

論文の内容の要旨

論文題目	Group optimization to improve peer assessment accuracy using item response theory and integer programming (項目反応理論と整数計画法を用いたピアアセスメントの精度向上のためのグループ最適化)
学 位 申 請 者	グエン ドク ティエン (Nguyen Duc Thien)

近年、MOOCsなどの大規模型eラーニングが普及してきた。大規模な数の学習者が参加している場合には、教師が一人で学習者のテスト以外のレポートやプログラム課題などを評価することは難しい。大規模の学習者の評価手法の一つとして、学習者同士によるピアアセスメントが注目されている。MOOCsのように学習者数が多い場合のピアアセスメントは、評価の負担を軽減するために学習者を複数のグループに分割してグループ内のメンバー同士で行うことが多い。しかし、この場合、グループ構成の仕方によって評価結果が大きく変化してしまう問題がある。この問題を解決するために、本研究では、項目反応理論と整数計画法を用いて、グループで行うピアアセスメントの精度を最適化するグループ構成手法を提案する。

本研究で用いる項目反応理論は、学習者の真の能力を隠れ変数として表現し、評価者のパラメータ（評価の厳しさパラメータと評価の一貫性パラメータ）と課題パラメータ（課題の難易度パラメータと識別力パラメータ）により、各課題への学習者のパフォーマンスに対する評価者の多段階評価を確率的にモデル化したものである。この項目反応理論では、すべての学習者に同じ評点を繰り返したり、厳し（易し）すぎたり、妥当な評価が行えない通常とは異なる異質な評点をつけるような評価者を識別して推定される隠れ変数によって精度の高い評価測度が実現されることが特徴である。

近年、ベイズ推定の発達により、このような複雑なモデルのパラメータをデータから推定できるようになってきた。

本研究で提案されたグループ化手法は、項目反応理論において学習者の能力測定精度を表すフィッシャー情報量を最大化する整数計画問題としてグループ構成問題を定式化したものである。実験の結果、ランダムグループ構成と比べて、提案手法はおおむね測定精度を改善したが、それは限定的な結果であることが明らかとなった。

その理由として、グループ化された内部の学習者のみの評価を最適化する場合、探索空間が大きく減じられてしまい、最適化の効果が小さく、ランダムにグループを構成する場合に比べて大きな測定精度の改善が見込めないことがわかった。

そこで、本研究ではさらに、グループ外から数名の外部評価者を各学習者に割り当てる外部評価者選択手法を提案している。この手法では外部評価者に若干の負担が課せられるが、最適化のための探索空間は大きく拡大されるので能力評価精度を大きく改善できることが期待される。

シミュレーションと実データ実験により、提案手法を用いることで能力測定精度を大幅に改善できることを示している。

第一章では、本研究の背景となる教育分野における社会的構成主義、協調学習について解説し、その問題を明らかにし、その解決のための本研究の目的について述べ、学位論文全体の構成および概要をまとめている。

第二章では、関連研究をレビューしている。まず、協調学習に関するグループ構成のための研究をグループ化の基準とアルゴリズムの観点からレビューし、多くの研究が学習者の興味・関心を属性としてグループ化してきたことを明らかにしている。さらに、従来研究では、学習者評価の精度向上の観点からのグループ化は存在していないが、本研究は学習者がお互いに精度の高い評価ができるグループ構成こそ協調学習の効果を向上できると主張している。

第三章では、従来の項目反応理論と本研究で用いる、学習者の真の能力を隠れ変数として表現し、評価者のパラメータ（評価の厳しさパラメータと評価の一貫性パラメータ）と課題パラメータ（課題の難易度パラメータと識別力パラメータ）により、課題への学習者のパフォーマンスに対する評価者の多段階評価を確率的にモデル化した項目反応理論とそのパラメータのベイズ推定手法について述べている。

第四章では、第三章で示した項目反応理論において学習者の能力の測定精度を示すフィッシャー情報量を最大化する整数計画問題を提案し、シミュレーションおよび実データにより能力評価精度の向上を評価している。実験の結果、ランダムグループ構成と比べて、提案手法はおおむね測定精度を改善したが、それは限定的な結果であることが明らかとなった。

第五章では、さらに測定精度を向上させるために、グループ外から数名の外部評価者を各学習者に割り当てる外部評価者選択手法を提案している。シミュレーションおよび実データ実験により、提案手法を用いることで能力測定精度を大幅に改善できることを示している。

第六章では、本研究のまとめと今後の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

学位申請者氏名 Nguyen Duc Thien

審査委員主査 植野 真臣

委員 大須賀 昭彦

委員 栗原 聡

委員 南 泰浩

委員 川野 秀一

近年、MOOCsなどの大規模型eラーニングが普及してきた。大規模な数の学習者が参加している場合には、教師が一人で学習者のテスト以外のレポートやプログラム課題などを評価することは難しい。大規模の学習者の評価手法の一つとして、学習者同士によるピアアセスメントが注目されている。MOOCsのように学習者数が多い場合のピアアセスメントは、評価の負担を軽減するために学習者を複数のグループに分割してグループ内のメンバ同士で行うことが一般的である。しかし、この場合、グループ構成の仕方によって評価結果が大きく変化してしまう問題がある。

この問題を解決するために、本研究では、隠れ変数モデルである項目反応理論と整数計画法を用いて、グループで行うピアアセスメントの精度を最適化するグループ構成手法を提案している。

この項目反応理論では、すべての学習者に同じ評点を繰り返したり、厳し（易し）すぎたり、妥当な評価が行えない通常とは異なる異質な評点をつけるような評価者を識別して推定される隠れ変数によって精度の高い評価測度の実現されることが特徴である。近年、ベイズ推定の発達により、このような複雑なモデルのパラメータ推定が精度高く実現できるようになってきた。

本研究で提案されたグループ化手法は、項目反応理論において学習者の能力測定精度を表すフィッシャー情報量を最大化する整数計画問題としてグループ構成問題を定式化する。実験の結果、ランダムグループ構成と比べて、提案手法はおおむね測定精度を改善したが、それは限定的な結果であることが明らかとなった。

ティエン氏は、その理由として、グループ化された内部の学習者のみの評価を最適化する場合、探索空間が大きく減じられてしまい、最適化の効果が小さくなり、ランダムにグループを構成する場合に比べて測定精度の改善が見込めないこ

とであると分析した。さらに、ティエン氏は、グループ外から数名の外部評価者を各学習者に割り当てる外部評価者選択手法による探索空間が内部の学習者のみでの探索空間を大幅に拡大できることを発見した。

この手法では外部評価者に若干の負担が課せられるが、最適化のための探索空間は大きく拡大されるので能力評価精度を大きく改善できることが期待される。

シミュレーションと実データ実験により、提案手法を用いることで能力測定精度を大幅に改善できることを示している。

本提案は、実用的な手法であり、今後、MOOCSなどのグループ構成に大きく貢献すると期待される。さらに、本手法はピアアセスメントの測定精度の向上のみに焦点を当てているが、評価精度の高い学習者同士のグループでの協調学習はより効果的であると期待でき、今後、このグループ化の学習効果を評価することが課題となる。

本研究は、すでにリクルート社のグループディスカッション評価手法として実用化され、実用的にもその有効性を示している。

さらに本研究の主な提案は、教育分野の人工知能研究のトップカンファレンス AIED (Artificial Intelligence in Education) に採択され、さらに電子情報通信学会論文誌に掲載されている。

本審査の質疑応答より、専門的な質問に的確に回答しており、専門分野についてよく理解していると認定できる。

従って、本論文は博士（工学）の学位請求論文として十分な価値を有するものと認める。