

オーダーピッキングにおけるゾーン配置の最適パターンに関する研究 —最適ピッキング順による視覚化—

北見工業大学 ○山田 泰蔵, 渡辺 美知子

要旨

前回までの報告では、物流倉庫にロングテール分布に従って用意した製品を収納し、最適化手法である LCO(Local Clustering Organization)を使用してピッキング経路決定のシミュレーション実験を行い、提案手法が有効であることを報告してきた。今回は、前回の提案手法を基にピッキング経路の描画を行い、ピッキング経路を視覚的に確認できるようにする。

1. はじめに

近年、Amazon に代表されるように、大規模な物流センターが生産者と消費者をつなぐ重要な役割を担っている。このような背景には、インターネットによるオンライン注文や通信販売の普及、サプライチェーンシステムの発展がある。物流センターではオーダーピッキングと呼ばれる作業が行われている。オーダーピッキングとは、注文に応じて品物を在庫から選び出す作業のことで、一般的な倉庫総運営費の 50%~70%を占めるといわれている¹⁾。このオーダーピッキングでは、製品の棚配置の方法とピッキング経路の決定方法が大きく影響する。古川ら²⁾はオーダーピッキングの経路計画に局所クラスタリング組織化法(LCO)を用いた方法を提案し、従来の First-in First Service(FIFS)であるランダムな経路決定と比較して約 43%の効率改善が行えたことを報告している。そこで今回は、いくつかの棚配置パターンを製品のオーダー頻度であるロングテール分布に従って用意し、LCO による経路決定のシミュレーションを行い、最適な棚のゾーン配置を求める研究を行ってきた。その結果、すべての配置パターン、PD ポイント位置において、ピッキング経路決定に LCO を適用することにより、総ピッキング距離が改善された。また、図 4 に示す PD ポイントに近いほうから注文頻度の高い製品を配置するパターンがピッキング距離の改善率が約 60%前後を示し、効率改善に最も有効であることが分かった。

今回はオーダーピッキングにおけるゾーン配置の最適ピッキング順による描画をシミュレーション実験により行い、視覚的に確認できることを目的とする。

2. ゾーン配置パターンの決定

2.1 ロングテール分布

Amazon のオーダー製品の分布は、図 1 の IQ 曲線に示すようにロングテール分布といわれている。ロングテール分布とは、20%の製品が売上げの 80%を占めるパレートの法則をいい、この頻度分布はべき乗則に従う。

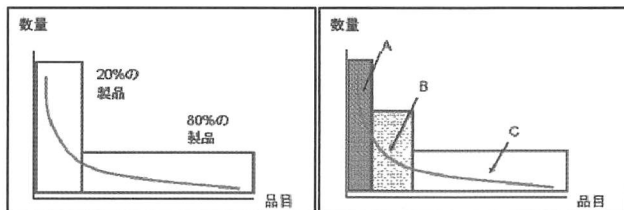


図 1 ロングテール分布

図 2 製品のグループ分割

このロングテール分布に従えば、物流倉庫の 80%の棚は、20%のオーダー製品に占拠されることになる。しかし、Amazon に見られるように物流倉庫は、すべてのオーダー

製品を保管する必要があるが、80%の棚に 20%の製品を保管するのは、在庫不良が生じ現実的ではない。このために、実際の物流センターの多くでは、ゾーン配置が実施されている。

2.2 ゾーン配置パターン

ゾーン配置パターンには、いくつかの種類がある。ロングテールの製品分布を図 2 のように 3 分割する。これをオーダー数の多いものから製品群 A, B, C と分類する。

A 製品群, B 製品群, C 製品群はそれぞれの頻度分布の総和が等しくなるようにする。すなわち、割り当てられる棚総数は同じである。従って棚の総数は十分に大きいものとする。

2.3 物流センターの棚構造

多くの物流センターでは、図 3 に示すように棚配置をコラム状に行っている。作業者は、作業の開始点(ピッキングポイント, Picking point)でオーダーを受け取り、オーダーに指示された製品をピッキングして回り、作業の終了点(ドロッピングポイント, Dropping point)に配送する。ピッキングポイントとドロッピングポイントが一致する場合、この場所を PD ポイントという。この棚構造に 3 種類に分類した製品を収納する。これまでの実験でピッキング効率が優れていたのは図 4 に示すような PD ポイントに近い棚から A 製品群, B 製品群, C 製品群の順に収納したパターンである。

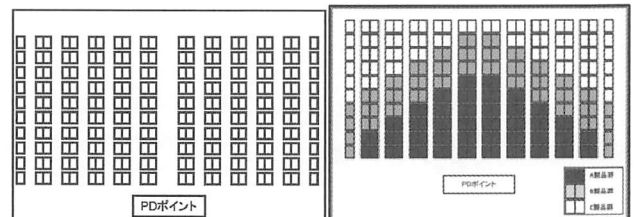


図 3 倉庫の構成

図 4 配置パターン(b)

3. ピッキング経路の決定

3.1 TSP への変換

経路決定は、オーダー票に指示された製品の棚をただ一度回る最短経路の決定となるので、巡回セールスマン問題(TSP)に帰着させることができる。経路設定に TSP を適用するには、2 棚間の最短経路をダイクストラ法を用いて事前に求め、これを TSP の費用とする。TSP の解法には LCO を採用する。

4. 数値実験

4.1 製品数の決定

本実験では、ロングテール分布のべき乗数を -2 とした。従って、製品番号を r とすると、その頻度分布 $L(r)$ を

$$L(r) = Kr^{-2} \quad (1)$$

とする。K は初期値であり、 $r=1$ の時 $K=100$ とした。製品の分布を表 1 に示す。

表 1 製品分布

r	1	2	3	4	5	6	7	...	74	75
L(r)	100	25	11	6	4	3	2	...	1	1

4.2 製品グループの決定

本実験では、 $r=1$ を A 製品群、 $r=2\sim 8$ を B 製品群、 $r=9\sim 75$ を C 製品群とした。

4.3 オーダー票の作成

オーダー票は、注文の製品数が 20 となるように設定する。製品の決定は、製品の頻度分布に従ってルーレット方式でランダムに決定する。

4.4 製品の棚配置の決定

棚は、製品群毎に、順番に格納する。たとえば、A 製品群であり棚配置が(b)パターンであれば、B ゾーンでは下から格納する。

4.5 実験条件

数値実験の実験条件は以下のとおりである。

[実験条件]

商品総数	: 220
総棚数	: 220
オーダー票数	: 11
注文数	: 20
商品	: 75 種類
LCO 適用回数	: 200 ステップ

4.6 実験結果

図 5 は、配置パターン(b)における LCO を適用したときの平均ピッキング距離の実験結果である。ここで、縦軸はピッキング距離、横軸は LCO 適用回数を示している。この実験では、11 個あるオーダー票の中で実験結果の一番良かったものを抽出している。この結果からは LCO を約 25 ステップ適用することにより最適解が得られていることが分かる。

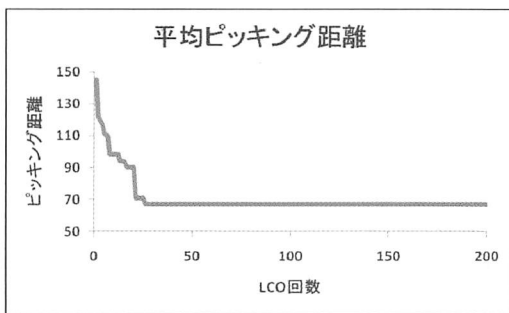


図 5 平均ピッキング距離と LCO 回数の関係

5. ピッキング経路の視覚化

図 6 は製品の分布に基づいた倉庫の棚配置を示している。また、PD ポイント、通路、製品配置は図 4 の製品配置(b)に準じている。図 7 は、LCO で得られた結果に従って、ピッキングを行う棚を順次表示し、点灯していくようにアニメーションでビジュアル化したものである。

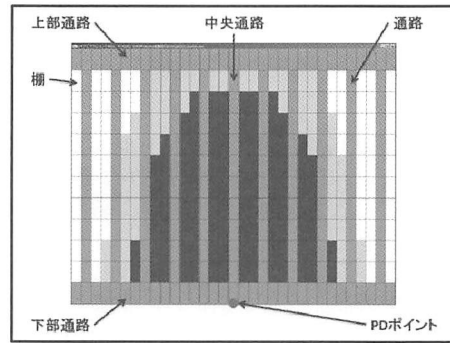


図 6 倉庫モデルの表示

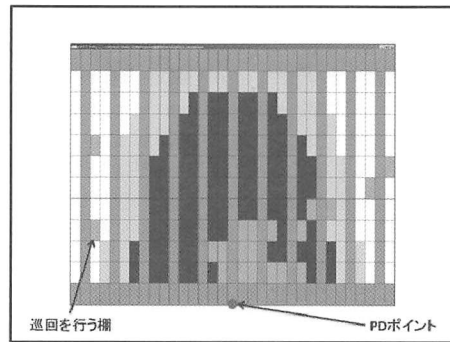


図 7 ピッキング順の表示

6. おわりに

これまでの研究からは、物流センターにおいて PD ポイントの位置にかかわらず、PD ポイントに近い所に売れ筋の製品を配置することがピッキング効率の改善に有効であることが分かった。

また、従来のナビ機能付きピッキングカートシステムでは、ピッキング棚を複数表示するために作業者の経験と勘に頼るところが多く、作業員間でピッキング作業効率に大きな差が生じていた。

本研究では、ピッキング作業員に対してピッキング経路を視覚的に表示し、詳細な経路指示を行うことにより、熟練者が不在でもピッキング効率を向上させることが期待できると考えられる。

参考文献

- 1) Charles G. Petersen, Gerald Aase A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking
- 2) 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, 日本機械学会論文集, 711 巻 711 号 C 編, pp83-89(2005)
- 3) 宮脇恵里, 渡辺美知子, 鈴木育男, 古川正志, 大規模物流システムにおける集配ナビゲーションの実用化, 精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp107-108(2008)
- 4) 宮脇恵里, 三添朗宏, 渡辺美知子, 古川正志, 大規模物流センターにおけるピッキングナビゲーションシステムの開発, 精密工学会北海道支部学術講演会講演論文集, pp31-32(2007)