

位置情報と移動状態を用いた教育支援システム

関口 遼一[†] 渡邊 勇輝[‡] 川勝 真喜[†] 大山 実[‡]

東京電機大学 情報環境学部[†] 情報環境学研究科[‡]

1.はじめに

教育現場へのWi-Fi環境の設備が進む[1]ことで、それを利用した新たな教育支援システムが開発されている[2][3]。それらのシステムに必要な位置測位には、一般に屋外ではGPS、屋内ではWi-Fi[4][5]、BLEビーコン、ICタグ等が使用されている。

出席管理の従来研究を紹介する。[6]は、GPSを用いた出席管理の教育支援アプリである。[7]はGPSとBLEビーコンを組合せて出席管理を行なう。GPSがオフでも出席管理ができる。[8]は、授業開始時と終了時に学生証を読み取り、出欠・遅刻・早退を判定するシステムである。[9]は、携帯端末のBluetoothを用いた出席管理システムで、学生の携帯端末を教卓の基準端末にかざすものである。基準端末は、周囲の検出可能範囲の全携帯端末の電波強度を一定時間ごとに繰り返し測定し、最も電波強度の強い携帯端末を、基準端末にかざされたものと認識する。

従来システムには次のような問題点がある。GPSを用いた出席管理では、学内の教室を特定できないので教室内にいても、学内にいれば出席とみなされ、また、GPSのない機種では、システムを利用できない。BLEビーコンは、設置の手間やコストがかかる。勿論、Bluetoothセンサーがない端末ではシステムを利用できない。「かざす」操作が必要なシステムは、全員の出席確認に時間がかかる。さらに、授業開始時と終了時と2回確認しても、授業中継続して教室にいたことは判別できない。本稿では、スマホ、タブレット、PCで使えるWi-Fiを用いて屋内測位を行ない、教員の出席をとる手間を省き、学生の講義時間内の継続した出席管理を実現するシステムを開発した。

[10]や[11]におけるスケジュールの事前通知機能はユーザの現在位置を考慮しておらず、ユーザが一律に固定時間を決めるものである。現在位置によっては、あらかじめ決めた事前通知時間では通知が遅すぎたり早すぎたりすることがある。本稿では、主に大学生が講義の開始時刻を忘れることなく出席できるように、位置情報と移動状態によって講義の事前通知タイミングを変更する教室間移動タイミング通知システムを開発した。

2.位置推定

2.1 提案手法

屋内測位の手法としてWi-Fi Finger Printing法を用いた。本学千住キャンパス2号館35部屋、5号館35部屋の計70部屋でWi-Fiデータを事前に収集した。推定モデル作成に使用するWi-Fiデータは表1に示す端末で一部屋につき1000回収集する。

表1 Wi-Fiデータ収集に使用した端末

VAIO S11(2015)	MacBook Pro Mid2012
Arrows M04	Xperia A4
Nexus5X	

2.2 推定手法

収集データから、ユーザのいる部屋の推定モデルを作成する。推定手法は、XGBoostとSVMの2つを検討した。推定モデル作成に使用するデータは、収集1回分を1サンプルとした。

XGBoostとSVMそれぞれ一部屋あたりのデータ数を500個まで25個ずつ増やし推定モデルを作成した。作成したそれぞれの推

定モデルを、モデル作成に使用していないデータ(一部屋あたり2301個)で検証した。正解率のグラフを図1に示す。モデル作成に一部屋あたり25個のWi-Fiデータを用いたところ、XGBoostでは91.5%、SVMでは69.5%を示した。一部屋あたり375個のWi-Fiデータを用いるとXGBoost、SVMそれぞれ正解率は98.5%、73.4%で収束した。これらの結果から使用する屋内位置推定手法はXGBoostを使用することにした。

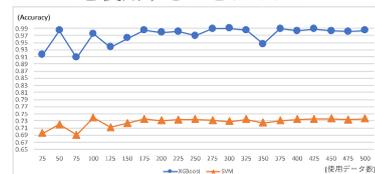


図1 XGBoostとSVMの正解率の比較

作成した推定モデルを置いたWebサーバを用意し、屋内測位サーバを設置した。サーバは、クライアント端末から送信されるWi-Fi情報からユーザの現在いる部屋を推定し、結果を返却する。

3.出席管理システム

従来の「かざす」操作の出席管理は、多人数の講義では時間がかかる。GPSによる出席管理では、屋内で高精度な位置測位ができないため、教室内にいても学内にいるだけで出席と判定されてしまう。そこで、これらの問題点の解決を図るWi-Fi屋内測位を用いた出席管理システムを構築した。

3.1 システム構成

本出席管理システムは、ユーザの端末からWi-Fi情報を講義開始から終了まで取得し、継続的に出席確認を行なう。取得したWi-Fi情報をサーバへ送り、返却値(学生の屋内位置)から学生が出席しているかどうかを教員が確認できる。図2に出席管理システム構成図を示す。

本システムは、一つの講義内で5回出席を確認する。例えば講義時間が100分の場合、20分ごとに出席確認を行なう。次に、複数人の学生が使用することによるサーバの負荷を考える。学生全員が同時刻に出席確認のためサーバへ屋内測位リクエストを送信するとサーバの負荷が大きくなる。そこで、学生ごとに初回の出席確認の時刻をずらし、講義時間が100分なら、初回出席確認時刻から20分おきに出席確認を行なう。これにより、サーバへの同時接続数が減り、負荷分散ができる。さらに、確実な出席確認を実現するために、一回の出席確認につき5回屋内測位をし、その返却値の多数決をとる。1回の屋内測位で講義教室が推定値として出ない場合を考慮するためである。

本システムは、多人数の講義でも短時間で出席管理ができる。講義中の継続した出席管理も可能である。また、教員は、学生の出席状況を即座に確認できる。

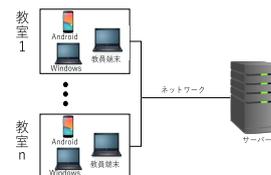


図2 出席管理システム構成図

3.2 評価実験

本システムを使用し、実際の講義で出席管理を行なった。使用端末は表2で、いずれの端末でも一つの講義で5回の出席確認ができた。表3にVAIO S11(2015)を使用した一人の学生の出席状

Education Support System Using Location Information and Physical Activity

[†] Tokyo Denki University School of Information Environment

[‡] Tokyo Denki University Graduate School of Information Environment

況を示す。これは講義時間100分の「ネットワークセキュリティ工学特論」の講義である。100分の講義において、20分ごとに出席を確認できていることがわかる。

表2 出席確認に使用した端末

VAIO S11(2015)	Let's Note	ThinkPad
----------------	------------	----------

表3 「ネットワークセキュリティ工学特論」の出席状況

時刻	出席カウント
2019-11-21 19:56:02.06	1
2019-11-21 20:16:12.06	2
2019-11-21 20:36:04.20	3
2019-11-21 20:56:02.70	4
2019-11-21 21:16:01.95	5

4.教室間移動タイミング通知システム

Google カレンダーは、事前通知時間を設定することで、スケジュールの通知をスマホで受けられる。しかし、この事前通知時間はユーザが一律に固定時間を決めるものであり、ユーザの現在位置を考慮していない。現在位置によっては、予め決めた事前通知時間では通知が遅すぎたり早すぎたりする。そこで、Google カレンダーに登録されたスケジュールの事前通知時刻を現在位置に応じて変更する Android 端末用の教室間移動タイミング通知システムを構築した。

4.1 システム構成

本教室間移動タイミング通知システムは、Google Calendar API を用いて取得したユーザの講義スケジュールを、Wi-Fi 屋内測位より得られる現在位置に応じて事前通知をする。図3に教室間移動タイミング通知システム構成図を示す。



図3 教室間移動タイミング通知システム構成図

4.1.1 移動所要時間の計測

現在位置を考慮した事前通知をするには、教室間の移動時間を計測する必要がある。そこで、教室・研究室間の移動時間をユーザの普段の生活から自動で収集する。

移動時間とは、現在地（停止状態）から目的地で停止した状態までの時間とする。この時間を測定するため、移動状態を推定する必要がある。そこで、1秒毎に図4に示す処理でユーザの移動状態を推定する。ユーザの移動状態は、停止「Stop」、歩き「Moving」、昇降機移動「Elevator or Escalator」の3つとした。移動中か否かわかれば良いので、歩きと階段は同一状態とした。スマホの加速度センサと気圧センサから移動状態を推定することで、移動中の位置測位の頻度を減らし、サーバ負荷を減らす。

停止状態で屋内測位を行ない、その結果が講義教室であるかを判定する。結果が講義教室でなければ、その測位結果を出発地点とする。結果が講義教室であれば到着地点とし、出発地点が最後に屋内測位の結果として取得された時間からの経過時間を所要時間データとして記録する。その際、秒の単位を30秒以上の場合1分繰り上げ分単位のみ記録する。Google カレンダーには秒単位での事前通知機能はないためである。

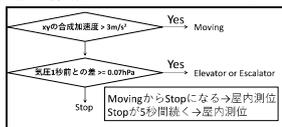


図4 移動状態推定アルゴリズム

4.1.2 通知タイミング計算

ユーザは事前に講義の何分前に講義教室へ到着したいかをオフセットとして登録しておく。屋内測位を行ない、ユーザの現在位置を取得する。次に、移動所要時間データから出発地点がユ

ーザの現在いる部屋であるものを抽出し、移動所要時間の平均を算出する。この時間にオフセットを足した時間を講義開始時間から引いた時刻を Google カレンダーの講義スケジュールの事前通知時間へ登録する。それにより、現在位置に応じたタイミングでスケジュールのプッシュ通知を受け取ることができる。

4.2 評価実験

Google カレンダーに登録した講義スケジュールが適切に事前通知されるかを調べた。使用端末は Nexus5X である。講義教室を2号館3階の2302室、出発地点を5号館10階の筆者らの研究室とした。事前に本システムのアルゴリズムで蓄積した教室間移動時間のデータの一部を表4に示す。

表4 5号館10階の筆者らの研究室→2302室の移動時間

5号館10階の筆者らの研究室→2302室	3分33秒41
2302室→5号館10階の筆者らの研究室	4分6秒61
5号館10階の筆者らの研究室→2302室	3分28秒64

事前通知はこれらを含む蓄積データから平均を求めて、それにオフセットを足した時間を講義開始時間から引いた時刻に来る。蓄積データの平均時間は四捨五入して4分であった。講義教室へは5分前に着きたいので、オフセットを5分とした。つまり、事前通知は講義開始時刻の9分前に来る。

9分前に事前通知が来て筆者らの研究室から2302教室へ行ったところ、3分43秒かかった。2302教室へは講義開始前に着いた。本システムの事前通知は適切に行われたことになる。

5.まとめ

今回は位置情報と移動状態を用いた教育支援システムとして、出席管理システムと教室間移動タイミング通知システムの開発を行なった。

出席管理システムでは、多人数での同時接続を可能とすることができた。

教室間移動タイミング通知システムでは、Google カレンダーを利用した屋内での講義スケジュールの移動時間を考慮した事前通知を行なうことができた。移動時間は、ユーザの移動状態と屋内測位を用いて記録することができた。この機能は、教員の学内での会議にも使用することができる。さらに、教育以外にも、会社の会議の事前通知ができたり、移動状態の履歴からエレベータの混雑する時間帯を分析し、会議の終了時間をずらしたりすることが可能となる。また、屋外にも拡張することで、屋外での移動時間も考慮した事前通知を行なうことができる。

今後、教室間移動タイミング通知システムは、屋外からでも事前通知ができる機能の追加を行なう。

参考文献

- [1] 文部科学省, “平成30年度以降の学校における ICT 環境の整備方針について”, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afiedfile/2017/12/26/1399908_01_3.pdf, 2018-12-18 参照
- [2] マピオン・アクティブラーニングマップ http://blog.mapion.co.jp/releases/2016/10/161012_30577.html, 2019-6-20 参照
- [3] こころ <https://co4.bitpark.co.jp/column/school-demo.html>, 2019-6-20 参照
- [4] Suining He and S.-H. Gary Chan, “Wi-Fi Fingerprint-Based Indoor Positioning: Recent Advances and Comparisons”, IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS, VOL. 18, NO. 1, FIRST QUARTER 2016
- [5] Pavel Davidson and Robert Piché, “A Survey of Selected Indoor Positioning Methods for Smartphones”, IEEE Communications Surveys & Tutorials (Volume: 19, Issue: 2, Secondquarter 2017)
- [6] レスポン <https://respon.jp/>, 2018-12-18 参照
- [7] Campus eMe <https://www.zaikai.co.jp/article/20180103/20419552.html>, 2018-12-18 参照
- [8] 青木茂樹他, “出席管理システムの開発・運用と利用状況解析”, 信学会論文誌 D, Vol. J97-D, No. 5, pp. 1053-1057, 2014
- [9] 増田進也, 他, “携帯端末の Bluetooth 機能を用いた出席管理システム”, 第 78 回情報処理学会全国大会, 2016, 1, 639-640, 2016-03-10,
- [10] Google カレンダー <https://calendar.google.com>, 2019-6-21 参照
- [11] Outlook, <https://outlook.office.com/>, 2019-6-21 参照
- [12] 関口遼一, 渡邊勇輝, 大山実, “Wi-Fi 屋内測位を用いた教育支援システム” 2019 年信学会総大会 D-15-13, 2019
- [13] 関口遼一, 渡邊勇輝, 川勝真喜, 大山実, “位置情報を用いた教育支援システム” FIT2019 講演論文集, 2019