

多人数演習における指導を円滑にするためのシステムによるサポート

北 英彦*1・佐藤 幹人*1・高瀬 治彦*1
Email: 418M215@m.mie-u.ac.jp

*1: 三重大学大学院工学研究科電気電子工学専攻

◎Key Words iBeacon, 机間巡回, 講義支援

1. はじめに

近年、情報化社会が発展する中でプログラミング学習はさらなる注目を集めている。一般に、プログラミング教育の手法として、演習型の講義形式が取り入れられている。演習型の講義では、教員やTAが学習者に適宜指導を行う。プログラミング演習の支援は一般に、机間巡回による指導が行われることが多い。机間巡回による指導では、教員が演習室内を巡回することで学習者の状況を把握し、各学習者の理解度や演習の進捗度に対してできる限り速やかに行われることが望ましい。しかし、多人数講義では教員やTAが各学習者の理解度を把握できないといった問題や演習の進捗度を知ることができないといった問題がある。また、机間巡回による指導では1回の講義中に指導できる学習者の数は限られており、指導を必要としている学習者を適切に順位付けできなければ、その有効性が低下する。そこで、プログラミング演習を対象とし、計算機を用いて各学習者の演習の進捗度、教員の位置情報と状態を把握できるようにする。システムが指導に行く学習者を教員やTAに提案し、教員が指導する学習者を決定する際の支援を行い、学習者の待機時間を減らすことを目的とする。

2. 類似研究

プログラミング演習科目では、はじめに演習で使う構文や処理の流れを解説し、教員がプログラム作成課題を学習者に与え、学習者が実施する。演習時間中には教員やTAは学習者のプログラム作成の状況を把握するために演習室内を巡回し、プログラムの作成が止まっていたり、どのようにプログラミングをすればよいのか困っていたりする学習者がいた場合は適宜指導を行う。しかし、多人数講義では教員らの人数に対して学習者の人数が多いため、教員らが全ての学習者の理解度や演習の進捗度を把握することは難しい。また、教員の人数が限られているため、机間巡回による指導では教員の指導を受けられる学習者は全体の一部になってしまう。そのため、指導が必要な状況にもかかわらず、十分な指導を受けられない学習者が発生してしまう。

プログラミング演習科目において、上記の問題を解決するための演習支援システムが開発されている。次の節では、すでにある演習支援システムについて紹介する⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。

2.1 コーディング過程可視化システム C3PV

大阪大学の井垣らの提案するコーディング過程可視化システム C3PV はオンラインエディタを用いて学習者のコーディング過程を記録し、学習者のコーディング時間やエディタの操作回数などを集計するシステムである⁽¹⁾。コーディング過程とは学習者によるソースコードの編集から課題提出までの一連の行為のことである。C3PV は各学習者が記述した行数、課題ごとのコーディング時間、単位時間あたりのエディタ操作回数、課題ごとのエラー継続時間の4種類のメトリクスを即時に計測し、ランキングなどの可視化処理を行い教員に提示する。

しかし、C3PV では収集された履歴の分析や検出のパターン化といった処理を事前に教員が行う必要があるために教員の負担が大きく、可視化によるフィードバックにも対応していない。また、定義したパターンに一致する複数の学習者が検出された場合に、どの学習者を優先して支援すべきか判断できない。

2.2 TA 業務支援システム TASKit

九州工業大学のTA業務支援システム TASKit は学習者の挙手によるTAの呼び出し、過去の課題の提出状況の確認、TAによる出欠や演習のチェック作業、講義後の集計作業を補助するシステムである⁽²⁾。

TAは全ての学習者の出欠や演習課題の提出をチェックすることができる。TAは学習者から質問呼び出し、もしくは演習チェック希望呼び出しが送信されると画面上に通知される。TAはこの画面を参照して学生に指導を行う。

しかし、TASKitでは教員やTAが学習者の作成中のプログラムを確認できない。教師らの位置情報や状態を把握できないといった問題がある。

2.3 演習状況把握システムサポちゃん

九州産業大学の演習状況把握システムサポちゃんは学習者の演習進捗状況を可視化し、演習時間中の学習者と教員らを支援するシステムである。サポちゃんのシステムの流れは次のとおりである。

- ① 学習者が演習チェックや質問の依頼を行う
- ② 教員らがサーバに届いた依頼をタブレットで確認する

図 4 アプリケーションの画面

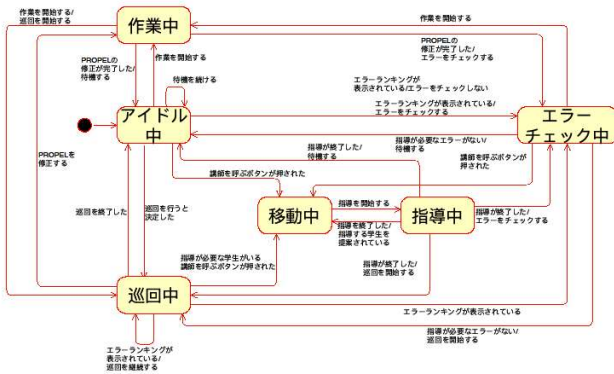


図 3 状態遷移図

5. STABLE の使用方法

STABLE は講義室内に複数配置された iBeacon と教員が巡回時に所有する iPad Pro を用いて使用する。iBeacon は演習室内に 8 個配置する。

教員は所持する iPad Pro に開発した専用のアプリケーションをインストールし、このアプリケーションを使用して、座席表示画面やエラーランキングを参照しながら巡回を行う。アプリケーションの画面を図 4 に示す。



図 4 アプリケーションの画面

このアプリケーションでは、Web ページを閲覧しながら、バックグラウンドで iPad Pro が受信した iBeacon のデータを Web サーバへ送信している。Web サーバでは送信されたデータをリアルタイムに処理し、教員の位置を決定する。また、Web ページ上に設けられたボタンから送信された教員の状態を取得し、これらの情報と学習者の演習の状況から、指導を行う学習者の優先順位を教員に提案する。システムが提案する指導の優先順位は以下の学習者の状態の順で決定する。

- ① 「講師を呼ぶ」ボタンを押している学習者
- ② 10 分以上コンパイルエラーを修正できていない学習者
- ③ 10 分以上早期発見エラーを修正できていない学習者
- ④ 15 分以上入力をまったく行っていない学習者

教員の状態についてはアイドル中、巡回中、エラーチェック中の場合にシステムによる提案を行う。教員への提案は図 5 のように表示する。

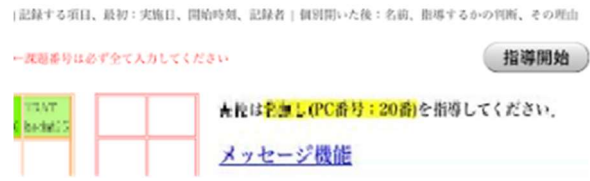


図 5 システムによる提案の表示

6. 学習者の待機時間を減少できるかの実験

システムによる指導に行く学習者の提案によって学習者の待機時間を減少できるかを確認することを目的に、実験は 2020 年 1 月 16 日～1 月 23 日のプログラミング演習 II で行った。演習は三重大学工学部電気電子工学科在学中のプログラミング演習 II の受講生 82 名を対象に、教員 1 名、TA2 名で行われた。実験では、教員に提案システムを使用してもらい、演習中の様子をビデオで撮影して結果を分析した。また、サーバに保存されたデータを分析した。

また、システムによる教員への指導に行く学生の提案が妥当か確認することを目的として、2020 年 1 月 31 日のプログラミング言語 I でも本システムを使用して実験を行った。演習は三重大学工学部電気電子工学科在学中のプログラミング言語 I の受講生で前半クラス 44 名、後半クラス 44 名の計 88 名を対象に、教員 1 名、TA1 名で行った。教員の位置推定精度は、教員および TA が机間巡回を開始してから 15 分間のデータで算出した。提案の妥当性は、システムの提案のログデータと実際の教員の位置関係を撮影したビデオから分析し、教員と距離の近い学習者が提案されていれば、妥当性があると判断した。

7. 実験結果

従来システムの使用時と本システムの使用時の同じ学習者の待機時間の比較した。実験結果を図 6 に示す。今回比較に使用した学習者のデータは、従来システム使用時と提案システム使用時で同じ座席に座っている学習者を対象とした。

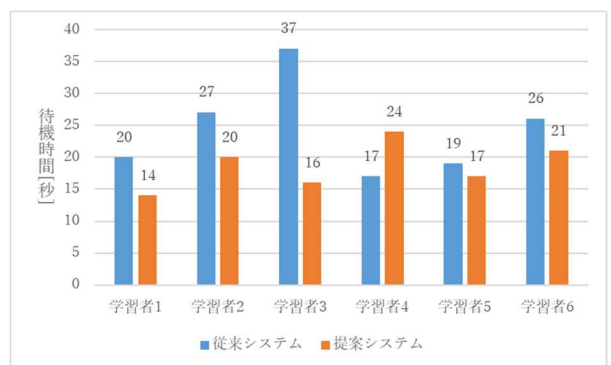


図 6 学習者の待機時間の比較

本システムを使用した場合、ほとんどの学習者で待機時間が減少する結果となった。待機時間が増加した学習者4については、撮影したビデオを分析した結果、教員が学習者の座席の位置を間違えていたため、増加したことが分かった。これは、システムによる提案の表示が教員の名前、学習者の名前と学習者の座席番号が文字で表示されるだけであり、座席表示画面に学習者の位置は表示されているが座席番号は表示されていないために発生したものと考えられる。システムによる提案の表示を文字だけでなく、画像などを用いて直感的な表示にする必要がある。

提案システムの使用時の2020年1月16日の講義で呼び出し回数は7回であった。そこで、従来システムの使用時に呼び出し回数が7回であった2019年10月31日の講義と1月16日の講義の学習者の待機時間の平均と最大待ち時間を比較した。結果を図7に示す。

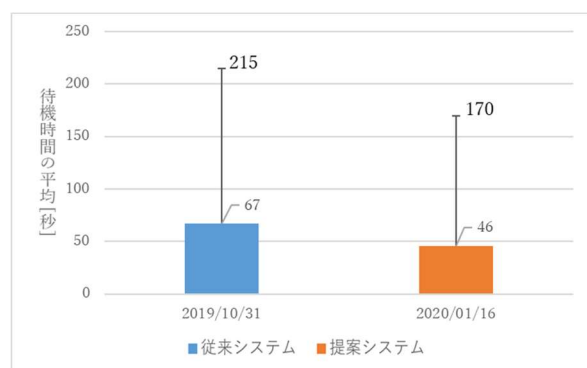


図7 従来システムと提案システムでの比較

図から、提案システムを使用した方が従来システムより待機時間が減少していることが分かった。したがって、本システムは学習者の待機時間削減に効果があると考えられる。

次に、プログラミング言語Iの結果を分析する。教員の位置推定精度を表1に示す。

表1 位置の推定精度

	領域が一致	隣の領域も許容
前半クラス	61%	90%
後半クラス	70%	89%

前半クラス後半クラスともに領域が一致したときの精度は低い結果となった。また、隣の領域と間違えた場合も許容したときの精度は90%となった。本システムの使用法では、隣の領域と間違える程度であれば問題なく使用することができるため、90%の精度で位置を推定できていれば、システムの使用に支障はない。

2020年1月31日の講義で呼ばれた回数は前半7回、後半4回の計11回であった。にまとめる。

サーバに記録されたログデータと撮影したビデオを分析した結果から、システムによる提案が妥当であった回数は前半で6回、後半で3回の計9回であった。システムによる提案は妥当性があると考えられる。

表2 システムによる提案の妥当性

	妥当な提案	妥当でない提案	合計呼び出し回数
前半	6	1	7
後半	3	1	4
合計	9	2	11

8. おわりに

プログラミング演習では学習者の人数に比して少数の教員で対応していたため、机間巡回を行っても教員が学習者一人一人の状況を把握するのは困難であった。そのため、教員は指導する学習者の優先順位を決める際に、状況把握が容易な自分との距離が近いかどうかで決めてしまっていた。本研究ではシステムが指導する学習者の優先順位付けを行い、教員に提案することで、教員が指導する学習者を決定する際の支援を行い、学習者の待機時間を減らすために、教員およびTAの指導を支援すること目的とし、教員の指導を支援するシステムを提案した。実験結果より、本システムが学習者の待機時間を減らすための教員に対する支援が有効であることを確認した。

参考文献

- (1) 井垣宏, 齊藤俊, 井上亮文, 中村亮太, 楠本真二: プログラミング演習における進捗状況把握のための過程可視化システム C3PV の提案, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.1, pp.330-339 (2013)
- (2) 野口剛史, 井手敬也, 長郷俊輔, 古賀雅伸, 矢野健太郎: PC を使う多人数講義における TA 業務支援システムの開発と評価, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.113, No.355, pp.189-193 (2013)
- (3) 神屋郁子, 石飛伊織, 古井陽之助, 下川俊彦: 演習状況把握システムの開発, 火の国情報シンポジウム2019 論文集 (2019)
- (4) 伊富昌幸, 小島祐介, 高橋功欣, 北英彦: プログラムの作成状況を把握する機能を持つプログラミング演習システム, 2010PC カンファレンス (2010)
- (5) 小川正, 西口大亮, 北英彦: プログラミング演習における iPad などの携帯デバイスの利用による指導の円滑化, 2011PC カンファレンス (2011)
- (6) iBeacon: <https://developer.apple.com/ibeacon/> (2020年6月15日参照)