

混合ガウスモデルを用いた市場注文状況の変化の検出*

宮崎 文吾[†], 和泉 潔[‡], 鳥海 不二夫[‡], 高橋 諒[§]

[†] 東京大学工学部, [‡] 東京大学大学院工学系研究科, [§] 株式会社日本取引所グループ広報・IR部

背景と目的

金融市場においては、日々膨大な情報が発生
効率的かつ的確な情報把握が求められている



数理科学的な見地から、対象銘柄から求められる確率分布と
観測データとの間にある関係性を考察する中で、板形状が把握
できるか検討

研究の目的

- 特異な注文状況を検出する手法の提案
- 増資に際して内部者取引が報告された銘柄において、
注文状況の特異性が検出できるか考察

分析手法

Step1: 板情報から特徴ベクトル列を作成

板情報		
売り注文株数	価格	買い注文株数
A+	:	
40,000	A2	101
32,000	A1	B0
	A0	99
	B1	15,000
	B2	10,000
	:	B-

T分間の
注文総和

対数で
正規化

先行研究
価格
出来高
西岡 et al(2009・2010)
梅岡 et al(2012)

学習
ベクトル
列
入力
ベクトル
列

Step2: 学習ベクトル列から混合ガウスモデルを作成

(a) 特徴ベクトルをk個のクラスに分類

k-means++
Algorithm
EM
Algorithm

(c) 最適なクラス数決定

BICにより
クラス数
決定

混合ガウスモデル

(b) 対数尤度を最大化させる π, μ, Σ を算出
→ 最適な混合ガウス分布を導出

Step3: 入力ベクトル列と混合ガウスモデルとを比較分析

入力
ベクトル列

フィッティングを観察

不適合度の算出

基準
(1) 尤度
(2) マハラノビス距離

結論

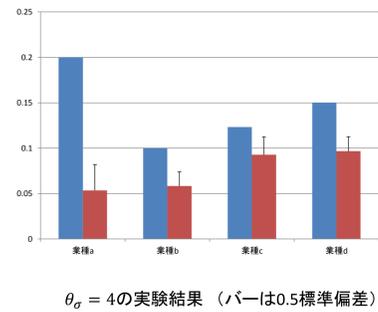
- 株式の板情報から抽出した特徴ベクトルに対し、確率モデルを適用することによって、市場状態の変化を検出する手法を提案
- 実験より、2010年の分析対象銘柄における板状況が、過去の学習期間から求めた分布とは乖離した状態にあったことを確認
- 改善の余地は残されるものの、特異な取引を効果的に検出する枠組み構築に向けた基礎研究となり得る

* 本稿に示されている内容は、筆者ら個人に属し、株式会社日本取引所グループ及びその子会社・関連会社、及び著者らが所属する組織の公式見解を示すものではありません。また、ありうべき誤りは、すべて筆者個人に属します。

実験

実験1: 分析対象銘柄と同業他社との比較

・・・分析対象とした4銘柄と、各銘柄の同業種他社との比較



- マハラノビス距離 θ_{σ} が4以上を特異な注文状況と定めた場合
- 増資公表前の10日間において、4銘柄全てが同業他社の平均よりも高い不適合度を示したことを確認

実験2: 特異な注文状況と判断する閾値の最適化

・・・精度と再現率のバランスが最適な範囲に閾値を設定する

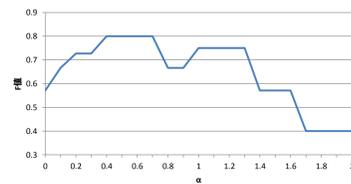
$$\theta_{inc} = \bar{\theta} + \alpha\sigma$$

最適化する対象
対象銘柄の不適合度が業種平均よりも標準偏差の何倍離れている時に特異と判断するか

$$F値 = \frac{2 \cdot 精度 \cdot 再現率}{精度 + 再現率}$$

大きい方が
良いシステム

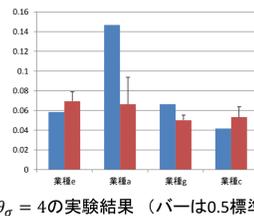
精度 = 異常と識別したうち実際に異常だった数 / 異常と識別した数
再現率 = 異常と識別したうち実際に異常だった数 / すべての異常だったものの数



0.4 ≤ α ≤ 0.7 が最適

実験3: 通常の増資銘柄との比較

・・・通常の増資銘柄においても 実験1と同様の実験を行い、
不適合度の高まりが分析対象銘柄に顕著な特徴であるか確認



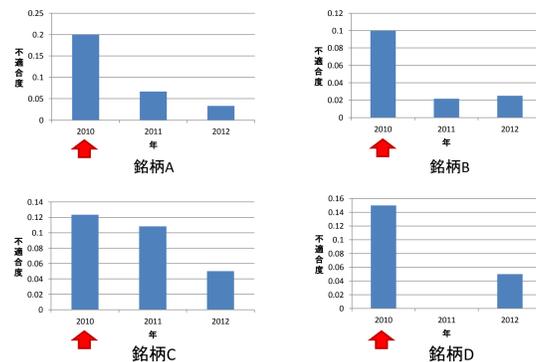
増資公表前の注文状況が特異/非特異と判定された銘柄の数

	特異	非特異
実験1の結果	4	0
通常の増資銘柄	2	2

通常の増資銘柄と比べても、分析対象銘柄の方が
増資公表前10営業日の注文状況の不適合度が高いことを確認

実験4: 分析対象銘柄の年度別比較

・・・分析対象銘柄(2010年の取引について報告)について、翌年と
翌々年の同時期における 不適合度を比較



報告があった
2010年の不適合度が最大