

# 教室内の教員の状態と位置情報を用いた講義支援

佐藤 幹人\*1・北 英彦\*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

◎Key Words iBeacon, 机間巡回, 講義支援

## 1. はじめに

多くの学生が在籍する大学では、演習型の多人数講義が行われている。演習型の講義では、教員やTAが学習者に適宜指導を行う。学習者への指導は各人の理解度や演習の進行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、演習の進行度を知ることができないといった問題がある。また、教員は学習者の理解度を把握できないため、理解が不十分な学習者は取り残されてしまうこともある。

机間巡回による指導はこのような問題の解決手法の1つである。教員が教室を巡回することで学習者の状況を把握し、必要ならば指導を行う。しかし、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、教員が指導を必要としている学習者の優先順位を適切に順位付けできなければ、十分な指導を行うことができない。

本研究では、計算機を用いて各学習者の理解度や演習の進行度、教員の状態を把握することで、この問題を解決することを目的とする。最終的にはシステムによる指導する学習者の順位付けを行い、教員に提案を行うことでこの問題の解決をめざす。

## 2. 現在の演習支援システム

### 2.1 プログラミング演習システム PROPEL

本研究ではプログラミング演習を対象とする。著者らの研究室では、教員が学生に早い時点でアドバイスができるようにすることを目的としたプログラミング演習システム PROPEL (PROgramming Practice Easy for Learners) の開発・運用を行っている<sup>(1)</sup>。PROPELでは学習者が行っている課題の番号、作成しているプログラムの内容、作成している時間、エラーの発生状況などを取得している。

PROPELは学習者の作成途中のプログラムを30秒ごとにサーバに自動的に送信、保存している。サーバは自動保存されたコードに対して簡易的な構文チェックを行い、1行単位の構文誤りは早期発見エラーとして学習者にフィードバックする。学習者はこのフィードバックをもとにコードを修正する。また、「講師を呼ぶ」ボタンによって、任意のタイミングで教員を呼ぶことができる。

座席表示画面では、教員は学習者の座席の位置と座席の色によって学習者のプログラムの作成状況を知ることができる。プログラムの作成状況による色の変化は以下のようになっている。

- 黄：5分以上の更新がない学習者
- 橙：15分以上の更新がない学習者
- 赤：「講師を呼ぶ」ボタンを押している学習者

教員は図1に示すPROPELによって提供される座席表示画面をiPad Proで閲覧しながら教室を巡回し、指導を行う。この画面では、図2に示すように学習者のプログラミング中に発生しているエラーを確認することができ、学生のプログラムの作成状況を見ることが出来る。教員は学生に呼ばれるか、学生のプログラム作成状況を見て、指導が必要であると判断した場合、その学生のもとへ指導に向かう。



図1 座席表示画面

#### 早期エラーランキング

名無し 7分 課題:kadai12 ■■■■

名無し 5分 課題:kadai13 ■■■■

#### コンパイルエラーランキング

名無し 4分 課題:kadai11 ■■

名無し 3分 課題:kadai10 ■■

名無し 2分 課題:kadai10 ■

図2 エラー表示画面

## 2.2 PROPEL が取得している学生の状態

PROPEL が取得している学習者の状態は以下の通りである。

- 行っている課題の番号
- プログラムの作成を開始した時間
- プログラムの作成状況
- プログラムの作成に行き詰まっている時間
- 「講師を呼ぶ」ボタンを押した時間
- 早期発見エラーの発生時間とその累計時間
- コンパイルエラー発生時間とその累計時間

PROPEL では取得した学習者の状態を座席表示画面で教員やTAに提供し、教員やTAはその情報をもとに学習者への指導を行っている。

## 2.3 PROPEL の問題点

現在の PROPEL では学習者の演習状況を把握することができる。PROPEL が取得した学習者の演習状況から、教員やTAは学習者への指導を行う。しかし、PROPEL では教員やTAの状況や位置を把握することはできない。複数の学習者が「講師を呼ぶ」ボタンを押しており、早期エラーやコンパイルエラーを発生させている学生も多い状況においては、教員やTAは「講師を呼ぶ」ボタンを押している学生を最優先に指導を行ったあと、自らに近い学習者を優先する傾向がある。そのため、指導が必要な学習者が長時間放置されてしまう問題がある。

## 3. 提案する演習支援システム

### 3.1 演習支援システム STABLE

提案する演習支援システム STABLE では教員の状態と位置を把握して、指導の優先順位を提案するシステムを構築することでこの問題の解決をめざす。

本研究では、前回発表した位置検出システム STABLE を講義支援システムとして拡張することで、教員の状態と位置を把握できるようにする<sup>2)</sup>。提案する講義支援システム STABLE ではシステムが教員の位置や移動を検出するために iBeacon を使用する。受信した iBeacon の情報を Web サーバに送信することで、教員らの動きをリアルタイムで解析することができる。Web サーバへのデータの送信には HTTP 通信を使用した。STABLE はアプリケーションから Web サーバに送信された教員の位置情報をもとに、教員の状態を決定し、各状態に適した支援を行う。現在は教員の状態を推定する手法として、Web ページ上に設けたボタンを使用して教員の状態を取得している。

### 3.2 教員の状態

本システムが取得する教員の状態の遷移については、演習中の教員の様子をもとに図 3 のような状態遷移図を作成した。

- アイドル中  
教員が待機している状態を表す。
- 巡回中  
教員が座席表示画面を閲覧しながら机間巡回を行っている状態を表す。

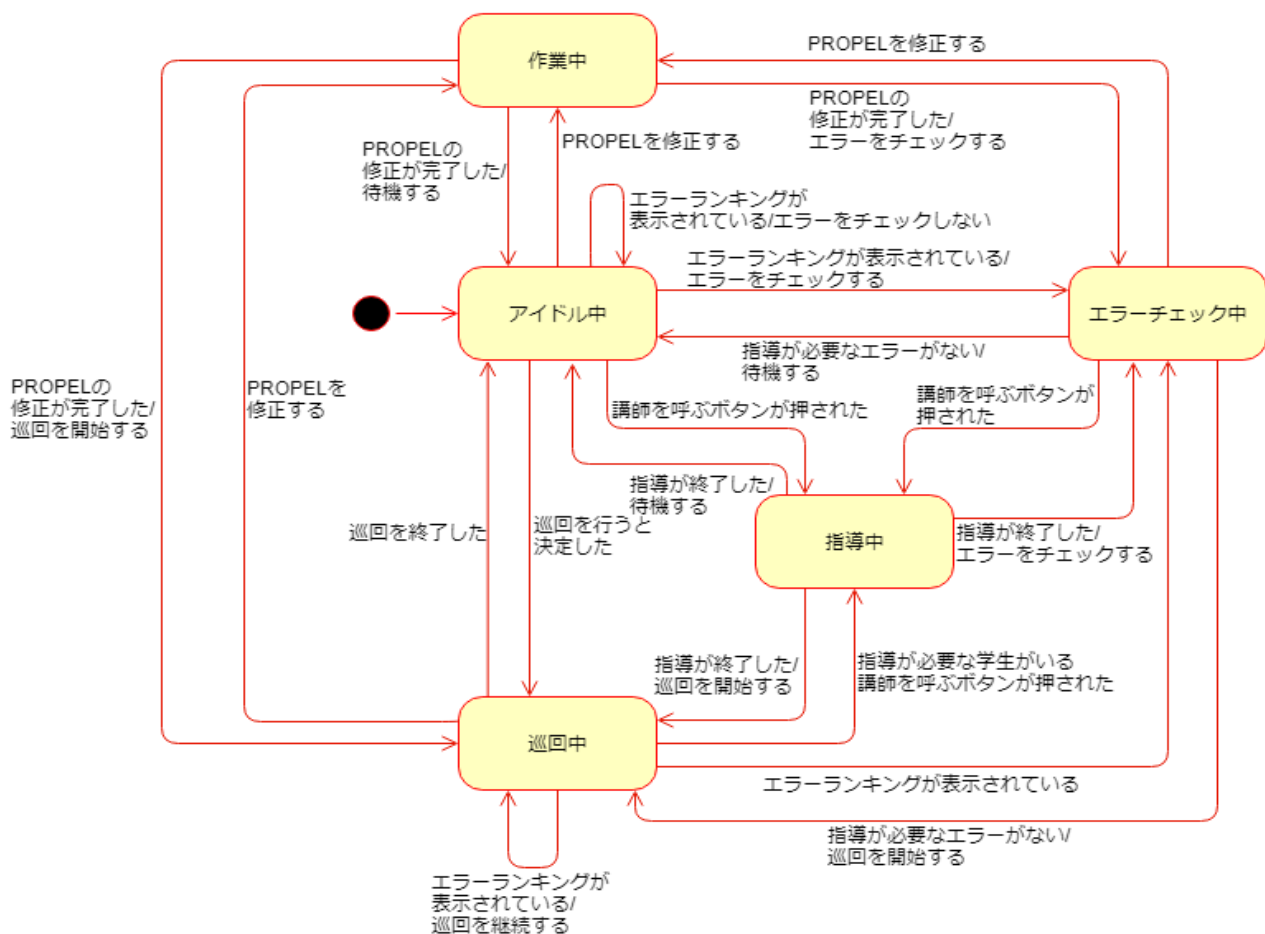


図 3 状態遷移図

- エラーチェック中  
教員がエラーランキングを確認している状態を表す。
- 指導中  
教員が学生の指導を行っている状態を表す。
- 作業中  
教員が PROPEL の修正を行っている状態を表す。

### 3.3 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 の配置を図 4 に示す。また、教員の巡回の様子を図 5 に示す。

STABLE で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 が通信し、iBeacon からの距離によって変化する電波受信強度 RSSI 値の変化から教員の位置を推定する。iBeacon 用のアプリケーションはすでにいくつか開発されている<sup>(3)(4)</sup>。これらのアプリケーションは、フォアグラウンドでの動作を前提に開発されており、バックグラウンドでは使用できない。バックグラウンドで起動することができても、その精度は著しく低下してしまう。そこで、タブブラウザのように Web ページを閲覧しながら、iBeacon の測定が可能なアプリケーションを開発した。アプリケーションの開発環境を表 1 に示す。

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。このアプリケーションでは、Web ページを閲覧しながら、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 2 つ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学習者の状態によって以下の順で決定する。

- ① 「講師を呼ぶ」ボタンを押している学習者
- ② コンパイルエラーを修正できていない学習者
- ③ 早期発見エラーを修正できていない学習者
- ④ プログラム作成が行き詰まっている学習者

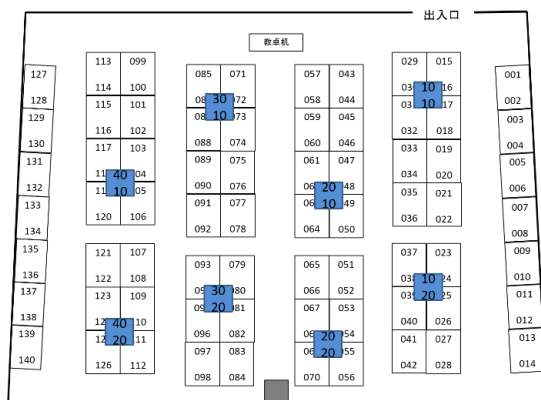


図 4 iBeacon の配置



図 5 巡回の様子

表 1 開発環境

開発環境	Xcode 9.4
開発言語	Swift 4.1

また、学習者の各状態の中での優先度は以下の順で決定する。

- ① より基礎的な課題を行っている学習者
- ② 各状態に遷移してからの累計時間

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い、指導中と作業中についてはシステムによる提案の対象外とする。

### 3.4 教員の状態を把握できるかの実験

教員の指導中の状態のみに注目し、その状態を把握できるのかを確認することを目的に簡易的な実験を行った。実験の条件は以下の通りである。

- 講義で使う情報処理センター第 4 端末室を使用
- 2019 年 1 月 31 日の講義

なお、教員の状態の取得は指導開始時と始動終了時に Web ページ上に用意したボタンを押してもらうことで取得した。

実験結果を表 2 に示す。結果から、指導中の状態を概ね把握することはできた。しかし、指導を開始するときと終了するときに毎回ボタンを押さなければならないのは手間である。ボタンを押さなくても状態を把握する手法を考案する必要がある。

また、教員の位置については十分な解析は完了していないものの約 85%の精度で検出することができている。

表 2 指導中状態の把握実験の結果

	ボタンが押された回数	実際の指導回数
教員	6	8
TA1	3	5
TA2	8	9
TA3	11	12



### 3.5 STABLE の今後の開発計画

将来的には STABLE の機能を拡張して PROPEL と連携させることで、PROPEL に講義支援システムとしての機能を以下の順で追加する。

- ① 教員の位置を検出する機能の実装
- ② 教員の位置を表示する機能の実装
- ③ 教員の状態を推定する機能の実装
- ④ 指導する学習者の提案機能の実装

図 6 にシステムの概要図を、図 7 にシステムの完成想定図を示す。

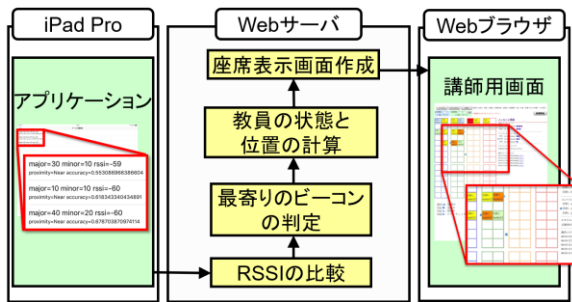


図 6 PROPEL に追加するシステムの構成

### 3.6 期待できる効果

従来のプログラミング演習システム PROPEL では、教員らは机間巡回中に学生から呼ばれるか、または学生のプログラミング作成状況を見て、必要と判断した場合に指導に向かう。このとき、教員は自らに近い学生を優先してしまうために、速やかに指導を受けられない学生が存

在していた。

本研究では、教員の状態と位置を取得し、講義を支援するシステムについて提案した。本システムによって、教員の状態や位置をシステムで把握し、各状態に応じた講義支援を行うことで、教員の講義における意思決定を補助する効果が期待できる。

### 4. おわりに

プログラミング演習システム PROPEL では演習中の学生に指導を行う際に、教員は自らに近い学生を優先してしまうために、学生が速やかな指導を受けられないことがあった。今回提案する講義支援システム STABLE によって、教員の状態と位置をシステムが把握できるようになり、教員の指導をシステムが補助できるようになることで、学生を待たせてしまう問題の解決と、教員の意思決定を補助できることを期待する。

### 参考文献

- (1) 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)
- (2) 佐藤幹人, 北英彦: iBeacon を用いた演習室内の教員・TA の位置検出, 2018PC カンファレンス (2018)
- (3) 「iBeacon Logger」を App Store で - iTunes - Apple : <https://itunes.apple.com/jp/app/ibeacon-logger/id1071395111?mt=8> (参照 2019-6-12)
- (4) 「BLE Scanner 4.0」を App Store で - iTunes - Apple : <https://itunes.apple.com/jp/app/ble-scanner-4-0/id1221763603?mt=8> (参照 2019-6-12)



図 7 演習支援システムの完成想定図