'uso dei dati del play-by-play per la stima degli effetti di quintetto nella pallacanestro	
<i>Luca Grassetti, Ruggero Bellio, Giovanni Fonseca and Paolo Vidoni</i>	
Trajectory clustering using adaptive squared distances	371
Clustering di traiettorie attraverso distanze adattative quadratiche	
<i>Antonio Irpino</i>	

Bayesian Analysis of Privacy Attacks on GPS Trajectories	379
<i>Analisi Bayesiana degli Attacchi alla Privacy su Traiettorie GPS</i>	
<i>Sirio Legramanti</i>	
Data Analytics in the Insurance Industry: Market trends and lessons from a use case customer predictive modelling	387
<i>Data Analytics nel settore assicurativo: principali trend e considerazioni da un caso d'uso applicato alla predizione del comportamento degli assicurati</i>	
<i>Cristian Losito and Francesco Pantisano</i>	
BasketballAnalyzeR: the R package for basketball analytics	395
<i>BasketballAnalyzeR: il pacchetto R per l'analisi dei dati nella pallacanestro</i>	
<i>Marica Manisera, Marco Sandri and Paola Zuccolotto</i>	
Data Integration by Graphical Models	403
<i>Utilizzo dei modelli grafici per l'integrazione dei dati</i>	
<i>Daniela Marella and Paola Vicard and Vincenzina Vitale</i>	
A two-part finite mixture quantile regression model for semi-continuous longitudinal data	409
<i>Maruotti Antonello, Merlo Luca and Petrella Lea</i>	
Multivariate change-point analysis for climate time series	415
<i>Analisi di change-point multivariati per serie storiche climatiche</i>	
<i>Gianluca Mastrantonio, Giovanna Jona Lasinio, Alessio Pollice, Giulia Capotorti, Lorenzo Teodonio and Carlo Blasi</i>	
A divide-et-impera approach for the spatial prediction of object data over complex regions	423
<i>Un approccio divide-et-impera per la previsione spaziale di dati oggetto su regioni complesse</i>	
<i>Alessandra Menafoglio e Piercesare Secchi</i>	
A strategy for the matching of mobile phone signals with census data.....	427
<i>Una strategia per l'abbinamento di segnali di telefonia mobile con dati censuari</i>	
<i>Rodolfo Metulini and Maurizio Carpita</i>	
Risk-based analyses for non-proportional reinsurance pricing	435
<i>Analisi Risk-based per il pricing nella riassicurazione di trattati non proporzionali</i>	
<i>Fabio Moraldi and Nino Savelli</i>	
A Simplified Efficient and Direct Unequal Probability Resampling	441
<i>Un semplice Ricampionamento, efficiente e diretto per campioni a probabilità variabili</i>	
<i>Federica Nicolussi, Fulvia Mecatti and Pier Luigi Conti</i>	
Labour Law: Machine vs. Employer Powers Diritto del lavoro: Macchina vs. Poteri datoriali	449
<i>Antonella Occhino – Michele Faioli</i>	
Domain knowledge based priors for clustering.....	455
<i>Distribuzioni a priori per l'analisi di raggruppamento basate sulla conoscenza di settore</i>	
<i>Sally Paganin</i>	
Clustering of Behavioral Spatial Trajectories in Neuropsychological Assessment	463
<i>Analisi dei gruppi di traiettorie spaziali nella valutazione neuropsicologica</i>	
<i>Francesco Palumbo, Antonio Cerrato, Michela Ponticorvo, Onofrio Gigliotta, Paolo Bartolomeo, Orazio Miglino</i>	
What is wrong in the debate about smart contracts.....	471
<i>Smart contract e diritto: riflessioni critiche su un dualismo fuorviante</i>	
<i>Roberto Pardolesi and Antonio Davola</i>	
Financial Transaction Data for the Nowcasting in Official Statistics	485
<i>Transazioni elettroniche di pagamento per le previsioni a breve nella Statistica ufficiale</i>	
<i>Righi A., Ardizzi G., Gambini A., Iannaccone R., Moauro F., Renzi N. and Zurlo D.</i>	
On the examination of a criticality measure for a complex system in a forecasting perspective	493
<i>Esame di una misura di criticità per un sistema complesso in una prospettiva previsiva</i>	
<i>Renata Rotondi and Elisa Varini</i>	
Knowledge discovery for dynamic textual data: temporal patterns of topics and word clusters in corpora of scientific literature	501
<i>Estrazione della conoscenza da dati testuali dinamici: evoluzione temporale di argomenti e gruppi di parole in corpora di letteratura scientifica</i>	
<i>Stefano Sbalchiero, Matilde Trevisani and Arjuna Tuzzi</i>	

Classifying the Willingness to Act in Social Media Data: Supervised Machine Learning for U.N. 2030 Agenda	509
Classificare la volontà di agire nei dati dei Social Media: Supervised Machine Learning per l'Agenda 2030 delle Nazioni Unite	
<i>Andrea Sciandra, Alessio Surian and Livio Finos</i>	
Classification of spatio-temporal point pattern in the presence of clutter using K-th nearest neighbour distances.....	517
Classificazione dei processi puntuali spazio-temporali basata sulla distanza dal K-mo vicino più vicino	
<i>Siino Marianna, Francisco J. Rodríguez-Cortés, Jorge Mateu, Giada Adelfio</i>	
Modelling properties of high-dimensional molecular systems	525
La modellazione di sistemi molecolari ad alta dimensionalità	
<i>Debora Slanzi, Valentina Mameli and Irene Poli</i>	
Non-crossing parametric quantile functions: an application to extreme temperatures	533
Il problema del crossing con funzioni quantiliche parametriche: un'applicazione alle temperature estreme	
<i>Gianluca Sottile and Paolo Frumento</i>	
A new tuning parameter selector in lasso regression.....	541
Un nuovo criterio di selezione per il parametro di penalizzazione nella regressione lasso	
<i>Gianluca Sottile and Vito MR Muggeo</i>	
Similarity patterns, topological information and credit scoring models	549
Strutture di similarità, informazioni topologiche e modelli di credit scoring	
<i>Alessandro Spelta, Branka Hadji-Misheva and Paolo Giudici</i>	
Between hawks and doves: measuring central bank communication	557
Fra falchi e colombe: valutazione delle comunicazioni di Banca Centrale	
<i>Ellen Tobback, Stefano Nardelli, David Martens</i>	
New methods and data sources for the population census	561
Nuovi metodi e fonti per il censimento della popolazione	
<i>Paolo Valente</i>	
FinTech and the Search for "Smart" Regulation	569
Fintech e la ricerca di una regolamentazione "smart"	
<i>Silvia Vanon</i>	
An anisotropic model for global climate data	577
Un modello anisotropico per i dati climatici globali	
<i>Nil Venet and Alessandro Fassò</i>	
Analysis of the financial performance in Italian football championship clubs via GEE and diagnostic measures.....	585
Analisi delle performance finanziaria delle squadre di calcio di serie A via GEE e misure di diagnostica	
<i>Maria Kelly Venezuela, Anna Crisci, Luigi D'Ambr, D'Ambr Antonello</i>	
A statistical space-time functional model for air quality analysis and mapping.....	593
Un modello statistico spazio-tempo funzionale per l'analisi e la mappatura della qualità dell'aria	
<i>Yaqiong Wang, Alessandro Fassò and Francesco Finazzi</i>	
Tempering and computational efficiency of Bayesian variable selection.....	599
Tempering e l'efficienza computazionale della selezione bayesiana delle variabili	
<i>Giacomo Zanella and Gareth O. Roberts</i>	
Dimensions and links for Hate Speech in the social media	607
Dimensioni e legami per i discorsi di odio nei social media	
<i>Emma Zavarrone, Guido Ferilli</i>	

Section 3. Contributed Papers

Density-based Algorithm and Network Analysis for GPS Data.....	617
Algoritmi di Cluster e Reti per lo studio di dati GPS	
<i>Antonino Abbruzzo, Mauro Ferrante, Stefano De Cantis</i>	
Local inference on functional data based on the control of the family-wise error rate	623
Inferenza locale per dati funzionali basata sul controllo del family-wise error rate	
<i>Konrad Abramowicz, Alessia Pini, Lina Schelin, Sara Sjöstedt de Luna, Aymeric Stamm, and Simone Vantini</i>	

Application and validation of dynamic Poisson models to measure credit contagion	629
Applicazione e validazione di modelli di Poisson dinamici per misurare il contagio nel credito	
<i>Arianna Agosto and Emanuela Raffinetti</i>	
Monitoring SDGs at territorial level: the case of Lombardy.....	637
Il monitoraggio degli SDGs a livello territoriale: il caso della Lombardia	
<i>Leonardo Alaimo, Livia Celardo, Filomena Maggino, Adolfo Morrone, Federico Olivieri</i>	
The Experts Method for the prediction of periodic multivariate time series of high dimension.....	643
Il Metodo degli Esperti per la previsione di serie temporali multivariate e periodiche, di dimensione elevata	
<i>Giacomo Aletti, Marco Bellan and Alessandra Micheletti</i>	
Regression with time-dependent PDE regularization for the analysis of spatio-temporal data	649
Regressione con regolarizzazione di PDE tempo dipendenti per modellizzare dati spazio-temporali	
<i>Eleonora Arnone, Laura Azzimonti, Fabio Nobile, Laura M. Sangalli</i>	
A network analysis of museum preferences: the Firenzecard experience.....	653
Un'analisi di rete delle preferenze museali: l'esperienza della Firenzecard	
<i>Silvia Bacci, Bruno Bertaccini, Roberto Dinelli, Antonio Giusti, and Alessandra Petrucci</i>	
A statistical learning approach to group response categories in questionnaires.....	659
Un approccio basato sull'apprendimento statistico per raggruppare le categorie di risposta nei questionari	
<i>Michela Battauz</i>	
Tree-based Functional Data Analysis for Classification and Regression.....	665
Alberi di Classificazione e Regressione per dati Funzionali	
<i>Edoardo Belli, Enrico Ragaini, Simone Vantini</i>	
PDE-regularized regression for anisotropic	669
spatial fields Regressione con regolarizzazione differenziale per campi spaziali anisotropi	
<i>Mara S. Bernardi, Michelle Carey, James O. Ramsay and Laura M. Sangalli</i>	
A Bayesian model for network flow data: an application to BikeMi trips	673
<i>Giulia Bissoli, Celeste Principi, Gian Matteo Rinaldi, Mario Beraha and Alessandra Guglielmi</i>	
Statistical classics in the big data era. When (astro-physical) models are nonregular.....	679
Statistica classica nell'era dei big data. Verosimiglianza e modelli non regolari	
<i>Alessandra R. Brazzale and Valentina Mameli</i>	
Bayesian Variable Selection for High Dimensional Logistic Regression	685
Selezione bayesiana delle variabili nel modello di regressione logistica ad alta dimensionalita	
<i>Claudio Busatto, Andrea Sottosanti and Mauro Bernardi</i>	
Bayesian modeling for large spatio-temporal data: an application to mobile networks	691
Modelli bayesiani per grandi dataset spazio-temporali: un'applicazione a dati di telefonia mobile	
<i>Annalisa Cadonna, Andrea Cremaschi, Alessandra Guglielmi</i>	
A Mathematical Framework for Population of Networks: Comparing Public Transport of Different Cities.	697
Un approccio matematico all'analisi di una popolazione di networks: come confrontare il sistema di trasporto pubblico di diverse città.	
<i>Anna Calissano, Aasa Feragen, Simone Vantini</i>	
How Important Discrimination is for the Job Satisfaction of Immigrants in Italy: A Counterfactual Approach	703
Quanto influisce la discriminazione sulla soddisfazione lavorativa degli immigrati in Italia: un approccio controfattuale	
<i>Maria Gabriella Campolo, Antonino Di Pino and Michele Limosani</i>	
Unfolding the SEcrets of LongEvity: Current Trends and future prospects (SELECT)	709
A path through morbidity, disability and mortality in Italy and Europe	
<i>Stefano Campostrini, Daniele Durante, Fabrizio Faggiano and Stefano Mazzucco</i>	
Galaxy color distribution estimation via dependent nonparametric mixtures	713
Stima della distribuzione del colore delle galassie via misture nonparametriche dipendenti	
<i>Antonio Canale, Riccardo Corradin and Bernardo Nipoti</i>	
A case for order optimal matching: a salary gap study.....	719
Un algoritmo di matching ottimale ordinato per un studio sulle differenze salariali	
<i>Massimo Cannas</i>	

Hidden Markov Model estimation via Particle Gibbs	829
Stima di Hidden Markov Model tramite Particle Gibbs	
<i>Pierfrancesco Alaimo Di Loro, Enrico Ciminello and Luca Tardella</i>	
A note on marginal effects in logistic regression with independent covariates	837
Una nota sugli effetti marginali nella regressione logistica con covariate indipendenti	
<i>Marco Doretti</i>	
DNA mixtures: a case study involving a Romani reference population	843
Misure di DNA: un caso di studio riguardante una popolazione di riferimento dei Rom	
<i>Francesco Dotto, Julia Mortera and Vincenzo Pascali</i>	
Pivotal seeding for K-means based on clustering ensembles	849
Inizializzazione pivotale dell'algoritmo delle K-medie tramite raggruppamento con metodi di insieme	
<i>Leonardo Egidi, Roberta Pappadà, Francesco Pauli, Nicola Torelli</i>	
Optimal scoring of partially ordered data, with an application to the ranking of smart cities	855
Scoring ottimale di dati parzialmente ordinati, con un'applicazione al ranking delle smart city	
<i>Marco Fattore, Alberto Arcagni, Filomena Maggino</i>	
Bounded Domain Density Estimation	861
Stima della densità non-parametrica su domini bidimensionali limitati	
<i>Federico Ferraccioli, Laura M. Sangalli and Livio Finos</i>	
Polarization and long-run mobility: yearly wages comparison in three southern European countries	867
Polarizzazione e mobilità sul lungo periodo: un confronto fra salari annuali in tre Paesi sud-Europei	
<i>Ferretti C., Crosato L., Cipollini F., Ganugi P.</i>	
Design of Experiments, aberration and Market Basket Analysis	873
Pianificazione degli esperimenti, aberrazione e Market Basket Analysis	
<i>Roberto Fontana and Fabio Rapall</i>	
Generalized Procrustes Analysis for Multilingual Studies	879
Analisi Procrustiana Generalizzata per studi Multilingue	
<i>Alessia Forciniti, Michelangelo Misuraca, Germana Scepti, Maria Spano</i>	
Prior specification in flexible models	885
Specificazione delle prior in modelli flessibili	
<i>Maria Franco-Villoria, Massimo Ventrucci and Haavard Rue</i>	
Modeling Cyclists' Itinerary Choices: Evidence from a Docking Station-Based Bike-Sharing System	889
Un modello per gli itinerari dei ciclisti: risultati da un bike-sharing a stazioni fisse	
<i>S. T. Gaito - G. Manzi - G. Saibene - S. Salini - M. Zignani</i>	
A PARAFAC-ALS variant for fitting large data sets	895
Una variante del PARAFAC-ALS per approssimare data set di grandi dimensioni	
<i>Michele Gallo, Violetta Simonacci and Massimo Guarino</i>	
A Convex Mixture Model for Binomial Regression	901
Un modello mistura convessa per la Regressione Binomiale	
<i>Luisa Galtarossa and Antonio Canale</i>	
Blockchain as a universal tool for business improvement	907
Blockchain come strumento universale per il miglioramento del business	
<i>Massimiliano Giacalone, Diego Carmine Sinitò, Emilio Massa, Federica Oddo, Enrico Medda, Vito Santarcangelo</i>	
Seasonality in tourist flows: a decomposition of the change in seasonal concentration	913
La stagionalità nei flussi turistici: una scomposizione della variazione nella concentrazione stagionale	
<i>Luigi Grossi and Mauro Mussini</i>	
Are Real World Data the smart way of doing Health Analytics?	919
Real World Data: la base di una nuova ricerca clinica?	
<i>Francesca Ieva</i>	
Internet use and leisure activities: are all young people equal?	925
Internet e tempo libero: i giovani sono uguali tra loro?	
<i>Giuseppe Lamberti, Jordi Lopez Sintas and Pilar Lopez Belbeze</i>	
On a Family of Transformed Stochastic Orders	931
Su una famiglia di ordinamenti stocastici trasformati	
<i>Tommaso Lando and Lucio Bertoli-Barsotti</i>	

Bayesian stochastic search for Ising chain graph models	935
<i>Ricerca stocastica Bayesiana per modelli grafici a catena Ising</i>	
<i>Andrea Lazzerini · Monia Luppearelli · Francesco C. Stingo</i>	
On the statistical design of parameters for variables sampling plans based on process capability index Cpk	941
<i>Progettazione statistica dei parametri per il piano di campionamento per variabili basato sull'indice di capacità di processo Cpk</i>	
<i>Antonio Lepore, Biagio Palumbo and Philippe Castagliola</i>	
Nowcasting foreign tourist arrivals using Google Trends: an application to the city of Florence, Italy	947
<i>Nowcasting degli arrivi turistici stranieri usando Google Trends: un'applicazione nella città di Firenze, Italia</i>	
<i>Alessandro Magrini</i>	
Inclusive growth in European countries: a cointegration analysis	953
<i>La crescita inclusiva nei paesi europei: un'analisi di cointegrazione</i>	
<i>Paolo Mariani, Andrea Marletta, Alessandra Michelangeli</i>	
ESCO- the European Labour Language: a conceptual and operational asset in support of labour governance in complex environments	959
<i>ESCO il linguaggio europeo del lavoro: uno strumento concettuale ed operativo per le politiche del lavoro in contesti complessi</i>	
<i>Cristilla Martelli, Laura Grassini, Adham Kahlawi, Maria Flora Salvatori, Lucia Buzzigoli</i>	
Hidden Markov Models for High Dimensional Data	965
<i>Hidden Markov Models per dati ad alta dimensionalità</i>	
<i>Martino, A., Guatteri, G., Paganoni, A.M.</i>	
Classification of Italian classes via bivariate semi parametric multilevel models	971
<i>Classificazione delle classi italiane per mezzo di modelli bivariati a effetti misti semi parametrici</i>	
<i>Chiara Masci, Francesca Ieva, Tommaso Agasisti and Anna Maria Paganoni</i>	
Data Mining Application to Healthcare Fraud Detection: Two-Step Unsupervised Clustering Method for Outlier Detection with Administrative Databases	977
<i>Data Mining Applicato al Riconoscimento Frodi in Sanità: Algoritmo a Due Step per l'Identificazione di Outliers con Database Amministrativi</i>	
<i>Massi Michela C., Ieva Francesca, Lettieri Emanuele</i>	
Multivariate analysis and biodiversity partitioning of a demersal fish community: an application to Lazio coast	985
<i>Analisi multivariata e partizione della biodiversità di una comunità di specie demersali: un'applicazione alla costa laziale</i>	
<i>M. Mingione, G. Jona Lasinio, S. Martino, F. Colloca</i>	
Latent Markov models with discrete separate cluster random effects on initial and transition probabilities	991
<i>Modelli Latent Markov ad effetti casuali discreti e separati per le probabilità iniziali e di transizione</i>	
<i>Giorgio E. Montanari and Marco Doretti</i>	
Unsuitability of likelihood-based asymptotic confidence intervals for Response-Adaptive designs in normal homoscedastic trials	997
<i>Inadeguatezza degli intervalli di confidenza asintotici basati sulla verosimiglianza per disegni Response-Adaptive in caso di risposte normali omoschedastiche</i>	
<i>Marco Novelli and Maroussa Zagoraïou</i>	
Local Hypothesis Testing for Functional Data: Extending False Discovery Rate to the Functional Framework	1003
<i>Verifica locale delle ipotesi nell'ambito dei dati funzionali: estensione della nozione di False Discovery Rate al contesto funzionale</i>	
<i>Niels Asken Lundtorp Olsen, Alessia Pini, and Simone Vantini</i>	
Educational mismatch and attitudes towards migration in Europe	1009
<i>Disallineamento fra formazione e lavoro e atteggiamenti verso le migrazioni in Europa</i>	
<i>Marco Guido Palladino and Emiliano Sironi</i>	
Soft thresholding Bayesian variable selection for compositional data analysis	1015
<i>Selezione di Variabili Bayesiana con funzioni di soglia per l'analisi di dati di composizione</i>	
<i>Matteo Pedone, Francesco C. Stingo</i>	
Sentiment-driven investment strategies: a practical example of AI-powered engines in a corporate setting	1021
<i>Strategie d'investimento guidate dal sentiment: un esempio pratico di Intelligenza Artificiale in contesto aziendale</i>	
<i>Mattia Pedrini, Sebastian Donoso, Enrico Deusebio, Nicola Donelli, Gabriele Arici, Andrea Cosentini, Paola Mosconi, Diego Ostinelli and Claudio Cocchis</i>	

Betting on football: a model to predict match outcomes	1027
Scommettere sul calcio: un nuovo modello per prevedere l'esito delle partite	
<i>Marco Petretta, Lorenzo Schiavon and Jacopo Diquigiovanni</i>	
Estimation of dynamic quantile models via the MM algorithm	1033
Stima di modelli Quantilici Dinamici con algoritmo MM	
<i>Fabrizio Poggioni, Mauro Bernardi, Lea Petrella</i>	
The decomposition by subpopulations of the Pietra index: an application to the professional football teams in Italy	1039
La scomposizione per sottopopolazioni dell'indice di Pietra: un'applicazione alle squadre professionistiche di calcio in Italia	
<i>Francesco Porro and Mariangela Zenga</i>	
An Object Oriented Data Analysis of Tweets: the Case of Queen Elizabeth Olympic Park .	1045
Object Oriented Data Analysis di Tweet: il caso del Queen Elizabeth Olympic Park	
<i>Paola Riva, Paola Sturla, Anna Calissano and Simone Vantini</i>	
Bias reduced estimation of a fixed effects model for Expected Goals in association football	1051
Stima non distorta di un modello Expected Goal con effetti fissi nel calcio	
<i>Lorenzo Schiavon and Nicola Sartori</i>	
Looking for Efficient Methods to Collect and Geolocalise Tweets	1057
Alla ricerca di metodi efficienti per raccogliere e geolocalizzare tweet	
<i>Stephan Schlosser, Daniele Toninelli and Silvia Fabris</i>	
Principal ranking profiles	1063
Principal ranking profiles	
<i>Mariangela Sciandra, Antonella Plaia</i>	
A statistical model for voting probabilities	1069
Un modello statistico per le probabilità di voto	
<i>Rosaria Simone, Stefania Capecchi</i>	
How Citizen Science and smartphones can help to produce timely and reliable information? Evidence from the "Food Price Crowdsourcing in Africa" (FPCA) project in Nigeria	1075
Citizen Science e smartphone posso aiutare nella raccolta di dati tempestivi e affidabili? Testimonianze del progetto "Food Price Crowdsourcing in Africa" (FPCA) condotto in Nigeria	
<i>Gloria Solano-Hermosilla, Fabio Micale, Vincenzo Nardelli, Julius Adewopo, Celso Gorrín González</i>	
Dealing with uncertainty in automated test assembly problems	1083
La gestione dell'incertezza nei problemi di assemblaggio automatizzato dei test	
<i>Giada Spaccapanico Proietti, Mariagiulia Matteucci and Stefania Mignani</i>	
Joint Models: a smart way to include functional data in healthcare analytics	1089
Modelli congiunti: un metodo per includere i dati funzionali nelle analisi in ambito sanitario	
<i>Marta Spreafico, Francesca Ieva</i>	
Bayesian multiscale mixture of Gaussian kernels for density estimation	1095
Stima di densità tramite misture bayesiane multiscala di kernel gaussiani	
<i>Marco Stefanucci and Antonio Canale</i>	
Dynamic Bayesian clustering of running activities	1101
Clustering Bayesiano dinamico di attività di corsa	
<i>Mattia Stival and Mauro Bernardi</i>	
Employment and fertility in couples: whose employment uncertainty matter most?	1107
Lavoro e fecondità in coppia: il ruolo dell'incertezza lavorativa secondo una prospettiva di genere	
<i>Valentina Tocchioni, Daniele Vignoli, Alessandra Mattei, Bruno Arpino</i>	
A Functional Data Analysis Approach to Study a Bike Sharing Mobility Network in the City of Milan	1113
<i>Agostino Torti, Alessia Pini and Simone Vantini</i>	
Multiresolution Topological Data Analysis for Robust Activity Tracking	1119
<i>Giovanni Trappolini, Tullia Padellini, and Pierpaolo Brutti</i>	
Semilinear regression trees	1125
Alberi di regressione semilineari	
<i>Giulia Vannucci and Anna Gottard</i>	

A models selection criterion for evaluation of heat wave hazard: a case study of the city of Prato.....	1131
Un criterio di selezione dei modelli per la valutazione della pericolosità delle ondate di calore: un caso studio della città di Prato	
<i>Veronica Villani, Giuliana Barbato, Elvira Romano and Paola Mercogliano</i>	
Digital Inequalities and ICT Devices: The ambiguous Role of Smartphones.....	1139
<i>Laura Zannella, Marina Zannella</i>	

Section 4. Posters

Modelling Hedonic Price using semiparametric M-quantile regression	1147
Regressione m-quantilica semiparametrica per la modellizzazione dei prezzi edonici	
<i>Riccardo Borgoni, Antonella Carcagni, Alessandra Michelangeli, Nicola Salvati</i>	
Bayesian mixed latent factor model for multi-response marine litter data with multi-source auxiliary information	1153
Modello bayesiano misto a fattori latenti per l'abbondanza di rifiuti marini con informazioni ausiliarie di diversa provenienza	
<i>Crescenza Calculli, Alessio Pollice, Marco V. Guglielmi and Porzia Maiorano</i>	
Official statistics to support the projects of A Scuola di OpenCoesione	1159
L'esperienza di monitoraggio civico in Lombardia nell'anno scolastico 2018-19	
<i>del Vicario G. and Di Gennaro L. and Ferrazza D. and Spinella V. and Viviano L.</i>	
Spatial Logistic Regression for Events Lying on a Network: Car Crashes in Milan.....	1165
Regressione logistica per eventi su network: gli incidenti automobilistici nel comune di Milano	
<i>Andrea Gilardi, Riccardo Borgoni and Diego Zappa</i>	
Variable selection and classification by the GRID procedure	1171
Selezione e classificazione delle variabili attraverso il metodo GRID	
<i>Francesco Giordano, Soumendra Nath Lahiri and Maria Lucia Parrella</i>	
Joint VaR and ES forecasting in a multiple quantile regression framework.....	1177
Stima congiunta del VaR e dell'ES attraverso la regressione quantilica multipla	
<i>Merlo Luca, Petrella Lea and Raponi Valentina</i>	
Approximate Bayesian Computation methods to model Multistage Carcinogenesis	1183
Metodi di Approximate Bayesian Computation per modellare la Cancerogenesi Multistadiale	
<i>Consuelo R. Nava, Cinzia Carota, Jordy Bollon, Corrado Magnani, Francesco Barone-Adesi</i>	
Co-clustering TripAdvisor data for personalized recommendations	1189
Co-clustering di dati TripAdvisor per un sistema di raccomandazioni personalizzato	
<i>Giulia Pascali, Alessandro Casa and Giovanna Menardi</i>	
Latent class analysis of endoreduplicated nuclei in confocal microscopy.....	1195
Analisi di classi latenti per dati di nuclei endoreduplicati tramite microscopia confocale	
<i>Ivan Sciascia ivan.sciascia@unito.it, Gennaro Carotenuto gennaro.carotenuto@unito.it, Andrea Genre andrea.genre@unito.it, Università di Torino Dipartimento di Scienze della vita e biologia dei sistemi, viale Mattioli 25, 10125 Torino</i>	

Joint VaR and ES forecasting in a multiple quantile regression framework

Stima congiunta del VaR e dell'ES attraverso la regressione quantilica multipla

Merlo Luca, Petrella Lea and Raponi Valentina

Abstract An accurate assessment of tail dependencies of financial returns is key for risk management and portfolio allocation. In this paper we consider a multiple linear quantile regression setting for joint prediction of tail risk measures, namely Value at Risk (VaR) and Expected Shortfall (ES), using a generalization of the Multivariate Asymmetric Laplace distribution. The proposed method permits simultaneous modelling of multiple conditional quantiles of a multivariate response variable and allows to study the dependence structure among financial assets at different quantile levels. Subsequently, we introduce a method for portfolio construction where we show that the portfolio returns follow a univariate asymmetric Laplace density. An empirical application to weekly returns of three major stock market indices, will be considered in the future to illustrate the practical applicability and relevance of joint estimation of VaR and ES in a multivariate framework.

Abstract Una stima accurata della dipendenza nelle code dei rendimenti finanziari fondamentale per la gestione del rischio. In questo paper proponiamo un modello di regressione quantilica multipla per la stima congiunta di misure di rischio, quali il *Value at Risk* (VaR) e l'*Expected Shortfall* (ES) sfruttando una generalizzazio-

Merlo Luca

Department of Statistical Sciences, Sapienza University of Rome, Piazzale Aldo Moro 5, e-mail: luca.merlo@uniroma1.it

Petrella Lea

MEMOTEF Department, Sapienza University of Rome, Via del Castro Laurenziano 9, e-mail: lea.petrella@uniroma1.it

Raponi Valentina

Imperial College Business School, Imperial College London, South Kensington Campus London, e-mail: v.raponi13@imperial.ac.uk

ne della distribuzione asimmetrica di Laplace multivariata. La metodologia adottata permette di modellare simultaneamente i quantili condizionati e di studiare la dipendenza tra diversi asset finanziari. Successivamente, introduciamo un approccio innovativo per la costruzione di un portafoglio finanziario la cui distribuzione risulta essere una distribuzione asimmetrica di Laplace univariata. L'analisi empirica che verrà effettuata in futuro analizzerà tre principali indici azionari e mostrerà la rilevanza applicativa della stima del VaR e dell'ES in un contesto multivariato.

Key words: Quantile Regression, Multiple quantiles, Multivariate Asymmetric Laplace Distribution, CAViaR, Value at Risk, Expected Shortfall

1 Introduction

The events of the ongoing credit crisis and past financial crises have emphasized the necessity for appropriate risk measures. The use of quantitative risk measures has become an essential management tool providing advice and support for asset management decisions. The most widely used risk measure is Value at Risk (VaR) that measures the maximum loss in which a financial operator can incur over a defined time horizon and for a given confidence level. However, it has a number of drawbacks [2]: it lacks of tail-sensitivity, thus it does not warn about the size of the losses that occur with a probability lower than the predetermined confidence level and, it is not a coherent risk measure [2]. Accordingly, as a remedy for the deficiencies of VaR, [1] and [7] introduced the Expected Shortfall (ES) defined as the conditional expectation of exceedances beyond VaR. Unlike VaR, the ES enjoys interesting properties: it is a coherent risk measure and, by taking into consideration magnitude and occurrence of extreme negative returns that drop below VaR, it offers information on the heaviness of the tails of the loss distribution.

The main goal of the present paper is to extend the work of [8] to a multiple linear quantile regression framework for VaR and ES joint forecasting. We exploit the research effort of [6] where a generalization of the univariate inferential approach based on the Asymmetric Laplace (AL) distribution to a multivariate framework has been proposed by using a reparametrization of the Multivariate Asymmetric Laplace (MAL) distribution presented by [5]. This approach allows for quantile-specific determinants of different responses and by jointly modelling them, one can borrow information across responses and conduct joint inference at the marginal quantiles level, revealing some possible underlying truth that can not be detected by univariate

models. From a practical perspective, this methodology provides a deep investigation of the interdependences among multiple financial assets at different quantile levels. To capture the salient features of financial time series, i.e. the stylized facts, we model the marginal conditional quantiles using an autoregressive specification: the Conditional Autoregressive VaR (CAViAR) of [3]. For the ES component, following the work of [8], we let the AL marginals scale parameters to be time-varying such as to produce an estimate of the time-varying conditional ES. In this way, we estimate the ES as a by-product of VaR. The inferential method is implemented by using the EM algorithm. Subsequently, we determined analytically that all linear combinations of MAL components have univariate AL densities. Hence, it is possible to build a portfolio whose returns are AL distributed where its parameters are a function of the MAL parameters and the allocation weights. It is our intention to provide investors and asset managers operative tools for portfolio construction and risk evaluation, disclosing risk factors that should be taken into account by timely and adequate re-allocations of assets. In order to assess the forecasting performance of the suggested risk measurement procedure we carry out a set of targeted tests. To assess VaR and ES predictions jointly, we use the score functions of [4] and [8], respectively.

2 Methodology

Following the work of [6], we introduce the joint quantile regression framework and the MAL distribution of [5]. Let $\mathbf{Y}_t = [Y_{t1}, Y_{t2}, \dots, Y_{tp}]'$ be a p -variate response variable and assume that the τ_j -quantile of each of the j -th component of \mathbf{Y}_t , conditional on the information set available at time $t - 1$, \mathcal{F}_{t-1} , is $Q_{Y_{tj}}(\tau_j | \mathcal{F}_{t-1})$ for $j = 1, 2, \dots, p$ and $t = 1, 2, \dots, T$. Our objective is to provide joint estimation of the p marginal conditional quantiles of $\mathbf{Y}_t \in \mathcal{R}^p$ in a multivariate framework. For a given vector $\boldsymbol{\tau} = [\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_p]'$ we consider the model

$$\mathbf{Y}_t = \boldsymbol{\mu}_t + \boldsymbol{\varepsilon}_t, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (1)$$

where $\boldsymbol{\varepsilon}_t$ denotes a $p \times 1$ vector of error terms with (univariate) component-wise quantiles (at fixed levels τ_1, \dots, τ_p , respectively) equal to zero. This assumption implies $\boldsymbol{\mu}_t = Q_{\mathbf{Y}_t}(\boldsymbol{\tau} | \mathcal{F}_{t-1})$ a $p \times 1$ vector whose generic element is $Q_{Y_{tj}}(\tau_j | \mathcal{F}_{t-1})$.

For model (1), we consider the following $MAL_p(\boldsymbol{\mu}_t, \mathbf{D}_t \boldsymbol{\xi}, \mathbf{D}_t \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{D}_t)$ distribution with density function:

$$f_Y(\mathbf{y}_t | \boldsymbol{\mu}_t, \mathbf{D}_t \boldsymbol{\xi}, \mathbf{D}_t \tilde{\boldsymbol{\Sigma}} \mathbf{D}_t) = \frac{2 \exp \left\{ (\mathbf{y}_t - \boldsymbol{\mu}_t)' \mathbf{D}_t^{-1} \tilde{\boldsymbol{\Sigma}}^{-1} \boldsymbol{\xi} \right\}}{(2\pi)^{p/2} |\mathbf{D}_t \tilde{\boldsymbol{\Sigma}} \mathbf{D}_t|^{1/2}} \left(\frac{\tilde{m}_t}{2 + \tilde{d}} \right)^{\nu/2} K_\nu \left(\sqrt{(2 + \tilde{d}) \tilde{m}_t} \right)$$

where $\boldsymbol{\mu}_t$ is the location parameter vector, $\mathbf{D}_t \boldsymbol{\xi} \in \mathcal{R}^p$ is the scale (or skew) parameter, with $\mathbf{D}_t = \text{diag}[\delta_{t1}, \delta_{t2}, \dots, \delta_{tp}]$, $\delta_{tj} > 0$ and $\boldsymbol{\xi} = [\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_p]'$, having generic element $\xi_j = \frac{1-2\tau_j}{\tau_j(1-\tau_j)}$. $\tilde{\boldsymbol{\Sigma}}$ is a $p \times p$ positive definite matrix such that $\tilde{\boldsymbol{\Sigma}} = \tilde{\boldsymbol{\Lambda}} \boldsymbol{\Psi} \tilde{\boldsymbol{\Lambda}}$, with $\boldsymbol{\Psi}$ being a correlation matrix and $\tilde{\boldsymbol{\Lambda}} = \text{diag}[\tilde{\sigma}_1, \tilde{\sigma}_1, \dots, \tilde{\sigma}_p]$, with $\tilde{\sigma}_j^2 = \frac{2}{\tau_j(1-\tau_j)}$, $j = 1, \dots, p$. Moreover, $\tilde{m}_t = (\mathbf{y} - \boldsymbol{\mu}_t)' (\mathbf{D}_t \tilde{\boldsymbol{\Sigma}} \mathbf{D}_t)^{-1} (\mathbf{y} - \boldsymbol{\mu}_t)$, $\tilde{d} = \boldsymbol{\xi}' \tilde{\boldsymbol{\Sigma}} \boldsymbol{\xi}$, and $K_\nu(\cdot)$ denotes the modified Bessel function of the third kind with index parameter $\nu = (2 - p)/2$. Under these conditions we have that, if $\mathbf{Y}_t \sim \text{MAL}_p(\boldsymbol{\mu}_t, \mathbf{D}_t \boldsymbol{\xi}, \mathbf{D}_t \tilde{\boldsymbol{\Sigma}} \mathbf{D}_t)$, then $\mathbb{P}(Y_{tj} < \mu_{tj}) = \tau_j$ and $Y_{tj} \sim \text{AL}(\mu_{tj}, \tau_j, \delta_{tj})$ for $j = 1, 2, \dots, p$. With respect to the MAL density employed in [6], here we let the diagonal matrix \mathbf{D}_t , be time-varying i.e. each δ_{tj} represents the time-varying scale parameter of the marginal AL distribution of Y_{tj} , for every $j = 1, 2, \dots, p$. This generalization allows us to jointly estimate the p marginal conditional VaR and ES of $\mathbf{Y}_t \in \mathcal{R}^p$.

Throughout the paper we assume that $Q_{Y_{tj}}(\tau_j | \mathcal{F}_{t-1})$ can be modelled as a function of its past values, $Q_{Y_{t-1j}}(\tau_j | \mathcal{F}_{t-2})$ using a CAViaR representation proposed in [3]. For the ES component, following the work of [8], we can express it in terms of the conditional scale matrix \mathbf{D}_t of the MAL density. Each marginal of the MAL density is AL distributed and this justifies that the ES can be expressed in terms of the conditional scale parameter δ_{tj} . We consider a time-varying scale parameter of the AL density of the type:

$$ES_{tj} = \mathbb{E}[Y_{tj}] - \frac{\delta_{tj}}{\tau_j} \tag{2}$$

where

$$\delta_{tj} = \mathbb{E}[(Y_{tj} - Q_{Y_{tj}})(\tau_j - \mathbf{1}_{(Y_{tj} < Q_{Y_{tj}})})] \tag{3}$$

In the light of the outcome of [8] and supposing that \mathbf{Y}_t has zero mean, we model the ES as the product of the quantile and a multiplicative factor γ_j . In this way, the dynamics of VaR and of ES is the same. To avoid crossing, we express the ES using an exponential function of the unconstrained parameter γ_j .

$$ES_{tj} = (1 + e^{\gamma_j}) Q_{Y_{tj}}(\tau_j), \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad j = 1, 2, \dots, p. \tag{4}$$

The representation in (4) provides a simple and parsimonious approach to enable simultaneous VaR and ES estimation in a semiparametric framework.

- [5] Kotz, S., Kozubowski, T. and Podgorski, K. [2012], *The Laplace distribution and generalizations: a revisit with applications to communications, economics, engineering, and finance*, Springer Science & Business Media.
- [6] Petrella, L. and Raponi, V. [2019], 'Joint estimation of conditional quantiles in multivariate linear regression models. An application to financial distress', *Journal of Multivariate Analysis* **173**, 70–84.
- [7] Rockafellar, R. T., Uryasev, S. et al. [2000], 'Optimization of conditional Value at Risk', *Journal of risk* **2**, 21–42.
- [8] Taylor, J. W. [2019], 'Forecasting Value at Risk and Expected Shortfall using a semiparametric approach based on the asymmetric Laplace distribution', *Journal of Business & Economic Statistics* **37**, 121–133.