

令和 5 年 6 月 19 日現在

機関番号：26402

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K02973

研究課題名(和文) 情動反応にもとづく理解度の可視化によるプログラミング教育支援

研究課題名(英文) Support for Programming Education by Visualizing Comprehension Based on Emotional Responses

研究代表者

佐伯 幸郎 (Saiki, Sachio)

高知工科大学・データ&イノベーション学教室・准教授

研究者番号：40549408

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、プログラミング教育を支援するために、リアルタイムに取得する学習者の表情の変化から得られる情動反応を取得し、その変化を理解度と結びつけ、困っている学生(理解度が低い学生)に対しリアルタイムな支援を行うことを目的としたものである。本研究の成果として、まずプログラミングを行っている過程では主にキーボードへの注視と画面注視が交互に行われることが多く、効率的な表情認識を得ることが難しいことが明らかになった。また、欠損することが多い場合でも顔に対し様々な特徴量を計算できるシステムを用いることで、たとえ顔全体が映っていない場合でもあらかじめ定義した値を基に情動反応を取得できる可能性を示している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義として、プログラミング教育に対するリアルタイムな支援を行える可能性があり、最終的には昨今求められているSTEM教育などPCの前で行う学習においては非常に有効性の高い教育支援のツールとなる可能性を秘めている。また、学術的には表情変化・情動反応と理解度に対する一定の教師データを取得することが可能となるため、急速に発展している機械学習との組み合わせにより性能向上が期待できる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to support programming education by acquiring emotional responses from changes in learners' facial expressions acquired in real time, linking these changes to their level of comprehension, and providing real-time support to students who are having trouble (students with low comprehension). As the results of this study, first, it became clear that it is difficult to obtain efficient facial expression recognition because the students often alternate between gazing at the keyboard and gazing at the screen, mainly during the process of programming. In addition, we have shown the possibility of acquiring emotional responses based on predefined values even when the entire face is not shown, by using a system that can calculate various features for the face even when the face is often missing.

研究分野：教育工学

キーワード：情動反応 プログラミング教育

1. 研究開始当初の背景

プログラミング講義・演習の適切な進行管理は担当教員の大きな悩みである。大学等の教育機関における一般的なプログラミング教育は、大人数を対象とし、演習室で担当教員が適宜説明を行いつつ各個人が演習課題を遂行する方法が採られる。しかしプログラミングスキルの習得は個人差が大きく、講義時間内での内容理解・演習進度に大きな差が生じる場合が多く、担当教員にはこれらの状況を適切に見極めた、いわば顔色を伺った講義進行が求められる。例えば、十分に理解が出来ている学生が多数を占めている状況下で一部の学生の進行に合わせ演習を進められない場合、各個人の学習意欲の低下や全体としての演習時間の不足などを招く。一方、演習内容に対する理解が追い付いていない学生が多数を占めている状況下でそのまま講義を進行すると絶対的な理解不足を招き、結果として学習意欲の低下を招くなど、講義進行が学習に与える影響が大きい。そのため、教員は講義という枠組みの中では受講者全体での平均的な到達速度による進行を目指し、全体平均での最適化を行い進行する必要があるが、大学講義規模の演習では個々の進度を個別に把握することは人的リソースの観点から極めて困難であり、これまで多くのプログラミング教育担当教員が直面してきた問題でもある。

この問題に対して「情動反応」にもとづくプログラミング教育における定量的な顔色の伺いによる解決を目指す。実現にあたり、プログラミング演習における学習者の理解の不足は、自身の負荷的な心理状態・感情を短時間に示す「情動反応」に現れるのではないかという仮説を立てる。一般的に、人間の学習過程において、自身の理解速度を超えた場合、急激に生起し短期間で終始する反応振幅の大きい一過性の感情状態である恐怖・不安・怒りなどの情動反応が大きく出る傾向がある。この性質を利用し、機械学習の大きな成果としてその利活用が進むコンピュータビジョンによる感情検出技術を応用し、自動的に学習者群の情動反応をその講義における学習理解度の集合知として把握する。学習者群の情動反応を元にした学習理解度を担当教員がリアルタイムに把握することが出来れば、これまで属人的に行われてきた学習者群の「顔色の伺い」を自動化し、自身の進める講義演習の進度を適宜調整することができ、多数の学習者に対し効率的な講義進行を行うことが出来るようになる。

2. 研究の目的

これまでに、プログラミング教育における学習者の進度把握を目的とした様々な研究が行われている。既存研究の多くは、実際に演習を行っている各学習者の単位時間当たりのキーボード入力文字数、資料の閲覧履歴、コンパイルやプログラムの実行回数、エラーの記録など、定量的に取得可能な「作業」を収集、解析を行うことで進度の把握を目指している。しかしこれらの情報は講義終了後に担当教員による振り返りを行う場合には重要な情報となるが、演習実施中に全体進度の把握として利用することは考慮されず、実現も困難である。また、特定のメトリクスに従った定量的データは、対象としている課題に大きく依存する可能性が高く、課題ごとに進度の基準とすべき閾値を設定する必要があるが、事前に規定することは難しい。本研究の目的は、教育機関におけるプログラミング教育を目的とした演習において、担当教員が全体の講義進行を、演習内容に依らず定量的に観測可能な値に基づき管理するための支援手法を確立することを目指す。

3. 研究の方法

各学習者の情動反応を元に演習に対する理解度を推定し、学習者群の理解度分布、時間遷移を担当教員がリアルタイムに把握できるシステムを構築し、演習の進行管理支援を行う。提案手法による状況把握が進めば、演習の難易度決定の支援や教育効果の可視化などとしても活用可能であり、教育支援ツールとして大きな可能性がある研究と言える。

研究の進め方としては以下の通りとなる。

- ① プログラミング学習と情動反応の関係性の分析
- ② 感情解析と情動分析による学習理解度の推定
- ③ リアルタイム可視化アプリケーションの開発

4. 研究成果

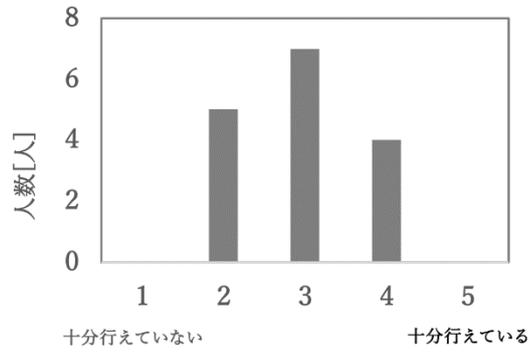
①研究に関する背景調査

情動反応にもとづく理解度の可視化によるプログラミング教育支援実現に向け、まず現在の高等教育機関員におけるプログラミング教育がどのように行われているのかについて、大学で実際にプログラミング教育を行っている大学教員 16 名（国公立 7 大学、私立 4 大学）の教員が担当している演習授業について、その実態をアンケートにより調査した。本調査に関しての詳細は関連発表に記すが、特に現状の状態把握について、多くの教員が十分行えてはいないと認識していることが明らかになった。また、この把握のために LMS などの学習支援システムの活用、SNS などを利用したリアルタイムな問い合わせなど様々なやり方を試みてはいるが、結果として十分な効果が得られていないという現状も明らかになった。

②データ取得に向けた予備的実験

次に、研究に対する準備として今後の研究遂行に向けた基礎データの蓄積方法の確立および、データ収集を主に実施した。実際の初学的なプログラミングにおける学習の動態の記録と、実施後に本人による、記録と実際の問題点との突合を行い、研究遂行に向けた学習者の精巧なデータの収集を行った。

実際のデータ収集における問題として、キーボードなどの操作時にブラインドタッチに慣れていない学習者は入力時に手元を見るため、一般的にうつむき気味の姿勢となり、結果として画面とカメラに正対しないため顔の認識が出来ず、そのため感情分析などのコグニティブコンピューティングへの入力が行われないことが明らかになった。この問題に対しては、事前の位置調整や学習者に対するタイピング姿勢の指導など、ソフトウェア的なアプローチとことなる準備が必要となるため、今後実験や運用を行う際に強く検討が必要となることが明らかとなった。



③Web アプリケーションを通じた顔画像および感情情報の取得

新型コロナウイルス感染症の拡大に合わせ、当初想定していた本研究期間の計画は、特にマスクの着用義務化により大きく困難となった。そこでこれまでの研究目的を修正し、講義などの動画を視聴している際の表情分析を行えるシステム開発を目指すこととなった。その際、PC と正対した状態での顔画像の認識は外的要因による困難さが高いことが①の予備実験で明らかとなっていたため、新たに顔画像から図 1 で定義される様々なパラメータを抽出できるシステムを作成し、任意のパラメータを作成し、そこから表情変化を読み取ることが可能なシステムとしての表情認識システムの構築を行った。

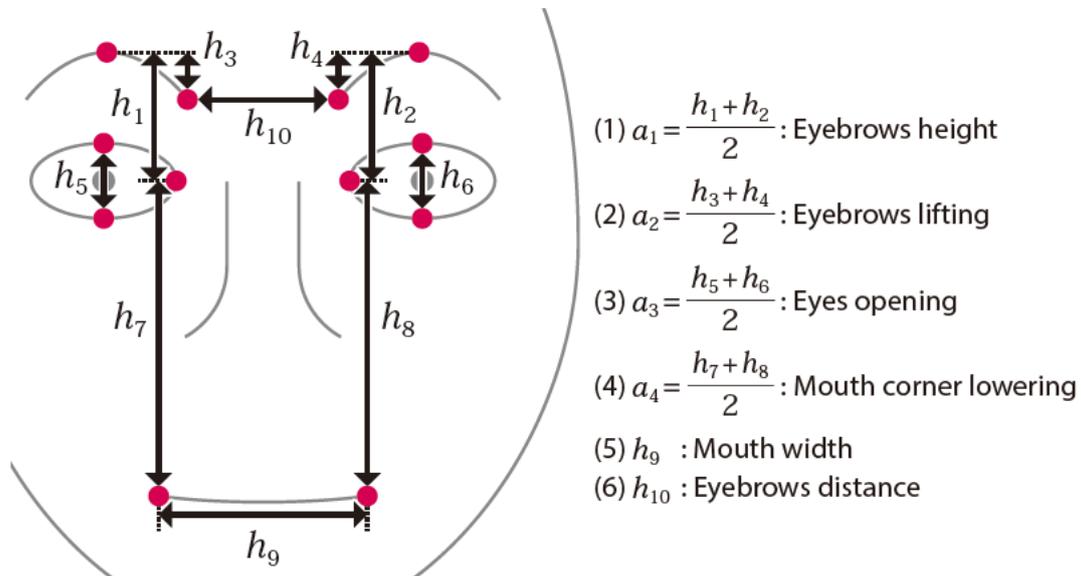


図 1 表情認識に利用する特徴量

実際の被験者に、本システムを用いた表情認識をリアルタイムに行った結果を図 2 に示す。本システムは他の研究と共同で開発を行ったものであるため、直接プログラミング教育用動画を視聴しているものには無いが、口や目の動きなどを取得できていることが確認できる。

この認識システムを Web アプリケーションとして組み込み、最終的に図 3 のアーキテクチャで作成を行った。一方で研究期間中でのプログラミング教育への支援アプリケーションまでは至らず、今後継続し研究を進めていく予定である。

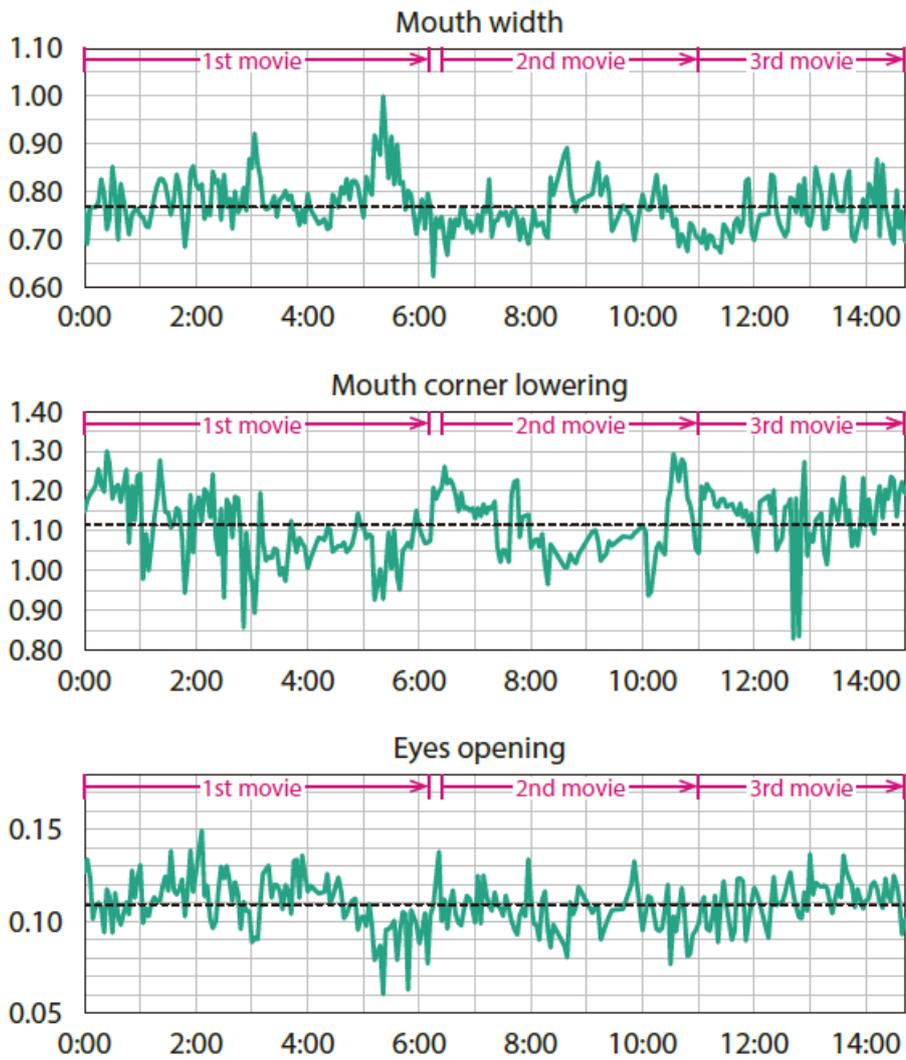


図2 顔特徴量のリアルタイム取得データ

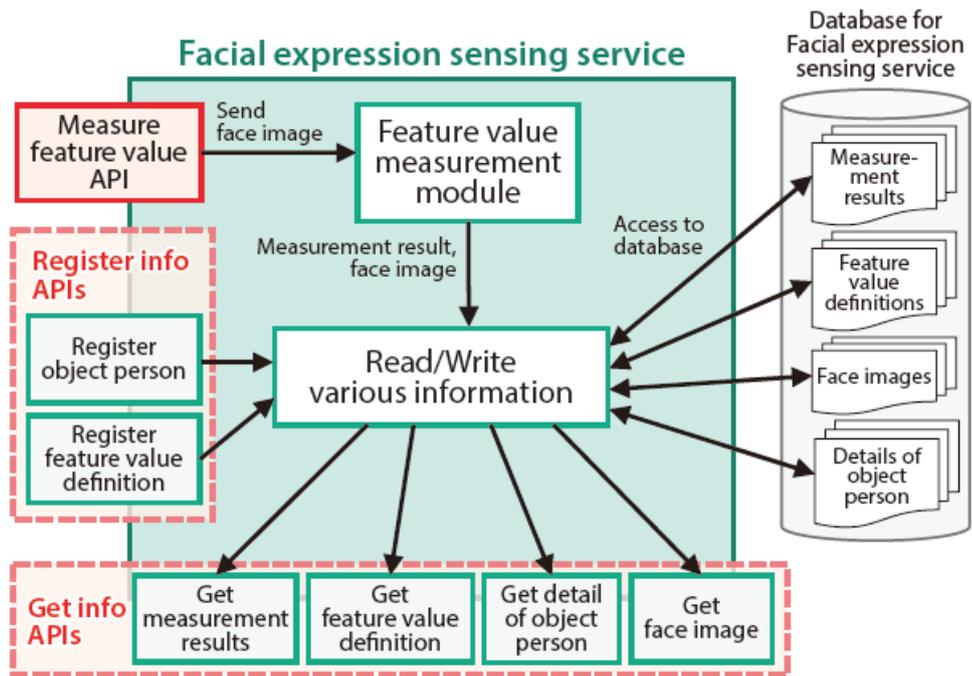


図3 開発したシステムのアーキテクチャ図

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Chen Sinan, Saiki Sachio, Nakamura Masahide	4. 巻 20
2. 論文標題 Nonintrusive Fine-Grained Home Care Monitoring: Characterizing Quality of In-Home Postural Changes Using Bone-Based Human Sensing	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 5894 ~ 5894
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/s20205894	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 -

1. 著者名 Hirayama Kosuke, Chen Sinan, Saiki Sachio, Nakamura Masahide	4. 巻 21
2. 論文標題 Toward Capturing Scientific Evidence in Elderly Care: Efficient Extraction of Changing Facial Feature Points	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 6726 ~ 6726
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/s21206726	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4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Kosuke Hirayama, Sachio Saiki, and Masahide Nakamura
2. 発表標題 Measuring User-Defined Facial Features for Supporting Scientific Long-Term Care
3. 学会等名 ISG's 12th World Conference of Gerontechnology (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kosuke Hirayama, Sachio Saiki, and Masahide Nakamura
2. 発表標題 Evaluating Video Playing Application for Elderly People at Home by Facial Expression Sensing Service
3. 学会等名 The 22nd International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sinan Chen, Sachio Saiki, and Masahide Nakamura
2. 発表標題 Using Human Pose Estimation for User-Defined Indoor Location Sensing
3. 学会等名 The 2021 International Workshop on Pervasive Information Flow (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 金田 茉歩
2. 発表標題 プログラミング演習時におけるコグニティブコンピューティングを用いた学習者の状況把握支援手法の提案
3. 学会等名 2019年度 情報処理学会関西支部 支部大会 講演論文集
4. 発表年 2019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 分担 者	福安 直樹 (Fukuyasu Naoki) (60324993)	大阪工業大学・情報科学部・教授 (34406)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------