



**ATHENS UNIVERSITY
OF ECONOMICS AND BUSINESS**

DEPARTMENT OF STATISTICS

AUXILIARY VARIABLE SAMPLING FOR
SOME TIME-VARYING VOLATILITY
MODELS

By

Stefanos G. Giakoumatos

A THESIS

Submitted to the Department of Statistics
of the Athens University of Economics and Business
in partial fulfilment of the requirements for
the degree of PhD in Statistics

Athens, Greece
2004



**ATHENS UNIVERSITY
OF ECONOMICS AND BUSINESS**

DEPARTMENT OF STATISTICS

AUXILIARY VARIABLE SAMPLING FOR
SOME TIME-VARYING VOLATILITY
MODELS

By

Stefanos G. Giakoumatos

A THESIS

Submitted to the Department of Statistics
of the Athens University of Economics and Business
in partial fulfilment of the requirements for
the degree of PhD in Statistics

Athens, Greece
June 2004



**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**

ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ

**ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ
ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΓΙΑ ΜΟΝΤΕΛΑ
ΜΕ ΧΡΟΝΙΚΑ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΗ
ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ**

Στέφανος Γ. Γιακουμάτος

ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Που υποβλήθηκε στο Τμήμα Στατιστικής
του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών
ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση
Διδακτορικού Διπλώματος στη Στατιστική

Αθήνα
Ιούνιος 2004

DEDICATION

Στην μητέρα μου Ευαγγελία

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank my supervisor Petros Dellaportas for his teaching, guidance and encouragement. Without his assistance this thesis would not have been possible to be completed.

Furthermore, I want to thank the three women in my life (up to now), my mother, my sister and Sofia for their love, patience and endless support.

I would also like to thank D. Politis and J. Stamoulis for their valuable assistance throughout the project, and E. Xekalaki and N. Fragos for their valuable comments.

Finally, I would like to express my thanks to D. Alpanezos for his suggestions and comments and to State Scholarship Foundation of Greece for the financial support.

VITA

I was born in Athens in 22 of July 1972. My first degree is B.Sc in Statistics granted by Athens University of Economics and Business, department of Statistics (year of graduation 1994). In 1997, I graduated from the M.Sc. program in Statistics from the same University.

My Ph.D. studies was funded by the State Scholarship Foundation of Greece.

Publications

“An application of three bivariate time varying volatility models”, 2001 (with Vrontos, I.D., Dellaportas, P., and Politis D.N.), Applied stochastic models in business and industry, 17, 121-133.

“An MCMC Convergence Diagnostic using Subsampling”, 1999 (with Vrontos, I. D., Dellaportas, P., and Politis, D. N.), Journal of Computational and Graphical Statistics, volume 8, number 3, 431-451.

“Bayesian Analysis of the Unobserved ARCH model”, (with Dellaportas, P. and D. N. Politis), to appear in Statistics and Computing.

Submitted Papers

“Bayesian analysis of some Multivariate time varying volatility models”, (with P. Dellaportas and D. N. Politis), Submitted.

ABSTRACT

Stefanos G. Giakoumatos

AUXILIARY VARIABLE SAMPLING FOR SOME TIME-VARYING VOLATILITY MODELS

June 2004

The phenomenon of changing variance and covariance is often encountered in financial time series. As a result, during the last years researchers focused on the time-varying volatility models. These models are able to describe the main characteristics of the financial data such as the volatility clustering.

In addition, the development of the Markov Chain Monte Carlo Techniques (MCMC) provides a powerful tool for the estimation of the parameters of the time-varying volatility models, in the context of Bayesian analysis.

In this thesis, we adopt the Bayesian inference and we propose easy-to-apply MCMC algorithms for a variety of time-varying volatility models.

We use a recent development in the context of the MCMC techniques, the Auxiliary variable sampler. This technique enables us to construct MCMC algorithms, which only consist of Gibbs steps. We propose new MCMC algorithms for the following models:

- Univariate models
 - Stochastic volatility model,
 - Unobserved ARCH model,
 - ARCH model,
 - GARCH model,
- Multivariate models
 - Stochastic volatility model,
 - Unobserved ARCH,
 - Latent factor ARCH model,
 - Latent factor GARCH model.

By using the auxiliary variable techniques and non-linear transformations of the parameters space, we propose new MCMC algorithms - for the aforementioned models - which are easily applied and allow estimation of the posterior distribution of model parameters.

Furthermore, we apply the proposed MCMC algorithms to real data and compare the above models based on their predictive distribution

Finally, we propose a new MCMC convergence diagnostic that is based on the subsampling theory.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στέφανος Γ. Γιακουμάτος

ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΜΕ ΧΡΟΝΙΚΑ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ

Ιούνιος 2004

Στις χρονολογικές σειρές των οικονομικών δεδομένων έχει παρατηρηθεί ότι η διακύμανση και η συνδιακύμανση δεν είναι σταθερές αλλά μεταβάλλονται κατά την διάρκεια του χρόνου. Αποτέλεσμα αυτού του γεγονότος είναι ότι οι ερευνητές έχουν μετακινήσει το ενδιαφέρον τους στα μοντέλα μεταβαλλόμενης διακύμανσης (time-varying volatility models) που έχουν την δυνατότητα να εξηγούν την μεταβλητότητα αυτή.

Επιπλέον, οι Markov Chain Monte Carlo μέθοδοι (MCMC) στο πλαίσιο της ανάλυσης κατά Bayes, μας παρέχουν ένα ιδιαίτερα εύχρηστο και αποτελεσματικό εργαλείο για την εκτίμηση των παραμέτρων αυτών των μοντέλων και όχι μόνο.

Σε αυτή την διατριβή υιοθετούμε την ανάλυση κατά Bayes και τα σύγχρονα επιτεύγματα στα πλαίσια των MCMC τεχνικών – κυρίως την τεχνική Auxiliary variable sampler- έτσι ώστε να κατασκευάσουμε εύκολους στην εφαρμογή αλγόριθμους MCMC.

Αναλυτικά, προτείνουμε νέους αλγόριθμους για τα παρακάτω μοντέλα:

- Μονοδιάστατα μοντέλα
 - Stochastic volatility model,
 - Unobserved ARCH model,
 - ARCH model,
 - GARCH model,
- Πολυδιάστατα μοντέλα
 - Stochastic volatility model,
 - Unobserved ARCH,
 - Latent factor ARCH model,
 - Latent factor GARCH model.

Χρησιμοποιώντας τις μεθόδους auxiliary variable και εφαρμόζοντας μη-γραμμικούς μετασχηματισμούς του παραμετρικού χώρου, στα προαναφερθέντα μοντέλα προτείνουμε αλγόριθμους που είναι εύκολα εφαρμόσιμοι και επιτρέπουν την εκτίμηση των παραμέτρων των αναφερθέντων μοντέλων.

Επιπλέον, εφαρμόζουμε τους παραπάνω αλγορίθμους σε πραγματικά δεδομένα και συγκρίνουμε τα αναλυθέντα μοντέλα βασιζόμενοι στις κατανομές πρόβλεψης.

Τέλος, προτείνουμε ένα νέο διαγνωστικό σύγκλισης των Μαρκοβιανών αλυσίδων που βασίζεται στην θεωρία του Subsampling.