

スマートタグを用いた工程改善への活用方法の提案

中田恵史[†] 岡本東[†] 堀川三好[†] 佐藤祐紀[†]

岩手県立大学ソフトウェア情報学研究科[†]

1. はじめに

近年, IoT (Internet of Things) 活用が進み, 特に製造現場では工程改善を目的とした可視化システムの導入事例が増加している. しかし, 作業者を対象としたものは, 位置と状態を取得する必要があるため, コストの面から中小企業では導入が困難である. また, 測位のための機器は綿密な設置計画が必要であり, レイアウト変更が頻繁に行われる現場では, 運用性の観点から導入が進んでいない.

本研究では, IoT デバイスであるスマートタグと, それを用いた低コストで運用性の高い可視化システムを開発し, 工程改善への活用に向けたデータ分析手法を提案する. スマートタグは BLE ビーコンを拡張して作成されたもので, 所持者の位置と状態を取得することが可能である. 本稿では, 作成したプロトタイプシステムを用いて, 複数の生産現場で実証実験を行った結果を報告する.

2. 生産現場向けの可視化システム

カメラを用いたシステムは, 画像解析技術を利用して詳細な行動分析を行うことが出来る. しかし, 高コストかつ高度な技術が必要である.

ウェアラブルデバイスを用いたシステムは人物ごとの詳細な分析が可能であるが, 人数分の高価なデバイスと通信インフラが必要である.

ビーコン・RFID を用いたシステムは, 価格に応じて低～高精度の位置の取得が可能だが, 位置のみしか取得することが出来ず, 状態を取得することが出来ない. また RFID 型は読み取り作業が必要であり, 作業員の負担が増加する.

このように, 既存システムは, 価格と精度・実現範囲がトレードオフの関係にある. また, 現場ではデータの分析方法が分からず, 活用が進まないケースも存在する.

先行研究[1]で開発したシステムは, 運用性が高く, 中小企業でも導入可能な価格帯でありながら, 位置と状態のデータが取得可能である. また, これらを実現するために, スマートタグを開発した. 本研究では, これらを用いて, 現

場での工程改善に活用するためのデータ分析手法を提案する.

スマートタグに搭載する測位手法として, BLE ビーコンを用いたエリア・近接検知型の手法を採用した. 理由として, 製造現場では作業を行う場所が定められているため, 正確な座標を求める必要はない点が挙げられる. この手法によって, 機器の設置計画が容易になり, 現場の担当者のみで配置やレイアウト変更に対応可能となる. 精度は, エリア間隔が 5m の場合は誤検知率 20%, 10m の場合は 0%であることが先行研究[2]で示されている.

3. 可視化システムを用いた工程改善

3.1 システム概要

プロトタイプシステムの全体像を図 1 に示す. 対象エリアに BLE ビーコンを設置, 作業者はスマートタグを所持, エリアの中心に受信用のスマートフォンを設置する. スマートタグは BLE ビーコンからの信号を受信し測位を行う. 測位結果やセンサ情報は, スマートフォンに配信されデータベースに蓄積される.



図1 プロトタイプシステム全体像

3.2 実証実験

工程改善へ活用可能な分析方法の検討を目的に, 製造業 5 社で実証実験を行った. 対象は, ピッキング, 組立・部品製作工程とした. 現場の担当者の方々からヒアリングを行った結果, 作業手順書がない工程では, ロケーション分析とセンサ値の分析が重要であることが分かった. また, 分析の粒度について, 全体の概要を把握するための簡略分析と, 細かい時間単位での各

Proposal of Utilization Method for Process Improvement Using Smart Tags

[†]Satoshi Nakata, Azuma Okamoto, Mitsuyoshi Horikawa, Sato Yuki, Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University Graduate School

センサ値・滞在時間を求める詳細分析が必要であることが分かった。

一方、作業手順書がある工程の場合、同様のデータからは手順通りに行動していること確認できるのみで工程改善へ用いるには不十分であり、位置だけでなく細かい動作分類が必要であることが分かった。次節以降は、作業手順書のない工程を対象として説明する。

3.3 データ分析手法

前述の通り、分析手法は大きく簡略分析と詳細分析に分かれる。それぞれについて、ロケーション分析とセンサ値の分析を行う。

3.3.1 簡略分析

ロケーション分析では、ヒートマップを用いる。ビーコンの設置位置を円で表した。滞在時間を大きさ、単位時間当たりの運動量を色（赤>黄>緑）、ビーコン間の移動回数を線の太さとする。これらを、作業員ごとに出力する。全体の行動からの課題を発見するために用いることを想定している。

センサ値の分析では、作業員ごとの単位時間当たりや歩数、運動量（加速度 3 軸の二乗平均平方根）の時系列の変化をグラフ化する。作業員ごとのセンサ値から負荷の偏り等を見出すことを想定している。

3.3.2 詳細分析

ロケーション分析では、個人ごとにエリア別の滞在時間、運動量、エリア（BLE ビーコン）間の移動回数を算出する。また、時系列の移動履歴として、作業員の移動を時系列にグラフ化する。問題の発生原因を発見するために用いる。

センサ値の分析では、個人ごとに時間当たりの在室時間、歩数、運動量を算出する。

3.4 データ分析の利用事例

部品製作工程を対象とした事例を紹介する。主に簡易分析を用いて、課題を発見し、改善計画を立てた。その後、詳細分析を用いて計画の効果を予測し、改善を実施した。

対象工程で作業員は、各自のホームポジションで部品製作を行い、必要に応じて治工具や研磨機のある場所へ移動する。

まず、作業員の行動の概要を把握するためのヒートマップ（図 2）を作成した。現場の担当者は、このヒートマップから、治工具の配置を変更し、移動距離を削減する必要があると考え、複数の配置変更案を作成した。その後、各案の累計歩数を算出し、最も良い案を選択した。具体的には、エリア間の移動回数と移動にかかる歩数をかけ合わせ、各案実施後の累積歩数を予測した。

上記を含めた複数の改善実施後、改めて計測を行うことで、工程改善の定量評価を行う予定である。

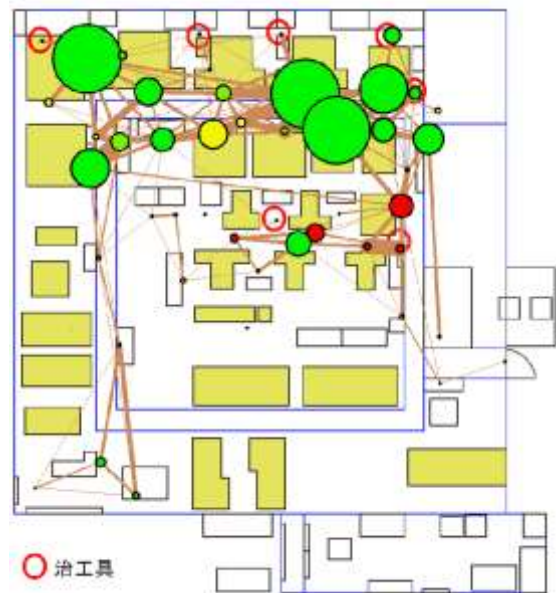


図2 ヒートマップ（全作業員）

4. おわりに

本研究では、スマートタグを用いた可視化システムを開発し、工程改善への活用に向けたデータ分析手法を提案した。そして、プロトタイプシステムを用いて 5 社での実証実験を行った。

現在、収集データの活用に向けたヒアリングを進め、システム導入から工程改善までをマニュアル化し、多くの企業で容易に導入出来る工程改善システムを目指す。また、作業手順表がある工程向けに、機械学習を用いた詳細な動作分類手法の開発を行う。

謝辞

本研究の実証実験を行うにあたり、いわて産業振興センターが実施する研修事業を活用している東北精密株式会社から多大なご協力をいただきました。厚く御礼を申し上げ、感謝する次第です。

参考文献

- [1] 中田恵史, 岡本東, 堀川三好: スマートタグを用いた業務可視化システムの提案, 第 18 回情報科学技術フォーラム, Vol.18, No.4, pp.429-433 (2019) .
- [2] 堀川三好, 岡本東, 村田嘉利: 生産・物流システム向けスマートタグの開発, 平成 30 年電気学会電子・情報・システム部門大会, MC3-4, pp.951-956(2018).