

植物工場の業務改善に向けたビーコンによるデータの収集と解析

前田宗一郎[†] 大場みち子[†]
公立はこだて未来大学 システム情報科学部[†]

1. 背景

近年、ユーザの行動履歴を用いて行動の特徴を分析する研究が盛んに行われている。特に業務改善の分野において、問題点やボトルネックを発見することにつながるができるため、従業員の行動履歴を収集・分析する研究が業務改善に有効であることが報告されている[1]。行動履歴を収集する基本的な手法として、従業員に作業日誌を記入させることが考えられる。しかし作業日誌は人が手動で記録するため、記入に携わる従業員の負担となるだけでなく、記入漏れや打ち間違いが発生し、データの信頼性が低下することが考えられる。そこで、植物工場を対象に情報技術を用い、行動履歴を収集・分析することで業務改善につなげる。

2. 目的

本研究では従業員の行動履歴を収集・分析し、効果的な業務の改善を可能とすることを目的とする。そのために用いる情報技術として、先行研究を踏襲してBLEビーコンを用いた行動履歴の収集を行う。また、分析の段階においては、効果的な業務改善を実現するために、より分かりやすく可視化することで、直感的に無駄の発見につなげる。

3. 先行研究

ビーコンを用いて従業員の行動データを取得し、分析した大村ら[1]の先行研究を挙げる。この研究ではホテルAのビュッフェ会場を対象に、BLEビーコンとスマートタグを使用した。各エリアに対してBLEビーコンを設置し、従業員に装着したスマートタグの接近を検知することにより、従業員の詳細な行動を把握する。また、特定の動作の回数や場所への接近回数をデータとして閲覧できる、従業員の行動分析支援システムを開発した。このシステムを会場の全体責任者が使用・閲覧することにより、業務改善を支援することを可能とした。

一方、岩手県立大学の堀川研究室でも同様の技術を用いて研究[2]しており、前述の実験とほぼ同様の内容を倉庫での作業に適用している。

4. 課題と解決アプローチ

研究の第一段階である行動履歴の収集は、情報技術を用いた自動的な収集を実施する。導入が容易、従業員の負担が少ないことから、先行研究に倣ってBLEビーコンを用いた行動履歴の収集を使用する。

先行研究から見出される課題を解決するための解決アプローチを述べる。

先行研究の課題は、業務改善につなげるために行動履歴の分析を容易にできないことである。行動履歴を収集・分析するのはあくまでも現場の管理者である。先行研究では収集した行動履歴をグラフとして可視化していたが、直感的に分析できないという問題があった。

この課題を解決するアプローチとして、滞在時間やエリア間の関係に着目した関係の図の可視化方法を実現する。

5. 実験

本研究では植物工場Aにおける業務を対象とする。管理者は業務の負担を相対的に減らすために、従業員を増やすことを考えているが、具体的にどの部分の業務に対して従業員が不足しているかを把握できていない。これを把握するために業務内容のデータ化が求められている。実験は植物工場Aにおける従業員の行動を記録・分析することを目的に、複数のBLEビーコンを用いて行った。

実験は岩手県立大学の協力のもとに実施した。植物工場Aの従業員約12名を対象とする。従業員は主に播種、洗い場、選果、包装、収穫などの作業に従事している。データ取得の実験は平日の五日間、朝の就業開始から夕方の業務終了時刻までの間で実施した。作業場内には、設置型のビーコンを18個、洗い場や選果台などの主要な作業場に付けて設置した。受信用のビーコン12個を従業員に対して作業場にいる間は腰につけて携帯するよう指示した。ビーコンの設置と簡易的なテストに一日を要した。これらのビーコンと岩手県立大学が開発した専用のアプリケーションを用いてデータを取得した。

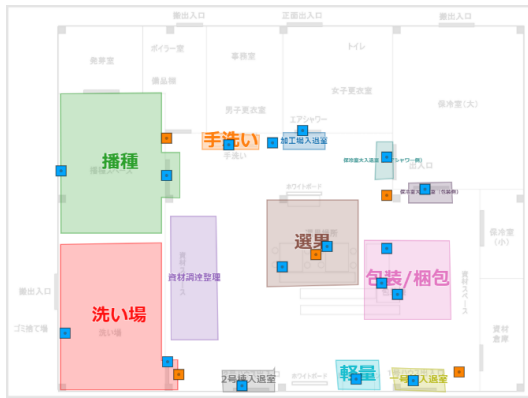


図 1 実験会場の構成とビーコンの設置場所

実験会場を図 1 に示す。色分は作業場ごとに分けられたエリアを表している。四角で記されているのが設置された BLE ビーコンである。青で記されているものが従業員の持ち歩く BLE ビーコンが近接を検知するためのものである。オレンジで記されているものが、実験的に RSSI、電波強度を用いて位置を推測するために設置された BLE ビーコンである。

6. 実験結果

実験での被験者の行動データは全体で約 310MB、300 万件超のログデータが得られた。しかし、実験により受信したデータを見ると本来いる場所とは異なった場所を検出しているデータが多く確認された。原因として、実験的に設置された電波強度を用いた三点測位を可能とするシステムによる位置の推定が、うまく機能していなかったことや、実験会場が BLE ビーコンを用いてデータを集めるには比較的狭い空間だったことが考えられる。

7. 分析と考察

得られたデータを分析に用いるうえでデータの整形を行った。一つ目の一つのエリアに複数設置されている BLE ビーコンのデータを統合した。二つ目に、ノイズの原因となっている三点測位のデータを取り除き、近接検知によって得られたデータのみを抽出した。抽出したデータをもとに従業員一人の一日分の行動を可視化した結果を図 2 に示す。横軸に時間、縦軸にエリアとしている。

図 2 より、青の点の総量はそのエリアに滞在した時間である。また、連続した打刻が存在するエリアの間には、従業員の移動が関係していることが考えられる。エリアをノード、連続した二つの打刻をエリアの関係として、整形したデータをもとに作成した関係の図を図 3 に示す。エリアをノード、ノードの大きさは滞在時間に比例する。エリアの関係をエッジとし、太さは関係に強さに比例しており、上

位 20 件のみ描画している。

評価として、実験を実施した植物工場 A の責任者にヒアリングを行い、直感的にエリアの関係を理解しやすいと高評価された。改善点としてノードの位置をマップと同期することでより直感的に比較できると指摘された。

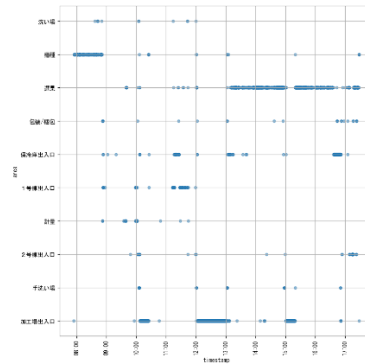


図 2 被験者の一人の一日分のデータ

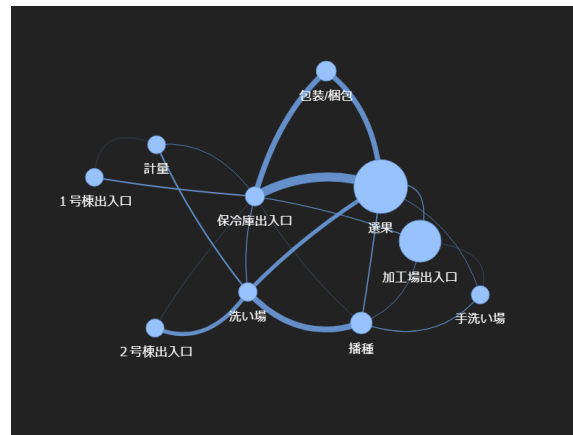


図 3 被験者の一人の一日分のデータの関係の図

8. まとめ

本研究では植物工場 A の業務改善を目的に BLE ビーコンを用いた行動履歴の収集と、より直感的な可視化の実現を図った。収集したデータのうち近接検知によって得られたデータから、作業場のエリアの関係を表す図を作成し、直感的な分析を可能とした。今後の展望として、より理解しやすいようにレイアウトを変更することや、利用したシステムに組み込み、より汎用的に利用することが考えられる。

9. 参考文献

[1] 大村優輝, 大場みち子: ビュッフェ会場における行動分析支援システムの開発, 第 82 回全国大会講演論文集, 2020(1), pp. 629-630, (2020)
 [2] 猪股一步希, 佐藤祐紀, 小村皓大, 堀川三好: 位置と状態情報による作業行動の可視化システムの提案, 第 83 回全国大会講演論文集, 2021(1), pp. 305-306, (2021)