

要 旨

現代の物流システムは、近年の著しい社会環境の変化により商品の多品種化、小口化、多頻度化の傾向にあるために、物流システムの自動化が望まれている。本研究では、物流システムの一工程であるトラック配送計画スケジューリング問題に対し、クラシファイアシステムと遺伝的アルゴリズムを適用して計算機実験を行い、その有効性を確認する。

1 はじめに

物流システムのC I M(Computer Integrated Manufacturing)化とは、商品の受注からトラック配送計画に至る全工程間で、物流情報システムを用いて効率化を計ることである。現在の物流システムは、スタックレーン等を有する自動倉庫、ベルトコンベア、AGV等の物流機器のハード面ではある程度確立されている。しかし、これらの物流機器を効率良く運用するためのソフトウェアは必ずしも確立されていない。ソフトウェアの開発に関しては、自動倉庫の製品割り当ての最適化は報告されている<sup>1)</sup>。しかし、トラック配送計画のスケジューリングは必ずしも最適化が行われているとは言い難い。

本研究では、顧客ニーズの要求により自動倉庫から出荷される商品を対象とし、最適なトラック割り当てと配送計画スケジューリング問題を取り扱い定式化を行う。この定式化に基づいて、最適なトラック配送計画を求めるために、クラシファイアシステムと遺伝的アルゴリズムを適用し、数値実験を行ない有効性を確かめる。

2 クラシファイアシステム

クラシファイアシステム(Classifier System:CS)は、1976年にHollandにより提唱された機械学習システムである<sup>2)</sup>。CSは与えられた任意の環境(Condition)において、何らかの行動(Action)を誘導するプロダクションルールを学習する(図1)。CSにおいて、プロダクションルールはクラシファイアと呼ばれ、共通したクラシファイアは、複雑な挙動で進化する事が確かめられている。また、クラシファイアが適合する度合いは各々の強度で計られる。

3 遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithms:GA)は、Branch and Bound法や最大傾斜法等と共に最適解を求める一手法であり、生物界の進化過程を模擬することにより解を得る<sup>2)</sup>。GAは1970年代にCSと同じくHollandにより提唱され、現在DNAの配座解析など多くの問題に適用されている<sup>3)</sup>。このGAは解候補の

集団によって探索を行うので、局所解に陥りにくい等の特徴がある。

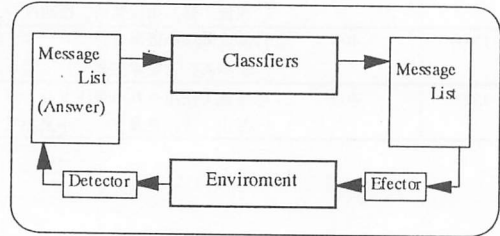


図1クラシファイアシステムの構成

4 トラック配送計画の定式化

自動倉庫から出荷される商品は、ベルトコンベアによりゾーンへ運ばれ、そこでトラックに荷積みされる。本研究で取り扱うスケジュール問題は、ある地区の顧客(店舗)の元へ商品を配送するための最適なトラック台数を求め、稼働中のゾーンに対してスケジューリングを行なう問題である。

配送計画のスケジューリング問題は、以下のように定式化される。

$$AR = \{ar_i; i = 1 \sim N_{AR}\} \quad (1)$$

$$ar_i = \{st_{i,j}; j = 1 \sim N_{ARi}\} \quad (2)$$

ここでARは地区の集合、 $ar_i$ は第i番目の地区を示す。 $st_{i,j}$ はi地区の中に存在する顧客(店)の第j番目を示す要素であり、顧客から要求される商品のケース数を意味する。要求される商品は、既にラッピングされた状態(全て同じ状態)とする。

$$TR = \{tr_i; i = 1 \sim N_{TR}\} \quad (3)$$

$$tr_i = \{Cap_i, Cpi\} \quad (4)$$

TRはトラックの集合であり、 $tr_i$ はi番目のトラックを示す。又、 $Cap_i$ は個々のトラックの最大積載量、 $Cpi$ は実際に積載している商品量を示す。

ある地区において最適なトラック台数を導く条件は、以下の様に定式化される。

$$\text{minimize } Nt_i \quad (i=1,2,\dots,N_{AR}) \quad (5)$$

クラシファイアの強度Pは、上述した様に定められたΔPにより変更される。この様な学習を重ねることにより、強いクラシファイアが最適解として導かれる。

3) 残りの商品量が荷積み後0になる場合。  
 $\Delta P > 0$

2) 残りの商品量に近い積載量を有するトラックを  
 $\Delta P < 0$

1) 既にトラックナンバーが選ばれている場合

を以下の様に定める。  
 各クラシファイアへの強度の割り当てΔPと量とし、A(Action)は次に選ばれるトラックナンバーを現在選択されているトラックナンバーと残りの商品を適用して最適化を行う。この問題では、C(Condition)ある地区において配送するトラック台数は、CSを

### 5.2 CSの適用

から最適解を導く。  
 対応させる。この個体は突然変異、交叉を繰り返す。ここで、個体Xには遺伝子として顧客の順番を各地区に於ける顧客配送順の決定には、GAを適用

### 5.1 GAの適用

用を以下に記述する。

2) ある地区に配送するトラック台数の最適化と本問題は、1) 各々の地区の顧客配送順の最適化と

### 5 配送システムのアスケジューリング問題

の最大積載量により定められる。

能力は一定であるため、ゾーンへの割り当てはトラックの最大積載量より定められる。  
 1である。全てのゾーンの単位時間当たりの商品処理  
 積働状態を示し、稼働中ならば0、非稼働中ならば  
 2はゾーン全体の集合、1は1番目のゾーンをそ  
 ぞれ示す。1<sub>i</sub>はi番目のゾーンの時刻jにおける

$$1_{ij} = \begin{cases} 0: \text{稼働中} \\ 1: \text{非稼働中} \end{cases} \quad (9)$$

$$Z_i = \{1, j; j = 1 \sim M\} \quad (8)$$

$$Z = \{Z_i; i = 1 \sim N\} \quad (7)$$

品量C<sub>pi</sub>との差(積載ロス)である。  
 L<sub>0</sub>は最大積載量C<sub>cap</sub>と実際に積載している商

但し、L<sub>0i</sub> = C<sub>api</sub> - C<sub>pi</sub>

$$\min_{N^*} Lo = \sum_{i=1}^I Lo_i \quad (6)$$

6 数値実験  
 トラックの最大積載量の種類は3種類(300,200,100)として数値実験を行う。ここで、1顧客が要求する商品はトラックの最大積載量の最大値を越えないものとする。ある地区に於ける最良解の収束状況を図2に示す。この時の選ばれたトラックの種類別台数を表1に示し、そのゾーンへの割り当てを図3に示す。

7 おわりに  
 トラック配送計画においてCSとGAを適用し、そのトラック台数の最小化とゾーン稼働状況におけるスケジューリング問題について有効性を確かめることができた。

### 参考文献

1) 渡辺他：流通CIMシミュレータの基礎研究、精密

工学会1193年度北海道支部学術講演会講演論文集

2) Holland, J.H.: Adaptation in natural and Artificial Systems, University of Michigan Press, pp.20-

120, (1975)

3) 嘉数他：遺伝アルゴリズムハンドブック、森北出版,1994

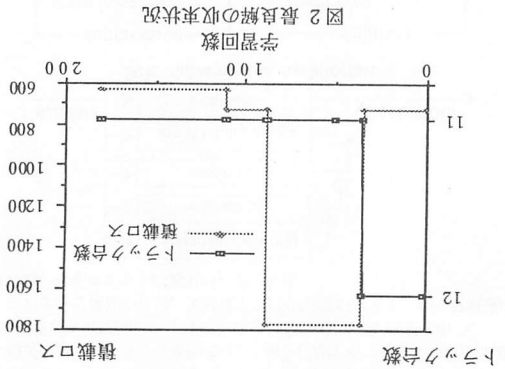


図2 最良解の収束状況

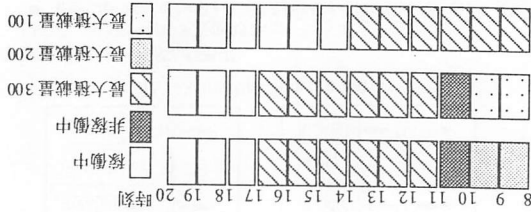


図3 ゾーン稼働状況

最大積載量	トラック台数
300	6
200	1
100	2

表1 トラック台数