

物流センターにおける商品配置を考慮した伝票割当手法の提案

北海道大学 大学院情報科学研究科 ○坂本 延寛, 鈴木 育男, 山本 雅人, 古川 正志
北見工業大学 工学部 機械工学科 渡辺 美知子

Order Batching Method Considering Item Location in Warehouse

Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University
○Nobuhiro Sakamoto, Ikuo Suzuki, Masahito Yamamoto, Masashi Hurukawa
Department of Mechanical Engineering, Kitami Institute of Technology Michiko Watanabe

The order picking in the distribution center is the important process. The optimization of the order picking can reduce the cost in distribution center. Since the order picking depends on the order batching, item storage, picking route, there are many researches for the optimization of the three factors. However, there are not much researches considering the relation between these factors, though these factors depends on each other. Then, this study proposes the method for optimizing the order batching and item storage mutually by using the same evaluated function and valid the effectiveness of the method by numerical experiment using the data of the actual distribution center.

1. はじめに

物流センターや倉庫は、企業からその顧客への商品の配送等において重要な役割を果たしている。さらに、現代ではコンピュータやIT技術の発達により、それ以前に比べ高速化が図られている。物流センター内の業務の中では、オーダーピッキング（オーダーに基づく商品集配）が全体の維持、運営費用の内65%を占め¹⁾、オーダーピッキングにかかる時間のうち50%が移動にかかる時間である²⁾。そのため、従来研究の多くは、物流センター内でのオーダーピッキングのための移動時間の削減を目的としてきた。オーダーピッキングの移動時間は伝票割当、集配経路、商品配置等に依存し、これらの最適化に関する研究が行われてきた。また、それらの組合せを比較した研究³⁾もある。ただし、従来の研究ではこれらを組み合わせて使用はしても、最適化には別々の評価値を使用したり、それぞれの最適化を一度しか行っていない。しかし、本来それらには依存関係が存在し、特に伝票割当と商品配置は相互に依存するものであるため、相互に最適化を繰り返すことで、より良い伝票割当と商品配置を得られると考えられる。

そこで、本研究では、伝票割当と商品配置の最適化を、集配者の滞留時間の総和という同一の評価値を用いて最適化する手法を提案し、伝票割当と商品配置に対し相互に最適化を行うことで、滞留時間の短縮を目指す。さらに、その有効性を実際の物流センターのデータを用いた数値計算実験により示す。

2. オーダーピッキング

オーダーピッキングとは、オーダー（伝票）に基づく商品収集のことである。ここで、オーダーはある顧客のために収集する商品をまとめたもので、1オーダーには複数商品が含まれる。

伝票割当はオーダーバッチングとも呼ばれ、一度に複数伝票をまとめて収集するように、伝票を各収集者に割り当てることを意味している。オーダーバッチングの最適化では、一般的に“近い”オーダーを同じ伝票のまとまり（バッチ）に分けることを行う。そのため、このオーダーの近さをどのように定義するかが問題となっており、従来研究では、オーダー間に類似度を定義する方法や、バッチ毎の滞留時間を用いる方法などがある。また、オーダーバッチングはNP困難なため、多くの場合近似解法が用いられている。

収集経路の最適化は、収集者に割り当てられた伝票あるいはバッチに対し、滞留時間を最小とするような収集経路を探索するために行われる。この探索には、倉庫の形状を考慮した近似解法が用いられる。

商品配置では、どの棚にどの商品を配置するかが決定される。近年では、商品の需要量と距離を考慮した手法が良く用いられる。

3. 提案手法

2.1. 物流センターモデル

本研究では、次のような物流センターを対象とする。倉庫内には棚が配置され、棚には商品を置く箇所が複数あり、各商品が配置されている。棚間と棚と収集の開始、終了地点間には最短経路の距離が設定されている。この商品配置は収集中に変化しないとする。収集者の人数は固定であり、各収集者には、固定の移動速度と商品を棚から取り出す時間が設定される。また、収集者が一度の収集で処理できる伝票数は固定され、1バッチのオーダー数も同じ値となる。また、最適化を行う際に、バッチングすべきオーダーと商品配置の情報はあらかじめ与えられているとする。

2.2. バッチ最適化手法

本研究では、すべてのオーダーから構成されるバッチの集合に対して局所探索を行うことで最適化を行う手法を用いる。局所探索の際、2つのバッチをランダムに選択し、そのバッチの中からそれぞれオーダーをランダムに選択し交換したものを近傍解とする。そして、現在の解より解が改善される場合に近傍解に遷移することを繰り返す。また、評価値には、バッチ毎に求めた滞留時間の総和を用いる。バッチ毎の滞留時間は、実際にオーダーに含まれる商品と商品配置を基にTSPへ変換し、そのTSPに局所クラスタリング組織化法(Local Clustering Organization, LCO)⁴⁾を適用することで求める。

2.3. 商品配置最適化手法

商品配置の最適化は、オーダーバッチングの最適化と同様に行われる。商品配置の場合には、商品配置を解とし、その解に対して局所探索を行い最適化する。局所探索の際には、ランダムに選択した2商品の配置位置を交換し、バッチの評価値の再計算を行う。この際、オーダーバッチング最適化で得られたバッチを使用する。また、バッチの評価値を求めるためには、オーダーバッチング最適化の際と同様にLCOを使

用する。

2.4. バッチングと商品配置の相互最適化

本研究では、オーダーバッチングと商品配置の相互最適化を行う。そのために、オーダーバッチング最適化の際には、商品配置の最適化で得られた商品配置を用い、商品配置の最適化の際には、オーダーバッチングで得られたバッチを用いるように、相互に得られた情報を利用して最適化を行う。ただし、どちらもランダムな初期解から最適化を行うと非常に計算時間を要することが予想される。そこで、商品配置の初期解は、数値計算実験で使用する倉庫で現在使用されている商品配置とする。以下にそのアルゴリズムを示す。

・相互最適化アルゴリズム

- i. バッチに含まれるオーダー数の条件を満たすように、オーダーをランダムに各バッチに割当て、それをバッチ最適化の初期解とする。また、商品配置の最適化では、実データを基にした商品は位置を初期解とする
- ii. 商品配置を固定して、バッチの最適化を行う
- iii. バッチを固定して、商品配置の最適化を行う
- iv. 終了条件を満たせば終了、それ以外は ii へ戻る。

4. 数値計算実験

上記手法の有効性を検証するために数値計算実験を行う。実験で使用するデータは、実際の倉庫の倉庫形状、オーダー、商品配置に基づくものとする。

3.1. 実験で使用するデータ

今回、実験で使用する倉庫のパラメータを表.1に示す。

Table.1 experimental data

The number of rack	4310
The number of item	38151
The number of order	9481
The number of order in batch	4
The picking time per item	3.0[s]
The speed of picker	1.0[m/s]

また、本来は一商品が複数個所に配置されることもあるが、今回は問題の単純化のために、一商品は一箇所にのみ配置されるものとする。

3.2. 実験条件

各最適化の終了条件は、オーダーバッチングの最適化で100000回、商品配置の最適化で10000回解が改善されない事とする。また、その繰り返し回数は3回とした。また、バッチの評価値を求める際のLCOの終了条件は、解が200回改善されないこととし、各クラスタリング手法の選択条件は、SEM:IEM:SM=2:2:1とした。

3.3. 実験結果

最適化による評価値(総滞留時間)の変化を図.1にしめす。このグラフから、バッチと商品配置を相互に最適化することによって、相互に解が改善されていくのが見て取れる。また、図.2にそれぞれの最適化によって、最適化前より解がどれだけ改善されたかを示す。このグラフをみると、最適化の回数が増えるにしたがって解の改善率が減少しているのが分かる。

このことから、相互に最適化を行っても、ある解に収束することが考えられる。

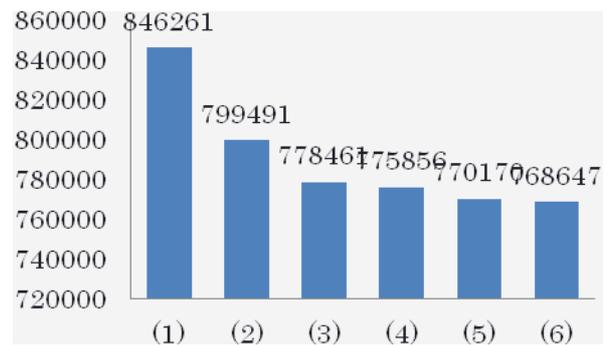


Figure.1 the exchange of the travel time by optimization.

(1), (3), (5) : when the optimization of batch finished.

(2), (4), (6) : when the optimization of storage finished.

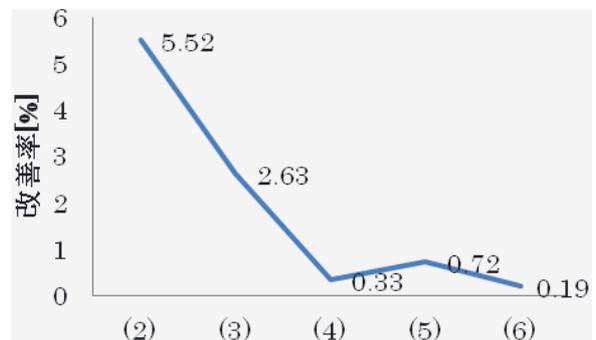


Figure.2 The rate of improving solution.

5. おわりに

本研究では、オーダーバッチングと商品配置の最適化を、バッチの滞留時間の総和を評価値として行い、さらにその最適化を相互に繰り返すことで、より解が改善される事を示した。今後の課題として、より詳細な実験データの解析や、1商品の複数棚に配置されるような問題への対応などがある。

参考文献

- 1) Coyle, J.J., Bardi, E.J. and Langley, C.J., The Management of Business Logistics, 1996
- 2) Tompkins, J.A., White, J.A., Bozer, Y.A., Frazelle, E.H., Tanchoco, J.M.A. and Trevino, J., Facilities Planning, 1996
- 3) Charles, G.G., Gerald, A., Acomparison of Picking, Storage, and Routing Policies in Manual Order Picking, Int. j. Production Economics 92, 2004, p11-p19
- 4) Furukawa, M., M. Watanabe, and Y. Matsumura, Local Clustering Organization (LCO) Solving a Large-Scale TSP," Journal of Robotics and Mechatronics, Vol. 17, No. 5, p. 560.