

令和 2 年 6 月 17 日現在

機関番号：53301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K01097

研究課題名(和文) アクティブラーニング型授業における学習者の雰囲気可視化システムの開発と評価

研究課題名(英文) Development and Evaluation of a Visualization System for Learners' Atmosphere in an Active Learning Class

研究代表者

越野 亮 (Makoto, Koshino)

石川工業高等専門学校・電子情報工学科・准教授

研究者番号：90369968

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：近年、多くの教育現場で導入されているe-LearningのようなWeb上の教材や映像を通して学習する形態においては、顔動作情報に注目し、カメラを用いて学習者の顔画像から顔の傾き角度や注視位置などから学習者の状況を把握する研究がなされている。しかしながら、カメラを使う場合は場所が限定されてしまう。本研究では、e-Learningだけでなく、紙での課題も対象として、場所を選ばずに行えるウェアラブルデバイスを用いて計測することに取り組んだ。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究成果の学術的意義としては、与えられた課題の主観的難易度をメガネ型のスマートアイウェアと機械学習を用いることで、計算問題や漢字問題、筆記のプログラミングの問題などにおいて、簡単か難しいかをある程度認識できる可能性を示した。社会的意義としては、カメラを用いて顔画像から表情を認識することは可能であるが、プライバシーの面から嫌がられることが多かった。そこで、メガネ型のスマートアイウェアや、ヘッドバンド型の脳波センサ、腕時計型の脈拍センサなどのウェアラブルデバイスを用いて、プライバシーを配慮して、興味や集中具合、課題に対する主観的な難易度を把握することを行ったことである。

研究成果の概要(英文)：In recent years, many educational institutions have introduced e-learning and other forms of learning through Web-based teaching materials and videos, and have focused on facial movement information to understand the situation of learners from their face images, such as their angle of inclination and gazing position, using cameras. However, the location is limited when using a camera. In this study, we used a wearable device to measure not only e-Learning but also paper-based tasks in any location.

研究分野：人工知能

キーワード：機械学習 ウェアラブルデバイス

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

アクティブラーニング(Active Learning: 以下 AL と呼ぶ)は、教員による一方向的な授業形式の教育とは異なり、学生の能動的な学修への参加を取り入れた教授・学習法の総称である。この AL が含まれている授業形式を AL 型授業と呼ばれる。AL 型授業のツールとして、クリッカーと呼ばれる手のひらサイズのリモコンを学生 1 人 1 人が持ち、授業中に出される質問に対してリモコンの番号を押して回答するシステムがある。これにより、学生の回答は瞬時に集計され、結果がグラフ等でスクリーンに映し出される。教員と各学生の双方向コミュニケーションを可能にするツールの一つであり、学生の集中力を保つとともに、学生の理解度をその場で把握して授業に反映することができ、授業の質を高めるうえで効果的な方法の一つとされている。本研究では、さらに 1 人 1 人の内面的な心の状態をもう少し詳しく把握することに着目した。例えば、興味、集中具合、主観的な難易度などが挙げられる。このような状況を把握できれば、より一層良い授業をすることができると考えられる。

2. 研究の目的

アクティブラーニング型授業において、メガネ型デバイス(スマートアイウェア)、ヘッドバンド型デバイス(脳波センサ)、腕時計型デバイス(脈拍計)の3つを学生につけてもらい、学生の内面的な心の状態「集中度・やる気・疲労度、脈拍などの生体情報」などを可視化し、教員が把握できるようなシステムを開発することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 初年度(H28 年度)の研究

メガネ型デバイスであるスマートアイウェア JINS MEME を用いて、英語の文書を読む際の眼球運動を分析する。

(2) 2 年目(H29 年度)の研究

JINS MEME を用いて、瞬きを分析することで、動画視聴時の興味と集中具合を分析する。

(3) 3 年目(H30 年度)の研究

実際のアクティブラーニング型授業において、腕時計型脈拍センサ PULSENSE と、メガネ型ウェアラブルデバイス JINS MEME を用いて、学習データの収集と行動推定を行う。さらに、簡易脳波計 MUSE を用いて、授業中や動画視聴時、レポート課題中などの脳波を計測・分析し、各脳波と瞬きの回数の相関を求める。

(4) 4 年目(R1 年度)の研究

与えられた課題の難易度を推定する研究を行う。課題としては、計算問題、漢字の書き取り問題、プログラミング問題を対象に実験を行う。被験者には研究の目的、内容等を十分に説明し、予想される効果、プライバシーの保護などに同意いただいたうえで実験に参加してもらう。なお、石川工業高等専門学校・研究倫理委員会に、研究倫理審査を請求し、受理されている。

4. 研究成果

(1) 初年度(H28 年度)の研究

メガネ型デバイスであるスマートアイウェア JINS MEME を用いて、眼球運動を分析することで文書を読む際の心の状態を推定することに取り組んだ。本科生及び専攻科生 13 名に TOEIC PART7 の問題を解いてもらい、その際の眼球運動を JINS MEME を用いて計測した。計測時間は最大 5 分とした。計測終了後、被験者には、主観的な問題の難易度(5 段階)、主観的な集中度(5 段階)、TOEIC スコア、の 3 つをアンケート形式で回答してもらった。計測で得られるパラメータから、集中時における通常時に対する瞬きの回数の比(Blink Count Ratio: BCR と呼ぶ)と、まばたきの強さの分散(VBS と呼ぶ)を特徴量として計算した。いずれも値が小さいほど集中しているといえる。計測した BCR、VBS の 2 つの特徴量(独立変数)が、主観的な問題の難易度(5 段階)、主観的な集中度(5 段階)、TOEIC スコア(従属変数)と、どの程度関係しているかを調べるために回帰分析を行った。そのうち、相関係数について考察する。BCR と VBS とその組み合わせである BCR&VBS の 3 つの特徴量を用いて、主観的な問題の難易度(5 段階)、主観的な集中度(5 段階)、TOEIC スコアの 3 つについて回帰分析を行った。独立変数を BCR+VBS とした場合、難易度の相関係数は 0.573、集中度の相関係数は 0.405、TOEIC の相関係数は 0.661 であった。また、独立変数を BCR、VBS のどちらか 1 つのみとした場合、 $r = 0.405$ 、 $r = 0.661$ のすべてにおいて BCR に比べて VBS の相関が大きい結果となった。さらに、それぞれの場合について TOEIC スコアが 600 以上の被験者に限定して同様の分析を行った。TOEIC の相関係数は 0.837 と、被験者全体の相関より高い相関が見られた。この結果から TOEIC 高スコア帯において、ある程度の推定は可能であると考えられる。主観的な問題の難易度、集中度の相関係数は大きな変化はなかった。これは主観的なデータは難易度、集中度ともに人によって値が大きく異なり、相関が出なかったと考えられる。

(2) 2年目(H29年度)の研究

動画視聴時に興味を持っているか、また集中しているかを推定するために、瞬きに着目し、瞬きの速さや強さを計測できるスマートアイウェア JINS MEME を用いて瞬きと興味・集中との相関性を調べた。実験は20名を対象に行った。被験者には、JINS MEME を掛けた状態で、6種類の映画のプロモーションビデオを見てもらい、それぞれの動画視聴時の主観的な興味と集中の度合いを4段階のアンケート形式で回答してもらった。計測で得られる作品ごとの瞬きの回数、瞬きの速さの平均・標準偏差、瞬きの強さの平均・標準偏差を計算し、主観的な興味・集中との相関係数を求めた。被験者によって個人差が大きかったが、瞬きの回数、速さの平均、強さの平均において、興味・集中とそれぞれ正の相関があった。

次に、精度を上げるために、JINS MEMEに加え、脈拍数を計測できる PULSESENSE も併用することで、AL 型授業での学習者の状況推定を行なった。計測時の様子を動画で撮っておき、その動画を見ながら、行動を3種類(話す、作業をしている、作業を見ている)でタグ付けし、それに合わせて計測したデータを集計した。集計したデータは、JINS MEME から取得できる1分間ごとの瞬きの回数、瞬きの速さの平均・標準偏差、瞬きの強さの平均・標準偏差、x,y,z軸それぞれの加速度の平均・標準偏差の11種類と PULSESENSE から取得できる脈拍数の1分間ごとの平均である。この12種類に対し機械学習を行った。機械学習には、決定木、Random Forest (RF)、多層ニューラルネットワーク(Multi-Layer Perceptron: MLP)の3つを用いた。脈拍数も特徴量として用いることである程度、F値を改善できることが示されたが、全体的にF値が低かった。理由として、動画からのタグ付けが正しくできていないことがあげられた。

(3) 3年目(H30年度)の研究

実際のアクティブラーニング型授業において、腕時計型脈拍センサ PULSESENSE と、メガネ型ウェアラブルデバイス JINS-MEME とを用いて、学習データの収集と行動推定を行った。

瞬きの回数、瞬きの速さの平均・標準偏差、瞬きの強さの平均・標準偏差、3軸それぞれの加速度の平均・標準偏差、脈拍数の平均などの特徴量に対し、代表的な機械学習手法である、決定木、多層パーセプトロン(MLP)、SVM(サポートベクターマシン)、ランダムフォレスト(RF)の4種類をファインチューニングして認識精度を検証したところ、RFとSVMでの正解率が特に高かった。特徴量の重要度を調べたところ3軸の加速度が最も高く、脈拍数や瞬きについては個人差があることが推測された。

さらに、簡易脳波計 MUSE を用いて、授業中や動画視聴時、レポート課題中などの脳波を計測・分析し、各脳波と瞬きの回数の相関を求めた。心身状態と脳波には関係性があることが予想され、特に瞬きの回数と波には強い負の相関があらわれた。波の値が大きくなるほど瞬きの回数が減少しており、集中しているかどうかの判断材料として波の値はある程度有効であることが示された。また、脳波についても個人差が出ることが推測された。

(4) 4年目(R1年度)の研究

メガネ型ウェアラブルデバイス JINS-MEME MT を用いて、難易度推定のために用いた特徴量は頭部の動きである「x,y,z軸の加速度」、「roll,pitch,yaw角の角速度」の6つの項目を時間窓2秒で平均、標準偏差、最大値、最小値、中央値をそれぞれとり、30次元(6 features * 5)である。時間窓は加速度センサを用いた研究でよく使用されている2秒を本研究でも採用する。この30次元の特徴量を平均0、分散1になるように標準化し、主成分分析により10次元の特徴量にして学習を行う。SVM(RBFカーネル)、ランダムフォレスト(Random Forest: RF)、決定木、k近傍法(k-Nearest Neighbor: k-NN)の4つを用いた。決定木やランダムフォレストは、分類規則が目で見えてわかりやすく、また、サポートベクターマシンは、既存研究でもよく用いられているように、2値分類においては高精度で分類できるため使用した。k-NNが一番基本的な分類の方法なので、より簡単な手法でどれくらい精度が出るのかを確かめたかったため使用した。計算問題、漢字の書き取り問題、プログラミング問題において、与えられた課題の難易度を推定する研究を行った。課題としては、学習手法ごとの平均を表4に示す。推定精度の評価にはF値を用いた。

表4 ユーザごとのF値の平均

	SVM	RF	決定木	k-NN	平均
計算問題	85%	89%	80%	81%	84%
漢字の書き取り問題	90%	87%	83%	88%	87%
プログラミング	77%	75%	72%	74%	75%

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Makoto Koshino, Takuya Koizumi	4. 巻 -
2. 論文標題 Using Machine Learning to Estimate Difficulty Levels of Problems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） -	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 小泉 卓也, 越野 亮
2. 発表標題 スマートアイウェアと機械学習を用いたプログラミング課題の難易度推定
3. 学会等名 日本知能情報ファジィ学会・第28回北信越シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T.Koizumi, M.Koshino
2. 発表標題 Estimating the Difficulty of Exercises Using Smart Eyewear and Machine Learning
3. 学会等名 2019 IEEE 11th International Conference on Engineering Education (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小泉卓也, 越野 亮
2. 発表標題 スマートアイウェアと機械学習を用いた課題の難易度推定
3. 学会等名 第29回 インテリジェント・システム・シンポジウム (FAN 2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Hasegawa, M. Koshino
2. 発表標題 Representation learning by convolutional neural network in activity recognition on smartphone sensing
3. 学会等名 The 2nd International Conference on Computational Intelligence and Intelligent Systems (CIIS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小泉 卓也, 越野 亮
2. 発表標題 ウェアラブルデバイスを用いたアクティブ ラーニング型授業のための行動推定
3. 学会等名 日本経営工学会北陸支部 2018年度 学生研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小泉 卓也, 越野 亮
2. 発表標題 スマートアイウェアを用いた瞬きと興味・集中の相関分析
3. 学会等名 日本経営工学会北陸支部・H29年度学生研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中山 雄太, 越野 亮
2. 発表標題 英語学習時におけるスマートアイウェアを用いた眼球運動の分析
3. 学会等名 日本経営工学会北陸支部 平成28年度 学生研究発表会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	長谷川 達人 (Hasegawa Tatsuhito)		