

# 滞在ウォッチの複数コミュニティ間連携に向けた取り組み

外山瑠起 亀田 梶克彦

愛知工業大学 情報科学部

## 1 はじめに

ここ数年コロナ禍において対面でのコミュニケーション機会が減少している。全国の 20 ～ 74 歳の男女を対象としたニッセイ基礎研究所のインターネット調査 [1] によると新型コロナの感染拡大前（2020 年 1 月頃）と比べた「家族や友人との対面でのコミュニケーション」の変化についてという問いに対して全体平均で「減少」が 22.7%「やや減少」が 18.8% 両方合わせた減少層は 4 割超となっている。コミュニケーション頻度の低下は、個人の精神面に対するマイナスの影響が懸念される。

この現象は大学の研究室室内でも起きている。研究室におけるコミュニケーションの低下は個人の精神面に対するマイナスの影響に加えて文化や研究ノウハウの継承といった部分にも大きく関わる部分である。また、研究室間のコミュニケーション活性度はさらに低下していると言える。学内の活性化、研究の発展、学生の成長にとって大きな問題になっている。

誰がどの部屋に滞在しているかという在室情報は様々な利用が期待できる。目的とする人の居場所が分かればコミュニケーションの円滑化や共同作業を支援できる。部屋の混雑度合いを共有すれば三密対策として利用可能である。今後のウィズコロナ時代にも、学生や教職員がいつ・どの部屋に滞在していたかという記録は後日の接触確認が可能な情報として重要となる。

そこで我々は BLE ビーコンを用いた在室管理プラットフォーム「滞在ウォッチ」を提案する。本研究では手軽さと利用者の負担軽減のために、在室者情報を BLE ビーコンで受動的に記録する方法を採用した。在室管理プラットフォームの概要を図 1 に示す。図 1 に示すようにビーコンを持った利用者が部屋を訪れると受信機が検知し、サーバに在室者情報を送信しデータベースに記録する。データベースに保存された情報は独自に作成した API によって外部からの利用が可能である。API によって退勤管理システムや在室状況可視化システム、部屋利用者の来訪促進システム、コミュニケーション促進システムなど様々な応用システムの構築ができる。

この滞在ウォッチを他の研究室にも導入・運用可能な状態にした上で活発に研究室間コミュニケーションが行われる仕組みの実現をするのが本研究の最終目標である。各コミュニティにおける在室情報を利用し、ゲーミフィケーションやナッジといった行動変容を促す仕組みに基づいてコロナ禍においても適切な範囲内でコミュニティ間の交流が促進されるようなシステムの構築を目指す。

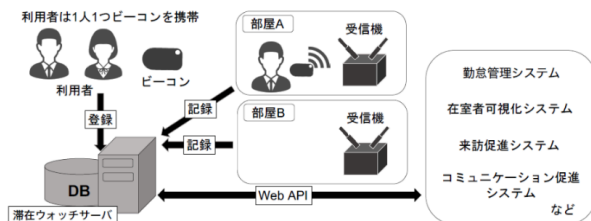


図 1: 「滞在ウォッチ」の概要図

## 2 関連研究

在室状況提示システムを構築する際に入退室時刻の推定をするために過去その部屋に在室した時刻情報が必要である。在室した時刻情報を取得する方法はいくつか考えられる。在室者情報を取得する研究として IC カードを用いて在室者情報を能動的に記録する方法がある [2]。この方法では在室者情報を確実に記録できるが IC カードを用いて能動的に記録する必要があるので利用者への負担がかかってしまう。

また、顔画像を用いた入退場システムがある [3]。このシステムはあらかじめ登録してある顔画像と入場者の顔画像を顔認証ソフトウェアによって比較し同一人物か判定している。このシステムは IC カードよりも利用者の負担軽減につながるがコストがかかってしまう。

また、複数カメラを用いた顔認証在室管理システムがある [4]。各デスクの専用の識別器を作成し、カメラによってメンバを認識した場合に在室確認ができるというシステムである。識別器を作成する際に機械学習をする必要があり、学習の時間が必要である。またこのシステムでの学習後の識別率が 65%であり個人を特定するのに十分な制度とは言えない。

また、スマートフォンとビーコンを用いた出席管理システムがある [5]。このシステムは個人の持つスマートフォンを受信機として、室内にビーコンを設置しビーコンの電波を受信したスマートフォンで利用者の位置を特定する。利用者の多くがスマートフォンを所持している点から運用コストが抑えられるがスマートフォンを所持していない人への対応やアプリケーション操作の手間がある。

## 3 滞在ウォッチ

本項では在室者情報を BLE ビーコンによって受動的に記録した情報を基に様々なシステムに応用可能なプラットフォーム「滞在ウォッチ」の概要について説明する。図 1 に示したようにまず部屋利用者 1 人ずつにビーコンを所持してもらう。使用するビーコンは株式会社フォーカスシステムズが販売する FCS1301 [6] という小型ビーコンである。FCS1301 は業務用の薄型ビーコンで用途として社員証や鍵などの貴重品につけて紛失防止や、徘徊者やペットの見守り支援などがある。そのため、個人が携帯するビーコンとして適している。また部屋利用者はビーコンを所持するだけなので、スマートフォンなどの別の機器を必要としないため負担が少ない。ビーコンを所持した部屋利用者が部屋を訪れると受信機がそれを検知しサーバに在室者情報を送信する。受信機は図 2 に示す Raspberry Pi [7] を使用する。Raspberry Pi は低価格な機器のため導入コストを低く抑えられる。

在室者の情報は、個人の現在の在室状況、過去の在室履歴、類型の在室時間などが Web ページから参照可能である。過去の在室履歴には入室時刻と退室時刻が記録されている。在室者情報を閲覧するのが部屋の管理者であった場合、閲覧方法が Web ブラウザだけなど限られた状況であっても支障はない。しかし、本研究では利用者の在室者情報を他のシステムへ応用する。そのためデータベースに保持されたデータは独自に作成した API によって外

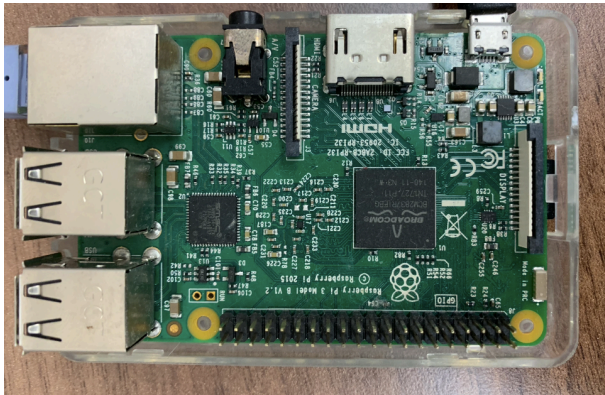


図 2: Raspberry Pi

部からの利用が可能である。他のシステムへの応用例として出席管理システムがある。我が研究室ではミーティングの際に代表者が出席した人をエクセルシートに書き込み出席の有無を記録していた。この滞在ウォッチを基盤とした出席管理システムではミーティング時間にその人が研究室内に滞在していたかを判定・記録する。代表者は Web ページから出席登録ボタンを押すことでエクセルにその記録が書き込まれる。代表者が能動的な記録を必要としないので負担軽減につながっている。

## 4 複数コミュニティへの拡張に向けた取り組み

滞在ウォッチの研究室運用を通して複数の問題が存在しており、本項ではその改善をめざした取り組みを説明する

### 4.1 受信器データの精度向上

部屋の在室判定精度を高めるために受信機側で送信する際に工夫をしている。まず部屋ごとに設置された Raspberry Pi が周辺機器のスキャンを行う。この際スキャン時間が短いと、スキャン漏れが発生する可能性がある。スキャン漏れがあると在室状況の判定はできない。そこで受信機の Raspberry Pi は周辺機器に対して 1 分のスキャンを行う。これを行うことで BLE ビーコンのスキャン漏れの個数を少なくできる。次に 1 度のスキャンでデータを送信してその値で部屋の判定すると部屋同士が隣接する場合、誤判定が起きる可能性が高い。そこで上で述べた 1 分間のスキャンを 5 回繰り返してスキャンされた UUID ごとの RSSI の合計値をスキャンされた回数で割り平均化して送るといった形を取っている。ここでの RSSI の合計値をスキャンされた回数は Raspberry Pi のデータベースに保存しておりサーバ側にデータを送信する際に全てのデータをクリアする。毎回送信されたデータをサーバ側で複数回受け取りその値を平均化するという手法もあったが処理の複雑化、サーバ側の過剰な負荷の懸念があったためこの方法を採用した。

### 4.2 コミュニティ間の在室者情報の共有

複数コミュニティでの運用を考えた場合、最低でもコミュニティごとに部屋が 1 つ以上は存在するため複数の部屋の入室・退室・継続して在室・移動を判定する必要である。過去のシステムでは単一の部屋の在室状況しか把握できなかったためシステムの再設計・再実装を行った。受信機側からは図 3 に示すデータ形式で http の POST メソッドを使って送信する。

```
{
  "beacons": [
    {
      "uuid": "e7d61ea3f8dd49c88f2ff2484c07ac0e",
      "rssi": -60
    },
    {
      "roomId": 1
    }
  ]
}
```

図 3: 受信器が送信するデータ

送信されたデータはサーバ側で受け取り UUID と roomId を使ってデータベースからユーザ情報と部屋情報を参照する。在室しているかどうかを把握するためにデータベースに図 4 に示すような Stayers テーブルを使用する。ユーザの行動としては入室、

id	user_id	room_id	rssi
1	15	1	-60
2	9	1	-75

図 4: Stayers テーブル

退室、在室を継続、別の部屋への移動の 4 パターンが考えられる。送信されたデータからユーザを特定そのユーザが Stayers テーブルに存在しない場合ユーザが入室したとする。送信されたデータの中に Stayers テーブルと同じ部屋で同じユーザが存在しない場合ユーザが退室したとする。Stayers テーブルにユーザが存在しており送信されたデータにもユーザが存在するかつ同じ部屋の場合はユーザが継続して部屋に在室していると判断する。Stayers テーブルにユーザが存在しており送信されたデータにもユーザが存在するが部屋が異なりかつ送信された RSSI の値が Stayers テーブルのユーザの RSSI よりも値が小さい場合部屋を移動したと判断する。

### 4.3 Web ページ閲覧の制限と管理

在室情報はプライバシーに関わるものであるため複数間コミュニティで適切に扱う必要がある。自分の在室情報を滞在ウォッチを利用しているユーザにのみ公開しても良い人、自分のコミュニティに所属している人にのみ公開しても良い人、そもそも情報を公開するが嫌だという人、様々なユーザが想定される。

そこで Web ページ閲覧者の制限とユーザによる情報公開範囲の変更を行うためにログイン機能の実装を行なった。この場合の制限は管理者が登録したユーザのみ閲覧できるものである。ログイン機能には Firebase Authroizecation, Google Provider, OAuth2.0 を使用した認証システムを使用している。ユーザ認証システムを独自で実装するという方法もあるが、パスワードのハッシュ化、ハッシュ化に利用している関数の脆弱性、フォームの改竄リスク等、気をつけなければいけないセキュリティリスクがいくつか存在する。Firebase Authroizecation を利用した実装ならばそれらのリスクを排除できる。

利用ユーザは Google アカウントを用いた認証を行うことで新しく id と password を作ることなくページ閲覧が可能である。まず Web ページ上のログインボタンを押すと Firebase SDK を利用してリダイレクトを行い図 5 に示すように Google 認証画面に

移動する。ここでユーザが許可すると Google の認可サーバがアクセストークンを発行するための認可コードを発行、Web ページにリダイレクトする。リダイレクト時に付与された認可コードを認可サーバに渡すことでアクセストークンを取得する。次に Web ページから認証 API に対してリクエストを行う。このリクエストはリクエストを送ったユーザが管理者が登録したユーザであるかを確認するために行う。Web ページ側は取得したアクセストークンを http のリクエストヘッダーに付与してリクエストを送る。認証 API 側はヘッダーからトークンを取得、Firebase Admin SDK を利用してクライアントから送られてきたトークンが正しいユーザのものであるかの検証を行う。トークン情報が正しくない場合はサーバ側は Status Code 401、トークン情報は正しいがトークンから得られるメールアドレスがデータベースに存在しない場合は Status Code 403、トークン情報が正しくトークンから得られるメールアドレスが存在する場合は Status Code 200 を返す。Web ページ側は Status Code によって適切なコンテンツの表示を切り替えを行なっている。

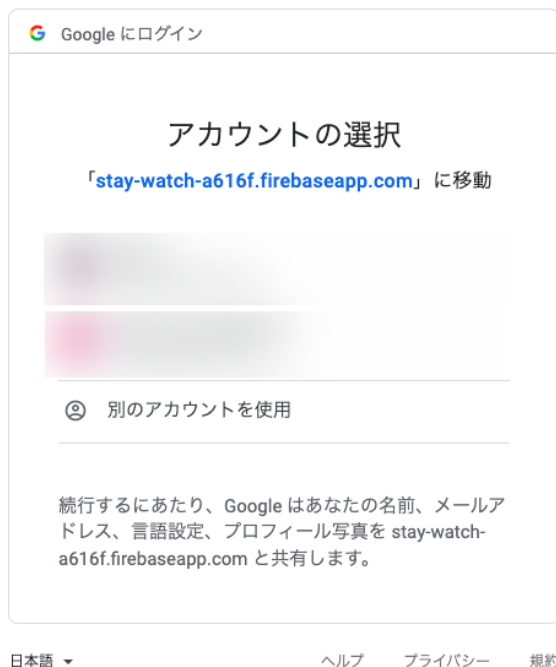


図 5: Google 認証画面

管理者側はユーザの登録を行う。図 7 に示すように登録フォームでユーザネームと Gmail アドレス、ユーザロールを入力する。ユーザネームは Web ページで表示される名前である、Gmail アドレスは閲覧を許可する Google アカウントに紐づくメールアドレス、ユーザロールは登録者の権限レベルを表す。管理者が登録すると該当ユーザのメールアドレスに対して登録が完了したメールが送信される。メールを受け取ったユーザはログインすると Web ページの閲覧が可能となる。

#### 4.4 BLE ビーコンとスマートフォンのハイブリッド化に対応したシステム

従来の滞在ウォッチは BLE ビーコンを各自が持ち歩きその情報をもとに部屋の判定を行っていた。しかしこの方法は、登録す

## メンバーの招待

図 6: 管理者画面

る際ヒューマンエラーが起きる危険や、専用アプリを使って BLE ビーコンの UUID を設定する必要があるためコストが大きいという問題がある。また他のコミュニティに導入を頼む際、検出対象が BLE ビーコンのみであるため、ビーコンの携帯を要請しても受け入れてもらえなかったり、ビーコンの電池切れに対応してもらえなかったりする場合には適切な在室情報が蓄積されない問題がある。

そこでスマートフォンに BLE ビーコンと同じような機能を持たせて、受信機側がスマートフォン、BLE ビーコンのどちらでも検知できる仕組みを作成した。使用者のスマートフォンは BLE ビーコンと同じ UUID を持つ BLE 機器として電波を発信する。スマートフォンを持っていれば BLE ビーコンを持っていなくても受信機は使用者が部屋に在室しているかを判定できる。スマートフォンがもつ UUID は管理者がメールアドレス登録済みの場合、アプリケーションのセットアップ時にサーバ側に問い合わせを行い、それに紐づいた UUID を利用する。このハイブリッドシステムではユーザの負担を低減しつつ網羅的に在室情報の蓄積ができる。スマートフォンの電波を用いて在室推定する場合には、特別なアプリのインストールが必要となる。研究室内の学生などにはあらかじめインストールを依頼できるが、スマートフォンを持っていない一部の学生や学外から一時的に来訪する人に対するインストール依頼は難しい。一方 BLE ビーコンであれば警備室等で来訪時に渡すゲストカード等に付属させることが可能である。BLE ビーコンとスマートフォンの両方を BLE 機器として扱うことでお互いの利点を活かすことができる。

## 5 おわりに

本研究では BLE ビーコンを用いた在室管理プラットフォームを提案した。「滞在ウォッチ」は BLE ビーコンによって受動的に記録された在室履歴を API によって外部から利用できる在室管理プラットフォームである。また在室管理プラットフォームを複数間のコミュニティで運用を目指すための構築を行なった。今後の課題として現状のシステムではコミュニケーションを促進する

ような仕組みがないためその仕組みづくりを行いたい。

## 参考文献

- [1] コロナ禍における人間関係の疎遠化と孤立・孤独 (2022),<https://www.nli-research.co.jp/report/detail/id=70465>(最終閲覧日:2022年10月22日)
- [2] 藤原仁貴, 村田雄一, 堀竜慈, 鈴木俊吾, 志築文太郎, 田中二郎: メンバーの習慣を可視化する電子行方表とその評価, インタラクション 2010 論文集, SB18, p.1-4(2010).
- [3] 西山雄吾, 奥村明俊, 半田亨, 星野隆道, 津雲淳, 高木剛, 窪田清仁: 顔認証ソフトウェアを用いたチケット本人確認システム, 情報処理学会論文誌, Vol.78, No.1, p.493-494 (2013).
- [4] 小林祐貴, 田村仁: 複数カメラの分散協調による顔認証在室管理システム, 第 81 回全国大会講演論文集, p.153-154(2019)
- [5] D. Deugo., " Using Beacons for Attendance Tracking ", Frontiers in Education:CS and CE, FECS, p.155-161, (2016).
- [6] <https://www.focus-s.com/focus-s/products/iot/blebeacon/fcs1301>, (最終閲覧日:2022年10月22日)
- [7] <https://www.raspberrypi.org>, (最終閲覧日:2022年10月22日)