

PC 内蔵カメラを利用した学習者のエンゲージメント分析に関する検討

Concept of Learner Engagement Analysis using PC built-in Camera

長谷川 忍^{*1}
Shinobu Hasegawa

卯木 輝彦^{*2}
Teruhiko Unoki

^{*1} 北陸先端科学技術大学院大学 情報社会基盤研究センター^{*2} (株)フォトロン 研究開発センター
Research Center for Advanced Computing Infrastructure, JAIST R&D Center, Photron

The purpose of this research is to develop a platform for analyzing learner engagement in the self-directed/self-regulated learning process by utilizing a built-in camera on laptop/tablet PC. There exist a lot of research to estimate learner's state/behavior with particular devices such as motion sensors and eye cameras. These devices enable to acquire detail information but may disturb the learner and increase the cost of analysis. Therefore, in this research, we are considering to adopt video stream from PC built-in camera. To predict increase or decrease of motivation or classify the learners into activity level, time series analysis of the learner engagement is one of the core function of the analysis platform. In this paper, as the first step of this research, we will discuss a couple of topics to be considered for development of the engagement analysis platform.

1. はじめに

ICT 活用教育の特徴の一つとして、非同期の e-learning や講義中の実習を通じたアクティブラーニング等といった、学習者それぞれの主体的な学習活動が重視される点が挙げられる。こうした self-directed(主体的)/self-regulated(自己調整)な学習環境では、学習者がそれぞれのペースで学習を行うことで学習プロセスが個別化されるため、個々の学習者の学習活動に対する意欲や取り組み方、理解状態などを包括した積極的関与(エンゲージメント)を把握して適切な教育的支援を行うことは容易ではない。一方、こうした ICT 活用教育における学習用端末として一般に利用されるノート/タブレット PC の大部分にはカメラが標準で内蔵されているが、遠隔ミーティング等の特定の用途のみでしか活用されていないことが現状である。

本研究の目的は、こうした主体的な学習活動で利用されるノート/タブレット PC に内蔵されているカメラの映像を活用して、学習プロセスにおける学習者のエンゲージメントを分析するためのプラットフォームを開発することである。

学習者の状態/行動全般を推定する手法としては、以下のように様々な研究が行われてきた。

- (1) 姿勢情報の利用: Yokoyama らの USB カメラ映像から学習者の机上姿勢を判定し、その時系列データに基づいて意識状態を推定する手法[Yokoyama 2011]や、手塚らの圧力センサや距離センサを用いた姿勢計測による e-learning 受講者の行動推定手法[手塚 2016]、山本らの Kinect を用いた頭と手の 3 次元座標から学習者の行動を推定する手法[山本 2013]など。
- (2) 視線情報の利用: 坪倉らのアイカメラによる視線行動に基づく学習者の習熟度把握手法[坪倉 2015]や、講義中の受講者の撮影映像から受講者が前を向いている比率を特徴量として講義への関心度を推定する手法[村井 2015]など。
- (3) その他のセンサ情報の利用: 竹花らの脳波計や脈波計などから収集した生体信号による心的状態の推定[竹花 2015]、李らの腕に装着するモーションセンサを利用した学習活動の推定手法[李 2016]など。

しかしながら、これらの研究の多くはセンサやアイカメラなどの機器が必要であり、学習者の行動や状態を詳細に取得できる反面、通常と異なる環境となることで学習の阻害要因となるケースや、コスト面でのデメリットとなるケースもある。そこで、本研究では市販のノート/タブレット PC を活用した主体的な学習プロセスにおいて、追加コストなしで利用可能な PC 内蔵カメラの映像ストリームを用いるアプローチを採る。また、学習者のエンゲージメントは、学習内容や作業負荷等によって時々刻々変化するため、ある瞬間の学習者の状態を推定するだけでなく、状態の変化をきっかけとして近い将来の学習意欲の増減を予測したり、同様の傾向を持つ学習者群をグルーピングしたりするといったことが期待される。本稿では、こうした学習中の映像ストリームに対する時系列データの分析・推定を実現するためのエンゲージメント分析プラットフォームの構想について議論する。

2. エンゲージメント分析プラットフォーム

図 1 に本研究で開発を目指しているエンゲージメント分析プラットフォームの概要を示す。

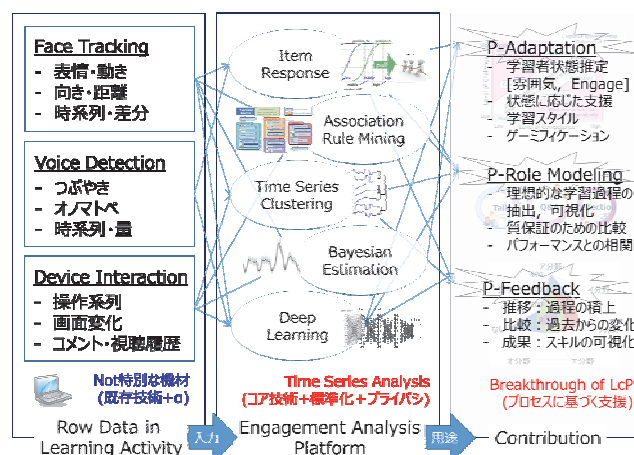


図 1. エンゲージメントプラットフォームの概念図

プラットフォームの入力となる情報は、学習者の端末から特別な機材を必要とせずに収集できるものを想定している。また、分

連絡先: 長谷川 忍 北陸先端科学技術大学院大学 情報社会基盤研究センター, 〒923-1292 石川県能美市旭台 1-1, hasegawa@jaist.ac.jp

析結果の用途としては、学習者のエンゲージメントに関する推定に加えて、複数の学習者のデータから理想的な学習プロセスの抽出・可視化を行うことや、学習におけるプロセスと成果の相関関係を調査可能な枠組みとする。さらに、学習者に対するフィードバックとして、学習プロセスの推移や比較、スキルの可視化に利用することを目指している。

本研究では主に PC を活用した学習プロセスを対象としているため、モニタ(及び内蔵カメラ)の正面でモニタを注視する時間が比較的長いことが想定される。そこで、映像ストリームからエンゲージメントを分析するための要素としてまず、内蔵カメラに対する水平垂直方向の頭部の向きや、大まかな目線方向、顔画像における Haar-like 特徴[Viola 2001]や HOG[Dalal 1999]等の特徴量、顔画像から推定される感情等を一定間隔で映像から取得する。ただし、これらの特徴量はエンゲージメントを直接表現する特徴量ではないため、取得された特徴量を意欲や取り組み方、理解状態などの対応付けを行うために、ディープラーニングの一手法である Recurrent Neural Network (RNN) [Jaeger 2005]を利用した特徴量変化に基づくエンゲージメント推定を行う。また、時間的な変化に注目した分析のため、時系列データ間の距離を位相差を吸収して定義できる Dynamic Time Warping (DTW) [Rakthanmanon 2012]を用いたクラスタリング手法などを実装する予定である。

学習端末側には必要なデータ収集を行うためのエージェントを実装し、分析のためのプラットフォームはサーバサイドで処理を行う。そのため、エージェントには通信量を効果的に削減するような機能も求められる。

3. 学習活動コーパスの開発

映像ストリームから収集した学習者の様々な特徴量の変化から学習プロセスにおける意欲や取り組み方、理解度などを推定するためには、PC を利用した主体的な学習活動を行っている学習者の映像のそれぞれの区間に対する彼らのエンゲージメントを正解データとしてタグ付けして記録した「学習活動コーパス」が必要不可欠である。コーパスは大規模でオープンなものが望ましいが、現状では本研究向けに利用可能なコーパスは十分に整備されていない。本研究では主体的な学習プロセスとして、映像視聴、e-learning、ブラウジング、マインドマップ作成、プレゼンテーション作成、プログラミング演習、原稿作成などといった場面を設定した小規模なコーパスを開発することでプロトタイプの評価や改善を行う。これにより、本研究だけでなく同様の研究を行う際のベンチマークとしての役割を果たすことも期待できる。そのため、プラットフォームの一部として、コーパスオーサリング機能の開発を予定している。なお、学習中の学習者のエンゲージメントを適切に取得することも課題の一つである。一般には学習活動後に学習者にビデオ等を見せて状態を想起させることが行われているが、その場のエンゲージメントをどの程度正確に再現できているかについてはさらなる検討が必要となる。

4. おわりに

本稿では、主体的学習で利用されるノート PC に内蔵されているカメラの映像ストリームを活用して学習プロセスにおける学習者のエンゲージメントを分析するプラットフォームの構想について述べた。本研究の最終的な目標は、マルチモーダルなユーザの活動情報を利用したエンゲージメントの推定に基づく個別支援の実現であり、本研究はその最初の段階として、映像情報からエンゲージメントに関連する要素を時系列情報として収集する点に特化したものとなっている。

本研究では学習中のある瞬間のエンゲージメントよりもその時系列変化を重視する立場であり、個別の情報については既存の API 等を利用した簡易な形での実現手法についても検討を行いたいと考えている。また、エンゲージメントに関する特徴量や推定結果を標準規格に基づいて管理することや、収集したデータにまつわるプライバシーの問題をどう解決するかについてもあわせて検討を進めていきたい。

参考文献

- [Dalal 1999] N.Dalal and B.Triggs, "Histograms of oriented gradients for human detection," Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), vol.1, pp.886-893, 2005.
- [Jaeger 2005] H, Jaeger: "A tutorial on training recurrent neural networks, covering BPPT, RTRL, EKF and the "echo state network" approach," 2005.
- [李 2016] 李凱, 熊崎忠, 三枝正彦: "モーションセンサを用いた学習活動の状態推定手法の開発", 教育システム情報学会誌 33(2), pp.110-113, 2016.
- [村井 2015] 村井文哉, 角所考, 小島隆次, 村上正行: "授業映像に基づく雰囲気認識のための基本特性と観測特徴量, 教育システム情報学会誌 32(1), pp.48-58, 2015.
- [Rakthanmanon 2012] Rakthanmanon, T., Campana, B., Mueen, A., Batista, G., Zhu, Q., Zakaria, J., and Keogh, E.: "Searching and mining trillions of time series subsequences under dynamic time warping," Proceedings of the 18th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD2012), pp.262-270, 2012.
- [竹花 2015] 竹花和真, 田和辻可昌, 村松慶一, 松居辰則: "学習時における学習者の生体情報と心的状態の関係の形式化の試み", 人工知能学会研究会資料 SIG-ALST-B501-07, pp.34-39, 2015.
- [手塚 2016] 手塚太郎, 清野悠希, 古谷遼平, 佐藤哲司: "姿勢計測による e-learning 受講者の行動推定", 知能と情報 28(6), pp.952-962, 2016.
- [坪倉 2015] 坪倉篤志, 松原伸人, 林敏浩, 西野和典: "視線行動を用いた対話型学習環境における学習者習熟度: 対話型環境の構築と対話分解能", 電子情報通信学会技術研究報告 114(441), pp.33-38, 2015.
- [Viola 2001] P.Viola and M. Jones: "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features," Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), vol.1, pp.511-518, 2001.
- [山本 2013] 山本千尋, 天野直紀: "Kinect を用いた学習行動計測システムの研究", 情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集, pp.585-586, 2013.
- [Yokoyama 2011] N. Yokoyama, T. Yamaguchi, and S. Hashimoto: "Care Giving System Based on Consiousness Recognition", Human Interface, Part I, HCII 2011, LNCS 6771, pp.659-668, 2011.