

旭川高専 ○石田智章 渡辺美知子 古川正志

システムホムウカ 川越孝司 渡辺龍雄 園田哲朗 三添朗宏

テカリソク 橋本陸夫

要旨

近年、流通業界の情報システム化が急速に進められ、効率的な流通システムを構築するためにCIM(Computer Integrated manufacturing)化が積極的に行われている。本研究では、自動倉庫に在庫している製品に対して、製品の連続的な要求が生じた場合の動的な製品割り当て問題を考える。本問題に於けるGA(Genetic Algorithms)の有効性を、数値計算を行い考察する。

1. はじめに

現在の流通情報システムに於いて、製品の受注から出荷までの全工程間の自動化の傾向が年々高まっている。この背景には、製品の多頻度少量生産と多頻度少量在庫、JIS(Just In Time)による多頻度配送等の社会環境の変化が影響している。このため、流通情報システムの自動倉庫への出入庫作業のアクセス頻度は高く、製品の割り当て問題の最適化が望まれている。

本研究では、自動倉庫に在庫している製品に対して、顧客からの受注要求が連続的に発生した場合の製品割り当て問題にGAとランダム法を適用し、数値実験を行い有効性を考察する。

2. 自動倉庫

自動倉庫は、 $m \times n$ ラック(棚)、ラック内のパレット、クレーンで構成されている。ラックは、製品の在庫の有無により在庫ラックと空ラックに分類され、ラック内の製品出庫はクレーンを用いて移動する。

自動倉庫から製品を出庫する場合に於ける、前提条件と制約条件を以下に記述する。

[前提条件]

- 1) ラック内の製品は、パレットごとピッキング場へ出庫する。
- 2) 製品の再入庫は元のラックへ行う。
- 3) クレーンの移動は、原点→出庫ラック→原点とする。

[制約条件]

- 1) 総在庫製品は、注文の製品数以上とする。
- 2) 空ラックは、一定数以上とする。

3. 自動倉庫の製品引き当て問題

自動倉庫内に在庫している製品の引き当て問題は、以下の様に定式化される。

倉庫内のパレット $X_{i,j}$ ($i=1,2,\dots,m,j=1,2,\dots,n$)の在庫量 $S_{i,j}$ と出庫量 $Y_{i,j}$ は、出庫要求量 S に対して次の条件を満たさなければならない。

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n S_{i,j} X_{i,j} \geq S \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Y_{i,j} X_{i,j} \geq S \quad (2)$$

$$\text{但し、} X_{i,j} = \begin{cases} 1; & \text{出庫する} \\ 0; & \text{出庫しない} \end{cases}$$

出庫パレット数とピッキング残に関する、最小化条件を以下に示す。

$$\text{minimize } F_1 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{i,j} \quad (3)$$

$$\text{minimize } F_2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Y_{i,j} - S \quad (4)$$

パレット $X_{i,j}$ とピッキング場との距離による搬送時間を $C_{i,j}$ とし、パレット搬送時間の最小化条件を以下に示す。

$$\text{minimize } F_3 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{i,j} Y_{i,j} \quad (5)$$

ピッキング作業に要する時間 $T_{i,j}$ は、グループピッキング時間 T_g と1個当たりのピッキング時間 T_s を用いて次のように表される。

$$T_{i,j} = \begin{cases} T_g & ; S_{i,j} - Y_{i,j} = 0 \\ Y_{i,j} T_s & ; S_{i,j} - Y_{i,j} > 0 \end{cases} \quad (6)$$

これを用いて、ピッキング作業時間の最小化条件を以下に示す。

$$\text{minimize } F_4 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n T_{i,j} X_{i,j} \quad (7)$$

4. GAの適用

本実験では、製品引き当て問題にGAを適用し、個体の遺伝子に出庫パレット $X_{i,j}$ を対応させる。GAのオペレータとしては、突然変異及び交叉を採用し、それぞれ P_m 、 P_c の確率で行う。個体の評価は、式(3),(4),(5),(7)の4つの評価基準を用いて以下のように定める。

$$F = \sum_{i=1}^4 W_i F_i \quad (8)$$

ここで、 W_i は各評価に対するウエイトであり、 F はその個体に対する評価である。

本実験に用いたアルゴリズムを以下に記述する。

[アルゴリズム]

- 1) 個体は、遺伝情報を出庫パレットに対応させて発生する。
- 2) 各個体の評価には式(8)を用い、個体群を評価順にソーティングする。
- 3) 評価の高い個体順に子孫を発生し、GAオペレータの突然変異及び交叉を行う。
- 4) 2)～3)までを繰り返し行い、終了条件を満たすと終了する。

5. 数値実験

本実験では、20×30ラックの自動倉庫に在庫している一製品に対して、連続的に出庫要求量が与えられる。ここで、空ラックは一定とし、他品種の製品は考慮しない。又、一度に全出庫要求量が与えられた場合と比較する。

実験1 (GA)

初期個体は50個体発生し、GAのオペレータと上記の評価基準を用いて50世代繰り返し、解を得る。50世代終了後、求められた解から倉庫の在庫状態を変化させる。その後、新たな出庫要求量を与え、GAを適用し解を求める手順を連続して繰り返し行い、全要求量を満たすと終了する。

又、上記の初期倉庫状態で全出庫量が与えられた時の解をGAにより求める。

実験2 (ランダム法)

個体は2500個体ランダムに発生し、GAと同じ評価基準を用いて評価する。評価終了後、最良解を選択し在庫状態を変化させ、次の出庫要求量を満たす個体をランダムに求める。この手順を繰り返し、全要求量を満たすと終了する。

6. 考察

表1よりGAとランダム法では、GAの方が良い評価値を求められる事がわかる。ランダム法の最適解探索能力を高めるために個体数を5000個体に増加して実験を行ってみると、探索能力は向上するものの計算時間が倍増した。倉庫が小さければ、ランダム法とGAの最適解探索能力は類似しているが、計算時間には倍近い開きがある。又、初期倉庫状態に全出庫要求量を一度に与えてGAを適用した解は、連続的な出庫による解の評価よりも良い。

図1に示す様に、出庫要求の回数が増すと評価が悪

くなっている。この原因として、倉庫の初期データから次々に連続出庫するので、出庫パレットが原点のピッキング場から遠いことが考えられる。又、途中でランダム法とGAの評価がほぼ一致している理由として、以下のことが考えられる。ランダム法は出庫パレットを分散して選択すると期待されるので、原点に近い位置で条件を満たすパレットが、偶然残ることが起こりうるからである。

7. おわりに

今回の実験で、ランダム法との比較により、自動倉庫に於いてGAの短時間で有効性を確かめることができた。考察でも述べた様に、ランダム法にはシミュレーションに要する時間や、その解の探索能力に問題がある。又、ランダム法及びGAの両者に共通する問題点として出庫要求の回数が増加した場合の性能の劣化が挙げられる。

今後の課題として、出庫要求の回数を増加した場合でも、安定した解を求められるような評価方法を考案する必要がある。

参考文献

- 1) 都島,天満,中田:知識工学を導入した物流システム運用制御方式,電気学会全国大会,1992
- 2) 松村:小口高頻度流通に対する物流システム,自動化技術,1992

表1 GAとランダム法との比較

出庫要求量	GA		ランダム法		総在庫量 113 在庫量
	出庫数	評価	出庫数	評価	
14	14	180	14	240	99
7	7	90	9	195	92
19	19	170	25	280	73
8	12	145	12	145	61
48	52	585	60	860	トータル
48	48	450	48	490	1回に取る

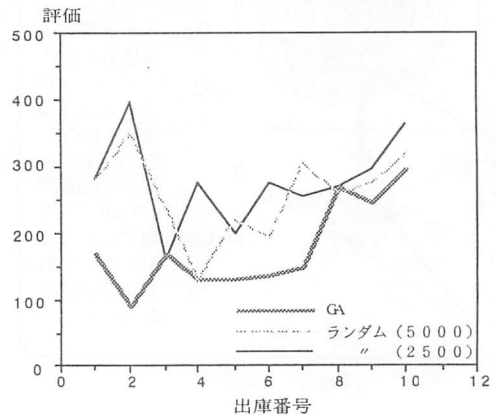


図1 GAとランダム法の評価の比較