

エージェント間自動交渉に基づく機微情報流通基盤の LA への適用に関する一考察

本田 光来^{†1} 高橋 晶子^{†3} 阿部 亨^{†1,†2} 菅沼 拓夫^{†1,†2}

^{†1} 東北大学大学院情報科学研究科 ^{†2} 東北大学サイバーサイエンスセンター
^{†3} 仙台高等専門学校

1 はじめに

オンライン授業の活発化に伴い、e-learning 用学習教材を配信する Learning Management System (LMS) の活用が進んでいる。さらに、LMS から収集されるデータを分析する Learning Analytics (LA) が普及している。LA では、学生の主体的な学習を促進するとともに、効果的な教育方法の改善を目指して、オンラインでの学習活動の中で様々な取り組みがなされている。

授業の改善や、学習支援が期待できる LA だが、LA に用いられるデータ (LA データ) は、基本的には個人情報を含む機微な情報であり、その流通には十分に配慮する必要があるが、現実的にはプライバシー侵害や第三者にデータが悪用される可能性も指摘されており、LA のさらなる発展における課題となっている [1]。したがって、学生にとって安全・安心に LA を推進するには、学生自身の意思を尊重しつつ LA データを流通する新しい枠組みが必要である。しかし、LMS は一般に膨大な量の LA データを生成するため、学生が個々のデータについて直接データ共有の可否を判断するのは大きな負担となる。

本研究では、ソフトウェアエージェント技術を用いることで学生の負担を減らしつつ、学生側の LA データ公開に対する意思を尊重した LA データ流通基盤を提案する。具体的には、エージェントが学生の代替となり、データ分析側とデータ共有の可否に関する自動交渉を行う。ここで、エージェントが完全に学生の代替となると、学生の意志を十分に反映せずに情報共有を行う可能性がある。そこで、エージェントの自動交渉中に学生の関与を可能とする Human-in-the-loop の概念を取り入れ、エージェントに対する信頼感を高めつつ、学生の選好の学習を継続的に行う仕組みを導入する。

本稿では、LA への適用を前提としたエージェント間自動交渉に基づく機微情報流通基盤の設計を行う。また、自動交渉部分に着目し、その詳細設計を行うとともに動作検証実験について検討する。

2 関連研究

プライバシー保護を考慮しつつ、動的なデータ共有を行う手法が提案されている [2]。この研究では、エージェント間の自動交渉を用いて、データ利用許諾管理のための新しいフレームワークを提案している。しかし、人間とエージェント間の信頼関係を考慮しておらず、実証実験においてもユーザが感じる作業負荷はエージェントを介さない場合と比較して変化しなかった。したがって、エージェントがユーザの機微な情報の取り扱いを任せられるだけの信用を得つつ、個人の意思を尊重したデータ共有を行うことが望ましい。

また、ユーザにかかる負担を最小限に抑えつつ、Human-in-the-loop により信頼関係を構築する手法が提案されている [3, 4]。これらの手法では事前にユーザの選好情報を過去の交渉履歴から学習する。これにより、時間経過により変化する可能性がある選好情報を効率的にエージェントが把握することが可能だが、個人が Human-in-the-loop に対応しやすいタイミングかどうかは考慮していない。本研究においては、学習者の妨げとならないタイミングでエージェントとインタラクションを行うシステムを考える必要がある。

3 提案

本研究では、人の代わりとして動作するエージェントを LA データ流通に適用し、学生の意思を考慮した柔軟なデータ共有を行う。これにより、LA による学習分析および学習支援への貢献を目的とする。関連研究で述べた課題を踏まえ、提案手法の概要を以下に述べる。

(S1) 合理的な意思決定を行うエージェント間の自動交渉

現状では、LMS に蓄積されたデータを全て提供する、もしくは拒否している。提案手法では、エージェント間の自動交渉により LA の分析に用いるデータを動的に選択し、個人の意思に沿った情報共有を可能とする。さらに、エージェントが学生の代わりにデータ共有の可否を判断することにより、学生の負担を軽減する。

(S2) Human-in-the-loop による自動交渉の改善および信頼関係の構築

学生とエージェントの協働により信頼感を高めるとともに、エージェントの性能を維持する。

A Study on Sharing Sensitive Information by Auto-Negotiation among Agents and Its Application to LA

Miku HONDA^{†1}, Akiko TAKAHASHI^{†3}, Toru ABE^{†1,†2}, and Takuo SUGANUMA^{†1,†2}

^{†1} Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

^{†2} Cyberscience Center, Tohoku University

^{†3} National Institute of Technology, Sendai College

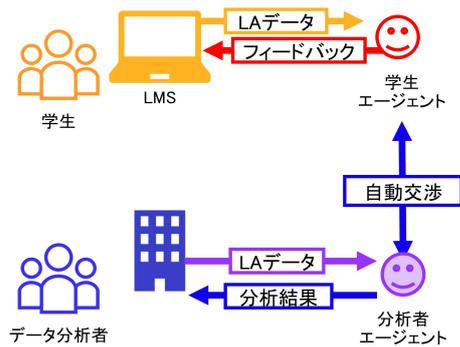


図 1: 提案手法の概要

具体的にはエージェントが不確定な意思決定を行う際に、学生に質問することで確信度を高める。また、学生が負担に感じないタイミングで Human-in-the-loop を行い、学生の学習を妨げない。

4 提案手法の設計

4.1 提案手法の概要

本研究で述べる提案の概要を図 1 に示す。まず、学生エージェントは LMS から取得可能なデータの項目名を分析者に通知する。分析者は、学習分析に使用するデータを選択し、その項目についての自動交渉を行う。このとき、過去の交渉履歴をもとに学生の選好をエージェントが把握できない場合、Human-in-the-loop を行う。データ分析者は、収集したデータをもとに学習者を分類し、学生に対する学習のフィードバックを返す。収集したデータの量をもとに、正確に学生を分類できたかを示す確信度合いも通知することで、能動的な学習者の LA データ提供を促す。

4.2 自動交渉

学生の代理となる学生エージェントと、分析者の代理となる分析者エージェント間で自動交渉を行う。自動交渉は、二者間交渉で頻繁に用いられる Alternating Offers Protocol に基づいて行う。学生が機微だと感じているデータの種別や、分析側が優先して収集したいデータを考慮し、共有するデータを選択する。

4.3 Human-in-the-loop

Human-in-the-loop は、学習者の学習状況やコンピュータの使用状況をモニタリングして負担が少ない場合に行う。本研究で行う Human-in-the-loop の概要を図 2 に示す。エージェントが学生の選好を把握できていない場合や、交渉が収束せず交渉決裂に近づいている場合等に学生とのインタラクションを促すことで、上記に挙げた課題を解決する。

4.4 想定するフィードバック

本手法により収集した LA データは、各個人の選好によって得られるデータの詳細さに偏りが生じ

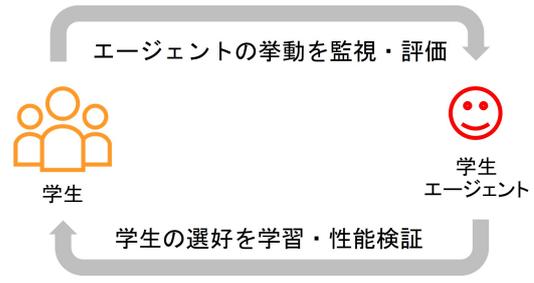


図 2: Human-in-the-loop の概要

ると考えられる。得られた一部の LA データをクラスタリングによりタイプ別に分類し、学習者の学習傾向を分析する。これにより、学習者の種別ごとに効果的な学習方法や課題を特定し、個人に適した学習を支援する。

5 動作確認実験の概要

本研究で提案する手法の実現可能性を確認するために、自動交渉部分についての動作確認実験を行う。本実験では、学習者の意思を考慮したデータ共有が可能かどうかを検証する。具体的には、学習者が優先して開示したくない項目や開示してもよい項目を、重み w を用いて表現する。重み w は $[0, 1]$ の範囲で表される。この条件下で、分析者エージェントと学生エージェントが感じる効用 U を実験結果とし、合理的な自動交渉が実現可能かどうかを確認する。

6 おわりに

本稿では、エージェント間の自動交渉に基づき、機微情報流通を支援する手法の設計について述べた。機微な情報の例として LA データへの適用を考え、本手法を適用した処理の流れを示した。今後は、動作確認実験を行うことで本手法の実現可能性を検証する。また、Human-in-the-loop の具体的な動作タイミングや LA データを用いたクラスタリングについての検討を進める。

参考文献

- [1] Tsai, Y.-S. et al.: The privacy paradox and its implications for learning analytics, *Proceedings of the tenth international conference on learning analytics & knowledge*, pp. 230–239 (2020).
- [2] Baarslag, T. et al.: An automated negotiation agent for permission management, *Proceedings of the 16th conference on autonomous agents and multiagent systems*, pp. 380–390 (2017).
- [3] Leahu, H. et al.: Automated Negotiation with Gaussian Process-based Utility Models., *IJ-CAI*, pp. 421–427 (2019).
- [4] Gouin, A. et al.: Dynamic auto-negotiation with real-time transponders in software defined optical networks, *2021 Optical Fiber Communications Conference and Exhibition (OFC)*, IEEE, pp. 1–3 (2021).