

論文の内容の要旨

論文題目 人工市場と深層学習の活用による安全な金融市場予測の実現

氏 名 前田 巖

金融市場予測は長きに渡り熱心な研究の対象であり、近年は特に機械学習・深層学習を活用した研究が成果を挙げている一方、その予測可能性には批判的な意見も存在し、予測の確実性・安全性向上が望まれている。そのような現状に対し、本研究では人工市場を用いたデータ拡張を行うことで、金融市場予測および投資意思決定の安全性向上を目指す。人工市場を用いたデータ拡張は深層学習モデルの学習データ不足を補い、market impactを考慮した取引戦略学習を可能とするが、その実現には

1. 人工市場環境で深層学習モデルを学習させる理論面・技術面における知見不足
2. 人工市場と実市場の乖離
3. 金融市場予測の不確かさ考慮についての研究不足

といった課題が存在し、現在まで研究例はごく少数しか報告されていない。本研究では上記の3つの課題に対処するため、本研究では、

1. 人工市場と深層強化学習の活用による取引戦略学習
2. 模倣学習を用いた注文行動モデリング
3. ベイズ深層学習を用いた不確かさの考慮

以上の3つの研究を行った。人工市場と深層強化学習の活用による取引戦略学習研究では、学習フレームワークの提案および深層強化学習手法間の比較検討を行い、人工市場環境における深層強化学習モデルの効率的な学習を実現した。模倣学習を用いた注文行動モデリング研究では、latent segmentationとmulti-modal imitation learningを組み合わせ、注文者情報が匿名化された実市場取引データから市場を構成する複数の投資戦略を抽出する手法を提案した。ベイズ深層学習を用いた不確かさの考慮研究では、ベイズ深層学習の活用により信頼性の高い価格動向予測および投資意思決定が行えることを確認した。以上の成果により、人工市場を用いたデータ拡張、および安全な金融市場予測が大きく実現に近づいたと言える。

optional.

2. 論文博士は日本語で記入してください。（課程博士は英文でもよい。）
横書き、片面刷りとしてください。
2. **If you are obtaining your Doctorate degree by submitting a thesis (as a Ronpaku), your thesis summary must be written in Japanese.** (If you are obtaining your degree by completing the course requirements of a Doctorate program, a thesis summary in English is acceptable.)
The thesis summary is formatted with **horizontal writing and single-sided print.**
3. 大きさはA4判とし4ページ以内、10ポイント程度の活字で印刷したものとしてください。
(日本語の場合は4,000字以内（英語の場合は2,000語以内）とする。)
3. The thesis summary is to be printed on **A4-size paper** and digested into **four pages or less** using **approximately a 10 point type.**
(The restriction is **4,000 characters** for a Japanese summary and **2,000 words** for an English summary.)
4. 第1ページ上部に、タイトルを「論文の内容の要旨」とした上で、論文題目及び氏名を記入し、その下から内容の要旨を記載してください。
4. **In the upper part of the first page, the text “Thesis Summary” is typed and the title of the thesis and the name of the applicant are typed on subsequent lines. The main text of the thesis summary begins below the above heading section on the same page.**