

あいまいさを含む授業状況の可視化とウェブブラウザ上での映像探索支援

Visualization of Ambiguous Lesson Process and Support of Video Search on Web Browser

豊浦 正広^{*1}, 阪口 真也人^{*1}, 西口 敏司^{*2}, 茅 暁陽^{*1}, 埴 雅典^{*1}, 村上 正行^{*3}

Masahiro TOYOURA^{*1}, Mayato SAKAGUCHI^{*2}, Satoshi NISHIGUCHI^{*1},
Xiaoyang MAO^{*1}, Masanori HANAWA^{*1}, Masayuki MURAKAMI^{*3}

^{*1}山梨大学

^{*2}大阪工業大学

^{*3}京都外国語大学

^{*1}University of Yamanashi ^{*2}Osaka Institute of Technology ^{*3}Kyoto University of Foreign Studies
Email: mtoyoura@yamanashi.ac.jp

あらまし：これまでに映像からの授業状況を 5 つのカテゴリに分類する機械学習の手法を提案し、平均 75% で正しく状況を分類できることを示した。その後の分析により、授業中には 2 つ以上の分類にまたがるようなあいまいさを含む状況が存在することが明らかになった。本研究ではこのあいまいさを含む状況を可視化する方法を提案し、さらに、ウェブブラウザ上に映像と可視化結果を同時に提示することで授業映像の探索を支援する。

キーワード：ラーニングアナリティクス、授業改善、アクティブラーニング、可視化、映像解析

1. はじめに

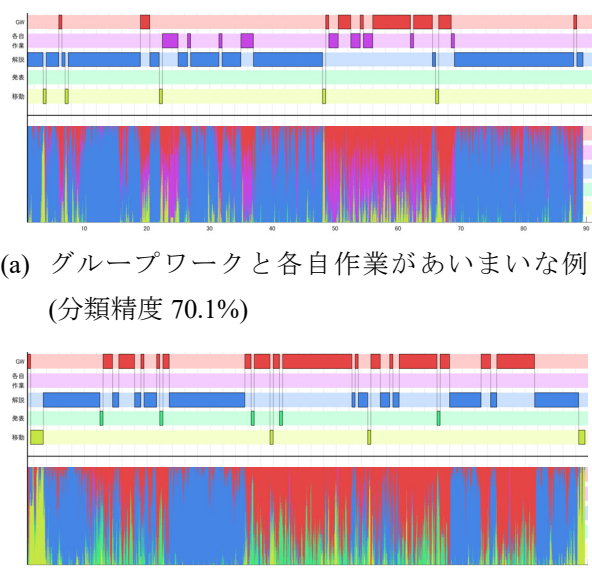
アクティブラーニング型授業ではディスカッション、グループワーク、プレゼンテーションなどが多く取り入れられる。授業での実施に関しては、経験的または理論的な知識が共有されてきてはいるものの、自身で実施した授業の成否を客観的に把握することは難しい。授業改善のための映像を閲覧することはビデオリフレクション⁽¹⁾やビデオエスノグラフィ⁽²⁾と呼ばれる。人間の高次な文脈理解を介することで、詳細な授業展開の解析ができる。しかしながら、客観的な定量化は難しく、また、多くのデータを得ようとする熟達の講師に時間と労力を求めることになる。これらのことはラーニングアナリティクスが対面授業を対象にするときの障壁となる。

本研究では、授業映像を機械学習によって解析・定量化・可視化して、授業映像閲覧を効率化することを目的とする。本研究の貢献は以下の 3 点である。

- A. 授業状況のあいまいさの可視化
- B. 汎用ウェブブラウザ上での授業情報提示
- C. 映像探索タスクへの二種類の可視化結果提示の有効性の検証

2. あいまいな授業状況の可視化

我々はこれまでに授業状況を 5 つのカテゴリ(グループワーク(GW), 各自作業, 解説, 発表, 移動)に分けて、映像から機械学習によって認識を行い、可視化する研究を進めてきた⁽³⁾⁽⁴⁾。学習段階では各時刻で正解カテゴリを手動で与える。認識対象となる時刻とその前後 15 秒ずつで、映像の時間差分量・環境音の音量・マイク音の音量・人物の姿勢変化量を並べたベクトルをその時刻の特徴量と定義して、特徴量と正解の組をデータベース化しておく。実行段階では、新たな授業映像の対象時刻に対して、同様の特徴量を計算する。学習データのうち、得られた特徴量に近い k 個のサンプルをデータベースから探



(a) グループワークと各自作業があいまいな例
(分類精度 70.1%)

(b) グループワークと発表があいまいな例
(分類精度 58.6%)

図 1 同講師が実施した 2 つの授業状況の認識結果

索して、多数決を取ることによってカテゴリを推定する(k -NN 法)。さらに、授業状況はそれほど頻繁に切り替わらないものと考えられるので、認識結果に対して再度の投票を行って状況を平滑化する処理を行った。

平均して約 75% の精度で正しいカテゴリに推定することができた。推定結果は図 1(a)および図 1(b)の各上段に示す**遷移図**として描画でき、90 分の授業全体での時間配分や状況の推移を一目でおおまかに把握するのに利用できる。

ここでさらに、認識カテゴリに多くの誤りがある時間帯のうち、細切れの活動時間が多く含まれている部分に着目した。この部分は前述した認識結果に

対する再度の投票によっても解決されなかった。詳細にみると、複数の認識カテゴリで投票数が拮抗しており、時刻によって最大投票を得るカテゴリが頻繁に切り替わっていることが分かった。図 1(a)と図 1(b)の各下段に k 個の投票を各時刻で積み上げたものを示す。図中の各色の大きさが投票数の多さを示す。図 1(a)では GW と各自作業で投票数が拮抗する時間帯があり、つまりこれは、GW と各自作業のどちらとも近い特徴を持つ、あいまいな時間帯であることを示している。図 1(b)には、GW と発表であいまいな時間帯が見られた。

これらの図は各時刻の投票数を示すものであるが、各認識カテゴリの尤もらしさを示すものであると見ることもでき、離散的な認識カテゴリを示した元の図よりも多くの情報量を含む図となっている。そこで、我々はこの新たな図を**尤度図**と呼び、状態遷移図と同時に提示することで、授業のより詳細な状況遷移を示すこととした。

3. ウェブブラウザ上での情報提示と効果検証

映像と可視化図を同時に提示し、現在再生中の映像が図のどこにあたるのかを示すことのできるシステムを構築した。図 2 に画面例を示す。映像は画面上の操作で任意の時刻のものにすることができる。HTML5 により記述しており、複雑な設定なしに汎用ブラウザで利用することができる。

このシステムを用いて、授業カテゴリを可視化した図が映像探索に有用であるかを調べた。利用者は授業を実施する講師や、授業に参加する観察者と想定して、授業内容を聞いて理解できる大学生および大学院生 9 名に実験に協力してもらった。

同じ講師による 10 分間の授業映像 3 本を用意した。実験協力者には、(I)特定の話題に関するグループワークの開始・終了時刻を答える、(II)講師の作業内容をすべて書き出す、という 2 つのタスクを行ってもらった。映像のみ、映像と遷移図、映像と遷移図と尤度図を提示した場合で、タスクに掛かる時間に差があるかを調べた。各協力者には、異なる映像・異なる条件・異なるタスクで 3 回の試行を行ってもらった。実験の前には十分な時間を取り、実験には用いない映像と各種の図で、画面を操作する練習をしてもらった。表 1 に結果を示す。

表 1 タスクに掛かった時間の平均 (秒)

タスク	映像	映像・遷移図	映像・遷移図・尤度図
I	390.6	321.5	316.4
II	675.3	502.3	585.5

2 つのタスクに掛かる時間について、映像のみを提示するときよりも、映像・遷移図を提示するときの方が有意にタスクに掛かる時間が短いことが確かめられた(タスク I は $p < 0.10$, タスク II は $p < 0.05$)。その他の時間については、有意差は確かめられなかった。また、各タスクに対する回答内容についても、



図 2 可視化図を用いた動画視聴支援の画面例

提示内容ごとで取り立てて差は見られなかった。

この結果から、遷移図が映像を効率的に見るのに有用であることは示された。遷移図に尤度図を加えたときに、タスクに掛かる時間をさらに短縮する効果は確認されなかった。

多くの実験協力者は「遷移図によってカテゴリの切り替わりのタイミングを見つけた」とコメントしており、尤度図を主に利用した協力者は少数であった。「映像のみが提示されたときには、講師の位置や発言、学生の顔の向きを参考にカテゴリの切り替わりのタイミングを調べた」とのコメントがあり、これらの情報を特徴量に加えることによって、認識結果を向上させる可能性が示唆された。

今後、尤度図に示される授業のあいまいさの情報が、授業の詳細把握や特徴分析に貢献できるかどうかを検証したい。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP16K12784, JP26282062, JP15K00499 の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) T. Tripp and P. Rich, "Using video to analyze one's own teaching," *British Journal of Educational Technology*, vol.43, no.4, pp.678-704 (2012)
- (2) R. C. Harris, S. Pinnegar and A. Teemant, "The case for hypermedia video ethnographies: Designing a new class of case studies that challenge teaching practice," *Journal of Technology and Teacher Education*, vol.13, no.1, pp.141-161 (2005)
- (3) 阪口 真人, 豊浦 正広, 赤穂 大樹, 茅 暁陽, 西口 敏司, 塙 雅典, 村上 正行, "アクティブラーニング型授業の分析のための深層学習", 教育システム情報学会全国大会, C4-1 (2017)
- (4) M. Toyoura, M. Sakaguchi, X. Mao, M. Hanawa and M. Murakami, "Visualizing the lesson process in active learning classes," *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (2016)