

# 柔軟な倉庫レイアウトを考慮した物流における 巡回経路導出法の検討

杉原 海斗<sup>†1</sup> 伊藤 悠大<sup>†1</sup> 景山 陽一<sup>†1</sup> 横山 洋之<sup>†2</sup>  
橋本 修司<sup>†3</sup> 佐藤 紀章<sup>†3</sup>

秋田大学大学院理工学研究科<sup>†1</sup> 秋田大学情報統括センター<sup>†2</sup> ロジザード株式会社<sup>†3</sup>

## 1. 背景・目的

近年、物流業界では物流システムの効率化が重視されている<sup>[1]</sup>。すなわち、製品の品質を維持しつつ価格を低下させるため、流通コストの削減が必要とされるようになった。しかしながら、倉庫は物流における中心的な要素であるにもかかわらず、未だ多くの面で効率化が進んでいない。特に、作業者が倉庫内の棚を巡回し集荷作業を行う「ピッキング」は、作業者の経験則に頼った運用が中心となっている。このため、その作業コストは、物流コスト全体において大きな割合を占めている。したがって、ピッキングの作業効率を向上させるためには、最適な巡回経路を選択することが効果的である。

筆者らはこれまでに、遺伝的アルゴリズム<sup>[2]</sup>(以下、GA と表記する)を用いた倉庫内巡回経路導出法およびピッキング作業時間に依存する要素である伝票割当を組み込んだ、ピッキング作業支援システムの開発を行ってきた<sup>[3]</sup>。しかしながら、開発した巡回経路導出法は倉庫レイアウトを固定していたため、様々なレイアウトでのシミュレーションを行うまでには至らなかった。そこで本稿では、倉庫レイアウトを任意に設定可能な巡回経路導出法の検討を行った。

## 2. 提案手法

### 2.1 従来手法における課題

従来手法で用いていた倉庫レイアウトを図1に示す。従来手法の倉庫レイアウトは、通路数・通路幅・棚の個数・棚サイズのみ変更可能であった。そのため、中央通路から通路が枝分かれしているレイアウト以外は対応不可能であった。そこで本稿では、A\*アルゴリズムおよび遺伝的アルゴリズムを組み合わせ、柔軟な倉庫レイアウトを考慮した巡回経路導出法の検討を行った。

### 2.2 A\*アルゴリズムの概要

A\*アルゴリズムとは、グラフ探索アルゴリズムの1種であり、ヒューリスティックな経路コストを利用することで効率の良い探索を行うという特徴を有する<sup>[4]</sup>。そこで、障害物を避ける経路を探索するために、A\*アルゴリズムを用いて検討

を行った。

### 2.3 GAの概要

GA は生物界の進化過程を計算機上で模したメタヒューリスティックアルゴリズムの1種であり、巡回経路導出法における最短経路を導出する目的で使用する。GA の流れを図2に示す。

### 2.4 提案手法の流れ

提案手法の流れを以下に示す。また、システムの初期画面を図3に示す。

- ① 棚を障害物と見立て、左クリックしたマスに障害物を設置する。
- ② 右クリックしたマスに巡回点を設置し、巡回したマスの座標、巡回点ナンバーをリストへ格納する。
- ③ A\*アルゴリズムを用いて、すべての2点間距離を算出する。
- ④ GA を用いて、格納されたリストに対し遺伝子操作を行う。また、③で算出した2点間距離をGAにおける適応度の評価に使用し、最適解を導出する。なお、GAのパラメータは、個体数300、世代数500、選択率60%、交叉率25%、突然変異適用率15%、突然変異率1%と設定した。
- ⑤ ④で算出した解をもとに、A\*アルゴリズムを用いて経路を探索し、描画する。

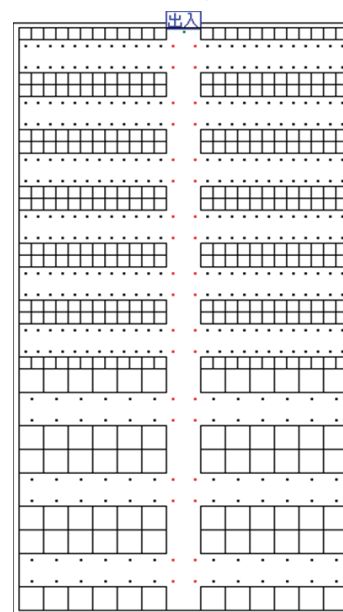


図1. 従来手法における倉庫レイアウト

Study on travel route derivation method in logistics considering flexible warehouse layout

Kaito Sugihara<sup>†1</sup>, Yudai Ito<sup>†1</sup>, Yoichi Kageyama<sup>†1</sup>, Hiroshi Yokoyama<sup>†2</sup>, Shuji Hashimoto<sup>†3</sup>, Noriaki Sato<sup>†3</sup>

<sup>†1</sup> Graduate School of Engineering Science, Akita University

<sup>†2</sup> Center for Information Technology and Management, Akita University

<sup>†3</sup> Logizard Co., Ltd.

### 3. シミュレーション

#### 3.1 シミュレーション概要

提案手法を評価するため、巡回経路導出シミュレーションを実施した。具体的には、巡回場所の異なる巡回パターン P1~P3 を作成し、巡回経路を導出した。提案する巡回経路導出法の評価は、提案手法および以下に示す比較手法のシミュレーションにより得られた巡回距離から短縮率を定義することで行った。なお、短縮率は(1)式を用いて算出した。使用した倉庫レイアウトは図3に示す通りである。

比較手法

手法1：列ごとに巡回する手法

手法2：遺伝的アルゴリズムで求めた経路を巡回する手法

$$\text{短縮率} = \left( 1 - \frac{\text{提案手法における巡回距離}}{\text{比較手法における巡回距離}} \right) \times 100 \quad (1)$$

#### 3.2 シミュレーション結果

巡回点パターン P1~P3 における提案手法および比較手法の巡回距離比較結果を表1に示す。また、提案手法を用いた P1 における巡回経路導出結果を図4に示す。P1~P3 のすべての巡回経路において、提案手法は比較手法と比較し、巡回距離が短くなる結果が得られた。短縮率に着目すると、比較手法1と比較し平均7.1%短縮された。また、比較手法2と比較し平均10.2%短縮された。以上の結果は、柔軟な倉庫レイアウトを考慮した効率的な巡回経路を、提案手法が導出可能であることを示唆している。

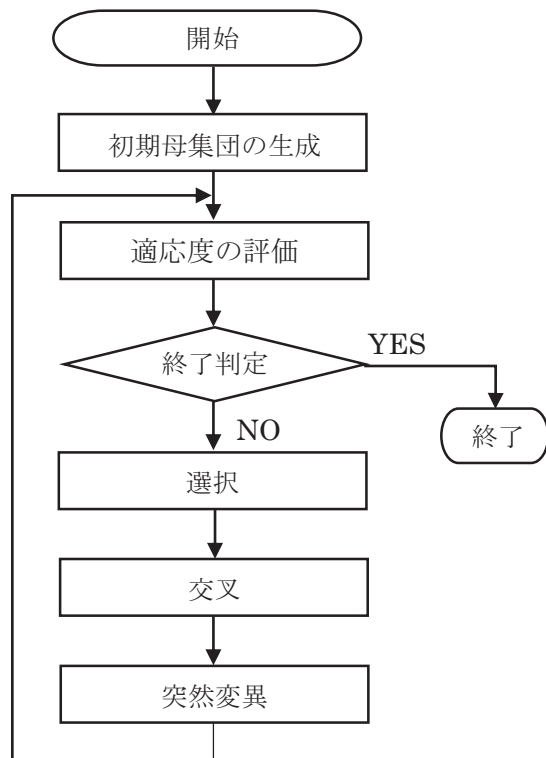


図2. GAにおける処理の流れ

### 4. 今後の予定

今後は、ピッキングカート積載に関する条件を追加する。加えて、実際の倉庫で提案手法の実証実験を行い、システムの有用性について評価を行う。

### 5. 謝辞

本研究の遂行に協力下されたロジガード株式会社関係各位に感謝申し上げます。

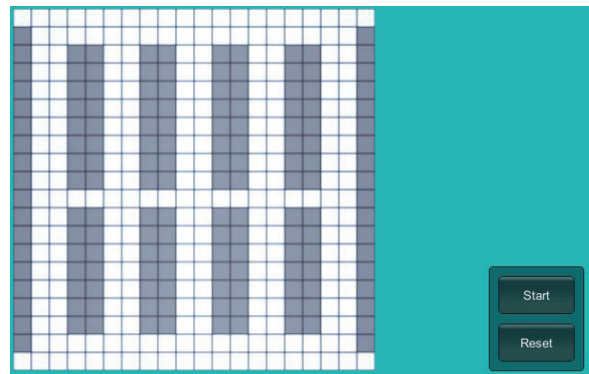


図3. システムの初期画面

表1. 巡回距離比較結果

巡回経路	巡回距離[m]			短縮率[%]	
	提案手法	手法1	手法2	手法1と比較	手法2と比較
P1	98.77	113.74	111.28	13.1	11.2
P2	89.94	92.77	104.7	3.0	14.1
P3	97.84	103.01	103.11	5.0	5.1
平均	95.52	103.17	106.37	7.1	10.2

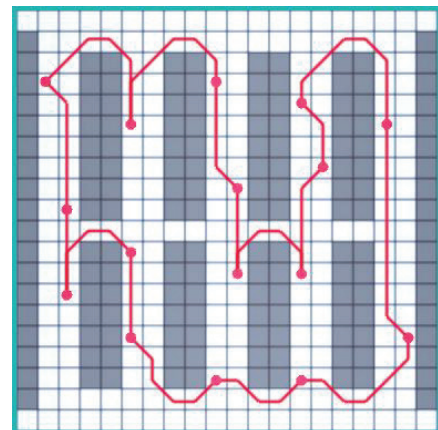


図4. 提案手法を用いたP1における巡回経路導出結果

### 参考文献

[1] 波形: 物流効率化の新常識, PHP 研究所 (2008)  
 [2] 白石 訳: 組合せ最適化の最新手法-基礎から工学応用まで, 丸善株式会社 (2002)  
 [3] 触沢, 景山, 遠藤, 佐藤, 高橋: 倉庫内ピッキング作業の効率化を目的とした伝票割当における最適化アルゴリズムの検討, 第82回情報処理学会全国大会, pp.243-244 (2020)  
 [4] Peter, E. Hart, et al.: A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Path, IEEE Trans. on Systems Science and Cybernetics SSC4.4, pp.100-107 (2002)