

BLE ビーコンを用いた位置推定による出欠システム

梶岡 慎輔, 山本 大介, 内匠 逸, 松尾 啓志

名古屋工業大学 情報基盤センター

kajioka@nitech.ac.jp

概要：名古屋工業大学では、平成 28 年度より Microsoft Skype for Business と Exchange, Bluetooth LE (BLE) ビーコンを用いた位置推定による出欠システムで構成されるユニファイドコミュニケーションシステムを全学に導入する。本稿では、これまでの非接触型 IC カードによる打刻の課題を挙げ、本システムの構成要素である BLE ビーコンを用いた位置推定による出欠システムの概要を述べる。

1 はじめに

名古屋工業大学では、平成 19 年度より、非接触型 IC カードを用いた出欠（打刻）システムを独自開発し、授業の出欠管理や安全管理に利用している。学生は、教室内に設置された IC カードリーダに自身の学生証（非接触型 IC カード）をかざすことで入退室の時刻を打刻する。このシステムにより、教員の点呼の負担軽減、学生による出欠の自己点検、災害時や緊急時における登校・在室状況の把握を可能にした。

この IC カードを用いた出欠（打刻）システムでは、学生の入退室記録は可能だが打刻時以外の学生の位置を把握することはできない。安全管理や防災・減災の観点から、学生の位置をより正確に、かつよりリアルタイムに把握することが求められている。

そこで本学では、従来の IC カードを用いた出欠（打刻）システムに加え、平成 27 年 10 月より Bluetooth LE (BLE) ビーコンを用いた位置推定を利用した出欠（打刻）システムを導入し、現在仮運用を行っている。この BLE ビーコンを用いた位置推定による出欠（打刻）システム（以下 BLE 出欠システム）は、あらかじめ教室に取り付けられた BLE ビーコン送信機から定期的に送信されているビーコンを学生が持つ携帯通信端末で受信し、その情報を端末からサーバへ送信することで端末位置を推定するものである。

BLE 出欠システムは、本学において構築中の学内全構成員を対象とした新しいコミュニケーションシステムの一部として平成 28 年度より運用を開始する。この新しいコミュニケーションシステムは、従来の構内電話網と出欠システムを更新す

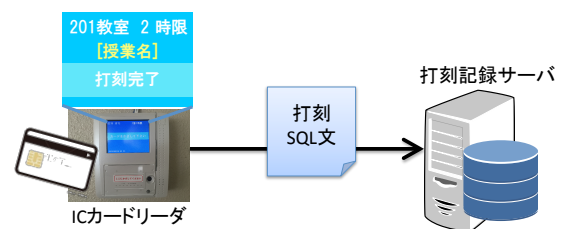


図 1 IC カードによる打刻システムの構成

るものであり、現在構築作業が進行中である。構内電話網の更新については[1]で述べる。本稿では、これまで運用してきた非接触型 IC カードによる打刻の課題を挙げ、BLE 打刻システムの概要について述べる。

2 これまでの出欠システム

本章では、平成 19 年度より運用してきた非接触型 IC カードを用いた出欠（打刻）システムについて、そのデータの活用における課題を整理する。

2.1 非接触型 IC カードによる打刻

現在運用している出欠システムは、打刻記録サーバ、教室に設置された IC カードリーダ、および学生証などの非接触 IC カードで構成される（図 1）。IC カードリーダに学生証がかざされると、学生証の ID、打刻日時、IC カードリーダの ID を打刻 SQL 文として打刻記録サーバへ送信する仕組みである。学生は、授業開始時と終了時、学生証を IC カードリーダにかざして打刻を行う。打刻記録サーバに記録された打刻情報は、Web インタフェース経由で特定のユーザが閲覧可能になっており、授業担当教員が学生の出欠確認を行うほか、学生が出欠状況を確認するために利用できる。

2.2 IC カードによる打刻の課題

2.1 で示した非接触型 IC カードによる打刻では、学生のリアルタイムな現在位置は打刻時しか把握できない。学生は基本的に入室（授業開始）時と退室（同終了）時にしか打刻しないため、入室打刻後に学生が実際に教室内にいるかどうか、また退室打刻後に学生がどこに移動しているかは本システムでは把握できない。そのため、たとえば緊急時に学生の居場所を特定したい場合、最新の打刻場所・時刻から居場所を推測するしか方法がなく、打刻情報の有効な活用には限界がある。このように、従来の IC カードによる出欠システムでは学生の現在位置の把握が困難であるという課題がある。

また、教室によっては IC カードリーダーの設置位置が適切とは言えず、IC カードによる打刻を行うための渋滞が発生する場合もある。この渋滞を解消し、授業の開始・終了・次の授業の準備をスムーズにすることも課題である。

3 BLE 出欠システム

本章では、本年度 10 月より仮運用を開始した BLE ビーコンを用いた位置推定による出欠システムの概要を述べる。

3.1 BLE 出欠システムの概要

BLE 出欠システムの構成を図 2 に示す。BLE 出欠システムは、打刻記録サーバ、認証サーバ、位置推定サーバ、Bluetooth 4.0 を搭載した携帯通信端末（スマートフォンやタブレット、ネットワーク接続可能な音楽プレイヤーなど）、BLE ビーコン送信機から構成され、付随して授業管理システムとも接続している。

携帯通信端末には BLE 出欠システム用に開発された専用アプリ（iOS 版、Android 版）をインストールし、そのアプリを利用して打刻を行う。アプリには「打刻」ボタンが存在し、学生が「打刻」ボタンを押下すると BLE ビーコン送信機からのビーコンを受信し、そのビーコン情報を位置推定サーバへ送信する。位置推定サーバでは、アプリから送信されたビーコン情報から端末位置を推定し、打刻可能であれば IC カードリーダーと同様に打刻記録サーバへ打刻 SQL 文を送信する。

3.2 BLE 出欠システムの構成要素

以下に BLE 出欠システムを構成する各要素を説明する。

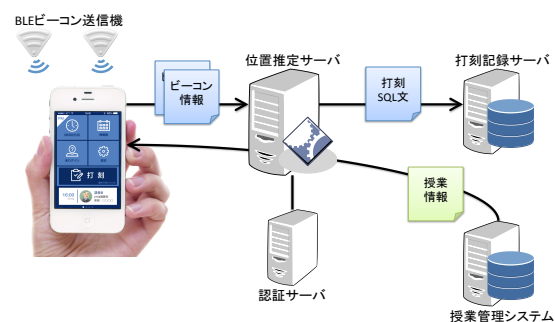


図 2 BLE 出欠システムの構成

3.2.1 BLE ビーコン送信機

Bluetooth Low Energy (BLE) は Bluetooth 4.0 の拡張規格であり、消費電力の低い無線メディアである Bluetooth の中でもより低い消費電力を目指して策定された規格である。これまでの無線電波を利用した屋内位置推定システムでは、電波発信機のための電源を有線で確保する必要があったり、頻繁なバッテリー交換が必要であったりした。今回導入した BLE ビーコン送信機はバッテリー駆動型のため設置位置自由度が高く、内蔵バッテリーで 5 年程度は動作し続ける。

BLE ビーコン送信機は、1 つの教室内に 4 個（収容人数の大きな教室ではさらに多く）程度を設置した。これはおおよそ 10m²あたり BLE ビーコン送信機 1 個の密度である。BLE ビーコン送信機の見通し電波到達距離は 30m から 50m 程度であり、BLE ビーコン送信機は見通しの良い天井付近に設置した。

BLE ビーコン送信機には送信機のなりすましを検知するための仕組みが組み込まれている。その機能等の設定のために通信を行う機能を有するが、基本的には設定完了後は通信を行わず設定した時間間隔でビーコンを送信し続ける。

3.2.2 端末およびアプリ

BLE ビーコンは Bluetooth 4.0 対応インタフェースを搭載した端末で受信できる。本学では、BLE 出欠システム用に開発された専用アプリ（iOS 版、Android 版）を学内でダウンロード可能にしており、そのアプリを対応端末にインストールすることで BLE 出欠システムによる打刻が可能となる。

学生は、端末にインストールした専用アプリで「打刻」ボタンを押下すると、アプリが BLE ビーコンを一定時間（数秒間）観測し、それぞれのビーコンの受信電界強度とともに端末内に記録される。この記録される情報をビーコン情報と呼ぶ。



図 3 アプリの画面
(左: 起動時, 右: 打刻成功時)

その後アプリは、ビーコン情報を位置推定サーバへ送信する。なお、ビーコン情報送信時は位置推定サーバによる認証を通しておく必要がある。位置推定サーバから推定結果として教室情報が返されると、その情報を「打刻成功」ポップアップメッセージ内に表示する (図 3 右)。

また、設定により、バックグラウンドでアプリが起動している際に一定時間ごとに自動的に BLE ビーコンを受信し、ビーコン情報を位置推定サーバへ送信する機能を有する。

アプリは、「打刻」操作時に位置推定サーバから返される打刻結果を表示する機能と、過去の打刻結果を一時保存する機能を有する。ネットワークやサーバに障害が発生して打刻不能であった場合は、アプリが自動的にビーコン情報を再送する機能も有する。さらに、位置推定サーバから履修登録済みの授業情報などの学生個人の情報を取得することが可能である。

3.2.3 位置推定サーバ

位置推定サーバは、学生が持つ端末のアプリからビーコン情報を受信し、おのものの BLE ビーコンの受信電界強度をもとに端末の位置を推定する。この端末位置推定は BLE 出欠システムの主要技術であり、運用を行いつつ推定精度を向上することを目指している。現時点での推定精度は、端末が教室にあるか否かをほぼ 100% 判別でき、教室における端末の位置を誤差数十 cm で推定できる程度である[2]。推定手法には BLE ビーコンの受信電界強度に基づくテンプレートマッチング (フィンガープリンティング手法) を採用している。今後、より良い推定アルゴリズムを模索し、

実証することを研究課題としている。

位置推定サーバは、推定した端末位置を打刻記録サーバへ送信する機能を有する。打刻条件が合えば IC カードリーダーが打刻記録サーバへ送信している情報と同様の打刻 SQL 文を打刻記録サーバへ送信する。打刻条件とは、アプリで「打刻」ボタンが押下されたこと、かつ推定位置が打刻可能な教室内であることである。また、すべてのビーコン情報について位置推定サーバで位置推定を行っており、そのログを位置推定サーバ内に保存する。こうすることで、学生が教室にいないことを一定時間おきに把握できる。

また、位置推定サーバは授業管理システムと連携しており、アプリからの授業情報取得などのリクエストに応じて授業管理システムから学生個人の情報を取得し、アプリへ送信することが可能である。

4 おわりに

本学において仮運用を行っている次期出欠システムの概要について、現在の出欠システムの課題から BLE 出欠システムの概要を述べた。BLE 出欠システムは、従来の構内電話網の Microsoft Skype for Business によるコミュニケーションシステムへの更新とともにユニファイドコミュニケーションシステムの一部となる。今後は、現在の仮運用で取得した情報より運用に際しての課題を明らかにし、来年度からの本格的な運用に臨むとともに、端末の位置推定精度の向上に取り組む。

参考文献

- [1] 齋藤彰一, 打矢隆弘, 松井俊浩, 内匠逸, 松尾啓志, 名古屋工業大学におけるユニファイドコミュニケーションシステムの導入, 大学 ICT 推進協議会 2015 年度年次大会, 2015 年.
- [2] Shinsuke Kajioka, Tomoya Mori, Takahiro Uchiya, Ichi Takumi, Hiroshi Matsuo, "Experiment of Indoor Position Presumption Based on RSSI of Bluetooth LE Beacon", Proc. of the IEEE GCCE 2014, pp.337-339, 2014.