

圧力センサ内蔵BLEビーコンを用いた在離席検知と 在離席状況の可視化

八十田 周作[†] 三木 光範[†] 神田 章博^{††}
[†]同志社大学理工学部 ^{††}同志社大学大学院理工学研究科

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。在離席管理をする利点としては執務者の勤怠管理や座りすぎ解消、レイアウト改善の指標につながる。先行研究における在離席を検知する手法としては、いくつかの挙げられる[1][2]。しかし、これらの手法をオフィスで用いるには問題が多い。

そこで本研究では圧力センサ内蔵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100ms~2000msの間で設定可能であり、電波送信距離は1, 3, 5, 10, 50, 100m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(10kg~1kg)の10段階で設定可能である。

2.2 在席・離席判定

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。システム構成図を図1に示す。執務者の在席・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。

次に、在離席検知の流れについて述べる。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(今回は30秒)ビーコン電波の受信がない場合に行う。

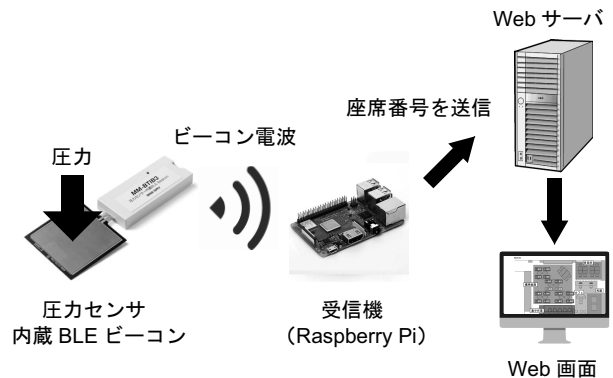


図1: 在離席センシングのデータの流れ

3 在席・離席検知実験

3.1 実験概要

圧力センサ内蔵BLEビーコンを実験室の座席に設置した。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。検証方法は実験室に設置したIPカメラで撮影した動画とログデータの比較を行なった。

3.2 実験条件

圧力センサ内蔵BLEビーコンの電波送信間隔は2000msに設定した。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10m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。また、圧力検知の閾値は椅子の上に荷物を置いたりすることも考え、誤認知防止のため閾値100(10kg以上)に設定した。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。

座席番号を割り当てた実験環境を図2に示す。被験者は11番の席において在離席を10回繰り返した。

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図3に示す。比較の結果、在席状態は動画上の在席と変わらず検知できていることがわかった。図3から電波を約10秒間受信できいないことがわかる。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

Detection and Visualization of Seat Occupancy and Vacancy by use of BLE beacon with integrated pressure sensor

[†] Shusaku YASODA(syasoda@mikilab.doshisha.ac.jp)

[†] Mitsunori MIKI

^{††} Akihhiro KANDA

Graduate School of Science and Technology, Doshisha University (††)

Department of Science and Engineering, Doshisha University (†)

圧力が加わらない場合も考えられるため、受信機に待機時間を設けた。待機時間は数秒の離席にも対応するため30秒に設けた。

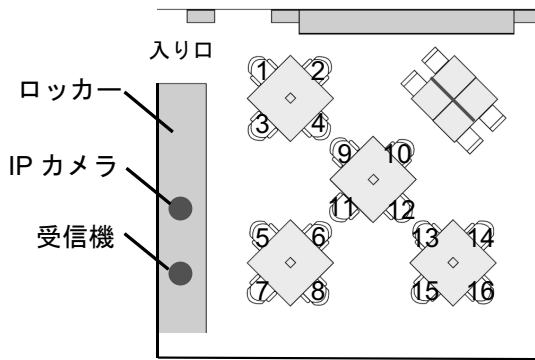


図 2: 実験環境 (同志社大学香知館 104 号室)

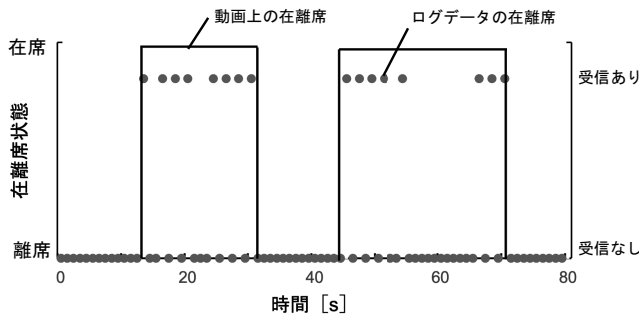


図 3: 在離席検知実験の結果

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し、分析するために在離席のログデータを収集するシステムを構築した。ログデータ収集システムは圧力センサ内蔵 BLE ビーコンと Raspberry Pi で構成される。実験室において1週間連続稼働させ、ログデータを取集した。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。また離席判定に必要な待機時間は30秒に設定した。

4.2 ログデータ解析

ログデータから各座席の使用率と平均在席時間を求めた結果を図4, 5に示す。積算使用率は24時間×7日=168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。図5に示す座席番号は図2と対応している。図4, 5から入り口から離れるほど、平均在席時間が長い傾向が見られた。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。7番席は使用率、平均在席時間が共に最も高かつ

た。これは7番席では同じ利用者が使用していたためである。また、図5から全体的に平均在席時間は10分~20分だった。このことから利用者は在離席を頻繁に繰り返す傾向があると推測できる。

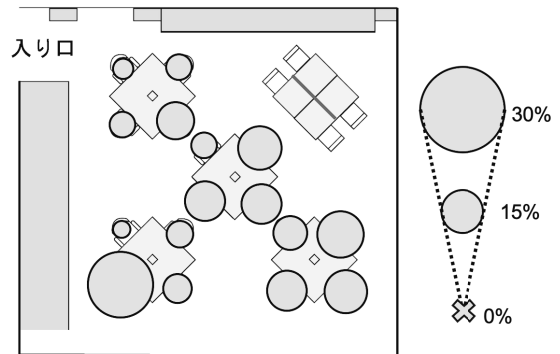


図 4: 各座席の積算使用率 (24 時間× 7 日間)

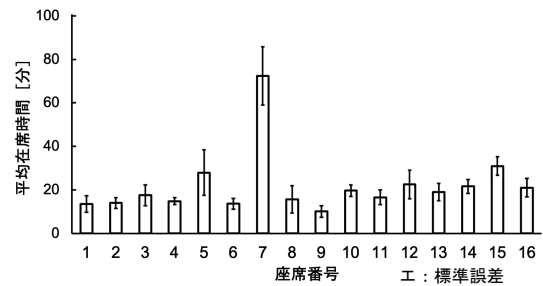


図 5: 各座席の平均在席時間

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。

このように在離席のログデータから可視化し、分析することで今まで見えなかった情報がわかる。これにより働き方改善やレイアウト改善の指標につながる。今後は在席情報や人数に合わせて照明や空調機器を自動制御することで、消費電力の削減につながると考えている。

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 を用いたノンレトリ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.