



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	大規模物流センターの割り込みスケジューリングの研究 : 再スケジュールにかかる時間を考慮した構内物流スケジューリング
Author(s)	高橋, 麻希子; Takahashi, Makiko; 渡辺, 美知子 他
Citation	精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, 2010, 711-712
Issue Date	2010-09-10
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/51260
Type	journal article
File Information	K25_711712.pdf



大規模物流センターの割り込みスケジューリングの研究

—再スケジュールにかかる時間を考慮した構内物流スケジューリング—

北海道大学大学院情報科学研究科 ○高橋 麻希子, 北見工業大学 渡辺 美知子
北海道大学大学院情報科学研究科 鈴木 育男, 山本 雅人, 古川 正志

A study on interrupt scheduling of a logistic center - A scheduling of in-plant logistics considered computation time of re-schedule -

Hokkaido University Makiko TAKAHASHI, Kitami Institute of Technology Michiko WATANABE
Hokkaido University Ikuo SUZUKI, Masahito YAMAMOTO, Masashi FURUKAWA

In order to ship ordered products based on ordered papers within due days, it is requested to control the logistic center effectively. We have proposed a new scheduling method on the order-picking problem in a large-scale logistic center based on 'Local Clustering Organization (LCO)'. This paper proposed the schedule method that considered the interrupt time. We improve the traditional method and prove the effectiveness of the proposed method.

1. はじめに

近年、カタログ販売やインターネットショッピングの増加により、多種多様な商品が取り扱われるようになり、物流コストの削減を目的とした物流センターを設置する企業が増加している。大規模な物流センターでは作業者が伝票の注文に従い、商品を集めて廻るのが一般的であり、これをオーダーピッキングと呼ぶ。作業者は複数の伝票を一度にピッキングする。一度に集める伝票の集合をバッチと呼ぶ。作業者によるオーダーピッキング作業は、どのような順番で商品を集めて廻るかの経験による作業効率の差が生じる。従って、総作業時間が増加してしまう点や、作業者による作業量の差が出てしまう点で問題がある。

これまで、短時間に作業を終わらせるために、棚間の移動距離と、その時点でのカートにピッキングされているアイテムの重量の積でエネルギーを求め、ピッキングでの総エネルギーを最小化したバッチを作成する方法を提案してきた¹⁾。更に、既にスケジューリングがなされたオーダーピッキングに緊急の割り込みオーダーが起こったときの割り込み方法と、その結果に基づく再スケジュールリング方法を提案した^{2) 3)}。

本研究では、これまでの手法を改良し、再スケジュールにかかる時間を考慮したスケジュールリング方法を提案する。

2. 物流センター配送問題

物流センターは、多品種・大量の在庫保管、仕分け、配送、流通加工などの機能を持つ。かつて物流センターは完全自動型が多く採用されていたが、設備を作り直す際に新たな資本投資を必要とすることから、作業者がコンピュータを用いて物流センターの役割を支援する作業支援型へと移行している。

物流システムは、その形態により構外物流と構内物流に大別され、本研究では物流センター内での製品等の搬送である構内物流を取り扱う。物流センターにおける物流コストの削減を行うために考慮する問題には、集配経路決定問題、伝票割り当て問題、商品保管問題などがあげられる。本研究では、オーダーピッキングに深く関係する、集配経路決定問題と伝票割り当て問題に焦点をあてる。

3. 問題設定

3.1 物流センターの設定

シミュレーションには実際にある大規模物流センターをモデル化している。スタートとゴールは同じ場所とし、各棚の前お

よび各通路の分岐点にノードを置く。各ノード間のリンクは作業者が通行可能な通路を表し、双方向に通行できる。各隣接ノード間のコストは実際の距離とし、ノード間の最短コストはダイクストラ法⁴⁾で求める。各作業者の移動速度は一定とし、商品を棚から取り出す作業時間は取り出す商品数に比例する。集配経路の決定は、問題を巡回セールスマン問題 (Traveling Salesman Problem, TSP) とみなし、大規模な TSP にも高速に適用可能な局所クラスタリング組織化法 (Local Clustering Organization, LCO)⁵⁾を適用する。

また、1日の始めに、当日の操業時間で行われるオーダーピッキングのスケジュールが組まれることとする。条件として、一日に扱うオーダー数を7000、物流センター内の棚数を7174とし、1商品1棚とするので、商品数も7174となり、物流センター内のノード数は4711である。1バッチの伝票上限数を4枚とし、重量の上限は50[kg]とし、作業者がピッキングに用いるカートの重量を15[kg]とする。また、作業者数は20人、作業者の移動速度は1[m/sec]で、1商品当たりのピッキング時間は3[sec]とする。なお、物流センター基本的な操業時間は15時間とする。

3.2 割込伝票の設定

本研究では、割込伝票を、物流センターで一日に扱う伝票データをバッチング後に新たに注文され、当日中にオーダーピッキングをし終えなければならない伝票と定義する。ここで、割込伝票は一日に4回割り込みが起こるとし、物流センターが操業してから3,6,9,12時間後とする。割込時間までに注文された割込伝票を割り込ませる。また、梱包の時間を考慮し、割り込み後、3時間以内にピッキングを行うこととし、再スケジュール計算後ピッキングまでの準備時間を10分とする。

割込伝票が発生する場合の、物流センターの一日の作業概要を以下に示す。

1. 一日分の伝票を読み込み、First-Come-First-Service(FCFS)でバッチングし、クラスタリングを行い最適なバッチを作成する。
2. オーダーピッキングを開始する。
3. 作業開始後に発生した割込伝票について、再スケジュールを行い、そのスケジュールに基づいてオーダーピッキングをする。

この問題は、割込伝票が投入されてから指定時間以内に、割込伝票のピッキング作業が終われば良い。割込伝票のピック

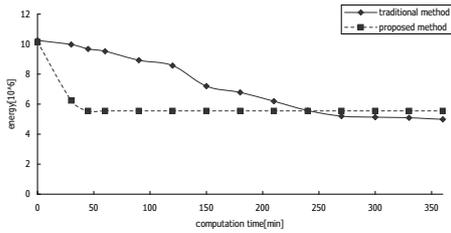


Fig. 1 Comparison of the energy and computation time

ング作業を指定時間内に終了し、かつ、オーダーピッキングの総エネルギーを最小化する。

3.3 従来の手法の問題点

これまでのエネルギー基準のバッチの作成方法では、エネルギーを算出する際に、全てのバッチにおいて最短経路と計算しているため、1回の計算に莫大な時間がかかるという問題があった。更に、FCFSでバッチングしているため、伝票の並びを変更したときに、伝票の並びの先頭付近が移動した場合はバッチングに強く影響するが、後尾付近の場合にはほとんど影響しないことも問題である。また、割込伝票を投入する際、再スケジュールの計算時間を考慮せず割込伝票をピッキングする時間のみ考慮していた。

そこで、バッチの作成方法を改良し、割込伝票の再スケジュールにかかる計算時間を短縮する。

4. 提案手法

前項であげた問題点を解決するため、エネルギー基準のバッチの作成方法および再スケジュール方法を以下のように変更した。

1. 伝票に対してランダムにバッチ番号を作成し、各バッチのエネルギーを計算する。
2. 伝票の並びを変更する。このときバッチ番号の並びは変更しない。並びを変更した際にバッチ内の伝票に変更のあったバッチのみエネルギーを再計算する。
3. 並びを変更する前のエネルギーよりもエネルギーが少ないならば新しいバッチを採用し、2へ戻り繰り返す。
4. 一定回数エネルギーが変更されない場合終了し、当日のスケジュールとする。
5. 割込伝票の発生時刻・枚数を決定する。割込伝票のみでバッチングし、エネルギーを計算する。
6. α スケジューリング法³⁾で予め求めておいた α の値を用い、割込伝票の α 倍のオーダー数を含むバッチを1つあるいは複数選択する。
7. 選択したバッチに含まれる伝票と割込伝票を混合し、再バッチする。
8. 以前のエネルギーより下がっている場合そのバッチを採用する。そうでない場合、6へ戻る。

5. 数値計算実験

5.1 バッチ作成方法の検証実験

改良したバッチ作成方法が有効であるか検証するため、実験データを用い、実験を行った。これまでのバッチ作成方法と提案手法の計算時間とエネルギーの比較を図1に示す。提案手法を用いた結果、計算時間が1/7ほどになり、大幅な時間削減が確認された。既存の方法と提案手法を比較しても、総エネルギーの減り方にほぼ変化がみられないことがわかる。以上から、提案手法は有効であると考えられる。

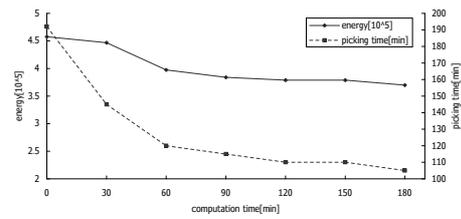


Fig. 2 The energy and the picking time

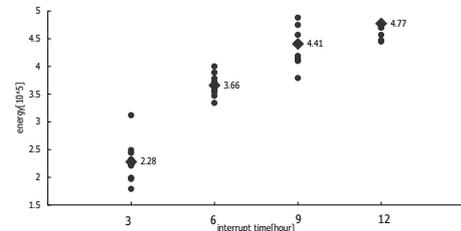


Fig. 3 Relations of the energy in the interrupt time

5.2 再スケジュール方法の検証実験

再スケジュールする際には、割込伝票が確定してから再スケジュールするため、再スケジュールにかかる時間があまりに大きいと実用的ではない。そこで、再スケジュールにかかる計算時間とピッキング時間から、再スケジュール方法が有効か検証した。

図2に割込伝票数150枚・6時間後に割り込む場合の計算時間とエネルギー、ピッキング時間の変化を示す。実験はランダムな150枚の割込伝票を用い、10回試行を行い、図には平均値を用いている。計算時間とピッキング時間を合計し、3時間以内になればよい。実験の結果、約1時間以内までは計算を行うことができた。またエネルギーの減少も認められた。

図3は割込伝票数150枚の場合の、割り込む時間とエネルギーの関係について、10回試行の値と平均値を示している。割り込む時間が遅くなるほど残っている伝票が少ないのでエネルギーの下がるバッチが作成しにくくなるためエネルギーは大きくなっている。

6. おわりに

本研究では、大規模な物流センターにおいて、既にスケジュールされたオーダーピッキングにおいて、計算時間を考慮した再スケジュールを行うために、バッチの作成方法と再スケジュール方法の改良を行った。実験の結果から、計算時間を考慮しピッキングを行う場合エネルギーが減少しきる前でも計算を終了しピッキングを行う必要があると思われる。

今後は、割込伝票数や内容の違いによる計算時間の違いを調査し、異なるバッチの作成方法の提案や、割込伝票の特徴を考慮した割込方法の提案を予定している。

参考文献

- 1) 高橋 麻希子, 鈴木 育男, 山本 雅人, 渡辺 美知子, 古川 正志: "エネルギー基準によるオーダーピッキングの最適バッチングの作成", 2008年度精密工学会北海道支部学術講演会講演論文集, pp.33-34 (2008).
- 2) 高橋 麻希子, 鈴木 育男, 山本 雅人, 渡辺 美知子, 古川 正志: "大規模物流センターの割り込みスケジューリングの研究-割り込み時刻とオーダー数に応じたリアクティブスケジューリング-", 2010年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, D63, pp. 315-316 (2010).
- 3) 高橋 麻希子, 渡辺 美知子, 鈴木 育男, 山本 雅人, 古川 正志: "大規模物流センターの割り込み再スケジュール", ロボティクス・メカトロニクス講演会 2010 (Robomec 2010), 2A2-F28 (2010).
- 4) 古川 他: "システム工学", コロナ社
- 5) 古川 正志, 渡辺 美知子, 松村 有祐: "局所クラスタリング組織化法による TSP の解法", 日本機学会論文集 C 編, 71 巻, 711 号, pp. 3189-3195 (2005).