

## 調査研究成果報告書

### 調査研究課題名

「BLE デバイスの特定と安全な活用方法に関する研究」

調査研究代表者: 弓削商船高等専門学校 情報工学科 長尾和彦

調査研究期間: 令和2年7月29日 ~ 令和3年3月31日

### < 概要 >

#### 1. 研究の目的

本格的な IoT 時代の到来を受け、多くのデバイスが社会に溢れている。スマートフォンをはじめとして、我々が日常的に身につけて持ち歩いているデバイスはかなりの数にのぼり、その多くが BLE (Bluetooth Low Energy) を採用している。BLE はデバイスの特定を避けるために、MAC アドレス等の秘匿が推奨されている。我々の調査では、多くのデバイスが推奨に従っていないため特定が可能であることが確認された。我々はデバイスが特定可能であることを利用し、紛失物検知システムなどの追跡システムを開発し、実用性について検証を進めている。既存の紛失物検知システムでは、サーバ側(開発メーカ、事業者)にデータを集約されるため危険性が高い。現在の新型コロナウイルス対策においても、感染者との接触や密集度などをモニタリングするためにスマートフォンの位置情報などが利用されている。ユーザ側の安全を保障するデバイス情報の管理方法が求められている。

本研究では、学生の所有する BLE 端末等の特定可能性について検証する観点から、本校学生を対象とした BLE デバイスを用いた出席管理システムを実装し、問題点について検証を行う。

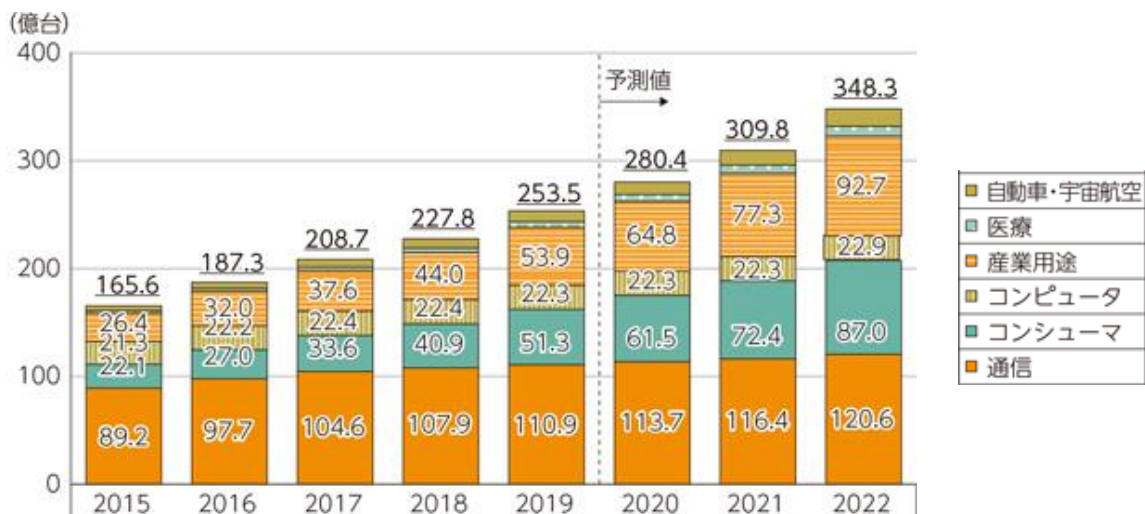


図1 IoT デバイスの普及状況(総務省)

## 2. 研究活動

### 2.1. 汎用 BLE 検出装置の開発

現在普及している BLE (Bluetooth Low Energy) 端末は MAC アドレスや UUID などの識別子が存在している。BLE4.0 以降では、通信時のプライバシー保護のため、これらの値が接続機器や時間ごとに変化する設定となっており、BLE 端末の識別はできないとされていた。紛失物検知システムに関する先行研究において、通信時にやり取りされる識別子データを参照することで識別が可能であることが確認されている。

BLE における通信プロトコルを図 2 に示す。

BLE 4.0通信手順

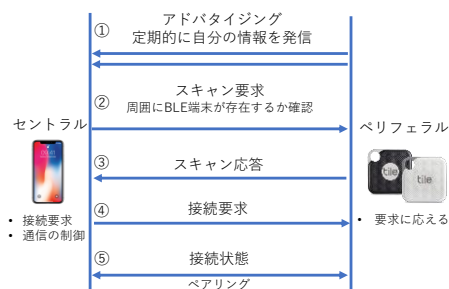


図2 BLE4.0の通信手順

データ名	別BLE端末
Local Name	△
ServiceUUID	×
SolicitedServiceUUID	×
ServiceData	×
ManufactureData	△
Value	○

図3 BLE 通信における識別可能データ

本研究では、IoT 開発に広く利用されている RaspberryPi ZERO を受信機（セントラル）として採用した。RaspberryPi ZERO は BLE 通信に対応しており安価に利用できること、環境計測のために教室への配備が予定されていることから採用した。開発した BLE 受信機を図 4 に示す。BLE 端末としては BLE タグである Tile を用いた。



図4 RaspberryPi ZERO による BLE 受信機

### 2.2. BLE 端末による受信実験

BLE 受信機は各教室の前方左側に設置を行う。大学等では複数の教室が隣接しているため、他教室の端末の誤検出が問題となることが予想される。周辺の BLE

端末の受信感度について測定を行った。BLEは通信範囲が10m程度とされ、それと一致した結果となった。壁やガラスなどは大きな影響はなく、隣接した教室や廊下などの端末を検出している。

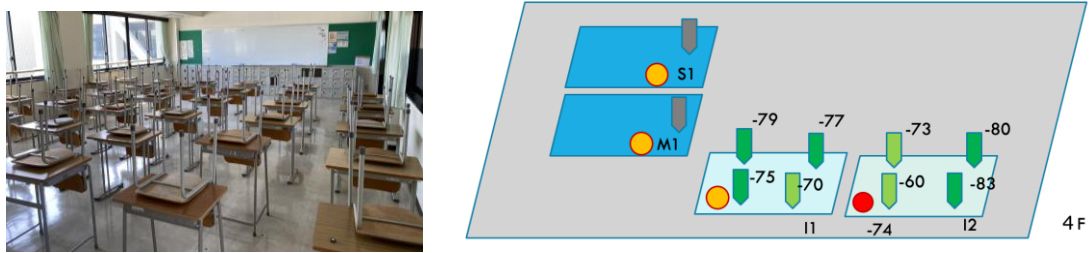


図5 教室における BLE 端末の受信実験

### 2.3. 出席管理システムの開発

教室に設置された BLE 受信機で取得した端末情報を出席管理に用いるため、図6に示すシステムを構築した。学生が所有する端末はあらかじめサーバに登録しておく。複数の端末を登録することも可能である。教室では取得された BLE 端末情報を収集し、サーバの端末情報と対応付けを行い、出席情報を教員端末に提示するものとした。

実験では、BLE 端末を BLE タグ(Tile)、サーバは ElasticSearch を用いて、データを集約している。この方法であれば教員が学生の端末情報を取得する必要がない。

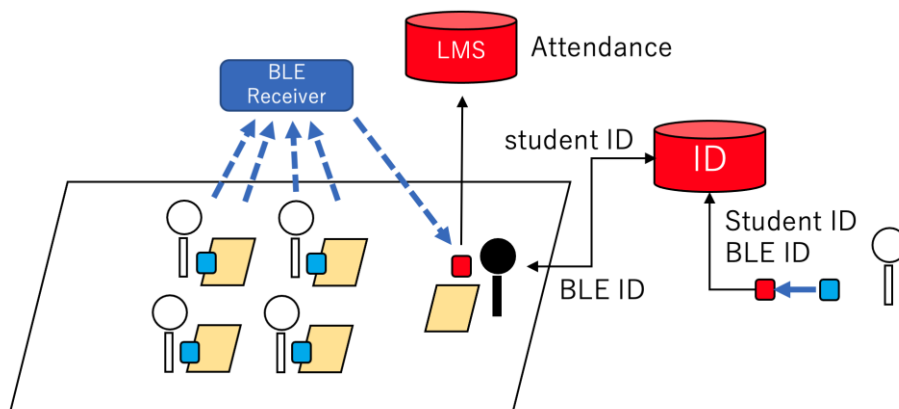


図6 システム構成図

## 2.4. 学習管理システム(moodle)との連携

Moodle に集約された出席データをもとに従来の出席簿を生成するための Python スクリプトを作成した。今後は CSV ファイルのインポートにも対応予定である。



図6 Moodle 出席管理プラグインとスクリプトによる出席簿生成

## 3. 今後の展開

BLE 端末を学生 ID として出席管理に利用することを検討した。主流である Felica カードに比べ、学生が所有する端末を利用できるため、導入のための学校側のコストは低く抑えられるが、端末の事前登録に手間がかかること、教室外・対象外デバイスを取得することが課題となることが確認された。教室外からのアクセス可能であり不正利用の可能性を排除することが難しいため、Felica カードに比べて不利となる。その一方で、教室内で認識可能であることから、学生の利便性は高い。

Moodle における学習履歴などと組みあわせることで不正利用を回避するなどの手法を今後も検討したい。

## 4. 添付資料

- ・電気・電子・情報関係学会四国支部連合大会第 81 回全国大会 (2020. 9. 26)  
集約サーバを必要としない出席確認デバイスの設計と開発 (長尾・小山・伊藤・松本)
- ・情報処理学会第 83 回全国大会 (2021. 3. 19)  
moodle 連携可能な出席管理デバイスの設計と開発 (長尾・小山・伊藤)

# 集約サーバを必要としない出席確認デバイスの設計と開発

## Development of serverless attendance determination device

長尾 和彦 小山 祐佳 伊藤 清里菜 松本 琴葉  
K.Nagao Y.Koyama S.Ito K.Matsumoto

弓削商船高専

### 1. はじめに

新型コロナ発生を受け、多くの企業・学校がリモートワーク・遠隔授業などの対応を行なっている。一部緩和の動きも見られるが依然として収束には至っておらず、今後の推移は流動的である。本校では遠隔授業で得られた知見（コンテンツ、授業の進め方、電子化）を継続することを前提として、9月からの学校再開の準備を進めている。本報告ではこれまで省力化が進んでいなかった出席管理について、普及が進んでいる BLE デバイスを用いた出席管理システムの構想について考察する。

### 2. 出席管理の現状と課題

遠隔授業によって大きく改善されたものに出席確認がある。これまでは紙に印刷された出席簿を学生が教室に持っていき、教員が出席簿及び自分の手帳に記録を行っていた。そのため、欠席した学生への対応が遅れる。学生・保護者が出席状態を把握できない、科目と全体の出席に違いが生じるなどの問題が生じていた。

遠隔授業では全ての授業を Moodle で管理し、出席モジュールに登録することを義務付けた。これによって教員・学生の双方から出席の見える化が実現できた。一方で、出席を登録しない教員も多く、出席登録の自動化についての検討が求められている。

### 3. BLE デバイスを用いた出席確認システム

出席管理システムは、IC カード、QR コード、スマートフォンの利用などさまざまな方式のものが提案されている。我々は爆発的に普及が進んでいる個人所有の BLE 端末を利用する。BLE は一定の条件下で ID の特定が可能である<sup>[1]</sup>。学生はあらかじめ所有する BLE デバイスを登録する。登録されたデバイス情報はサーバに集約される。各教室には BLE デバイスを検知する受信機が設置してあり、受信 ID を一定期間記録する。教員は専用アプリを入れた端末を持ち教室に向かい講義を行う。この際、BLE 受信機から取得 ID データを回収し、サーバに照会することで出席者を確認、出席状況を Moodle に送信する。システム構成図を図 1 に示す。

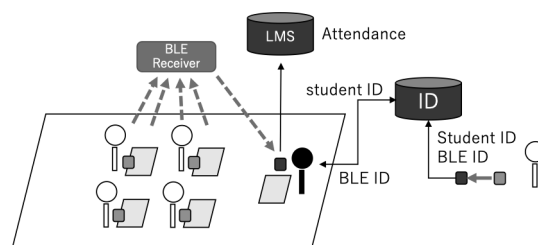


図 1 システム構成図

#### 3.1. BLE 受信機の設計

RaspberryPI で最寄りの BLE 端末の ID を取得、一定時間保存する機能を実装した。これは教室環境測定<sup>[2]</sup>も兼ねることが可能である。

#### 3.2. 個人情報特定に関する配慮

多くの ID 追跡型システムでは個人情報の取り扱いについて様々な配慮がなされている。接触確認アプリに対する本校の意識調査でも、登録しないが 2/3 を占めている。理由として「監視されているように感じる」があり、位置取得に対する意識は高い。本提案では、①BLE デバイス ID と個人の特定をシステムと別のサーバで管理する、②BLE 受信機をネットワークから切り離し、BLE デバイスの位置情報をサーバに集約しないことを実現した。

### 4. 今後の課題

出席管理を対象としてサーバレスの位置情報共有システムを提案した。9月からの学校再開に向け、BLE 受信機の設置、対応アプリの開発を行い、実証実験を通してシステムの可用性の検討、システムに対する意識調査を行う予定である。

#### 謝辞

本研究の一部は、令和 2 年度四国情報通信懇談会調査研究活動による。

#### 参考文献

- [1] 小山他, “BLE 端末における ID 追跡可能性に関する検討”, 情報処理学会第 82 回全国大会 (2020)
- [2] 藤原他, “IoT デバイスの活用による教室環境と授業集中度の評価に関する研究”, FIT2019
- [3] 厚生労働省, “新型コロナウイルス接触確認アプリ (COCOA)” (2020)

## moodle 連携可能な出席管理デバイスの設計と開発

### Development of serverless attendance determination device with moodle

長尾 和彦<sup>\*</sup>, 小山 祐佳<sup>\*</sup>, 伊藤 清里菜<sup>\*</sup>

Kazuhiko Nagao Yuka Koyama Serina Ito

#### 1. はじめに

2020年1月に発生した新型コロナウイルスにより、世界的に新しい生活様式が求められている。多くの企業・学校ではリモートワークなどの対応が求められ、本校においても新学期から9月までは遠隔授業により対応を行ってきた。

本校におけるコンピュータ・ネットワーク関係の運用業務は情報処理教育センターが担当している。遠隔授業の実施にあたり、どのような環境を学生にも提供するか、授業準備をどのように進めるかなど、アンケートや教職員向けガイダンスを行いながら、短期間で対応した。

遠隔授業では学習履歴管理システム(LMS)を活用することで出席管理や成績管理などを行ってきた。遠隔授業では、学生の学習履歴によって出席状況を把握することができるが、対面授業では出席管理を個別に入力することが必要となる。

我々は教員の負担軽減のため学生の BLE(Bluetooth Low Energy)端末をタグとして利用する出席登録を行うシステムの開発を行なっている。システム構成、予備実験、個人情報への配慮について報告する。

#### 2. 情報処理教育センターの遠隔授業への対応

高専には PC 室や学内ネットワークの管理・運営を行う情報処理教育センター（以下センター）が設置されている。多くの高専では、センター運用は教員の兼務となっており、個々の教員のスキルとボランティアに依存する部分が多い。

国立高専はネットワークインフラの一括調達など、スケールメリットによる効率化を図っているが、担当者のスキル向上が課題となっている。

一部の高専においては、E-learning の推進を業務としていくところもある。本校では 2013 年度から、E-learning 推進のために学内に専用 LMS サーバ Moodle を設置し、継続的に運用を行っている。年度開始前に全科目の登録を行い教員に通知し、Moodle の利用者説明会を行い、普及を測ってきたが、一部の教員・学科に利用が偏っていた。

本校では、計算機資源の効率的運用のため VMware による仮想化を行い、Mail, DNS, DHCP などの主要サーバの集約を行ってきた。これに加えて Moodle, mahara, git などの教育支援用サーバの提供を行っている。Moodle は年度ごとに新しいサーバを前年度のクローンによって構築し、Moodle 自体のバージョンアップ、コースの設定、ユーザ登録などを行っている。また 2017 年度から仮想環境をコンテナ形式の仮想化環境である LXD に変更し、システム運用の効率化を行なった。LXD はスナップショットを用いることでライブマイグレーションにも対応するため、バックアップやシステム移行にも有利である。

コロナ発生を受け、センターでは 2 月時点で

- (1) 教材・学習履歴管理 (Moodle) と TV 会議システム (Teams) を分離して遠隔授業をすること。

- (2) ビデオ中継は行わず音声のみ、またはスライド利用とする。録画ビデオを用いる場合は、外部サーバに配置すること。

- (3) 教材の準備を教員に指示すること  
を提案し、サーバ構築や学生自宅のネットワーク環境の調査を行なった。全ての学生がインターネット利用できる環境であること (スマートフォンのみ含む) が確認されたことから、スマートフォンで支障なく受講が可能な授業形態を推奨した。

授業開始時には、Word, Excel, Google などのアプリのインストールを求めた科目があり、保護者からクレームを受けた。また、情報工学科ではほとんどの学生が PC を所有していたため、PC 貸し出しを行い、PC ベースの遠隔授業に対応した。

遠隔授業のためのガイダンス (クラス別、学科別) では、全員が問題なく接続でき、良好に受講できることを確認した。しかし、遠隔授業初日にアクセス集中により Moodle への接続が不安定となった。同じ LXD サーバで動作していたコンテナを停止し、負荷軽減を行なったが翌日も同様の現象となったため、LXD サーバを新しいものに移行した。LXD のスナップショット機能により、サービス停止時間は 30 分と短時間で対応することができた。

#### 3. 遠隔授業における出席管理

##### 3.1 従来の出席確認の問題点

従来の授業における出席は以下の手順となっている。この方式では多くの問題点が指摘されている。手順と課題を以下に示す：

- ① 紙ベースのクラス別出席簿を級長が固有教室に持っていく。
  - 出席簿が教室にない。
- ② 教員は授業時に出席確認し出席簿に記載する。
  - 記載を忘れるまたは記載しない教員がいる。
- ③ 教務係は公欠等の修正データを掲示する。
  - 入力修正が二度手間となる。
- ④ 定期考査ごとに出席状況を取りまとめ、成績と合わせて教務システムに入力を行う。
  - 入力ミスを含め、出席簿と入力内容が異なる。
- ⑤ 教員会議で内容を確認後、成績表を学生に配布、確認をおこなう。
  - 成績周知のタイミングが遅く、確認ができない。
- ⑥ 出席簿を保管する。
  - 出席簿と成績表の矛盾が解消されない。

これらの問題は高専機構が次期教務システムを開発中というところで、長期にわたって対応が見送られてきた。

##### 3.2 Moodle による出席管理

遠隔授業では学生が参加しているかどうかをビデオ等で確認することはできない。そのため、学習履歴を確認する

ことで、出席判定を行うこととした。授業開始時・終了時の小テストまたはアンケートの提出に不備がある場合に遅刻・早退としている。出席管理の記録は Moodle の出席モジュールを利用している。

遠隔授業開始時に実施したアンケートでは、出席の基準がわからない、出席状況がわからないという意見があり、教員にモジュール利用の周知徹底を図った。数ヶ月後のアンケートでは、学習内容や資料などをいつでも確認できること、自分のペースで学習ができること、出席状況が確認できることなどがメリットとして示されており、遠隔授業の利点が認められる。

### 3.3 クラス別出席簿の作成

各科目単位での出席状況は Moodle のコースで確認できるため、学生・保護者からは好意的に受け止められていた。教務係では、従来と同様の形式で出席簿を記録・保存することが必要であるため、クラス別の出席簿を EXCEL ファイルに出力するスクリプトを Python で作成した。Moodle と同じサーバ内に Python スクリプトを置き、Moodle DB に接続することで、クラス単位の出席の履歴を取得、Excel のシートに出力するものである。スクリプトは毎日 6,12,18 時に実行され、Excel ファイルが Moodle サーバに公開される。

### 3.4 対面授移行における出席管理の方法

9月からの対面授業への移行においては、対面に移行できない学生に対応するため、ハイブリッド形式での授業を行うこととなった。また、遠隔授業で獲得したノウハウや教材を活用し、教育改善を継続することが確認された。

出席管理については、紙ベースに戻すという意見も根強くあったが、年度のデータの一貫性を確保すること、従来の課題を解消するため Moodle による出席管理を継続し、教務係が確認することとなった。

## 4. ハイブリッド形式の授業に対応した出席管理

多くの大学では、IC カード付きの学生証を用いた入室管理システムが導入されている。大規模教室での出席確認はそれだけで多くの時間を要するため、それらのインフラを導入することも現実的である。高専では小規模クラスで授業が多いため、これらのインフラは普及していない。

遠隔授業と同様に全ての学生が端末を持ち、学習履歴をモニタできれば新たなシステムを導入しなくても良いが、教室の無線 LAN インフラの強化、BYOD を含む端末の整備など、多くの課題がある。

そのため教員の出席確認の負担軽減策として、学生の所有する BLE 端末の検出機能を用いた出席管理システムの開発を行なった。

BLE 端末には MAC アドレスや UUID などの識別値が存在している。BLE4.0 以降では、通信時のプライバシー保護のため、これらの値が機器や時間ごとに変化する設定となっており、BLE 端末の個々の識別はできないとされていた。しかし、通信時にやり取りされる識別子データを固有端末 ID として利用できることを確認した<sup>[1]</sup>。我々はそれを用いて紛失物検知システムの開発を行ない、有効性の確認を行なった<sup>[2]</sup>。同システムでは、サーバにデータ集約することによって、データ漏洩の危険性が高まることを懸念し、

サーバにデータ集約せず、BLE 端末とユーザ情報の紐付けが不要なシステムを構築した。

出席管理システムでは、学生と端末の紐付けが必須となるため、利用者は事前にサーバへ BLE 端末の登録を行うものとした。各固有教室に BLE 端末を検出するための BLE 受信機を設置する。受信した BLE 端末の ID を取得、一定期間データを保管する。授業担当教員は BLE 受信機にアクセス可能な端末（スマートフォンアプリ）を持参し、教室で授業をおこなう。BLE 受信機からのアクセスログを出席状況として取得、Moodle に自動登録するものである。システム構成図を図 1 に示す。

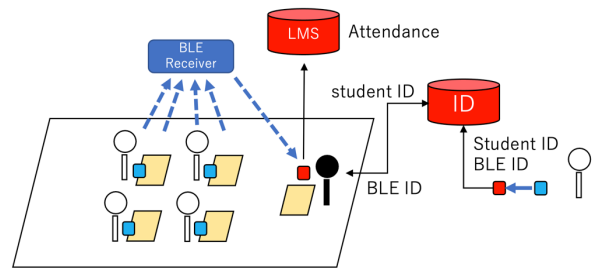


図 1 システム構成図

現在、プロトタイプの開発を行なっている。BLE 端末として BLE タグ (Tile) およびスマートフォンを利用した。BLE 受信機 (図 2) は RaspberryPi で実装を行ない、周囲の BLE 端末が検出できることを確認した。温湿度・CO2 センサを搭載しており、教室の環境管理にも利用できる。

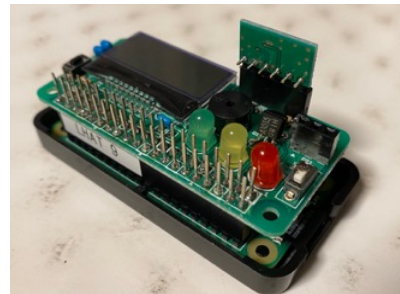


図 2 BLE 受信機

## 5. 今後の課題

遠隔授業によって実現された Moodle による出席管理を継続するため、出席管理デバイスの開発を行なった。BLE 受信機は任意の BLE 端末の認識が可能であり、安価にシステム構築することが可能となる。その一方で利用者と端末の紐付けが必須となるため、プライバシーに配慮したシステム構築が求められる。現在はサーバにデータ集約をしているが、実証実験を通して、今後のシステム構成の改善を行う予定である。

### 参考文献

- [1] 小山 他, “BLE 端末における ID 追跡可能性に関する検討”, 情報処理学会第 82 回全国大会
- [2] 伊藤他, “BLE 検知による紛失物発見システムの開発”, 情報処理学会第 82 回全国大会