



Title	Discriminant Analysis for Time Series by Spectral Distribution
Author(s)	張, 国強
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/39170
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	張 國 強
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 11926 号
学位授与年月日	平成 7 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科数理系専攻
学位論文名	Discriminant Analysis for Time Series by Spectral Distribution (スペクトル分布に基づく時系列における判別分析について)
論文審査委員	(主査) 教授 白旗 慎吾 (副査) 教授 稲垣 宣生 教授 後藤 昌司 助教授 谷口 正信

論文内容の要旨

判別分析は新しい観測系列をどうやって既に定義された幾つものカテゴリーへ配分するかという問題を扱う多変量的な技術であり、新観測系列を最適に配分するにはどんな基準を使ったら宜しいかがポイントになる。多変量解析や時系列解析では、対数尤度比(LR)は誤判別の期待損失を最小にする意味で最適な判別基準であることがよく知られているが、LRの式の中で共分散行列の逆行列計算等が含まれているので、標本サイズが大きくなればなるほど全体の計算は益々複雑になってしまう。実際に(特に時系列解析では)LRの近似が実用統計量として頻繁に使われている。5章によって構成された本論文ではスペクトル分布に基づく時系列における判別分析を議論する。

第1章では、ある定常線形ベクトル過程 $\{X_t\}$ を二つのカテゴリー π_1 と π_2 のどちらかへ判別する問題を考えた。判別統計量として使われているのはLRのスペクトル近似 $I(f, g)$ で、但し f, g は仮説 π_1 と π_2 における $\{X_t\}$ のスペクトル密度行列である。 $I(f, g)$ は誤判別の確率が漸近的にゼロに収束するという意味で一致判別基準であることを証明した。またスペクトル密度 f が g に近接する時 $I(f, g)$ の非正規なロバスト性を研究し、 $\{X_t\}$ の母数が未知の場合の判別問題も議論した。第2章では、ある定常線形過程 $\{X_t\}$ における判別問題を考えた。提案した判別統計量は α エントロピーという概念に関連する B_α である。スペクトル密度が近接する時漸近的に B_α の誤判別の確率はLRと等しいことを証明し、 B_α はLRにないピーク・ロバスト性を持つことも発見した。第3章では、正規定常ARMA過程における判別問題の高次漸近論を考えた。二つの判別統計量を提案したが、これらを判別基準として使う時の誤判別の確率を高次(2, 3次)まで展開し、判別の良さを比較した。第4章では、正規定常long-memory過程における判別問題を考えた。二次形式 Q (LRを含む)を判別統計量として利用し、LRが一致判別基準であることが分かり、また、 Q の二つの一致判別統計量も与えた。第5章では、定常線形long-memory誤差項を持つ回帰時系列における判別問題を考えた。判別統計量はLRのほかに、LSEとBLUEに関連する判別基準や二次形式型判別基準を提案し、short-memory誤差項を持つ回帰時系列に対する結果と違うものが得られた。

論文審査の結果の要旨

時系列における判別分析とは、新しい時系列データがこれまでに知られている複数のカテゴリーのどれに分類されるかを決定することである。時系列解析では従来は正規線形模型を仮定して尤度を用いる方法が主流であり、判別分析も例外ではなかった。尤度を用いる方法は理論的には最良であることが分かっていたが、標本数が大きくなれば計算が困難となり、一方小さい場合は極限分布による近似が悪化するという欠点があった。また、時系列の構造に関しては短期記憶、すなわち系列の相関が比較的急速に減少する模型の解析が主流であったが経済学などでは相関があまり急速には減少しない長期記憶模型の解析が要求され始めている。

本論文は、従来主流であった方法の欠点を回復するための工夫を行い、また、新たに要求され始めている分野に対して新たな接近を行った研究成果をまとめたものである。得られた主な成果を要約すると次の通りである。

定常正規線形模型における判別分析における尤度法によって与えられる統計量に対し、ペリオドグラムを用いた統計量による近似を考え、その同値性、一致性を示した。また、分布が正規でない場合でも誤判別確率があまり低下しない頑健性や、判別の対象となる系列が未知である場合の解析を行った。さらに、 α -エントロピーと呼ばれる量による統計量が頑健であることを示した。これらは標本数が大きい場合の漸近理論であるが、標本数が小さい場合のために、自己回帰模型や自己回帰移動平均模型の下での誤判別確率を標本数の高次まで展開した式を与えている。

一方、長期記憶模型においては尤度法は二次形式により与えられるが、尤度法が一致判別法であることを示し、いくつかの有用な二次形式を構成している。さらに、判別対象が回帰模型で誤差項が長期記憶模型の場合に、尤度法、最小2乗法、最良線形不偏推定法による判別法や二次形式による判別法を提案し、特に非正規な長期記憶模型の場合に短期記憶模型で得られている結果と本質的に異なる結果を得た。

以上のように、本論文は時系列解析における判別分析に対して、従来の手法では不十分であった問題に対して新たな方法を提案するものであり、時系列解析における理論・応用の発展に寄与するところが大きく、博士論文として価値あるものと認定する。