

グループ学習における学生間の類似度による凝集性推定 Estimating cohesion by similarity among students in group learning

服部 雄斗[†]
Yuto Hattori

島川 博光[‡]
Hiromitsu Shimakawa

原田 史子[§]
Fumiko Harada

1. はじめに

従来の学校教育は、教師が主体となり学生に一方向的に知識を伝授する形態であった。しかし、近年、このような授業形態が見直され、学習者が中心となり能動的に学習するための授業法であるアクティブ・ラーニングに注目が集まっている。アクティブ・ラーニングでは学生間のインタラクションが重要視され、多くの大学でグループ学習が導入されている。たとえば、グループのメンバーとアイデア創出から実装までを行う実習が実施されている。しかし、実際の教育の場では、グループとして機能していない場合がある。また、教員による評価は成果のみであり、グループの状態を評価できていない。本研究では、グループワーク中の学生間の動作と感情の類似性からグループの凝集状態を推定する手法を提案する。推定結果によって、教員がグループの状態を認識でき、グループ状態に応じた適切な指導ができる。

2. グループ学習の現状と類似性の表出

2.1 グループ学習の効果と現状

グループ学習は、一斉授業や個人学習よりも高い成果と学習効果を得る可能性がある。なぜなら、学生が互いに教え合うことで知識を得られるからである。しかし、実際、学生のグループへの帰属意識が低いために、個別学習に近い状態になってしまうことがある。このような問題に対して、アイデア共有や話し合いなどのグループメンバー間のインタラクションを支援する研究がなされている [1] [2]。しかし、教育現場における教員の評価はグループワークによる成果のみであり、グループの状態を評価できていない。そのため、議論や教え合いがもたらすグループの凝集性を評価する指標が必要である。

2.2 学生間の動作と感情の類似性の表出

インタラクションによってあらわれる同調傾向は、非言語行動が連動し、動作の生起時間や生起頻度、形態のパターンが類似する現象である [3]。同調傾向は、様々なコミュニケーションチャンネルで観察されている。動作の同調には、ジェスチャーによる腕の動きや、うなずきによる頭の動き、表情、姿勢で観察されている [4] [5]。これらの多くの研究は、同調傾向の検出を目的としており、グループの状態推定に着目した研究は少ない。

また、動作のような表面的な同調だけでなく、感情が類似する内面的な同調も起こる。感情の同調は、主に声の高さ、大きさや話速などの韻律情報から観察される [6]。現状、個人の韻律情報の取得のために、多くの研究は2者間に限定される。そのため、他者間における感情の類似性を検出するには、生体データを用いる必要がある。

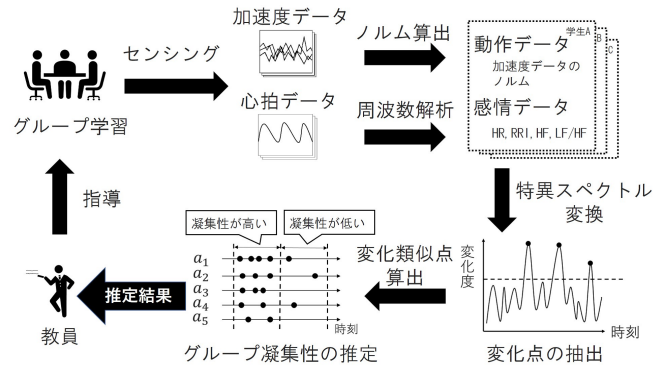


図 1: 提案手法の全体図

3. グループ学習における凝集性推定手法

3.1 グループの凝集性推定手法

本研究では、グループワーク中の学生からセンサを用いて加速度データと心拍データを取得し、それらの類似度からグループの凝集性を推定する手法を提案する。手法の全体図を図 1 に示す。

グループ学習において、議論や教え合いが行われる場面では、学生の体の動きや感情に変化があらわれる。反対に、他者との関わりが少なく、個別学習の形態に近い状態では、動作や感情の変化はあらわれにくいと考えられる。よって、各学生間の動作と感情の変化するタイミングが類似している箇所の発生頻度からグループの凝集性を推定する。

3.2 動作データと感情データの取得

本手法では、加速度センサと心拍計から取得される時系列データを用いる。動作は、腕、首の動きと姿勢変化を対象とする。腕の動きには、ジェスチャーによる説明や説明箇所を指差すことがあげられる。首の動きも同様に、話し相手の方向や説明される箇所を見ることがあげられる。また、相手の話に対してうなずくという動きがある。腕、首の動きに加えて、姿勢に変化が生じると考えられる。学生は、一般的な教育現場のグループワークにおいて着座状態である。着座状態では、話し相手の方向を見る左右の動き、話し合いに参加する際に前のめりになるといった前後の動きがあらわれる。各部位の動きは複雑であり、一定方向の動きではない。また、必ずしもすべての部位に動きがあらわれるわけではない。そのため、3 部位における 3 軸加速度データのノルムを算出し、これを動作データとする。

感情状態の取得には心拍変動を用いる。心拍変動は、自律神経のバランスの変動を反映しているため、個人の感情状態を示すと考えられる。心拍数 (HR) と心拍変動の指標となる R-R 間隔 (RRI) は、喜び、驚きなどの感情喚起に応じて変化する。さらに、R-R 間隔を周波数解析

[†]立命館大学大学院情報理工学研究所

[‡]立命館大学情報理工学部

[§](株) コネクトドット

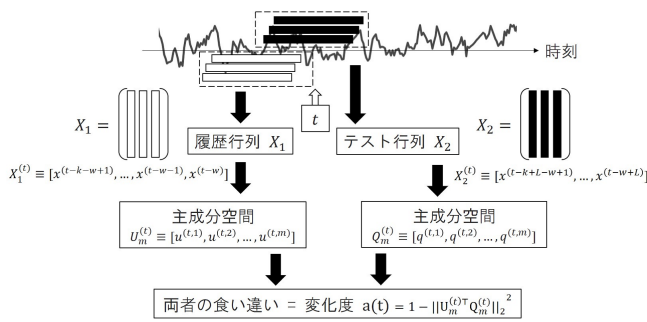


図2: 特異スペクトル変換の概要

することにより高周波帯域である HF(High frequency, $0.15 \sim 0.40\text{Hz}$) と低周波帯域である LF(Low frequency, $0.04 \sim 0.15\text{Hz}$) が算出される. HF は副交感神経の変動を反映している. LF は交感神経と副交感神経の変動を反映している. そのため, 交感神経の変動は LF/HF で表される. 本手法では, HR, RRI, HF, LF/HF の4つを感情データとする.

3.3 特異スペクトル変換による変化点抽出

各学生から取得された動作データと感情データの変化点を抽出するため, 特異スペクトル変換を適用する. 特異スペクトル変換は, 図2のように1次元の時系列データに対して時刻 t における過去の特徴と現在の特徴の違いを示す変化度を算出する手法である [7].

まず, 窓幅 w , 履歴行列の列サイズ k , ラグ L , パターン数 m を決定する.

1. 各時系列データの時刻 t における履歴行列 $X_1^{(t)}$ とテスト行列 $X_2^{(t)}$ を作成する.
2. $X_1^{(t)}$ と $X_2^{(t)}$ を特異値分解することにより, 左特異ベクトル行列 $U_m^{(t)}, Q_m^{(t)}$ を求める.
3. $U_m^{(t)}, Q_m^{(t)}$ の最大特異値を算出し, 変化度 $a(t)$ を求める.

変化度 $a(t)$ をテスト行列が構成可能な範囲の時刻 t まで繰り返し求め, 時系列の変化度を得る. 時系列の変化度で, 変化の大きい時点を検出するため閾値を設ける. ただし, 個人差を考慮し, 各学生に対して異なる閾値を設ける必要がある. 閾値以上となる時点を各学生の動作, 感情に変化が生じた変化点として抽出する. ある学生の任意の変化点の時刻を s とすると, 小さな d に対して他学生の変化点の時刻が $s \pm d$ 以内であれば, グループ内の学生の変化点のタイミングが類似している時間を変化類似点とする. グループ学習中に動作データと感情データの変化類似点が密集している期間では, 議論や教え合いが活発な凝集性の高い状態と考えられる.

3.4 ロジスティック回帰による凝集性推定

グループ学習中の変化類似点の個数から, ロジスティック回帰モデルを用いてグループの凝集状態を推定する. 説明変数は, グループ学習中の期間 r における動作データの変化類似点の合計数と4つの感情データの変化類似

点の合計数の計5変数とする. また, ロジスティック回帰の結果, 各説明変数の重みが判明するので, 動作データと4つの感情データのそれぞれが凝集性に与える影響度を推定できる. ロジスティックモデルにより, x_n を5つの説明変数, a_n を回帰係数とすると以下の式で凝集性の高さの確率 P が算出される.

$$P = \frac{1}{1 + \exp(-q)} \quad (1)$$

$$q = b + a_1 x_1 + \dots + a_5 x_5 \quad (b: \text{定数}) \quad (2)$$

P が1に近い値であれば凝集性が高く, 0に近い値は凝集性が低いと見なすことができる. この期間 r における確立 P をグループ学習の全時間で推移的に算出する. 結果から, 教師はグループの状態を把握できる.

4. おわりに

本研究では, グループ学習における学生の動作, 感情データの類似性からグループの凝集性を推定する手法を提案した. 今後は, 実験によりデータを取得し, 本手法の有用性を検証する.

参考文献

- [1] Munemori, Jun, Takashi Yoshino, and Kazutomo Yunokuchi. "A spiral-type idea generation method support system for sharing and reusing ideas among a group." Systems, Man, and Cybernetics, 2001 IEEE International Conference on. Vol. 3. IEEE, 2001.
- [2] Ishikawa, Satoru. "Managing emotions: What Japanese engineering students know and what they need to know for effective team communication." Professional Communication Conference, 2008. IPCC 2008. IEEE International. IEEE, 2008.
- [3] 木村昌紀, 余語真夫, and 大坊郁夫. "感情エピソードの会話場面における同調傾向の検討: 擬似同調傾向実験パラダイムによる測定." 対人社会心理学研究 4 (2004): 97-104.
- [4] Jokinen, Kristiina. "Gaze and gesture activity in communication." International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction. Springer, Berlin, Heidelberg, 2009.
- [5] Xiao, Bo, et al. "Head motion modeling for human behavior analysis in dyadic interaction." IEEE transactions on multimedia 17.7 (2015): 1107-1119.
- [6] Lubold, Nichola, and Heather Pon-Barry. "Acoustic-prosodic entrainment and rapport in collaborative learning dialogues." Proceedings of the 2014 ACM workshop on Multimodal Learning Analytics Workshop and Grand Challenge. ACM, 2014.
- [7] 井手剛. 入門機械学習による異常検知: R による実践ガイド. コロナ社, 2015.