

Student Performance Prediction Powered by Neural Networks with Attention Mechanism

リーラーラク, スキット

<https://hdl.handle.net/2324/7363813>

出版情報 : Kyushu University, 2024, 博士 (工学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :



氏 名 : Leelaluk Sukrit (リーラーラク スキット)

論 文 名 : Student Performance Prediction Powered by Neural Networks
with Attention Mechanism

(注意機構を備えたニューラルネットワークによる学習者の成績予測に
関する研究)

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

学習者の成績予測は、教育データ分析における最重要課題のひとつである。成績不振が懸念される学習者を特定し、適時な介入を通じて成績向上を支援することが求められる。しかし、従来の機械学習に基づくアプローチには 2 つの課題が存在する。ひとつ目は、予測結果の解釈性が乏しく、学習者が授業期間中に活用可能な具体的な洞察を提供できない点である。二つ目は、授業期間の序盤はデータが不足するため予測精度が低下する点である。本論文では、これらの課題を克服するために、注意機構を備えたニューラルネットワークモデルを用い、成績予測に寄与する学習活動の解明と解釈性の向上を図るとともに、早期に成績不振の学習者を特定可能なモデルの開発を行う。

まず本論文では、成績予測における重要特徴を抽出する新たな手法を提案する。具体的には、スケール化内積注意 (Scaled-Dot Product Attention) 機構を用いて、学習者の電子教材閲覧ログから成績予測に有用な学習活動や学習時期を抽出する。この手法により、成績不振の可能性がある学習者の特定性能が向上することを、大学の授業データを用いた実験で確認した。また、重要特徴間の関係性を可視化することで、予測結果に対する解釈性が増し、教育現場での活用可能性を示した。

次に、学習活動の種類とタイミングを同時に解析可能な二次元注意機構を導入したニューラルネットワークモデルを提案する。このモデルにより、重要な学習活動と時期をより正確に特定でき、成績予測性能と結果の解釈性の双方を向上させた。実データを用いた検証では、従来手法と比較して AUC (Area Under the Curve) スコアの大幅な改善を確認した。また、各学習活動や学習時期への注意の度合いの可視化を通じた教員への情報提供が、成績不振の可能性がある学習者への介入に応用できる可能性を示した。

さらに、授業期間序盤に高精度な成績予測を可能とする手法を提案する。具体的には、授業期間全体のデータを学習した教師モデルから、授業期間序盤の限られたデータしか利用できない生徒モデルへ知識を転移される知識蒸留手法を適用する。リカレントニューラルネットワークモデル (Recurrent Neural Networks : RNN) に注意機構と知識蒸留を統合し、知識蒸留の際に RNN の隠れ層からのヒント損失と注意機構からの文脈損失を利用することで生徒モデルが序盤の限られたデータからも高精度な成績予測を実現できるようにする。実験では、早期段階の予測において高い再現率と F1 スコアが得られることを確認した。

以上、本論文の成果は、学習者の成績不振の早期発見と解釈性の高い予測結果の提示を通じて、教育現場での実践的応用に寄与するものである。