

リレーピッキングにおける作業指示書の作成に関する研究

東京海洋大学大学院
海洋科学技術研究科
海運ロジスティクス専攻

周 超
指導教員 黒川久幸 教授

目次

1. 研究背景
2. 研究目的
3. リレーピッキングのシミュレーション
4. 注文データを用いた作業時間の推計及び作業指示書の作成方法
5. 遺伝的アルゴリズムを用いた作業指示書の作成
6. 作業指示書の検証及び考察
7. まとめ

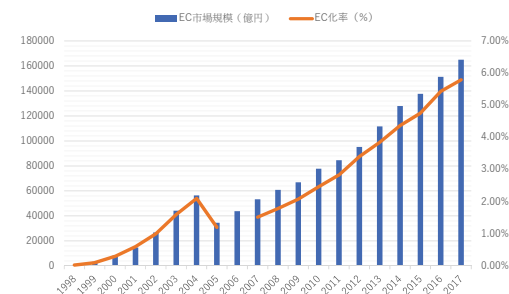
2

目次

1. 研究背景
2. 研究目的
3. リレーピッキングのシミュレーション
4. 注文データを用いた作業時間の推計及び作業指示書の作成方法
5. 遺伝的アルゴリズムを用いた作業指示書の作成
6. 作業指示書の検証及び考察
7. まとめ

3

研究背景



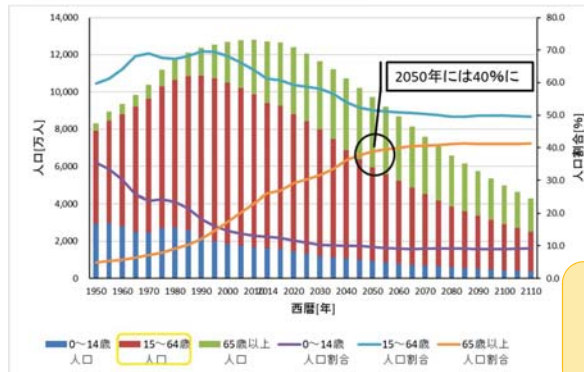
日本のBtoC-EC市場規模の推移
出典：経済産業省、例年報告書まとめ

4

研究背景

少子高齢化

生産年齢人口の減少



労働力
不足

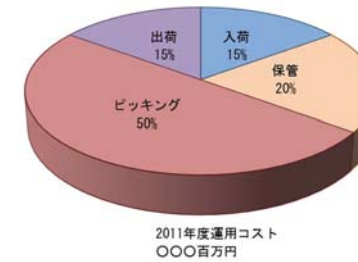
物流業界でも...

生産性の向上
が重要に

出典：平成27年版厚生労働白書 - 人口減少社会を考える -

5

研究背景



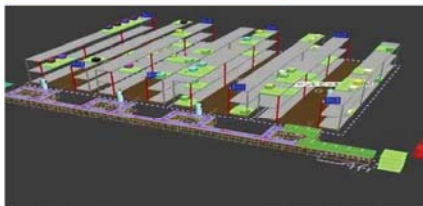
ピッキングが、運用コストの半分を占めているという報告もある。

出典：Edward H. Frazelle, World-Class Warehousing and Material Handling, McGraw-Hill, 2001

6

研究背景

リレーピッキングのイメージ図



作業にエリアの間のバランスを取るか



根本的に各エリアのバランスをとることについて十分に検討されていない

番号	年	論題	評価対象	
			分類1	分類2 内容
1	2009	A study of storage assignment problem for an order picking line in a pick-and-pass warehousing system	商品ロケーションの決定	商品ロケーションの決定
2	2002	Consideration in order picking zone configuration	レイアウト設計	レイアウト設計
3	2006	効率的なバッチピッキング（リレー方式）を行うための作業指示作成手法の提案	作業指示作成手法	通い箱総数の削減
4	2012	Determining the number of zones in a pick-and sort order picking system	エリア分けの分割数の決定	エリア分けの分割数の決定

7

研究目的

リレーピッキングを対象にピッキング業務の生産性を向上させるために、どのように作業指示を作成すればよいのかを検討するとともに、作業指示書を作成するためのプログラムを作成する。

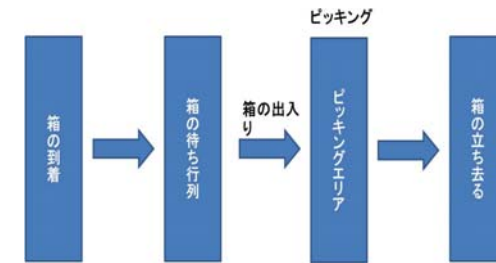
8

目次

1. 研究背景
2. 研究目的
3. リレーピッキングのシミュレーション
4. 注文データを用いた作業時間の推計及び作業指示書の作成方法
5. 遺伝的アルゴリズムを用いた作業指示書の作成
6. 作業指示書の検証及び考察
7. まとめ

9

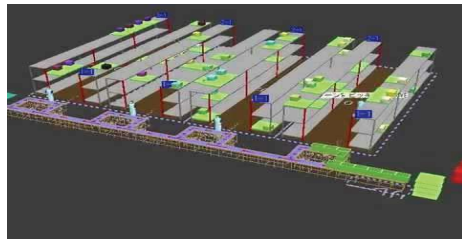
リレーピッキングのシミュレーション



待ち合わせ行列のモデルのイメージ図

10

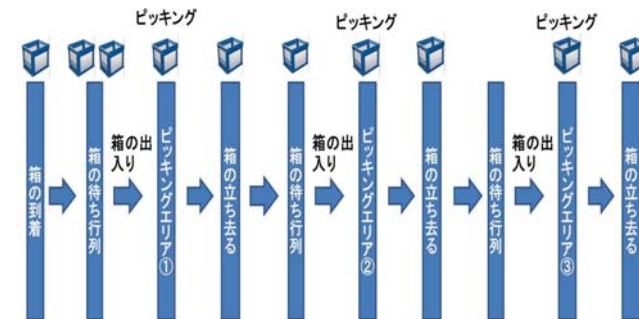
リレーピッキングのシミュレーション



リレーピッキングの作業エリア

11

リレーピッキングのシミュレーション



リレーピッキングにおける作業の流れのイメージ図

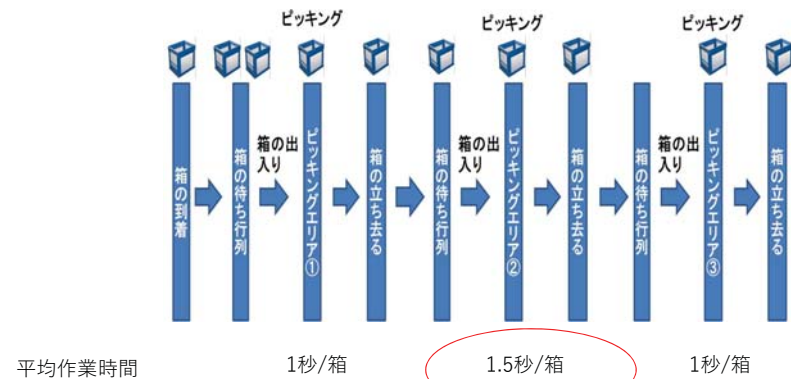
12

リレーピッキングのシミュレーション



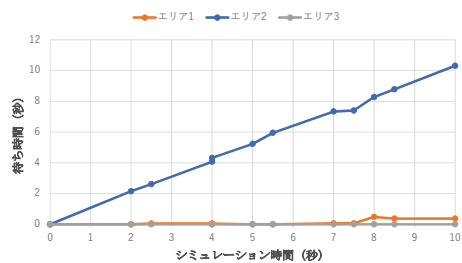
13

リレーピッキングのシミュレーション



14

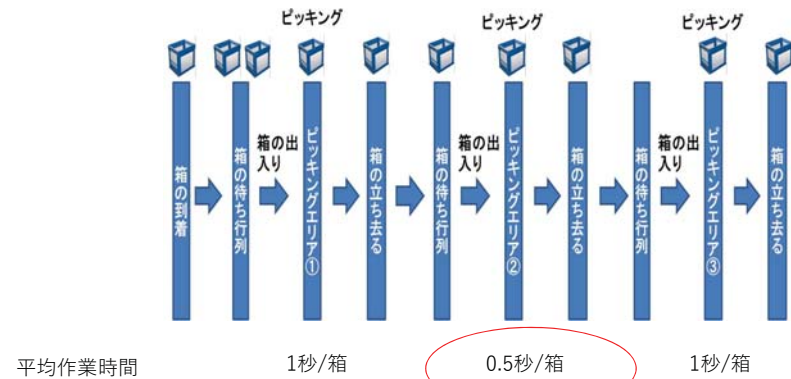
リレーピッキングのシミュレーション



遅いエリアのあるときのシミュレーション

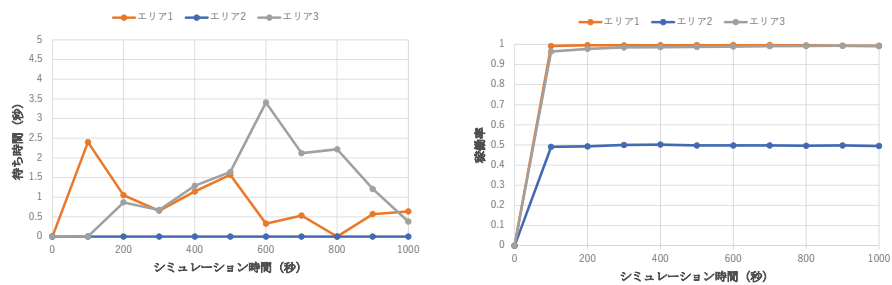
15

リレーピッキングのシミュレーション



16

リレーピッキングのシミュレーション



速いエリアのあるときのシミュレーション

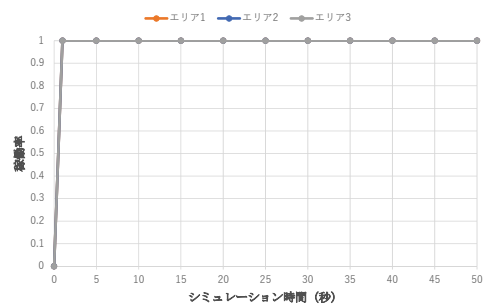
17

リレーピッキングのシミュレーション

バッファを積むことについて

18

リレーピッキングのシミュレーション



作業エリア3における稼働率のシミュレーション

19

対策のまとめ

各エリアの作業時間が等しくなるように作業指示書の組み合わせを作成するとわかった。(手待ちの削減)

バッファである作業指示書を積むことがよいとわかった。(各エリアの稼働率の向上)

20

目次

1. 研究背景
2. 研究目的
3. リレーピッキングのシミュレーション
4. 注文データを用いた作業時間の推計及び作業指示書の作成方法
5. 遺伝的アルゴリズムを用いた作業指示書の作成
6. 作業指示書の検証及び考察
7. まとめ

21

作業時間の定式化

取り出し時間 探索時間 移動時間

$$T_{ni} = C_1 \times EQ_{ni} + C_2 \times EN_{ni} + C_3 \times (D_1 \times 1 + D_2 \times (EN_{ni} - 1))$$

記号	係数名	係数の値
C1	取り出し係数 [秒/個]	2.000
C2	探索係数 [秒/種 (行)]	16.231
C3	移動係数 (移動速度の逆数) [秒/m]	0.776
D1	全てのピッキングにおける往復の平均移動距離 [m]	36.026
D2	全てのピッキングにおける商品間の平均移動距離 [m]	6.305

22

作業指示書の作成方法

・時間計算

$$T_{ni} = C_1 \times EQ_{ni} + C_2 \times EN_{ni} + C_3 \times (D_1 \times 1 + D_2 \times (EN_{ni} - 1)) \dots \dots \dots ①$$

・オーダーバッチ

$$T_{nk} = \sum_i T_{ni} \times P_{ik} \quad k = (1, 2, \dots, K), \quad n = (1, 2, \dots, N) \dots \dots \dots ②$$

・偏差

$$\bar{X}_k = \frac{1}{N} \sum_n T_{nk} \quad k = (1, 2, \dots, K) \dots \dots \dots ③$$

$$\delta_k^2 = \frac{1}{N} \sum_n (T_{nk} - \bar{X}_k)^2 \quad k = (1, 2, \dots, K) \dots \dots \dots ④$$

・目標関数

$$MIN \quad \sum_{k=1}^K \delta_k^2 \dots \dots \dots ⑤$$

・制約式

$$\sum_k P_{ik} = 1 \quad i = (1, 2, \dots, I) \dots \dots \dots ⑥$$

$$\sum_i P_{ik} \leq 3 \quad k = (1, 2, \dots, K) \dots \dots \dots ⑦$$

23

注文データとは

客先数E、商品種類数I、数量Q、棚番地で表記されるデータ

ECode	ICode	Quantity	L(location)
E001	I001	5	A1-D01-03-2
E002	I001	2	A1-D01-03-2
E002	I002	3	A1-D16-08-2
E003	I003	3	A1-D31-09-1
E003	I004	2	A1-D36-08-1

例の場合
 客先数E: 3
 種類数I: 4
 数量Q: 15
 棚番地数: 4

24

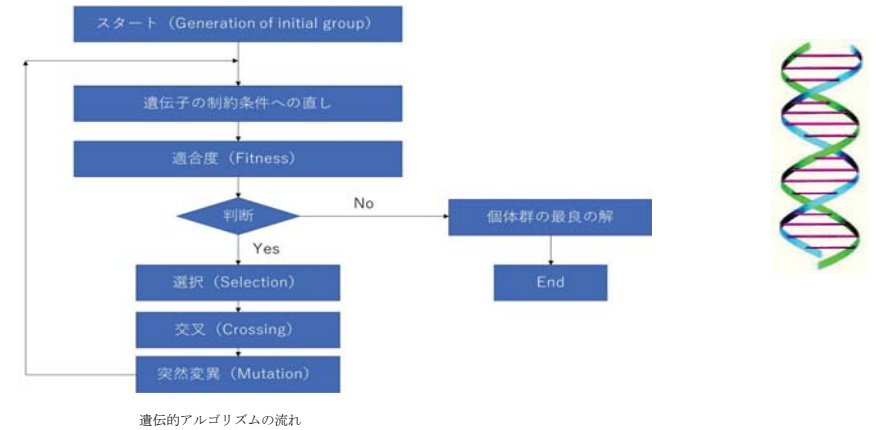
目次

1. 研究背景
2. 研究目的
3. リレーピッキングのシミュレーション
4. 注文データを用いた作業時間の推計及び作業指示書の作成方法
5. 遺伝的アルゴリズムを用いた作業指示書の作成
6. 作業指示書の検証及び考察
7. まとめ

25

遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm) は、自然界の進化を模倣した最適化手法である。



26

遺伝子の表現方法と設定値

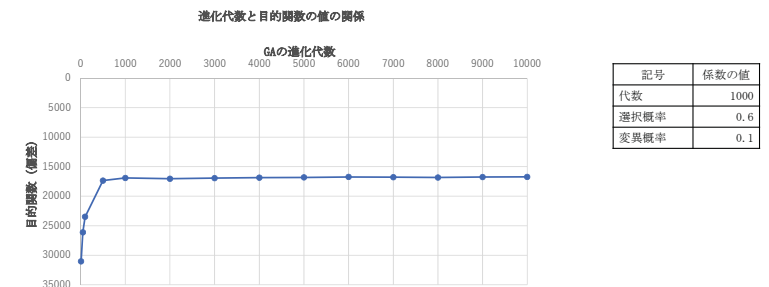
① ② ③ ④ ⑤

遺伝子の組み方 1 1 2 2 2 遺伝子一つ一つがオーダーを表す

1や2といった値がバッチを表す

27

遺伝子の表現方法と設定値



28

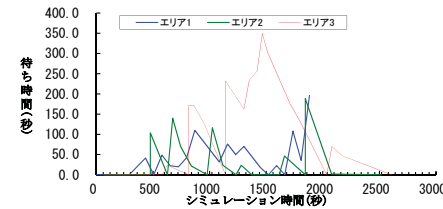
目次

1. 研究背景
2. 研究目的
3. リレーピッキングのシミュレーション
4. 注文データを用いた作業時間の推計及び作業指示書の作成方法
5. 遺伝的アルゴリズムを用いた作業指示書の作成
6. 作業指示書の検証及び考察
7. まとめ

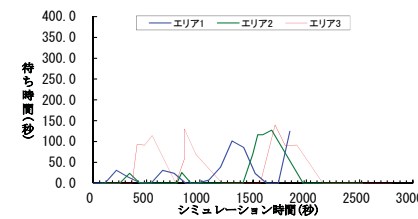
29

作業指示書の作成に関する検証

- ランダムで作成の場合



- GAによる作成の場合



↓

遺伝的アルゴリズムを用いた場合の生産性が高くなっており、有効であることがわかった

30

作業指示書の検証及び考察

作成した作業指示書同士の特徴について

31

作業指示書の作成に関する特徴

- $Q1=Q2=Q3 \geq E1=E2=E3$

Zone1-EQ	Zone1-EN	Zone2-EQ	Zone2-EN	Zone3-EQ	Zone3-EN
1	1	1	1	1	1

エリアの間の作業が同程度

エリアの間の作業が同程度でない

- 一つのエリアのみ、1がある

Zone1-EQ	Zone1-EN	Zone2-EQ	Zone2-EN	Zone3-EQ	Zone3-EN
5	2	0	0	0	0
0	0	5	2	0	0
0	0	0	0	5	2

- 複数のエリアのみ、1がある

Zone1-EQ	Zone1-EN	Zone2-EQ	Zone2-EN	Zone3-EQ	Zone3-EN
5	2	5	2	0	0
0	0	5	2	5	2
5	2	0	0	5	2

32

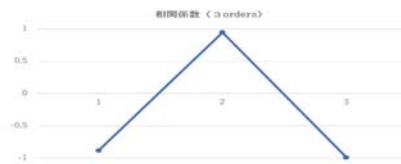
作業指示書の作成に関する特徴

- 2個の作業指示書を一つのグループに作成する場合



相関係数 r	相関の強さ
$0.7 \leq r \leq 1.0$	強い正の相関
$0.4 \leq r < 0.7$	正の相関
$0.2 \leq r < 0.4$	弱い正の相関
$-0.2 \leq r < -0.4$	ほとんど相関がない
$-0.4 \leq r < -0.2$	弱い負の相関
$-0.7 \leq r < -0.4$	負の相関
$-1.0 \leq r < -0.7$	強い負の相関

- 3個の作業指示書を一つのグループに作成する場合



33

目次

1. 研究背景
2. 研究目的
3. リレーピッキングのシミュレーション
4. 注文データを用いた作業時間の推計及び作業指示書の作成方法
5. 遺伝的アルゴリズムを用いた作業指示書の作成
6. 作業指示書の検証及び考察
7. まとめ

34

まとめ

1. 各エリアの作業時間が等しくなるように作業指示書の組み合わせを作成すると良いということがわかった。
 2. 各エリアにおいて無駄な手待ちが起きないように、前工程となるエリアの作業が少し終わってから作業をはじめると良いということがわかった。
- ↓
3. リレーピッキングにおける生産性を向上させるために、注文データから望ましい作業指示書を作成するためのプログラムを作成した。

35

