

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 目的とアプローチ	5
1.3 論文構成	6
第 2 章 関連研究	7
2.1 屋内位置推定における在室者の検出方法	7
2.2 在室者の検出方法に関する研究	7
2.3 コミュニケーション促進に関する研究	8
第 3 章 在室管理プラットフォーム	9
「滞在ウォッチ」	9
3.1 「滞在ウォッチ」のシステム構成	9
第 4 章 グラマーモデルデータベースシステムでの適用例	15
4.1 例題	15
4.2 実行結果	15
4.2.1 データの登録	15
4.2.2 データの検索	15
4.2.3 導出データを条件とした検索	15
4.2.4 データの削除	15
第 5 章 おわりに	17
5.1 まとめ	17
5.2 今後の課題	17
謝辞の例	19
参考文献の書き方例	20
付 錄 A 論文表紙	23
Neubig ら [?] は...	

第1章 はじめに

本研究は、研究室の部屋利用者の在室者情報を記録するプラットフォームと、プラットフォームによって記録された在室者情報を用いたシステムの提案をする。研究室やコワーキングスペースのような場所では部屋利用者の在室情報が分かると様々な応用ができるが、必ずしも在室情報が記録されているわけではない。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「滞在ウォッチ」を提案する。滞在ウォッチは在室者一人一人に携帯してもらったBLEビーコンの電波が、部屋に設置された受信機によって取得された時に在室情報を記録するものである。記録された在室者情報は誰でも利用可能なWeb APIとして提供している。記録された在室者情報を用いれば様々な応用システムが考えられる。その一つとして研究室でのコミュニケーションの機会損失を軽減、防ぐシステム「きょうの滞在」を提案する。きょうの滞在では現在の部屋利用者の在室情報を部屋に設置されているディスプレイに提示する。きょうの滞在で提示する情報として部屋利用者の顔写真とともに、来そう、今いる、帰りそう、帰ったという情報を付与する。来そう、帰りそうは滞在ウォッチで記録した在室者情報をもとに推定を行う。その推定結果が正確であるかの評価を行う。

1.1 背景

研究室やコワーキングスペースのような場所では部屋利用者の在室情報が分かると様々な応用ができる。在室者情報の利用方法は部屋を管理する管理者と利用する利用者では異なる。まず、管理者の視点で考える。部屋の利用者数や時間帯が把握できれば、室内の温度調整を始めとする環境整備や活用状況が少ない部屋の省エネ化の指標となる。具体的には、人が集まりやすい時間帯は適した冷暖房設定にしたり、人がいなくなった時は必要のない家電の電源を切るといった対策を効果的に行える。次に利用者の視点で考える。目的とする人の居場所を把握できれば、接触までのアプローチが容易になり、コミュニケーションの円滑化や共同作業を支援できる。

しかし研究室のような場所では必ずしも在室情報が記録されているとは限らない。部屋利用者のプライバシを考慮しなければならなかったり[?], 在室情報を記録するための導入コストが高いなど[?]の要因が考えられる。また部屋利用者への負担を考えると導入に踏み切れない場合もある。

1.2 目的とアプローチ

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。部屋利用者の在室者情報を部屋利用者が意識せずに記録され、記録された在室者情報を誰でも利用できるようなシステムを目指す。

我々はBLE(Bluetooth Low Energy)ビーコン(以下、ビーコン)[?]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き受信機が検知し、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らざるとは限らない。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者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者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用いれば今いる、帰ったという分類ができる。入室時刻の情報を用いれば、特定の人物が入室しそうな時刻を計算できる。退室時刻の情報を用いれば、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3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。??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。2.3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。

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っていた[?]. 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との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[?]では、表??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[?][?][?][?][?]や勤怠管理[?]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[?][?][?][?][?][?][?]や、ビーコンの受信電波強度を利用した検出方法[?][?]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[?]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。

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[?][?][?]. 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[?]. 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[?][?]. 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 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[?][?][?][?]. 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[?][?][?][?]. 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。

第3章 在室管理プラットフォーム 「滞在ウォッチ」

本章では、ビーコンを用いた在室者検出および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。3.1節では、「滞在ウォッチ」のシステム概要、利用した機器やサーバ、ビーコンと個人の紐付け、在室者推定、在室者管理サーバを述べる。??節では、在室者情報の活用方法として、現在の在室状況を示す在室者情報のリスト、過去の在室履歴を示す滞在時間や曜日別の滞在率による可視化を述べる。??節では、滞在ウォッチによって記録された入退室時刻の評価について述べる。??節では、滞在ウォッチによって記録された在室者情報を用いた応用システムについて述べる。

3.1 「滞在ウォッチ」のシステム構成

「滞在ウォッチ」は利用者がビーコンを携帯し、部屋ごとに設置された受信機によりビーコンを検出する手法で、在室者管理を自動に行う。部屋利用者には一人1つビーコンを携帯してもらう。サーバには部屋利用者の名前とビーコンのIDを登録する。ビーコンは周囲に数秒に1回電波を発信する。受信機がビーコンの電波を受信する間隔は3分である。受信機が検出したビーコンのIDと電波強度はサーバに送信され、日時と在室した部屋名が記録される。記録した在室者情報はWeb APIを通して利用可能であり、勤怠管理システムや来訪促進システムといった様々な応用を想定している。

部屋の管理者と利用者に必要な情報を提供する「滞在ウォッチ」

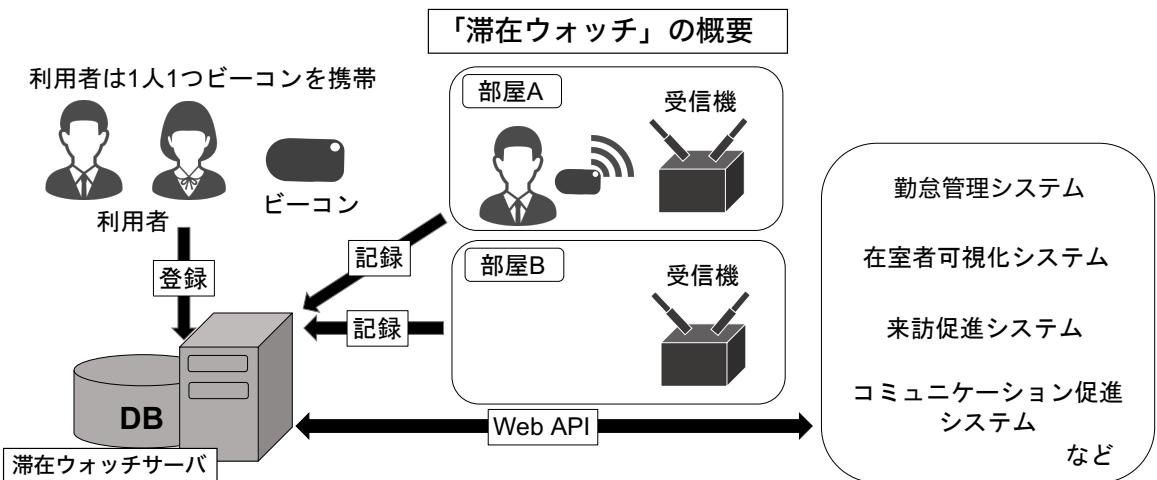


図 3.1: 「滞在ウォッチ」の概要図

本手法に関連するビーコン、受信機、サーバを示す。利用者が携帯するビーコンには、長期的な運用を考慮し電池交換が可能かつ小型なFCS1301[?]を利用している。ビーコンは図3.2のように様々な大きさや形のものがある。複数のビーコンの比較を表3.1に示す。ボタンは定期的な電波発信に加えて押した時にも電波発信できるため、点検時に利用できる。FCS1301の用途は、財布やパスケースなどの貴重品に付ける紛失防止や子供の荷物などに付ける見守り支援がある。実際にパスケースに取り付けた様子を図

3.3に示す。財布やパスケースに取り付けたり入れても気にならないサイズだとわかる。そのため、利用者が携帯するのに適している。また電池交換の際の様子を図3.4に示す。特殊な器具などを使う必要がなく、簡単に電池交換ができる。FCS1301ではボタンを押すとペアリング、長押しするとスリープモードへ移行し、保管の間省電力モードになる。ビーコンの電波送信の間隔はFCS1301の規格で最大の10秒ごとに設定している。部屋ごと設置する受信機には図3.5の低価格なRaspberry Pi[?]を利用している。1つの部屋に1つずつ受信機を設置する。サーバには、Google Cloud Platform[?]を利用している。



図3.2: ビーコンの種類

表3.1: ビーコンの比較

ビーコン名	サイズ	電池交換	ボタン
FCS1301	縦46.0 mm × 横24.5 mm × 厚さ3.5 mm	○	○
MAMORIO	縦35.5 mm × 横19.0 mm × 厚さ3.4 mm	×	×
WICED	縦60.0 mm × 横37.0 mm × 厚さ10.0 mm	○	○
estimote	縦55.0 mm × 横38.0 mm × 厚さ15.0 mm	×	×



図 3.3: パスケースに取り付けたビーコン



図 3.4: ビーコンの電池交換



図 3.5: 実際に使用しているビーコンを検知する受信機

The screenshot shows the 'Attendance Watch' registration interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'All Members', 'Occupants', 'Pie Chart', 'Attendance History', and 'Options'. The main title is 'Attendance Watch Registration' with a note '(*マークは入力必須項目)'. The form is divided into two sections: 'Personal Information' and 'Beacon Endpoint Information'. Under 'Personal Information', fields include 'Name on Web' (Web上で使う名前), 'Name on Slack' (Slack上で使っている名前), 'Affiliated Research Group' (所属研究室), and 'Affiliated Team' (所属チーム). Under 'Beacon Endpoint Information', fields include 'Beacon UUID' (ビーコンのUUID), 'Beacon Major' (ビーコンのmajor), and 'Beacon Minor' (ビーコンのminor). A blue 'Send' button (送信) is located at the bottom right.

滞在ウォッチ

全員 在室者 パイチャート▼ 在室履歴▼ オプション▼

滞在ウォッチへの登録

(*マークは入力必須項目)

個人情報

Web上の名前*

Web上で使う名前

スラック上の名前*

スラック上で使っている名前

所属研究室*

kaji研

所属チーム*

位置情報サービス(LBS)班

ピーコン端末情報

ビーコンのUUID*

e7d61ea3f8dd49c88f2ff2484c07acb9

ビーコンのMajor*

ビーコンのmajor

ビーコンのMinor*

ビーコンのminor

送信 >

図 3.6: 登録画面

第4章 グラマーモデルデータベースシステムでの適用例

4.1 例題

4.2 実行結果

4.2.1 データの登録

4.2.2 データの検索

4.2.3 導出データを条件とした検索

4.2.4 データの削除

第5章 おわりに

5.1 まとめ

5.2 今後の課題

謝辞の例

本研究を進めるにあたり、多くの御指導、御鞭撻を賜わ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、助言してください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] Latha, S. Colby and Dirk VanGucht, “A Grammar Model for Database”, *TECHNICAL REPORT*, NO.282, June 1989.
- [2] Gaston, H. Gonnet and Frank Wm. Tompa, “Mind Your Grammar: a New Approach to Modelling Text”, *Proceedings of the 13th VLDB Conference*, Brighton, pp. 339–346, 1987.
- [3] Dzenan RIDJANOVIC and Micheal L. BRODIE, “DEFINING DATABASE DYNAMICS WITH ATTRIBUTE GRAMMARS”, *INFORMATION PROCESSING LETTERS*, vol. 14, No. 3, pp. 132–138, May 1982.
- [4] Hull, R. and Yap, C. K. “The Format model: A theory of database organization”, *JACM* 31,3, pp. 518–537, 1984.
- [5] 増永良文, “次世代データベースシステムとしてのオブジェクト指向データベースシステム”, *情報処理*, Vol. 32, No. 5, pp. 490–499, May 1991.
- [6] J. ランボー M. プラハ W. プレメラニ F. エディ W. ローレンセン, “OBJECT-ORIENTED MODELING AND DESIGN”, トッパン, 1992.

付 錄 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