

教師の解釈と意思決定を支援する Disengagement 推定と理由付き可視化を統合した学習分析システムの検討

An Integrated Learning Analytics System Combining Disengagement Estimation and Reason-Aware Visualization to Support Teachers' Interpretation and Decision-Making

西江 航央^{*1}, 岡澤 来輝^{*2}, 山元 翔^{*3}
Koo NISHIE^{*1}, Okazawa Raiki^{*2}, Sho YAMAMOTO^{**3}
^{*1}近畿大学情報学科

^{*1}Department of Informatics, Kindai University

^{*2}近畿大学情報学部／情報学研究所

^{*2}Faculty of Informatics / Informatics Research Institute, Kindai University

Email: koo.nishie@kindai.ac.jp

あらまし: 本研究は, Classroom Orchestration における教師の解釈と意思決定を支援することを目的とし, Engagement/Disengagement (E/D) を対象とした学習分析ダッシュボードを設計・開発した. E/D を機械学習により推定するとともに, 姿勢情報に基づく推定理由を付与した可視化と, 授業全体から個別までの複数粒度での情報提示を行う. 大学教員 2 名への試験的評価の結果, 理由付き可視化は教師の理解可能性を高め, 授業改善に向けた思考や介入判断の喚起に寄与する可能性が示唆された.

キーワード: Classroom Orchestration, Engagement / Disengagement, Learning Analytics Dashboards, Teacher Decision-Making

1. はじめに

多様な学習者に対応し, テクノロジーを活用しながら授業を最適化する Classroom Orchestration⁽¹⁾ (以下, CO) は, 教室の学習における重要な概念である. CO では教師が教室における学習活動を俯瞰し, 動的に調整・介入する役割が重要となるが, ここでは学習ログのような学習の結果だけではなく, 意欲などの情動的な側面も含まれる.

ここで本研究では Engagement/Disengagement (以下, E/D) に着目した. これは学習における学習者の関与を表し, 授業内で教師の介入などにより動的に変化する. また, 学習に向かう態度や認知的状態などを表し, 学習者の学習に大きな影響を及ぼす. しかし E/D を直接的に関与することは難しく, 教師は学習者の姿勢や表情, あるいは学習への取り組みの結果など多様な情報を把握する必要がある. CO において負荷の高くなる情報であると言える.

一方で, Attention や Engagement といった状態を推定する技術研究は様々なものが提案されているが, それを教師の意思決定に結びつける仕組みも別途必要であることが示唆されている⁽²⁾. この仕組みとしては, 学習者の情報を可視化する枠組みである Learning Analytics Dashboards (以下, LAD) が著名である. しかし LAD においても, 情報を提示されてもその解釈が困難という問題は指摘されており, 特に E/D は機械学習による推定結果の妥当性を担保する側面も踏まえると, 解釈性の課題も存在する.

そこで本研究では, E/D を可視化する LAD を対象として, 情報解釈の負担を低減し, 情報の解釈性を担保した LAD を設計・提案する.

2. Engagement/Disengagement とその可視化

Fredrick らの定義によれば, E/D は多次元的に構成されており, 行動, 情動, 認知的な 3 つの側面を持つ⁽³⁾. 行動的エンゲージメントは, 授業の参加, 発言, 努力などを指す. 情動的エンゲージメントは興味や楽しさに関する感情的な反応, 認知的エンゲージメントは思考や理解, 自己調整などである.

しかしこれらの側面を全て検出・弁別を行うことは難しいと考え, 本研究では Swin-Transformer⁽⁴⁾ を用いた. 今回は教室に設置した複数台のカメラから学習者の受講の様子を撮影するため, 局所の特徴(目や口など)と全体的特徴(顔全体)から階層的に構成されているため, この階層表現を取得できるモデルとして妥当だと考えた.

次に可視化について述べる. LAD はその構成要素として, 教師がデータを解釈, 意味づけすることを検討した上で設計することが指摘されている. 本提案システムにおいても E/D の検出は機械学習モデルで行うため, その解釈までは提供されない. よってデータの解釈が困難 (E/D のみ) となるため, 検出モデルについては, 骨格推定モデルとして OpenPose も用いて, 学習者が「正面を向いている」「突っ伏している」「右を向いている」「左を向いている」を検出し, これを解釈として提示することで可視化の粒度を上げる試みとした.

また, この解釈結果は, 「授業全体の集計」「各授業回の集計」「個別の授業」「授業内」「授業内の各座席ごと」と粒度を細かく絞り込んでいき確認できるようにした. これにより授業の E/D に基づき, 授業

全体から個別の粒度，学生個別の指導といった様々な粒度での授業改善の支援を目的としている。

3. 開発システム「Reason On Dashboard」

図1に授業回の Engagement, Disengagement の状態を可視化した UI, 図2に各座席位置の Engagement, Disengagement の状態を可視化した UI を示す。これらの画面で授業回での比較や分析，座席ごとの理由の表示から解釈を支援することを目的としている。

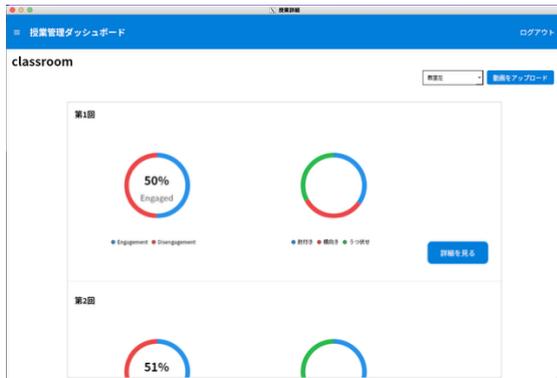


図1 授業回ごとの情報提示 UI



図2 座席位置に基づいた情報提示 UI

4. 試験的評価

4.1 実験内容

試験的評価では，教師提示される情報量の負荷が高すぎないか，また，提示される情報が授業改善において重要と言えるかを検証した。内容としては，現職の大学教員2名（10年以上の経験を持つ教師Aと授業実践に造詣の深い教師B）を対象とし，半構造化インタビューを実施した。

手順としては，まず録音等の許可をとった後，本研究で開発したシステムの目的および概要について説明を行った。次に，各画面について，その設計意図，表示内容，および想定される利用方法を説明し，その後，教師自身に実際にシステムを操作してもらった。操作中および操作後には，教師が感じた疑問点や気づきについて自由に発話してもらい，研究者はそれに応じて追加の質問や確認を行った。

インタビューの結果については，少人数の質的データであるため SCAT⁽⁵⁾ による分析を行なった。

4.2 実験結果

結果として，E/D のみではなく，その解釈理由を提示することは，両教員ともに教員の理解可能性，解釈の具体性，ならびに改善に向けた思考の喚起を高めることが示唆された。さらに，理由情報は解釈の幅を広げる役割も果たしており，教員はその情報をもとに，授業設計や進行に起因する問題であるのか，あるいは個別の学生に起因するものであるのかを検討していた。このように，推定理由を伴う可視化は，状態を単に提示するだけでなく，教員の内省的思考や改善判断の起点として機能し，結果として改善アクションの想起につながる可能性を高めるものと考えられる。

また，粒度の違った情報提示から，可視化が果たす役割，および理由付き可視化の有用性が異なることが示唆された。授業全体では授業間の比較や全体傾向の比較のように授業設計を振り返る手がかりとして用いられ，授業回では授業の進行や時間帯ごとの変化を捉えており，授業進行の振り返りや改善を検討する上で有効に機能することが示唆された。最後に授業内のグループや座席，個人の細かな粒度では，理由付き可視化の有用性が最も高く評価され，個別介入の検討などに直接的に結びついていた。

5. まとめ・今後の課題

本研究では，E/D に基づく教師の授業支援を目的としたシステムを設計・開発し，試験的評価を実施した。結果，授業における異なる粒度で推定理由を含む E/D の様子を可視化することで，様々な観点の授業支援に結びつく示唆が得られた。しかし，可視化の精度や説明の種類，実際の授業改善に結びつくかなどは，今後の課題として取り組む必要がある。

参考文献

- (1) Martinez-Maldonado, R. (2016). Seeing learning analytics tools as orchestration technologies: Towards supporting learning activities across physical and digital spaces. In International Workshop on Learning Analytics Across Physical and Digital Spaces 2016 (pp. 70-73). CEUR-WS.
- (2) Kainat, Sara Ali, Khawaja Fahad Iqbal, Yasar Avaz, Muhammad Saiid: "A Review on Different Approaches for Assessing Student Attentiveness in Classroom using Behavioural Elements", Proceedings of 2022 International Conference on Artificial Intelligence, IEEE, pp.152-158 (2022)
- (3) Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. Review of educational research, 74(1), 59-109.
- (4) Liu, Z., Lin, Y., Cao, Y., Hu, H., Wei, Y., Zhang, Z., Lin, S., Guo, B.: Swin Transformer: Hierarchical Vision Transformer using Shifted Windows, In: Proceedings on 2021 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV), pp. 9992-10002, (2021)
- (5) 大谷 尚: "SCAT: Steps for Coding and Theorization — 明示の手続きで着手しやすく小規模データに適用可能な質的データ分析手法 —", 感性工学, Vol.10, No.3, pp.155-160 (2011)