

BLE 機能を利用した iOS 用出席管理アプリに関する研究

Study on attendance management application for iOS using BLE function

里見 和哉[†], 津田 紀生^{††}, 山田 諄^{†††}
Kazuya Satomi, Norio Tsuda, Jun Yamada

Abstract Even today, principal method used for grasp of present situation of lecture at university is a roll call or an attendance card to continue from old days. However, the basic information to be required for attendance by these confirmation methods is only the student ID number and the full name of student. We developed the iOS attendance management application using the Bluetooth Low Energy (BLE) function of the iOS terminals.

1. はじめに

大学講義の出席状況の確認や把握に主な方法として、点呼や出席カードへの本人の手書きによる学籍番号と氏名の記入などの方法が一般的に利用されている。しかしながら点呼は、点呼が終わるまでに時間がかかる等の問題点があった。一方、出席カードは、講義前に配布して、講義後回収なら時間は掛からないが、共に代返・代筆が容易であるといった問題点が少なからず存在した。

近年学生の出席管理は、成績判定の資料としては使えなくなったが、学生のご両親との懇談会時に授業への出席状況等を報告するには依然活用されている。また、災害時の本人確認のデータとしても学生個人の学籍番号のみならず、学生の出席を確認した日時や、位置情報等が求められてきている。そんな状況の中、我々の研究室では、昨年まで愛工大学生証の IC カードを利用した出席管理システムを iOS バージョン・windows バージョン・android バージョンと開発してきた。しかしながら、本学の IC カードは Mifare の 1 つである TN 2 という形式であり、暗号化されていないカード固有の番号であるカード ID は容易に取得できるが、カード ID と学籍番号との紐づけが出来ず、使い勝手の悪いソフトであった。

現在、2015 年卒の大学生のスマートフォン保有率は 93.1%と 9 割以上の学生がスマートフォンを所持してい

る状況である。スマートフォンには通話やメールはもちろん、カメラや GPS 等様々な機能が搭載されている。それらの機能の 1 つに Bluetooth⁽¹⁾⁽²⁾が存在する。

2. Bluetooth

2. 1 Bluetooth とは

Bluetooth は近距離で無線通信を行う為の技術である。Bluetooth の周波数は 2.4GHz 帯を使用し、その周波数を 79 本の周波数チャンネルに分け、利用する周波数をランダムに変える周波数ホッピングを行いながら、出力により半径 10~100m 程度の Bluetooth を搭載している機器間で、最大 24Mbps で無線通信を行うことができる。しかし、お互い Bluetooth 機能があるだけでは接続できない。Bluetooth には、プロファイルという接続のルールがあり同じプロファイルを持つ機器同士しか接続できない。機器と機器とを Bluetooth で接続する設定をペアリングと言う。

2. 2 周波数シフト・キーイング (FSK : Frequency Shift Keying)

Bluetooth で利用されている FSK は、これに工夫を加えたガウシアン周波数キーイング (GFSK : Gaussian Frequency Shifted Keying) という方法。この方法は、やり取りする信号にガウシアンフィルタでフィルタ処理をかけることで、高周波成分を除去し、その除去した後の信号で周波数変調を行うもの。もとの信号の高周波成分が除去されているので、通常の FSK による通信よりも

† 愛知工業大学 工学部 電気学科 電子情報工学専攻 (豊田市)

†† 愛知工業大学 工学部 電気学科 (豊田市)

††† 愛知工業大学 名誉教授 (豊田市)

通信中に高周波成分の除去分だけ、通信で占有する周波数の領域が狭くなっている。占有する周波数が狭くなる点については Bluetooth の通信における、周波数ホッピング・スペクトラム拡散が関係してくる。

2. 3 周波数ホッピング・スペクトラム拡散 (FHSS : Frequency Hopping Spread Spectrum)

FSK で無線通信を行う場合、同一の周波数を利用する他の FSK 通信の無線デバイスがいると原理的に通信の干渉を避けることは不可能で Bluetooth の場合、IEEE802.11b、IEEE802.11g、IEEE802.11n などが 2.4GHz 帯を利用するため、これらの機器に対して干渉対策が必要になる。これ以外にも信号自身による干渉への対策や無線通信の信号の盗聴への対策の必要性がある。これらの対策として利用されるのが、周波数ホッピング・スペクトラム拡散と呼ばれる技術である。

FHSS は周波数を一定の規則に従い高速で切り替え、送受信機器間で通信を行う、高速で周波数を切り替えることで干渉を低減できる。よってノイズに強いとされ、通信を傍受しにくいとされ、通信の秘匿性に優れている。

2. 4 BLE

BLE とは Bluetooth Low Energy の略、Bluetooth 規格のバージョン 4.0 で導入され、低電力ワイヤレス通信が可能である。Bluetooth 規格の ver1.0~3.0 はレガシー Bluetooth と一般に言われており、Bluetooth3.0 で通信速度が最大 24Mbps だったのを Bluetooth4.0LE では、1Mbps まで通信速度を落とした。Bluetooth4.0LE は、3.0 までに策定されている仕様と異なり、後方互換性は持たないが、3.0 までの Bluetooth 仕様との同居は可能である。

Bluetooth は、2.4GHz を利用し、電波の強さはレガシー Bluetooth で 4dBm (2.5mW) 以下である。Bluetooth4.0LE の送信電力は最大 10mW、最小 10 μ W であり、最大出力電力時の通信距離は、見通し距離で 150m 程度になる。実際の通信距離の目安は、オフィスで 30m 程度は通信できると言われている。

Bluetooth4.0LE では、チャンネル数、出力、パケットサイズを下げ低コストで設計されているため、少ないエネルギーで通信可能である。BLE には 2 つの特徴があり、必要なデータを必要な時に、必要な分だけ通信を行える低電力性。もう 1 つが、Web サービス、アプリ、ハードウェアを連動させることで、開発者が様々なサービスを作り、提供できるサービスの多様性の 2 つである。端末間で通信を行う関係性は、親機と子機のように分類される。BLE はホスト側 (Central) とデバイス側

(Peripheral) で GATT (Generic ATtribute) というプロファイルで通信を行う。

BLE を用いた機器間通信は、セントラル (親機) ・ペリフェラル (子機) の関係で利用する。レガシー Bluetooth の一大制約であった 1 台のマスターに同時に接続及び通信出来るスレーブ数は、最大 7 台という 3bit のリンクアドレス長は、Bluetooth4.0LE では 32bit に大幅拡張され、最大同時接続数は、実用上無制限のスレーブ (ペリフェラル) の同時接続が可能となった。また、Bluetooth4.0LE ではアドバタイズメント・パケットを利用することにより、ペリフェラルの発見が非常に早く 1 秒とかからない。

2. 5 UUID (Universally Unique Identifier)

UUID は 128bit (168bit) の長さの数値で表されたデータを一意に識別するための識別子である。誰でも作成、配布が可能で必要に応じて公開することができる。しかし、BLE において 128bit 長のデータを識別のためだけにやり取りするのは全体のペイロード長からしても効率が良くない。そこで、利用しやすいように、Bluetooth では一定の長さの UUID をベース UUID として確保し、用途に応じて 16bit もしくは 32bit の UUID を Attribute Type として運用する。

3. 開発環境

3. 1 使用機器

実験に使用した機器を図 1 に示す。今回、iOS アプリの開発に使用した機器は、親機に iPad mini の第 1 世代を使用した。この機器の iOS バージョンは 8.4、Bluetooth バージョンは 4.0 である。一方、子機には、iPod touch の第 5 世代を用いた。この機器の iOS バージョンは 8.4.1、Bluetooth バージョンは 4.1 である。

親機に使用した iPad mini はディスプレイが 7.9 インチあり、出席を管理する場合、小型の携帯端末よりタブレット端末の方が画面に表示できる項目が多いと考え使用した。一方子機には iPod touch を使用した。この端末は、ディスプレイが 4 インチと小型だが、子機の機能としては、親機に学生情報を送信するのみなので、iPod touch を子機に選択した。

iPad mini の仕様を次ページに表 1 に、iPod touch の仕様を表 2 に示す。

プログラムの言語は Objective-C⁽³⁾ で開発した。Objective-C は C 言語に、Smalltalk という言語をもとにした、オブジェクト指向プログラミングの機能を搭載した言語で、Objective-C は Mac OS X や iOS で動作す



図 1. 親機端末 iPad mini と子機端末 iPod touch

表 1. 親機端末の仕様

機種	iPad mini(第1世代)
初期搭載	iOS 6.0
iOS最終サポート	未定
CPU	Apple A5/2コア 1.0GHz 32ビット
GPU	PowerVR SGX 543MP2 2コア
メインメモリ	512MB LPDDR2
フラッシュメモリ	16/32/64GB
ディスプレイ	7.9インチ型TFT(IPS)マルチタッチ液晶 GXA 画素数:1024×768ピクセル 解像度:163ppi
通信方式(Wi-Fi)	Wi-Fi(802.11 a/b/g/n)
センサー	3軸ジャイロスコープ
カメラ(バック)	HDビデオ撮影(1080p、最大30fps、オーディオ入り) 静止画(5倍デジタルズーム、500万画素)
カメラ(フロント)	HDビデオ撮影(720p、最大30fps、オーディオ入り) 静止画(120万画素)
外部接続端子	Lightningコネクタ
バッテリー	電圧3.75ボルト 16.3ワット時のリチウムポリマー電池 最長10時間のバッテリー駆動
サイズ	200mm(縦)×134.7mm(横)×7.2mm(厚)
重さ	308g(Wi-Fi)

表 2. 子機端末の仕様

機種	iPod touch(第5世代)
初期搭載	iOS 6から8
iOS最終サポート	未定
CPU	Apple A5 デュアルコア 800MHz
メインメモリ	Mobile DDR2 SDRAM 512MB
フラッシュメモリ	16/32/64GB
ディスプレイ	4インチ型 マルチタッチ液晶 Retinaディスプレイ 画素数:1136×640ピクセル 解像度:326ppi
無線LAN	IEEE 802.11 a/b/g/n (2.4GHz、5.0GHz)
カメラ	16/32/64GB: 背面と前面に搭載。前面に120万画素、 背面には500万画素のiSightカメラ、LEDフラッシュ、 HD(1080p 30fps)ビデオ撮影、タップで露出とフォーカス調整
外部接続端子	Lightningコネクタ
バッテリー	充電式リチウムイオンバッテリー
カラー	16/32/64GB: ブラックは前面・背面共に黒色。前面ホワイト、 背面アルミニウム6色(シルバー、ピンク、イエロー、ブルー、 (PRODUCT)RED、スペースグレイ)
サイズ	123.4mm(縦)×58.6mm(横)×6.1mm(厚)
重さ	16/32/64GB: 88g

るアプリケーションの開発に用いられる。

Objective-C は、C 言語がベースとなっているため、C 言語を使ったコードをそのまま読み込んでコンパイルすることができ、Objective-C は C 言語の拡張機能セットのようなコンセプトで作られている。

Objective-C では、メモリ管理に自動参照カウント (ARC)を使用できる。自動参照カウントは、これまで手動で行っていたメモリ管理を自動で行ってくれる機能である。

3. 2 iOS アプリ開発環境

iOS アプリ開発環境には Xcode 7.2 を利用した。これは Apple 社から無償提供されている Mac OS X 向けの総合開発環境になる。ソースコードの編集だけでなく、デバック機能やiOSシミュレータを利用した端末での挙動確認など行える。それ以外にも iOS 端末アプリの開発に必要なサポートをするソフトとなっている。

今回利用したソフトウェア環境ではiOS端末の実機へのアプリインストールには Apple Developer Program⁽⁴⁾が必要なので、本研究では iOS Developer University Program を利用している。

iOS Developer University Program はiOSアプリの開発に関するコースを実施している大学機関が iOS SDK やその他の Apple テクノロジーを活用できるプログラムである。iOS Developer University Program では、プレゼンテーションや成績評価を目的として、開発したアプリを学生や教授が同じチームないでEメールやプライベートウェブサイトを投稿することによって共有できる。このプログラムには、承認を受けた学位を授与できる高等教育機関のみが登録できる。

4. 開発結果

4. 1 出席管理アプリ (親機)

今回開発した親機用アプリの動作方法について説明する。まず各端末が、Bluetooth 機能を起動しているという基本条件下で、今回作成したアプリ (親機用) を起動する。図 2 に親機アプリ起動時の画面を示す。

アプリを起動後、講義名入力欄に講義名を入力、図 2 では例として“BLE”と入力している。これは子機を判別するために実装した。すなわち、この講義名入力欄のデータが親機と子機で一致していないと、親機側は子機からのデータを受信しない。その為、この項目の内容を授業開始時に指示することで、教室外で電波の届く範囲にいる学生からの出席データの不正送信を防ぐ事が可能である。出席者数は学生データが受信されるたびにカウントアップしていき、“MAIL” ボタンを押すと受信した

学生データを CSV ファイルで書き込みメールに添付する。“CLEAR” ボタンを押すと受信した学生データを初期化、出席者数も初期化される。



図 2. 出席管理アプリ起動時の親機の画面

4. 2 出席管理アプリ (子機)

次に、開発した子機用アプリの動作方法について説明する。こちらも各端末が Bluetooth 機能を起動しているという基本条件下で、今回作成した子機用アプリを起動



図 3. 出席管理アプリ起動時の子機の画面

する。図 3 にアプリ起動時の子機の画面を示す。アプリの起動後、はじめに講義名入欄に例として“BLE”と入力、教室番号に現在受講している講義の教室番号“510”を入力、座席番号を“001”とした、最後に学生自身の学籍番号と氏名を入力後“START ADVERTISING”ボタンを押すと入力した学生データが送信される。“保存”ボタンについては、押すと入力してある学籍番号と氏名のみ保存される。これは毎回入力する手間を省くために実装した。なお、すべての項目が入力されていないとデータは送信できない。

4. 3 子機から学生データ受信時(親機)

親機が子機から学生データを受信した時の画面を図 4 に示す。図より、学生 3 人分のデータが、それぞれ 3 端末から送信され、受信したものを示す。初期画面時から出席数のカウントが 3 に変わり、3 人分のデータが表示されているのがわかる。なお、同じ子機端末から他人の名前を打ち込んで送信しても、親機では受信データを“CLEAR”しないかぎり、同じ端末からは端末の UUID を識別することで再受診 (代返) 出来ないようにした。



図 4. 親機が子機から学生データを受信した時の画面

4. 4 送信完了時(子機)

子機の送信が親機に届いた時の画面を図 5 に示す。学生が手元にある子機端末から親機に送った出席データが親機に届いたかどうか確認できる手段として、図 5 に示すように画面に通知する機能を実装した。この表示は、親機用アプリで学生データが表示された時点で応答を子

BLE 機能を利用した iOS 用出席管理アプリに関する研究

機に返すことで「送信完了」の通知を子機側で表示する機能である。この機能を追加したことで送信者である学生は講義に出席できたことを確認できる。



図 5. 子機の送信が親機に届いた時の画面

4. 5 受信データ出力(親機)

図 6 に親機用アプリで受信データをメールで送る時の画面を示す。親機用アプリで受信した学生のデータを出力するには、図 4 等の親機アプリの画面にある“MAIL”

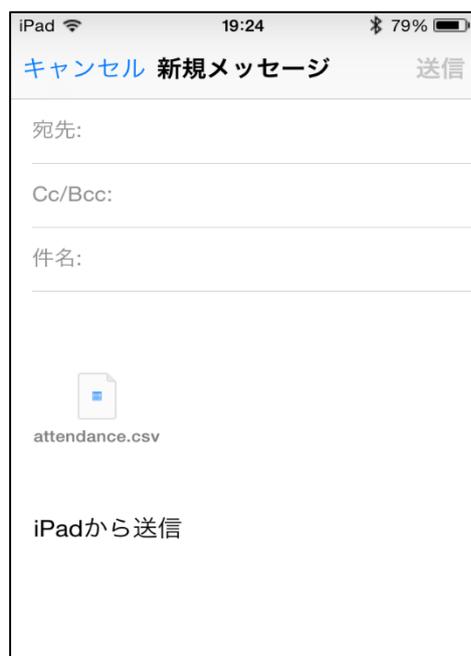


図 6. 親機の受信データ送信画面

ボタンを押すことにより受信した学生データを CSV ファイルとしてメールに添付し、送信できるようにした。

4. 6 出力結果

親機用アプリで CSV ファイルを添付後メール送信し、送信されたメールを PC などで受信し、展開したものを図 7 に示す。展開された CSV ファイルには学籍番号、氏名、教室番号、受信した日時、UUID の項目に沿って受信した学生データ表示されていることがわかる。

学籍番号	氏名	教室番号	座席番号	日時	UUID
Ait001	愛工 太郎	510	1	3/7/2016 10:28:31	EABEE8C7-81F2-C06C-3E7B-C1FC8FAABEBE
Ait002	愛工 二郎	510	2	3/7/2016 10:28:33	D9D41179-4318-36C8-1CB7-67BFFDBB86A3
Ait003	愛工 花子	510	3	3/7/2016 10:28:34	4E350849-13F9-CEFA-41D7-6E9859F22221

図 7. 受信した CSV ファイルの中身

5. 結論

2015 年の時点では大学生のスマートフォン普及率が 9 割を超え、iOS 端末に絞って研究を進めた。iPad mini(第 1 世代)と iPod touch(第 5 世代)には BLE 機能が搭載されているため文字列程度のデータサイズならば離れている相手にも簡単に送受信が行うことができる。そこで、携帯やタブレット端末に実装されている BLE 機能を利用した出席管理アプリを作成した。このアプリでは、1 人の学生が何度も学生データを送信しないように、アプリで制御し、親機アプリが受信データの初期化しない限り 1 人 1 回の送信という制限を設けることが可能となり、代返防止を実現すると共に、受信が出来た事の子機側の画面に表示する事で 2 回読み込むという誤送信も防いだ。また、講義名のデータの一致をチェックする事で、教室外からの送信を防ぐ事に成功した。

今後は親機用アプリの画面に広さの余裕がないので 2 画面以上に分割し、講義名入力欄を広くさせる。また、今回作成した親機用アプリは 1 回分の出席のみで講義全 15 回分に対しての CSV ファイルの書き込みができないので、親機用アプリ側でデータの整理を行える機能を実装したい。

参考文献

- (1) 堤修一, 松村礼央著:iOS×BLE Core Bluetooth プログラミング, ソシム, 東京, 2015
- (2) Kevin Townsend, Carles Cufi, Akiba, Robert Davidson 著, 水原文訳: Bluetooth Low Energy をはじめよう, オライリージャパン, 東京, 2015
- (3) (株)アंक著:Objective-C の絵本, 翔泳社, 東京, 2013
- (4) Apple developer サイト,
<https://developer.apple.com/>