

圧力センサ内蔵 BLE ビーコンを用いた在席・離席検知と 在離席状況の可視化

八十田 周作

Shusaku YASODA

1 はじめに

近年、執務者のオフィスにおける過ごし方の多様化や IoT 技術の普及により、執務者のオフィス内での活動分析に注目が集まっている。オフィス内の活動分析の例としては在離席管理や人流計測などが挙げられる。在離席管理を行う利点としては執務者の勤怠管理や座りすぎの解消、レイアウト改善の指標につながる事が挙げられる。先行研究における在離席を検知する手法としては、カメラを用いた手法やスマートフォンを用いた手法が挙げられる^{1) 2)}。しかし、オフィスで用いる場合、プライバシー面や執務者への負担の面で問題がある。

そこで本研究ではプライバシー面と執務者の負担を考慮し、圧力センサ内蔵 BLE ビーコンを用いた在離席管理手法を提案する。また、在離席のログデータを収集するシステムを構築し、ログデータを用いて在離席状況の可視化と分析を行う。

2 圧力センサを用いた在離席検出手法

2.1 圧力センサ内蔵 BLE ビーコンの概要

本研究で用いたビーコンは、BLE ビーコンに圧力センサが付属しており圧力を検知するとビーコン電波を発信するものである。圧力を検知した際の電波送信間隔は 100 ms~2000 ms の間で設定可能であり、電波送信距離は 1, 3, 5, 10, 50, 100 m の 6 段階で設定可能である。また圧力センサの圧力検知の閾値は 100~1000 の 10 段階で設定可能である。

2.2 提案システムの概要

執務者の在離席状態を判定を行うためにシステムを構築した。システムは圧力センサ内蔵 BLE ビーコンと受信機、Web サーバで構成される。システム構成図を Fig. 1 に示す。執務者の在離席状態を判定し、在離席のログデータを収集する受信機は Raspberry Pi Model B+ を使用した。なお、ビーコン識別子と座席番号を対応させることで座席を識別した。

データのの流れはまず圧力センサに圧力が加わるとビーコン電波が発信される。発信されたビーコン電波を受信機が受け取り、ビーコン識別子から座席番号を取得し、Web サーバに座席番号を送信することで、Web 上で在席状態を確認できるシステムである。

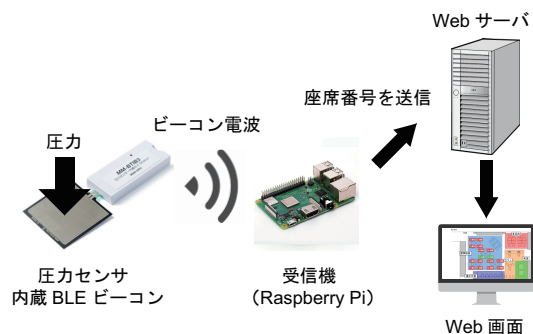


Fig. 1 在離席センシングのデータの流れ

2.3 在離席判定

在席判定は受信機が圧力センサ内蔵 BLE ビーコンから電波を受信している場合に行う。離席判定は一定時間ビーコン電波の受信がない場合に行う。

3 在離席検知実験

3.1 実験概要

被験者が複数回在離席を行なった際に、在離席を正しく検知できるかを検証する。検証方法は IP カメラで撮影した動画と提案システム上のログデータの比較で行なった。

3.2 実験条件

圧力センサ内蔵 BLE ビーコンの電波送信距離は各席から受信機が受信できる最低値である 10 m に設定し、電波送信間隔は 2000 ms に設定した。これらの設定はバッテリー消費を最小限に抑えるためである。なお、在席は受信機がビーコン電波を受信しているときであり、離席は受信していないときである。実験は同志社大学香知館 104 号室で行った。

3.3 実験結果と考察

ログデータと撮影した動画の比較結果を Fig. 3 に示す。Fig. 3 の第 1 縦軸は在席状態、第 2 縦軸は受信機の状態を表している。Fig. 3 から電波を約 10 秒間受信できないことがわかる。これは撮影した動画を確認したところ、執務者が座り方を変えていた。このように座り方を変えたり、数秒席を離れるなど椅子に圧力が加わら

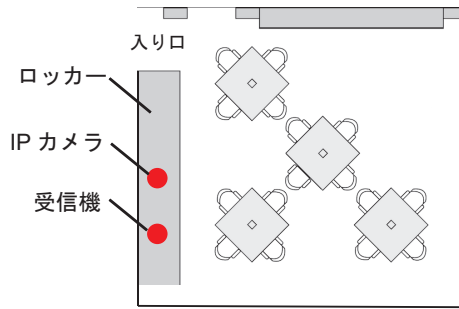


Fig. 2 実験環境 (同志社大学香知館 104 号室)

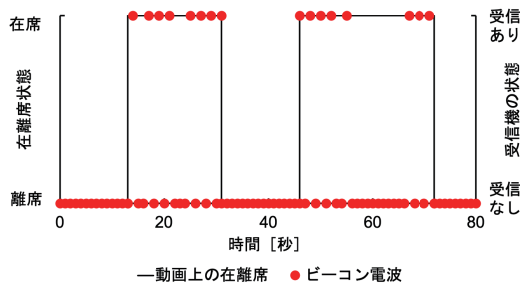


Fig. 3 在離席検知実験の結果

ない場合も考えられるため、受信機に待機時間を設けた。待機時間とは受信機が電波を受信しなくなってから、離席判定を行うまでの時間である。待機時間は 30 秒に設けた。

4 ログデータ収集と解析

4.1 ログデータ収集

在離席状況を可視化・分析することを目的とし、提案システムを用いて在離席のログデータを収集した。実験室において1ヶ月(30日)連続稼働させ、ログデータを収集した。なお、実験室は利用者が自由に座る座席を選択できる環境である。

4.2 ログデータ解析

ログデータから各座席の使用率と在席時間の分布を求めた結果を Fig. 4, Fig. 5 に示す。Fig. 4 の積算使用率は 24 時間× 30 日=720 時間に対して、在席時間が占める割合である。また、平均在席時間は各座席の在席時間と在離席回数から求めた。Fig. 4 から入り口から離れるほど、使用率が高い傾向が見られた。このことから入り口から離れたエリアは人気の高いエリアであることが推測できる。一方、入り口が死角となる座席は利用率が低い傾向があることがわかった。これは入り口が死角となり、誰が入室したか確認ができないことに起因すると考えられる。次に、Fig. 5 から 10 分以内の在席が最も多かった。このことから利用者は在離席を頻繁に繰り返す

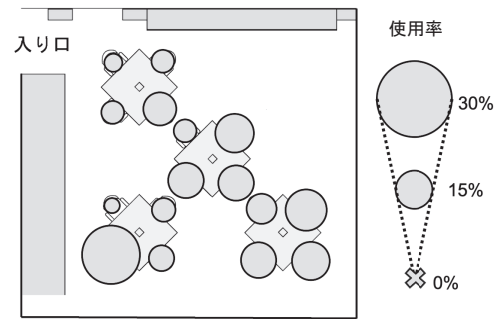


Fig. 4 各座席の積算使用率 (24 時間× 30 日間)

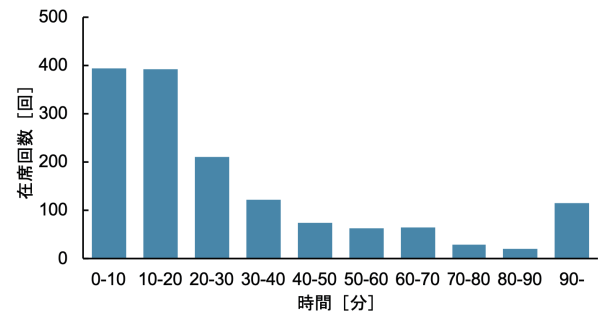


Fig. 5 在席時間の分布

傾向があると推測できる。またオフィスにおいて 30 分に一回立ち上がることで座りすぎによる健康リスクを軽減できると言われている。Fig. 5 から 30 分以内の在席は 67.2 %、30 分以上の在席は 32.8 % だった。このように在席時間を計測できることから、座りすぎを通知するシステムにつながると考えられる。

5 まとめ

圧力センサ内蔵 BLE ビーコンを椅子に組み込むことで、執務者の在離席状態を正しく検知できることがわかった。また在離席のログデータを蓄積できるシステムを作成した。このシステムを実環境において、稼働させることで各座席の利用状況を分析し、利用状況の傾向を把握することができた。利用状況を分析することでレイアウト改善の指標や座りすぎ解消につながると考えている。今後は消費電力の削減という理由から、在席情報や人数に合わせて照明や空調機器を自動制御を考えている。

参考文献

- 1) 小野 星羅, 安国 浩: 在席管理システムの提案. 電子情報通信学会総合大会, pp. 184, 2004
- 2) 寺井 大地, 三木 光範, 上南 遼平, 山口 浩平, 間博人: PDR を用いたノンテリトリアルオフィスにおける在席・離席管理手法第 78 回全国大会講演論文集, ネットワーク, 2016.