

Multivariate Hawkes Process を用いた 仮想通貨の値動きのモデリング

慶應義塾大学理工学研究科 茅根 脩司
慶應義塾大学理工学部 白石 博

1 研究の概要

株価の上昇・低下とセンチメント（市場心理）の変化の関係についての研究が近年行われている [1]. 本発表ではビットコインに注目して同様の視点から研究を行う. bitFlyer(<https://bitflyer.com/ja-jp/>) から 15 分足データを取り, 価格を表す指標として終値, センチメントを表す指標として出来高（取引量）を採用し, 価格の対数成長率と出来高の変化量が定めた閾値を越えた時刻をそれぞれの上昇・低下の 4 つのイベントとし, それぞれのイベントの発生を Multivariate Hawkes Process(多変量ホークス過程) でモデリングし解析を行う. 最終的には, ホークスグラフを用いて視覚的に影響構造を記述する.

2 手法

計数過程 $\{N_m(t)\}(m = 1, 2, \dots, M)$ から構成される M-変量計数過程を $\{N(t) = (N_1(t), \dots, N_M(t))\}$ とする. $N_m(t)$ の強度 $\lambda_m(t)$ が適当なカーネル関数 $g_{mq}(t)$ を用いて以下で与えられているとき $\{N(t)\}$ を M-変量ホークス過程であるという.

$$\lambda_m(t) = \eta_m + \sum_{q=1}^M \int_{-\infty}^t g_{mq}(t-u) dN_q(u)$$

多変量ホークス過程は $N_m(t)(m = 1, 2, \dots, M)$ の強度 $\lambda_m(t)$ が過去の発生したタイプ m のイベントだけでなく, 異なるタイプのイベントの過去の発生からも影響を受ける点で単変量ホークス過程と異なっている.

カーネル関数として以下を持つモデルが広く知られている.

$$g_{mq}(t) = \alpha_{mq} e^{-\beta_{mq} t} (m, q = 1, 2, \dots, M)$$

本研究では上記のカーネル関数を持つ多変量ホークス過程を想定し, パラメータを最尤法で推定する. その後 Embrechts and Kirchner(2017)[2] によって紹介されたホークスグラフを用いて影響構造の可視化を試みる. ホークスグラフとは点の重み W と隣接行列 K が以下の式で定義される重み付き有向グラフである.

$$W = (\eta_m)_{m=1, \dots, M}, \quad K = \left(\int_0^{\infty} g_{qm}(t) dt \right)_{m, q=1, \dots, M}$$

参考文献

- [1] Yang, Steve Y., et al. “Applications of a multivariate Hawkes process to joint modeling of sentiment and market return events.” *Quantitative finance* 18.2 (2018): 295-310.
- [2] Embrechts, Paul, and Matthias Kirchner. “Hawkes graphs.” *Theory of Probability & Its Applications* 62.1 (2018): 132-156.