

工程内物流支援を目的とした 供給部品決定アルゴリズムの提案と実装

湯浅 範子[†] 吉村 友希[†] 山口 将央[‡] 大塚 孝信[‡]
名古屋工業大学[†] 名古屋工業大学大学院情報工学専攻[‡]

1 はじめに

製造業では、顧客ニーズの変化による生産計画の変更が日常的に行われている。また昨今の新型コロナウイルス感染症拡大により、株価や国内総生産の急落[1]など、経済状況が急変している。そのため現在の製造現場では、今までにない規模での生産計画の変更が余儀なくされている。このような突発的な生産計画の変更には、一般的に製造現場の物流を担う作業員が属人的に対応している。さらに工程内物流における部品供給業務は、作業員が一日中工場を歩き回り部品の不足を確認したのち供給を行う必要がある。そのため作業員や作業日ごとに供給内容が変動し、作業効率が低く作業員の負担も大きい。

これらの背景から、本研究では作業員や作業日ごとに作業効率を変えず、日々変化する生産に柔軟に対応可能な部品供給支援システムを構築する。また提案システムによる、工程内物流における部品供給業務の効率化を目的とする。

2 関連研究

工程内物流の業務効率化を目的として、製造現場に設置した無線 LAN の位置情報を用いた作業員の動作データを自動的に収集・作成するシステムが構築され、製造現場への導入が行われている[2]。このシステムでは、作業員やリフトなどに送信機を取り付けることで位置情報と動作履歴を収集し、それらを基に作業員の不要作業の分析と可視化を行うことができる。しかし、このシステムは履歴として収集したデータに対して分析を行うため、製造現場で突発的に発生する生産計画変更の即時反映や、次に供給すべき部品の内容を提示することによる工程内物流の業務効率化については考慮されていない。

3 提案手法

システムの概要

本研究では製造現場の工程内物流支援のため、部品供給を担う作業員に対して、次に供給すべ

き部品の提案を行うシステムを構築する。

システムは以下の手順により構成されている。

1. 不足部品の有無を検知し、不足情報を発信
2. 部品の不足情報から供給優先度を決定
3. 不足していない部品の消費数を予測
4. 供給部品内容を積載量別に算出
5. 担当作業員に算出した供給内容を提示

まず、供給部品の在庫状況を確認するため BLE (Bluetooth Low Energy) モジュールと赤外線近接センサを組み合わせたビーコンを作成する。本研究では、このビーコンを部品管理用ビーコンと定義する。部品管理用ビーコンのセンサを用い、部品が入っている部品箱の有無を検知する。センサデータより部品の在庫状況を把握し、部品箱の不足を検知するとその情報を BLE モジュールにてシステムに通知する(手順 1)。取得した不足情報から、次の供給で補充すべき部品を供給部品決定アルゴリズム(手順 2-4)により算出し、部品供給を担う作業員に対し可視化システムにて提示する(手順 5)。算出結果に基づき部品供給を行うことで、作業員は部品の在庫状況を歩いて確認する手間や作業の重複、供給ミスなどを削減でき、工程内物流の効率化が行える。

供給部品決定アルゴリズム

部品供給を担う作業員が次の供給作業で補充すべき部品は、本研究で提案する供給部品決定アルゴリズムにより算出される。本アルゴリズムは、以下に示す3つの手順により構成される。

1. 部品管理用ビーコンから発信された部品不足データと、予め登録された供給部品の情報を基に、現在不足している部品に対し供給優先度を付与する。供給優先度は不足情報が発信された供給部品の部品箱が完全に空になるまでの残り時間と、各部品の供給にかかる移動距離から算出する。
2. 不足部品の情報より、累計の完成品生産数を算出する。算出結果に基づき、まだ不足情報が発信されていない部品の使用数を算出することで、供給必要箱数の予測を行う。
3. 部品供給を担う作業員が利用するリフトや台車などの部品配送車両の最大積載量を基

Proposal and implementation of Parts Supply Decision Algorithm for Logistics Support

[†]Nagoya Institute of Technology

[‡]Department of Computer Science, Nagoya Institute of Technology

に、1にて付与した優先度に応じ供給すべき部品の種類と運搬箱数を決定する。

この供給部品決定アルゴリズムを用いて算出された供給部品情報を、可視化システムを用いて作業員に提示する。これにより、現在不足している部品と次に供給すべき部品の情報を作業員に対し通知することが可能になる。

4 評価実験

実験の概要

評価実験では、まず大手プレス製造メーカーA社にて生産ラインに部品管理用ビーコンを設置し、部品の不足情報を収集する。次に得られた不足情報より決定された供給部品の種類と運搬箱数に基づき、工程内の物流を担う作業員が部品の供給作業を行う。この作業結果から、本研究で提案するシステムの導入前後における部品供給作業員の動作情報を収集し、比較と検証を行う。動作情報の収集には、山口ら[3]が提案したネットワークシステムを用いる。評価実験はシステム導入前後で1週間ずつ行った。

実験結果として、実験期間における作業員の各作業日の部品供給にかかる移動距離の分析結果を以下に示す。まず、得られた総移動距離より、システム導入期間と未導入期間それぞれにおける作業員の総移動距離の最大値と最小値、平均、標準偏差の算出結果を表1に示す。

表1：システム導入前後の総移動距離の比較(m)

	導入期間	未導入期間
最大総移動距離	19416.4	19617.9
最小総移動距離	18404.3	14304.0
平均	19063.2	17777.7
標準偏差	353.71	1861.9

次に表1の結果に対し、ヒアリングにより得られた実験期間中の完成品の生産数を考慮した移動距離の分析を行う。実験期間の1完成品あたりにかかった移動距離を算出し、システム導入期間と未導入期間における移動距離の最大値と最小値、平均、標準偏差の結果を表2に示す。

表2:1完成品あたりの移動距離の比較(m)

	導入期間	未導入期間
最大移動距離	62.18	63.69
最小移動距離	51.11	45.41
平均	56.74	54.89
標準偏差	4.549	6.302

考察

表1のシステム導入期間の作業員の総移動距離の最大値と最小値から、日ごとの総移動距離の差は1012.1mである。対してシステム未導入期間

の総移動距離の差は5313.9mとなり、システム導入期間は未導入期間に比べ総移動距離の変動が4301.8m減少した。この変動の減少は、システム導入期間の標準偏差が未導入期間の1/5以下にまで小さくなったことから確認できる。

また、作業員の供給業務の作業量に関する要素の一つとして、生産ラインで製造される完成品の数があげられる。そのため、得られた日ごとの総移動距離の結果に対し、生産数を考慮した分析結果が表2に示されている。システム導入期間における1完成品あたりの日ごとの移動距離の差は11.07m、未導入期間の移動距離の差は18.28mであり、システム導入期間の方が1完成品あたり7.21m減少した。システム導入期間の標準偏差も未導入期間に比べ1.753小さく、導入後の距離変動が約28%減少している。これらの結果から、生産台数の変動による総移動距離の増減を考慮した場合においても、本研究の提案システムを用いることで、作業員の日ごとの業務量を平準化することが可能であると確認できた。

しかし、表1のシステム導入前後の総移動距離の平均を見ると、システム導入期間は未導入期間に比べ1285.5m大きい。1完成品あたりの移動距離の平均も、表2よりシステム導入期間は未導入期間に比べ1.85m大きいなど、平均的に移動距離が大きくなった点が課題点としてあげられる。

5 おわりに

本研究は、製造現場で生産に使用される部品の在庫状況を把握し、得られた不足情報より次の供給時に補充すべき部品を算出、表示するシステムを構築することで、工程内の物流を効率化することを目的としている。評価実験では、工程内の物流を担う作業員の部品供給時において、日ごとの移動距離の差と標準偏差が導入前と比べ小さくなった。したがって、提案システムを用いることで作業員の属人的な供給内容の決定によらず、業務の平準化を行うことが可能であると示された。しかし、移動距離の平均はシステム導入期間の方が大きいことが課題点としてあげられた。そのため、今後は作業員の供給経路を最適化し供給順の提示も行うなど、移動コストの削減による作業の負担軽減を目指す。

参考文献

- [1]2020年度版ものづくり白書，経済産業省
- [2]クボタ 動きをデータで追いかけて構内物流改革(特集 動線分析最前線)，日経情報ストラテジー 24(2)，26-29，2015-03
- [3]山口 将央，大塚 孝信，BLE ビーコンとLPWAを用いた工程間物流における非定常行動抽出手法の提案と実装，人工知能学会全国大会論文集，JSAI2020(0)，3H5GS304-3H5GS304，2020