

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 A Support Method for Estimating the State of Students in Programming Class Using Cognitive APIs

金田 茉歩†1 福安 直樹†2 佐伯 幸郎†3 妻鳥 貴彦†4 満田 成紀†2 鱒坂 恒夫†2
Maho Kaneda Naoki Fukuyasu Sachio Saiki Takahiko Mendori Naruki Mitsuda Tsuneo Ajisaka

1. はじめに

大学等の教育機関におけるプログラミングの演習授業は、多くの学生を同時に指導するため、大人数の学生を対象に担当教員が適宜説明を行いながら、学生が演習課題を実施するという形態が進められる場合が多い。しかしながら、内容理解や演習課題への取り組み方には個人差があり、授業時間内での演習進度に大きな差が生じることも少なくない[1]。

例えば、多数の学生が十分に理解し演習課題を終えている状況で、理解が追い付かない一部の学生の進行に合わせて説明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を招く可能性がある。一方で、理解が追い付いていない学生が多数を占めている状況で、理解の進んでいる一部の学生に合わせて新たな説明を行うことは、大多数の学生の理解不足を招き、これも望ましくない。クラス全体の理解状況に合わせて、適切な進度で授業を進めることは重要な課題であるが、多数の学生の状況を個別に把握しながら説明のタイミングを見定めることは容易ではない。

このような課題に対して、これまでにプログラミング演習時における学習者の状況把握を支援する環境が多く提案されている。これらの提案では、学習者個人の演習環境に手を入れることで個々の演習の進捗状況を把握するものが多いが、その使用性が演習内容の理解に影響を与える可能性は否定できない。また、プログラミング言語や課題の内容に依存するような手法も少なくない。

そこで本研究では、プログラミングの演習授業における状況把握を簡易に行うため、演習中の学習者の顔画像からコグニティブコンピューティング技術を活用して個人の状態を把握し、クラス全体の状況を推定する手法を提案する。本稿では、まずプログラミング演習時の学習状況把握支援の関連研究について述べる。また、大学におけるプログラミング教育の現状を把握するため、プログラミング演習を担当する教員を対象としたアンケート調査を実施し、その結果をまとめる。最後に提案手法について説明する。

2. 関連研究

2.1 プログラミング演習における学習状況把握とその課題

長谷川ら[2]は、プログラミング入門教育を対象として授業をリアルタイムに支援するシステムを開発している。演習課題に対して授業中に提出された学習者のソースコードを、コンパイルの可否、適切にインデントされているか、正しい振る舞いを実現できているかなどの観点から、リアルタイムに自動的に評価し通知するものである。学習者が利用する演習環境は、複数の環境で動作するようにJavaVM上で動作するアプリケーションとして実装し、これ

をインストールさせることで学習者の状況把握を実現している。

加藤ら[3]は、教授者がクラス全体の状況と学習者個々の状況の両面に気を配りながら対応することの難しさに対して、作業進度と作業履歴を提供することで学習者の学習状況をクラス全体と個別の両面から把握することを支援する手法を提案している。

これらの既存研究では、講義資料の閲覧履歴やコンパイルの可否などの他、コンパイルやプログラムの実行回数、コンパイル時のエラーメッセージ、キーボードによる入力文字数など、学習者の演習環境で取得したデータを利用して状況把握を行うものもあるが、学習者の使用する端末に専用のツールをインストールすることが必要な場合も少なくない。また、提出されたプログラムの自動採点などは、対象とする言語や演習内容に依存するため、さまざまなプログラミングの演習授業で活用することは難しい。

2.2 顔画像認識による感情推定

本研究では、上記課題に対する提案として、顔画像認識による感情推定技術を提供するクラウドサービスを利用することで、学習者個々の端末に専用のツールをインストールすることなく、また演習の内容に依存せずに簡易に学習状況を把握する方法を検討する。

顔画像認識による感情推定技術の一つとして、Microsoft Azure が提供する Emotion API がある。Emotion API では、顔画像から感情を推定し、それぞれの感情の度合いを出力する機能をクラウドサービスとして提供している。7つの感情である anger (怒り)、contempt (軽蔑)、disgust (嫌悪)、fear (恐怖)、happiness (喜び)、sadness (悲しみ)、surprise (驚き) に加え、neutral (中立) を含めた8つの感情を0~1の間の値をjson形式で出力する。これらの感情の割合から学習者の理解度を推定することが必要である。

3. プログラミング演習授業の現状調査

大学等におけるプログラミング教育の現状を把握するため、プログラミング演習授業を担当している大学教員を対象にアンケート調査を実施した。

3.1 調査内容と結果

3.1.1 演習授業の人数規模について

回答が得られた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、受講者数や担当教員数、TA (Teaching Assistant) 数を表1に示す。各教員が担当している演習授業の受講者数は、50人未満(小規模)が2クラス、50人以上100人未満(中規模)が7クラス、100人以上(大規模)が7クラスであった。各演習授業を担当

表 1 演習授業の人数規模

およその受講人数	教員数	TA 数	教員と TA 1人あたりの対応受講人数
10	2	2	2.5
35	1	1	17.5
50	1	1	25
50	4	2	8.3
55	1	0	55
60	1	2	20
80	2	1	26.67
80	4	3	11.4
80	1	3	20
100	3	3	16.7
100	2	6	12.5
100	1	5	16.7
120	1	1	60
120	1	2	40
140	3	8	12.7
700	3	4	100

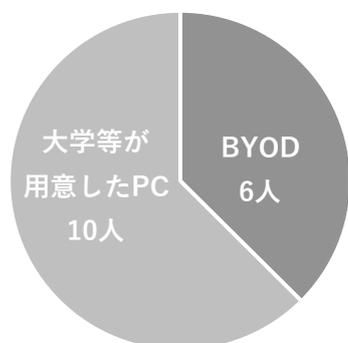


図 1 端末の種類

授業を担当する教員数は、クラスの規模には関係なく 1~4 人であった。一方で TA は小規模クラスでは 1~2 人、中規模クラスでは 0~3 人、大規模クラスでは 1~6 人と大きな幅が見られた。教員および TA 1 人あたりの受講者数で見ると、2.5 人や 8.3 人の人的リソースに恵まれたクラスもあれば、40 人以上の受講生に対応しなければならないクラスも 4 件あった。大半のクラスは 20 人前後であった。

3.1.2 教室設備について

近年、大学等の教育機関では BYOD (Bring Your Own Device) を活用した授業が実施されており、プログラミング演習授業も BYOD を利用して実施される形態のものが増えつつある。従来は演習室に設置された PC を利用して演習を実施していたため、あらかじめ統一的な演習環境を用意することは比較的容易であったが、BYOD では個人の端末

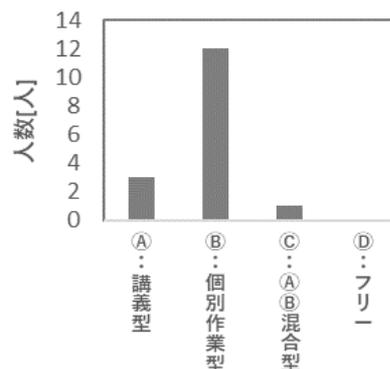


図 2 デスクレイアウト

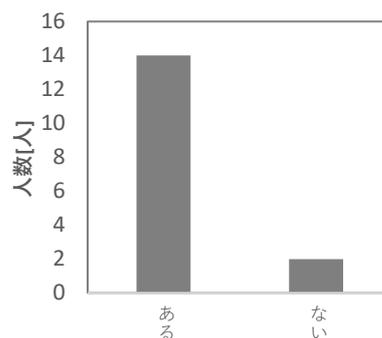


図 3 資料・教材提示用の個別モニター

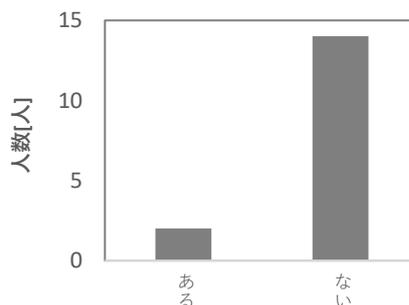


図 4 e-Learning 用ビデオ撮影

を利用するためインストールが必要な演習環境の準備は演習室に比べて容易ではない。図 1 に示す通り、今回の調査では 6 名が BYOD を利用した演習環境でプログラミング教育を実施していた。

通常の講義室では、教卓に対して学習者が正対する講義型であるのに対し、演習室では、教卓に対して学習者が横向きに座り正対しない個別作業型も多く見られる。今回の調査では、個別作業型が全体の 75% と多かったが、教授者が学習者の状況を確認しやすいと考えられる講義型やフリー型のレイアウトはあまり見られなかった (図 2)。

その他、資料・教材提示用の個別モニターの有無 (図 3) や、e-Learning 用ビデオ撮影の有無 (図 4) についても調査を行った。

また、受講者の演習環境 (プログラム開発環境) に対する工夫点として、「初めは簡単なオンライン IDE から使用する」「使用するソフトウェア (バージョン) を統一する」などの回答が自由記述として得られた。

3.1.3 演習授業中の進行管理について

演習授業の進行管理の方法についての質問を行ったところ、説明と演習を交互に行い少しずつ進める方法より、前

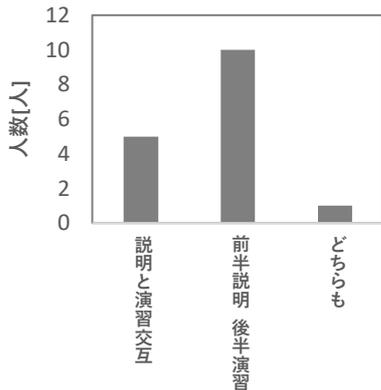


図5 現在行っている進行方法

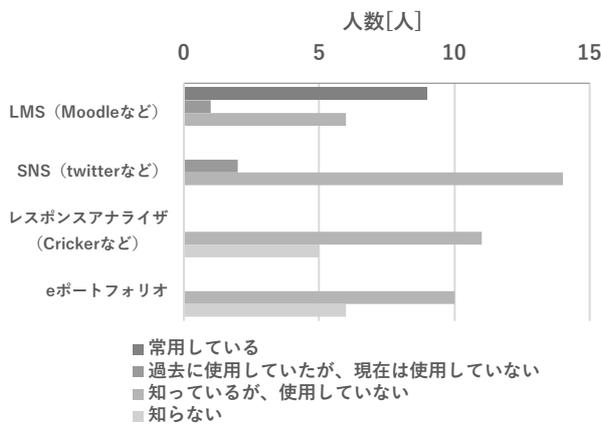


図6 教育支援ツールの使用状況

半に説明をして後半にまとめて演習を行う方法が多かった(図5)。進行管理においてどのようなことを意識しているかについても尋ねたところ、大半が「すべての学生がついてこられるように進度を調整する」、「大多数の学生の進度に合わせる」、「シラバスの講義計画にしたがう」という回答であり、「理解の進んでいる学生の進度に合わせて先に進める」はなかった。また自由記述として、「学生によって進度が異なることを前提とした演習にしている」などの回答も得られた。

また、進行の方法に対しては「学生がついてきているか判断するのが難しい」「理解が早い学生は別クラスを用意したほうがいい」「学生が理解できている授業内容であるか」など、理解度が異なる学習者に対して進行方法や授業内容を懸念する意見が得られた。

3.1.4 演習授業中の学習状況把握について

演習授業中の進行管理のために、どのようにして学習者の状況を把握しているのかを自由記述形式で調査を行った。机間巡視による直接的観察を挙げたのが8名、演習課題の提出状況や進捗管理システムによる把握を挙げたのが7名であった。直接的観察では、学習者の表情やしぐさ、PCの画面や、キータイプ音などから判断しているとの回答が得られた。

教育支援ツールとして、LMS (Learning Management System) を使用している教員は9名であった(図6)。他にも、自動採点や学習状況を報告するツールを自作して使用しているという回答も得られた。

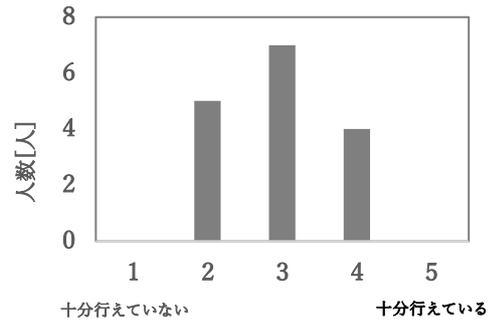


図8 十分な状況把握が行えているか

現在の状況把握に対して「1. 十分な状況把握が行えていない」から「5. 十分な状況把握が行えている」の5段階で意識調査を行った結果、図8に示す通り3割程度の教員が2と回答しており、現状の状況把握では十分ではないと考える様子も見られた。一方で、教員が理想とする学習状況把握の方法を自由記述で求めたところ、以下のような回答が得られた。

- ・個別面談をする
- ・学生のファイルから教材のどこまで進んでいるかを自動判別したい
- ・状況把握するための準備やメンテナンスを教員が全くする必要がないシステム
- ・手が止まっている学生の早期発見したい
- ・学生自身が学習状況を把握・管理する

3.2 考察

3.2.1 大人数の受講者に対応する教員とTA

100人を超えるような大規模なクラスにおいて、数人の教員とTAでは十分に対応できず、演習課題を自動回収・自動採点するツールを使用しないと手が回らないという意見も得られた。学習者側の意見としても、聞きたいと思った時にまわりに教員やTAがいないと学習意欲が低下してしまうと考えられる。

3.2.2 進行管理において意識していること

個人差があるプログラミングスキルに対して、どの理解度の学習者に合わせる進行にするか難しい問題である。進行の調整を気にするあまり、シラバスの講義計画に遅れが生じるなど、予定していた講義内容を遂行できず理解不足を招くことが懸念される。

3.2.3 理想とする学習状況把握

自由記述によって得られた回答は、大きく2つに分けられる。教員側の教育支援ツールに対する意見と学生自身が自分の理解状況や学習状況を把握することを望んでいる意見である。後者の意見は、受動的に授業を受けるのではなく、自分の学習状況を把握することで能動的に授業に参加し、さらにプログラミングの理解向上ができると考えられる。

4. 提案手法

4.1 簡易的な教育支援ツール

本提案では、「専用ツールのインストールの手間」「開発言語や演習内容への依存」という2つの問題の解決を目指す。BYODを前提として演習授業を実施する場合、学習者

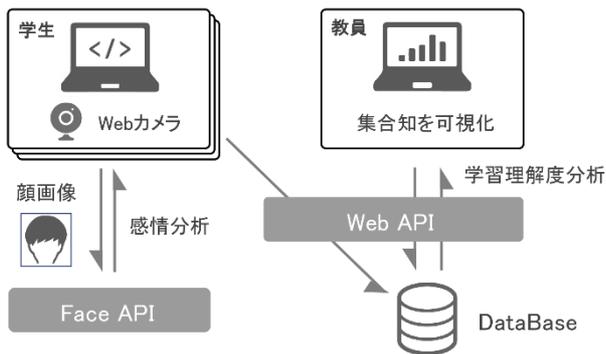


図 10 システムの概要

の所有する端末に専用のツールをインストールすることは容易ではない。また、インストールしたツールの使用性が学習者の活動に影響を与えることは望ましくない。

そこで、昨今の多くの端末に標準的に搭載されているカメラを活用し、顔画像に基づく感情分析技術を利用することによって、学習者の端末に専用のツールをインストールすることなくプログラミング演習時の学習状況を把握する手法を提案する。状況把握に学習者の顔画像を利用することで、開発言語や演習内容に依存しない方法を実現する。

4.2 提案手法の流れ

提案手法の流れを図 10 に示す。まず、(1) 個々の学生 PC の Web カメラから顔画像を取得する。(2) 取得した顔画像を Microsoft 社の Emotion API に送信し、(3) Emotion API で顔画像から感情分析結果を取得する。(4) 分析結果を時系列的に分析することで、学習の状況を推定し、(5) クラス全体の集合知として教員に提示する。

4.2 感情分析による学習理解度の推定

本手法では、教員が普段行っている、受講者の表情を通じた学習状況把握をシステム化するものである。表情による感情分析を Emotion API を用いて行う。具体的には、プログラミング端末と正対している状態の顔画像を継続的に取得し、Emotion API を用いて怒り、軽蔑、嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚き、中立の 8 つの感情分析結果を得る。

プログラミング中のある瞬間の感情だけでは、学習状況を推定することは難しいと思われるが、感情の時系列変化に着目することで学習理解度の推定が可能になるのではないかと考える。特に、理解不足は恐怖・不安・怒りなど負の感情に現れると仮定し、学習者個々の学習状況の推定を目指す。

5. おわりに

プログラミング演習時、コグニティブコンピューティング技術を用いて、学習者の学習状況を把握する手法を提案した。顔画像から Emotion API で感情分析した後、その結果から学習理解度を推定し、その集合知を教員に提示することで簡易的に学習状況を把握することができる。

本稿では、まずプログラミング演習時の学習状況把握支援の関連研究について調査した。また、大学におけるプログラミング教育の現状を把握するため、プログラミング演習を担当する教員を対象としたアンケート調査を実施し、その結果をまとめた。このアンケート調査から 16 名のうち 6 名が BYOD を導入した授業を実施しているという回答が

得られたが、今までのようにあらかじめ統一的な演習環境を用意することは比較的容易ではなくなった。そのため、BYOD の個人端末にインストールなどの準備がいないツールを本研究では、Emotion API というクラウドサービスの利用することで、簡易的で開発言語や演習内容に依存しない教育支援ツールを実現することができる。

6. 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP19K02973, JP19K03001 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 堀口 悟史, 井垣 宏, 井上 亮文, 山田 誠, 星 徹, 岡田 謙一, 講義資料閲覧ログを用いたプログラミング講義進捗管理手法の提案, 情報処理学会論文誌, Vol. 53, No. 1, pp. 61-71, 2012.
- [2] 長谷川 伸, 松田 承一, 高野 辰之, 宮川 治, プログラミング入門教育を対象としたリアルタイム授業支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 52, No. 12, pp. 3135-3149, 2011.
- [3] 加藤 利康, 石川 孝, プログラミング演習のための授業支援システムにおける学習状況把握機能の実現, 情報処理学会論文誌, Vol. 55, No. 8, pp. 1918-1930, 2014.