

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

北見工業大学機械システム工学科 ○山田 泰蔵, 渡辺 美知子

要旨

物流センターのオーダーピッキングの効率は、製品の配置により大きく左右されることが経験的に知られている。特に、近年では製品のオーダーはロングテール分布に従うことが知られており、ロングテールに見合った製品のゾーン配置が求められている。本研究では、コラム状に棚配置が行われた物流センターにおいて、いくつかの典型的なゾーン配置パターンを用意し、LCO に基づいたピッキング経路によるオーダーピッキングのシミュレーション結果を報告する。

1.はじめに

近年、アマゾンコム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。しかしながら、オーダーピッキングにおける物流センターの効率化に関する研究はあまりなく 多くの物流センターでは経験的なオーダーピッキングを行っている。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法が大きく影響する。古川ら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。しかしながら、この研究においては製品の棚配置については考慮していない。そこで、本研究で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ことを目的とした。

2.ゾーン配置のパターン

2.1 オーダー製品のロングテール分布

アマゾンコムのオーダー製品の分布は、図 1 に示すようにロングテールといわれている。また、著者らが調べた日本の典型的な文具会社社のオーダー製品もロングテールとなっている。ロングテールとは、20%(25%)の製品が売り上げの 80%(75%)を占めるパレート則をいい、この頻度分布はべき乗則に従う。従って、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、アマゾンコム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、80%の棚に 20%の製品を保管することは、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を実施している。

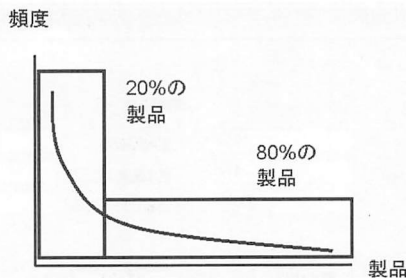


図 1 ロングテール分布

2.2 物流センターの棚構成

多くの物流センターでは、図 2 に示すように棚配置をコラム状に行っている。作業者は、このセンターのコーナーまたは上下の中央でオーダーを受け取り(ピッキングポイント, Picking point), オーダーに支持された

製品をピッキングして回り、製品の受け渡しの場所(ドロップポイント, Dropping point)に配送する。ピッキングポイントとドロップポイントが一致する場合、この場所を PD ポイントという。

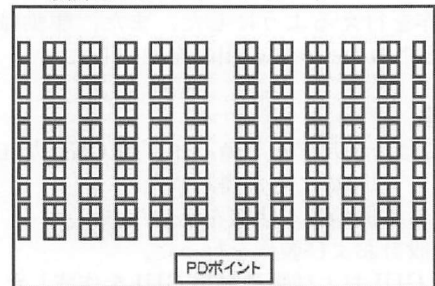


図 2 倉庫の構成

2.3 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。今、ロングテールの製品分布を図 3 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。

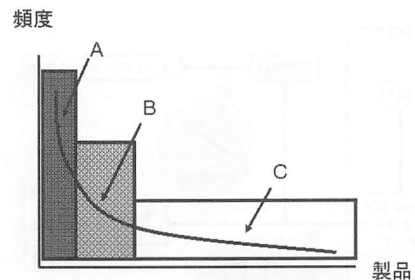


図 3 製品群のグループ分割

これらを棚倉庫に配置するパターンはいくつかある。これらを図 4 に示す。図 4 (a) は、A 製品群から順に中央通路から配置したものであり、図 4 (b) は、A 製品群から順に PD ポイントから対角線上に順に配置したものである。図 4 (c) は、A 製品群から順に下部の中央通路から配置したものであり、図 4 (d) は、ランダムに配置したものである。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。

3.ピッキング経路の設定

3.1 TSP への変換

オーダー票は、FIFS で作業者に渡され、作業者はオーダー票を基にピッキングを行う。このとき、バッチ化(オーダー票のグループ化)を行わず、作業者には一つのオーダー票が渡されるものとする。倉庫のゾーン配置の効率を調べる場合は、バッチ化を行わなくともオーダー製品数を多くすれば同じとなる。経路決定は、オーダ

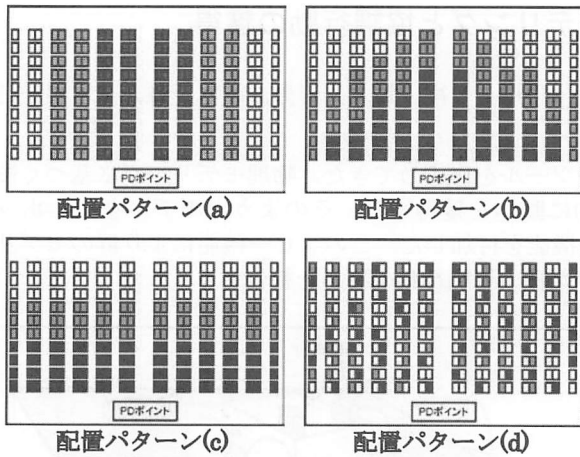


図4 4ゾーンの棚配置パターン

一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 を適用したときは、2 棚間の最短経路を事前に求めて、これを TSP の費用とする。2 棚間の最短経路はダイクストラ法を適用して求めることが可能である。TSP の解法には LCO を採用する。

3.2 ダイクストラ法と LCO

ダイクストラ法は、重み付グラフの 2 点間の最短経路を得る最適化法である。また、LCO は自己組織化マップを基礎に開発されたメタヒューリスティック法であり、高速に TSP を解くことが可能である。

4. 数値実験

4.1 ロングテールによる製品数の決定

ロングテール分布は、多くの場合、そのべき乗数が -1.8~-2.3 位に存在することが知られている。本実験では、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、A 製品群を $r=1$ 、B 製品群を $r=2\sim 8$ 、C 製品群を $r=9\sim 75$ 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 (a) パターンであれば、A ゾーンでは下から格納する。

4.5 オーダー票の目的地の棚決定

オーダー票に $r=1$ の時は、 $r=1$ の格納されている棚の

上位から割り当てる。その他についても同様とする。

4.6 実験条件

倉庫の総棚数：220

注文の製品数：20

オーダー数：11

製品の受け渡し場所：Picking point/Dropping point 同一

4.7 実験結果

オーダー数が 11 のときのランダム棚配置パターンでの各伝票ごとの総ピッキング移動距離を図 5 に示す。また、LCO による総ピッキング移動距離を図 6 に示す。

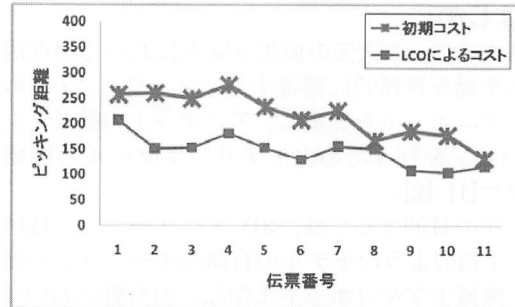


図5. ランダム棚配置による移動距離

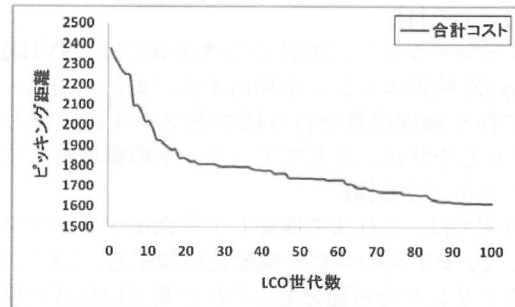


図6. ランダム棚配置による総移動距離

ランダム棚配置でのピッキング移動距離は、どの伝票も LCO を適用することによって、短縮されることが分かった。

5. おわりに

本研究では、製品のロングテール分布に従うオーダーピッキングのゾーン配置を複数パターン提案した。A 製品、B 製品、C 製品が棚にランダム配置されている数値計算実験からは、オーダー票に LCO を採用することでピッキング移動距離が短縮されたことが分かった。

参考文献

- 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)
- 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)
- 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)