

# 屋内測位と移動状態を用いた教育支援システム

関口 遼一 川勝 真喜 大山 実†  
東京電機大学 情報環境学研究科†

## 1 はじめに

学校での学生の出席確認を行なうには時間がかかる。なぜなら、教員は多くの学生を一人ひとり呼ばなければならないからである。学生が多ければ多いほど、出席確認に費やす時間が多くなる。

学生の出席確認における先行研究を挙げる。[1]は、教員の持つ端末をアクセスポイント (AP) とした Wi-Fi ベースの出席管理である。教員の持つ端末の AP の信号が受信できれば、講義に出席していることになる。[2]は、QR コードを用いた出席管理である。スクリーンに映された QR コードを、学生がスマホで読み取ることで出席確認を行なう。この研究では専用のアプリを用いており、QR 読み取りの前に顔認証を必要とする。これにより、なりすましての出席を防止できている。[3]は、RFID タグを用いた出席管理である。学生は、RFID リーダに RFID タグをかざして出席確認を行なう。[4]は、Android アプリを用いた GPS による出席管理である。Android アプリは、緯度と経度から社員が勤務地の範囲内にいるかを特定し退勤時間をサーバへ送信する。

QR コードや RFID タグの読み取りによる出席管理では、継続的な出席管理ができない。さらに、RFID タグの読み取りでは、学生数が多い場合、全員の出席確認を終えるまでに時間がかかる。GPS による出席管理では、学校内の教室を特定できない。ゆえに、教室にいなくとも学校内にいれば出席とみなされてしまう。さらに、パソコンやタブレットなど GPS が搭載されていない機種では、システムが利用できない。教員のスマホのテザリング機能を用いて、AP を検出する方法は、広く電波が届いてしまうので、正確な出席状況が確認できない。

本研究では、Wi-Fi 屋内測位を用いた出席管理システムを提案する。学生は、講義中にパソコンを起動させておけば自動的にチェックされる。教員は、Web ブラウザでリアルタイムに学生の出席状況を確認できる。

大学生は週に多くの講義を受講している。一日の講義と講義の間には、長く時間があくことがあり学生は Google カレンダーや Outlook で講義スケジュールを管理するといった工夫をしている。Google カレンダーは、事前通知時間を設定することで、スケジュールの事前通知をスマホで受けることができる。しかし、この事前通知時間はユーザが一律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たものではない。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考えられる。

本研究では、Google カレンダーに登録されたスケジュールをユーザの現在位置に応じて事前通知する Android 端末用の事前通知システムを提案する。スマホに搭載されているセンサで推定される移動状態と屋内位置測位を用いて、あらかじめ任意の2部屋間の移動時間を計測する。この移動時間を考慮して、講義が始まる前の移動を促すプッシュ通知のタイミングを、現在位置に応じて変更する。これにより、学生は講義に遅れることや通知が早すぎて無視してしまうことが防げる。

## 2 位置推定

### 2.1 提案手法

屋内位置測位の手法には Wi-Fi Finger Printing 法を用いた。東京電機大学千住キャンパス 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 1500 回収集する。

### 2.2 推定手法

収集した Wi-Fi データから、各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、一部屋あたり 3000 個の Wi-Fi データを用いた XGBoost を使用することにした。モデルの作成に必要なデータは、ノイズを加えたデータで補った。これらのデータを追加することで、推定精度が上がった。

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

### 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 データ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 データをサーバへ送り、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は Web ブラウザで確認できる。図 2 に出席管理システム構成図を示す。

ユーザはサーバへログインする。そのときユーザは、サーバからの返却値として 0 講義時間 [分]+10 の整数をランダムに受け取る。受け取った整数を  $x$  とする。講義中に 5 回出席確認をすることを考える。最初の出席確認は、講義開始から  $x$  分後に行なわれる。このランダムな  $x$  の値によって、サーバへのアクセスの集中を避けることが出来る。ユーザのクライアントアプリは、時間になると自動的にサーバへ Wi-Fi データを送信する。サーバは推定結果 (部屋名) を返却する。Wi-Fi データの送信と部屋名の返却は 5 回行なう。なぜなら、1 回の推定だけであると推定結果を誤った場合、ユーザが講義教室に居ても欠席と判定されるからである。そうなることを減らすために 5 回推定し、推定結果の多数決

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        | -                   |

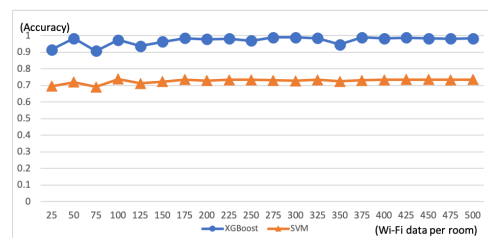


図1 XGBoost と SVM の比較

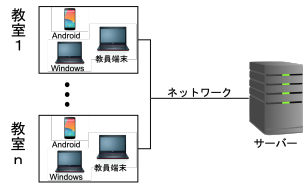


図2 出席管理システム構成図

表2 出席確認に使用した端末

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

表3 「計算機数学」の出席状況

| 時刻                     | 出席カウント |
|------------------------|--------|
| 2019-12-11 16:01:51.30 | 2      |
| 2019-12-11 16:11:51.67 | 3      |
| 2019-12-11 16:21:52.25 | 4      |

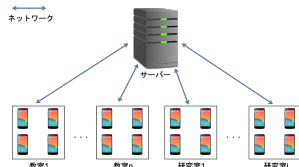


図3 教室間移動タイミング通知システム構成図

を取ることで補った。多数決をとった結果、講義教室が過半数であればクライアントアプリは出席リクエストを送信する。多数決と、出席リクエストを送信する流れは、講義時間 [分] $\div$ 5 おきに5回繰り返される。

### 3.2 評価実験

本システムを使用し、実際の講義で出席確認を行なった。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ThinkPadを使用した一人の学生の出席状況を示す。これは15時40分から16時30分の間開講していた「計算機数学」の講義である。この講義に学生は遅刻し、出席していたのは16時からであった。

## 4 教室間移動タイミング通知システム

### 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。

#### 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。本システムでは移動中か否かわかれれば良いので、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。

停止状態で屋内位置測位を行ない、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位置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。

表4 研究室—2302 教室間の移動時間

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 情報通信サービス研究室—2302 室 | 3 分 33 秒 41 |
| 2302 室—情報通信サービス研究室 | 4 分 6 秒 61  |
| 情報通信サービス研究室—2302 室 | 3 分 28 秒 64 |

### 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。屋内位置測位を行ない、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。

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届く。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分前に届く。

9分前に事前通知が届い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

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、継続的な自動での出席管理を実現できた。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、教育以外でも、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、出席管理システムでは、多人数で出席確認を取ることで、正確に運用できるかを検討する。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] Min Choi, Jong-Hyuk Park, and Gangman Yi. Attendance check system and implementation for wi-fi networks supporting unlimited number of concurrent connections. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2015:1–10, 07 2015.
- [2] Fadi Almasalha and Nael Hirzallah. A students attendance system using qr code. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 5, 01 2014.
- [3] Hasanein Rjeib, Nabeel Ali, Ali Al Farawn, Basheer Al-Sadawi, and Haider Alsharqi. Attendance and information system using rfid and web-based application for academic sector. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 9:266–274, 01 2018.
- [4] Saurabh Yadav Farhana Siddiqui, Musab Naik and Munaf Sune-sara. Fingerprint based wireless attendance system. *IJIR*, 3:993–995, 2017.