

愛知工業大学情報科学部情報科学科
コンピュータシステム専攻（メディア情報専攻）

令和2年度 卒業論文

独立したコミュニティにおける
滞在ウォッチの安定運用のための
システム拡張に関する研究

2020年2月

研究者 K19074 外山瑠起
K00011 八草花子

指導教員 情報一郎 教授

目次

第 1 章	はじめに	5
1.1	背景	5
1.2	滞在ウォッチの安定運用のためのシステム拡張	6
1.3	論文構成	7
第 2 章	関連研究	9
2.1	屋内位置推定における在室者の検出方法	9
2.2	在室者の検出方法に関する研究	9
2.3	在室者状況の提示方法に関する研究	10
2.4	コミュニケーション促進に関する研究	11
	謝辞の例	13
付 録 A	論文表紙	19

第1章 はじめに

本章では、研究背景や我々の先行研究について述べ、本研究の目的と概要を説明する。

1.1 背景

近年、社会的に重要な課題の一つとなっているのが、在室者管理の課題である。これは、環境保護やエネルギー効率化、セキュリティ強化などの目的から、家庭やオフィスなどの建物内での生活やビジネスに関する様々なアプリケーションに応用されるためである。例えば、エネルギー管理は、居住者がいる場合といない場合でエネルギー消費量が大きく異なるため、在室者管理を使用して、建物内でのエネルギー消費を最適化することができる。また、セキュリティや照明などのシステムの自動化にも応用され、これにより、環境保護やエネルギー効率化を図ることができる。在室者管理は、災害時や緊急事態においても重要な役割を持つ。災害時には、避難した居住者を確認することが重要であり、在室者管理を使用することで、確認作業をスムーズに行うことができる。

また在室者管理ができれば、コミュニティにおいても様々なメリットがある。その一つに、コミュニケーション促進を行うことができる可能性がある。在室者管理を使用することで、コミュニティ内で誰がいるのかを確認することができる。これにより、コミュニティ内での交流や活動がスムーズになり、コミュニケーションの促進を行うことができる。例えば、共同生活をする人たちが同じ時間にいる場合には、共同での食事や過ごし方を提案することができ、コミュニケーションを促進することができる。また、在室者管理を使用することで、コミュニティ内でのイベントやミーティングの開催タイミングを調整することができる。これにより、参加者が多い時間帯に開催することができるため、参加者が集まりやすくなり、コミュニケーションの促進を行うことができる。在室者管理ができれば、コミュニティ内でのコミュニケーションを促進するためのスムーズな交流や活動が可能になり、コミュニティの一体感を高めることができる可能性がある。

また近年は新型コロナウイルスの影響により、感染拡大を防ぐ上で有効な手段と考えられている。まず、在室者管理を使用することで、建物内における人流管理が可能になる。これにより、感染者がいる可能性が高い時間帯や場所を特定し、それに対して対策を講じることができます。例えば、感染者がいる可能性のある時間帯には、入退室を制限することができる。また、在室者管理を使用することで、感染者がいた場所を特定することができる。これにより、感染者が訪れた場所を消毒することができ、感染拡大を防ぐことができる。さらに、在室者管理を使用することで、建物内における感染者との接触者を特定することができます。これにより、感染者との接触者に対して、隔離や検査を行うことができ、早期発見・早期対応ができるようになる。そのために、病院や医療機関などでは、在室者管理システムを導入し、患者やスタッフの感染リスクを低減するために活用されている。

在室者管理の研究は、学术界や産業界においても注目を集めており、20世紀後半から様々な方法が提案されてきた。近年では、様々なセンサを使用した方法が提案されている。例えば、照度センサや温度センサ、音声センサ、カメラなどが使用される。これらセンサを使用して得られたデータを処理し、居住者がいるかどうかを判定する。ただし、これらのセンサを使用した在室者管理は、環境条件や居住者の生活スタイルなどにより精度が異なるため、正確な在室者管理ができないことがある。また、プライバシー保護の観点から、カメラを使用することは避けられることが多い。このように、在室者管理は重要な課題であり、様々なアプリケーションに応用されるが、環境やプライバシーにより、正確な検出が難しいという問題もある。他の在室者管理に関する方法として深層学習を使用した在室者管理がある。深層学習は、

大量のデータを学習し、高い精度を得ることができるため、在室者管理においても有効であると考えられている。また、在室者管理においては、プライバシー保護も重要な観点である。深層学習を使用することで、画像や音声などのデータを特徴量として抽出し、学習を行うため、プライバシーに敏感な情報を取り込むことはない。しかしながら、深層学習を使用した在室者管理には、大量のデータが必要であり、データ収集や学習には多くのリソースが必要となることが問題点である。

我々は、BLE(Bluetooth Low Energy) 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」を提案している。ビーコンは低コストであり、普及しやすいと考えられる。これにより、建物全体に導入することが容易であり、在室者検出のカバー範囲を広げることができる。また、ビーコンは低消費電力であり、長期間にわたって使用することができる。これにより、在室者検出を24時間行うことができ、建物内での生活やビジネスに対して常時モニタリングを行うことができる。さらに、ビーコンはプライバシー保護にも優れている。ビーコンは個人を特定することはできないため、個人情報の保護にも適している。滞在ウォッチは、ビーコンを持ち歩き在室情報を記録するメンバ、現在状況や履歴を閲覧したりAPIを通して利用する利用者、メンバ管理、メンバへのビーコン配布、利用者の登録を行う管理者、システムを開発する開発者が存在する。メンバの負担軽減のため、在室情報をビーコンで受動的に記録する方法を採用している。ビーコンを持った利用者が部屋に訪れると受信機が検知し、サーバに在室情報を送信し、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Web APIによって外部からの利用が可能である。先行研究として、Web APIを使用した退勤管理システムや在室情報可視化システム、部屋利用者の来訪促進システム、コミュニケーションプラットフォームなどがある。

1.2 滞在ウォッチの安定運用のためのシステム拡張

そこで我々は部屋利用者の在室情報が記録できる在室管理プラットフォームの構築を目指す。部屋利用者の在室情報を部屋利用者が意識せずに記録され、記録された在室情報を誰でも利用できるようにシステムを目指す。

我々はBLE(Bluetooth Low Energy) ビーコン (以下、ビーコン)[3] 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、在室情報をビーコンで受動的に記録する方法を採用した。ビーコンを持った利用者が部屋に訪れると受信機が検知し、サーバに在室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Web APIによって外部からの利用が可能である。Web APIによって退勤管理システムや在室情報可視化システム、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。

また研究室でのコミュニケーションの機会損失を軽減およびコミュニケーションが誘発されるようなシステムの構築を目指す。研究室でのコミュニケーションは必要な要素の一つである。研究室に所属する人同士の議論であったり、研究のアイデア出しなどが挙げられる。そのためコミュニケーションの機会損失を軽減、防ぐシステムが必要である。コアタイムがないような研究室ではコミュニケーションの機会が常にあるとは限らない。コアタイムがなければ人が集まりやすい状況が少なくなりコミュニケーションが発生しづらくなる。そのような状況が続くとコミュニケーションを取ろうという機会も少なくなる。また研究室のような共有空間では必ずしも共通の話題を持った人たちが集まるわけではない。共通の話題がない場合コミュニケーションが発生しづらくなってしまう。上記のような問題を解決するようなシステムを構築する。

研究室でのコミュニケーションの機会損失を軽減および気軽なコミュニケーションを誘発するために、ディスプレイに在室情報を提示するシステム「きょうの滞在」を提案する。部屋利用者の推定を来そう、今いる、帰りそう、帰ったの4種類に分類し、部屋利用者の顔写真を提示する。滞在ウォッチが取得する在室情報には部屋利用者が現在在室しているかどうか、入室時刻、退室時刻などがある。現在在室しているかどうかの情報を利用すれば今いる、帰ったという分類ができる。入室時刻の情報を利用すれば、特定の人物が入室しそうな時刻を計算できる。退室時刻の情報を利用すれば、特定の人物が退室しそうな時刻

が計算できる．計算した結果から来そう，帰りそうの分類ができる．研究室に設置してあるディスプレイに部屋利用者の現在の在室情報を提示する．来そう，帰りそうの表示によってコミュニケーションの機会損失を軽減できるのではないかと考える．また提示されている在室者情報を見たときにコミュニケーションが発生するのではないかと考えられる．

1.3 論文構成

第2章では，本研究と関連した研究との違いを比較する．第??章では，在室管理プラットフォーム「滞在ウォッチ」について述べる．第??章では，コミュニケーションの機会損失を軽減するシステム「きょうの滞在」について述べる．第??章では本研究に対するまとめと今後の課題について述べる．

第2章 関連研究

本章では，本研究と関連した研究との違いを比較する．2.1 節では部屋における在室者検出方法，無線通信技術による検出手法の比較を述べる．2.2 節では，部屋におけるスマートフォンやビーコン，IC カードを用いた在室者の検出方法の関連研究について述べる．2.3 節では記録された在室者情報の提示方法の関連研究について述べる．2.4 節ではコミュニケーション促進の関連研究について述べる．

表 2.1: 測位技術の比較

測位技術	屋外測位	屋内測位	消費電力
GPS	○	×	高い
携帯電話基地局	△	×	普通
Wi-Fi	△	○	普通
BLE	×	◎	低い

2.1 屋内位置推定における在室者の検出方法

以前から在室管理は自動化されれば便利なシステムになると言われていた [4]．部屋における屋内位置推定にはいくつか在室者の検出方法があり，用途によって人の在否のみと個人を特定する方法がある．滞在ウォッチでは，利用者が目的とする人の居場所を把握できるように，個人を特定する方法に着目する．具体的には IC カードやライブカメラを用いた検出方法があり，これらには導入時に配線工事の手間や高価な機材を必要とするため困難であるのとプライバシーへの配慮が必要である．そこで，自動で在室者情報を記録する無線通信技術による検出方法に着目する．志毛らの BLE を用いた位置情報共有システムの開発 [5] では，表 2.1 の無線通信による測位技術の比較を行った．消費電力が低く，屋内位置推定に向いている BLE を用いた検出方法が有効だと考えた．

2.2 在室者の検出方法に関する研究

大学や会社では在室者を検出する手法を用いて，講義の出欠 [2][6][7][8][9] や勤怠管理 [10] が行われている．在室者を検出する手法として IC カードを用いた検出方法 [11] [12] [13] [14] [15] [16] や，ビーコンの受信電波強度を利用した検出方法 [17][18] がある．

IC カードを用いた在室者検出方法では利用者に IC カードを携帯してもらい，専用の機器などを用いて在室者を検出する手法である．必要となる機器を導入した後は利用者は IC カードを用いるだけで在室者検出ができる．しかし新たに導入する場合は必要となる機器や，IC カードを登録する手間などコストは高くなってしまう．

ビーコンの受信電波強度を用いた在室者検出方法には二つある．1 つ目は利用者にビーコンを携帯してもらい，在室者を検出したい部屋に受信機を置く方法である．部屋利用者の在室者検出はビーコンの受信電波を受信機が取得するだけで行えるので，自動で行える．また，ビーコンはサイズが小さいものが多く，利用者が携帯する負担もかからない．在室者検出する部屋に受信機を置き，利用者はビーコンを携帯するだけなのでコストも抑えられる．2 つ目に利用者にはスマホを携帯してもらい，在室者を検出したい

部屋にビーコンを置く方法である。スマホの普及が進んでいる [19] ので、導入コストはビーコンのみであるため、1つ目の方法よりもコストを抑えられる。しかし、全員がスマホを所持しているわけではないので、スマホを所持していない利用者には別の検出方法を導入する必要がある。本研究では利用者が自発的に在室者情報を記録する手間を必要としない方法として、部屋ごとに受信機を設置し、個人がビーコンを携帯し自動で検出する方法を採用する。

在室者を検出し、在室者情報を管理するシステムに関する研究がある [20][21][22]。スマホを用いて在室者を検出し、在室者情報を管理するシステムは、スマホを所持している人が多いため、新たに必要となる機器の数が少なく、コストを抑えられる [20]。またビーコンを用いて在室者を検出し、在室者情報を管理するシステムは利用者にビーコンを携帯してもらい、在室者を検出したい部屋に受信機を設置すれば在室者を検出できるので、コストを抑えられる [21][22]。

本研究ではスマートフォンを所持していない利用者も想定し、利用者一人一人にビーコンを携帯してもらい、在室者を検出したい部屋に受信機を設置する方法を採用した。

2.3 在室者状況の提示方法に関する研究

在室者を検出した後に在室者情報を用いた在室者状況の提示方法は様々ある [23] [24] [25] [26] [?]。利用者全員が見られるサイネージに在室者情報を提示するものや、個人が所有しているスマートフォンやタブレットから在室状況を確認できるものなどがある。サイネージに提示する手法を用いた研究を図 2.1[26]、図 2.2[26] に示す。利用者全員が見られるサイネージに提示する手法では、一目で在室情報を確認できる必要がある。スマートフォンやタブレットに提示する手法を用いたものを図 2.3 [?] に示す。また個人が所有しているスマートフォンやタブレットから在室状況を確認できる手法ではスマートフォンやタブレットに適するレイアウトを考える必要がある。本研究ではその場にいる人のコミュニケーション促進するために、その場にいる人が見られるサイネージに提示する手法を採用した。



図 2.1: 在室状況を提示している画面 [26]



図 2.2: 在室状況のアバタ例 [26]



図 2.3: テレワーク時の所在管理 [?]

2.4 コミュニケーション促進に関する研究

第三者間のコミュニケーションや知っている人同士のコミュニケーションを支援，促進する研究がある．まず見知らぬ他人や顔だけは知っているがコミュニケーションを取らない人とのコミュニケーションを支援促進するものがある [27][28][29][30]．気軽に他者とのコミュニケーションができると示唆している．しかし知っている人同士のコミュニケーションを促進するものではなく，あくまで見知らぬ他者やコミュニケーションを取らない人とのコミュニケーションを支援，促進するものである．また公共空間でのコミュニケーションを支援，促進する研究がある [31][32][33][34]．見知らぬ人や顔だけは知っている関係ではなく，同じ空間を共有している人同士のコミュニケーションを支援，促進するものである．コミュニケーションのきっかけや共有できる情報を提示するものとして，本研究でも同じ空間を共有している人同士のコミュニケーションを促進する方法として参考にする．

謝辞の例

本研究を進めるにあたり，多くの御指導，御鞭撻を賜りました愛知工大教授に深く感謝致します。

また，御討論、御助言していただきました，○×大学工学部電子情報工学科の山谷川介教授，および山谷研究室のみなさんに深く感謝致します。

最後に，日頃から熱心に討論，助言していただきました愛知研究室のみなさんに深く感謝致します。

参考文献

- [1] 船富卓哉, 川西康友, 美濃導彦, 森村吉貴, 満上育久. (os 招待講演) プライバシを考慮した防犯カメラ映像処理. 人工知能学会全国大会論文集, Vol. JSAI2013, pp. 3L4OS06c1–3L4OS06c1, 2013.
- [2] 嶋川司, 三木光範, 中原蒼太, 間博人. スマートフォンと ble ビーコンを用いた出席管理手法の提案. 同志社大学ハリス理化学研究報告= The Harris science review of Doshisha University, Vol. 58, No. 2, pp. 88–95, 2017.
- [3] オカベマーケティングシステム. Ble ビーコンによる自動認識. <https://www.okabe-ms.co.jp/support/knowledge/about-beacon>, 2023 年 1 月 30 日.
- [4] 小野澤清人, 渡邊圭輔, 諏訪敬祐. スマートフォンを用いた在室管理システムと学習状況管理システム. 東京都市大学横浜キャンパス情報メディアジャーナル= Journal of information studies, Vol. 13, pp. 6–15, 2012.
- [5] 志毛勇一, 神屋郁子, 下川俊彦ほか. Ble を用いた位置情報共有システムの開発. マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2016 論文集, Vol. 2016, pp. 516–521, 2016.
- [6] 市村匠, 鎌田真. Nfc (near field communication) を用いた android スマートフォンによる授業出席管理システムの開発. 日本知能情報ファジィ学会 ファジィ システム シンポジウム 講演論文集第 28 回ファジィシステムシンポジウム, pp. 1167–1170. 日本知能情報ファジィ学会, 2012.
- [7] Shota Noguchi, Michitoshi Niibori, Erjing Zhou, and Masaru Kamada. Student attendance management system with bluetooth low energy beacon and android devices. In *2015 18th International Conference on Network-Based Information Systems*, pp. 710–713. IEEE, 2015.
- [8] Riya Lodha, Suruchi Gupta, Harshil Jain, and Harish Narula. Bluetooth smart based attendance management system. *Procedia Computer Science*, Vol. 45, pp. 524–527, 2015.
- [9] 檀裕也ほか. 出席管理システム amuse の設計と開発. 松山大学論集, Vol. 21, No. 2, pp. 95–115, 2009.
- [10] AMANO. 勤怠管理システム ラインナップ. <https://www.tis.amano.co.jp/product/line-up/kintai/>, 2023 年 1 月 30 日.
- [11] 飯田仁, 吉永哲哉. 学生証を用いた授業出席状況管理システムの開発. 大学教育研究ジャーナル, Vol. 7, pp. 131–137, 2010.
- [12] 大見嘉弘ほか. Felica を用いた出席管理システムの開発と運用. 東京情報大学研究論集, Vol. 15, No. 2, pp. 69–81, 2012.
- [13] 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, pp. 1–4, 2010.
- [14] 須田憲人, 鯉沼辰弥, 鈴木崇, 熊澤弘之. 非接触 ic カードを用いた出席登録システム. 電子情報通信学会技術研究報告; 信学技報, Vol. 111, No. 141, pp. 65–70, 2011.

- [15] システム・アローポーション株式会社. Felica を用いた入退室管理システム換装（勤怠管理、人事管理システム連動）. <https://sap-inc.co.jp/introduction-example/felica-System>, 2023 年 1 月 30 日.
- [16] 松本浩明, 和田紗侑里, 原昇太郎, 森田直樹. Suica を用いた出席確認システムの開発とその評価. 東海大学紀要. 情報通信学部 東海大学情報通信学部 [編], Vol. 4, No. 2, pp. 16–21, 2011.
- [17] 梶岡慎輔, 山本大介, 打矢隆弘, 齋藤彰一, 松尾啓志, 内匠逸ほか. Ble ビーコンを用いた位置推定による打刻システムの運用と課題. 研究報告セキュリティ心理学とトラスト (SPT), Vol. 2016, No. 12, pp. 1–7, 2016.
- [18] 梶岡慎輔, 山本大介, 打矢隆弘, 齋藤彰一, 松尾啓志, 内匠逸ほか. Ble ビーコンを用いた位置推定による打刻システムの運用と課題. 研究報告セキュリティ心理学とトラスト (SPT), Vol. 2016, No. 12, pp. 1–7, 2016.
- [19] 総務省. 平成 29 年版 情報通信白書数字で見たスマホの爆発的普及（5 年間の量的拡大）. <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h29/html/nc111110.html>, 2023 年 1 月 30 日.
- [20] 小野澤清人, 渡邊圭輔, 諏訪敬祐. スマートフォンを用いた在室管理システムと学習状況管理システム. 東京都市大学横浜キャンパス情報メディアジャーナル= Journal of information studies, Vol. 13, pp. 6–15, 2012.
- [21] 田中健, 諏訪敬祐. 研究室在室管理システム自動化における ibeacon の応用. 東京都市大学横浜キャンパス情報メディアジャーナル= Journal of information studies, No. 16, pp. 33–39, 2015.
- [22] 田中優斗, 福島拓, 吉野孝ほか. Docoitter: 未来の在室情報を予報する在室管理システム. 情報処理学会論文誌, Vol. 54, No. 9, pp. 2265–2275, 2013.
- [23] 中田豊久ほか. 画像による行き先掲示板システム. ワークショップ 2009 (GN Workshop 2009) 論文集, 第 2009 巻, pp. 75–80, 2009.
- [24] 櫻田武嗣, 萩原洋一ほか. Ip 電話端末を利用した在席表示システムの構築と運用. 情報処理学会論文誌コンシューマ・デバイス & システム (CDS), Vol. 2, No. 2, pp. 1–9, 2012.
- [25] 田中優斗, 福島拓, 吉野孝ほか. 在室管理システムにおけるコメント提示機能の効果. 第 76 回全国大会講演論文集, Vol. 2014, No. 1, pp. 259–260, 2014.
- [26] 進藤綺乃, 吉野孝ほか. 研究室における活動状況を可視化する在室管理システムの開発. 2018 年度 情報処理学会関西支部 支部大会 講演論文集, Vol. 2018, , 2018.
- [27] 山中崇規, 吉野孝ほか. おしゃべり鉢べえ: 他者の存在を感じさせる鉢植え型会話ボットシステム. 研究報告グループウェアとネットワークサービス (GN), Vol. 2010, No. 14, pp. 1–6, 2010.
- [28] softbank. ちかゲーム／ちかチャット. <https://www.softbank.jp/mobile/service/chika/>, 2023 年 1 月 30 日.
- [29] 通山和裕, 西尾信彦. 公共空間における周囲の第三者とのコミュニケーション支援のための自己プレゼンス. *DICOMO2007*, pp. 1305–1313, 2007.
- [30] 中森玲奈, 青木貴司, 椎尾一郎ほか. ご近所知るえっと—身近な他人との緩やかなコミュニケーション支援—. *WISS2010 論文集*, pp. 35–40, 2010.
- [31] 仙道航, 瀬川典久, 澤本潤, 杉野栄二. 公共空間におけるコミュニケーション促進システムの構築. 電子情報通信学会技術研究報告; 信学技報, Vol. 112, No. 466, pp. 215–220, 2013.

- [32] 中野利彦, 亀和田慧太, 杉戸準, 永岡良章, 小倉加奈代, 西本一志. Traveling cafe: 分散型オフィス環境におけるコミュニケーション促進支援システム. インタクション, pp. 227–228, 2006.
- [33] 椎尾一郎, 美馬のゆり. Meeting pot: アンビエント表示によるコミュニケーション支援. インタクション, Vol. 2001, pp. 163–164, 2001.
- [34] 角康之, 伊藤惇, 西田豊明ほか. Photochat: 写真と書き込みの共有によるコミュニケーション支援システム. 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 6, pp. 1993–2003, 2008.

付 録 A 論文表紙

愛知工業大学情報科学部情報科学科
コンピュータシステム専攻（メディア情報専攻）

令和2年度 卒業論文

オブジェクト指向データに対する グラマーモデルの適用

2020年2月

研究者 K00001 愛工太郎
K00011 八草花子
X00012 愛知環状

指導教員 情報一郎 教授