

要 旨

流通CIMシミュレータの為の倉庫の製品割り当てとその出庫製品の仕分け問題に対し、本研究ではGA, EPを適用し、これら2つの問題を管理するエージェントを作製し、このエージェントによりそれぞれの問題の最適な突然変異率, 交叉率を求める方法を示し、その数値実験例を示す。

1. はじめに

近年, CIMは工場内の統合化の有効な手法として注目され, 製品の受注から出荷までの全工程間をコンピュータ制御による統合化が行われている。流通CIMシステムは, 工場CIM化の中で在庫管理から出荷までの行程に相当する。流通CIMは, 自動倉庫の出庫スケジュール, 製品仕分け, 製品梱包, トラック配送計画などからなるが, これら各行程はそれぞれ多目的最適組み合わせ問題となっている。

これまでに, 自動倉庫の製品出庫スケジュールに対してGA(Genetic Algorithm), 製品仕分け問題に対してEP(evolutional Program)を適用し, 十分な効果を上げられることを報告してきた^{1),2)}。しかし, これらは個々の問題を取り扱ったものであって, これらが組み合わせられたときにどのような結果となるかは未検討であった。

本研究では, 自動倉庫の製品出庫スケジュールの出力を製品仕分け問題の入力とし, 製品仕分け問題の出力に基づいて, それぞれの問題に適用されたGA, EPのパラメーターを最適化しようとするものである。このために, 両者の問題を管理するエージェントを設定し, エージェントの学習管理から両問題のパラメータ決定を行う方法を提案し, その数値計算結果を報告する。

2. モデルの設定と問題の記述

流通CIMシミュレータの構成を図1に示す。本研究では太線枠内を取り扱う。

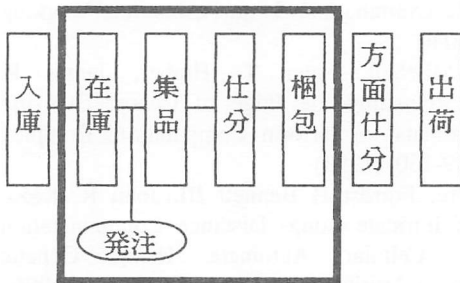


Fig1. Concept of a logistic CIM simulator

2. 1 自動倉庫の製品割り当て問題

自動倉庫は m_0 棟からなり, 各棟(h)の棚 $X_{h,i,j}$ ($i=0,1,\dots,m, j=0,1,\dots,n$)には $Q_{h,i,j}$ 個の製品が格納されている。各店舗から注文製品数 $S_u(u=0,1,\dots,l)$ が与えられたときそれらの総計 R 個を各倉庫の稼働時間が均一になるように出庫する。この問題は, 以下の様な評価を持つ。

・経路出庫時間

$$F_{h,1} = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n T_{h,i,j} X_{h,i,j} \quad T_{i,j} : \text{クレーンの搬送時間} \quad (1)$$

・ピッキング作業時間

$$F_{h,2} = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n P_{h,i,j} X_{h,i,j} \quad P_{i,j} \text{をピッキング作業時間} \quad (2)$$

・各自動倉庫の稼働率均一

$$F_3 = \sum_{h=0}^{m_0} (F_h - F_{ave})^2 / m_0 \quad (3)$$

$$F_h = (W_{h,1} F_{h,1} + W_{h,2} F_{h,2}), \quad F_{ave} = \left(\sum_{h=0}^{m_0} F_h \right) / m_0$$

従って, 本問題は

$$\begin{aligned} &\text{minimize } F_3 \\ &\quad X_{h,i,j} \\ &\text{subj.to } \sum_{h=0}^{m_0} \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n Q_{h,i,j} X_{h,i,j} \geq R \end{aligned}$$

と定式化される。

2. 2 出庫製品の仕分け問題

2. 1により倉庫から出庫してきた製品数を $X_{h,i,j}$ $=0$ のものを取り除き, $G_d = Q_{h,i,j} X_{h,i,j}$ ($d=0,1,\dots,w$)と順に置く。これを各店舗の注文数に応じて割り当てる。 T_d を出庫製品のピッキング作業時間と置くと, 以下の様な評価を得る。

・ピッキング作業時間

$$F = \sum_{u=0}^l \sum_{d=0}^w C_{u,d} Y_{u,d} \quad C_{u,d} : \text{ピッキング作業時間} \quad (4)$$

従って, 本問題は

$$\text{minimize } F$$

$$Y_{u,d}$$

$$\text{subj. to } \sum_{d=0}^l Y_{u,d} = G_d \quad (d=0,1,\dots,w)$$

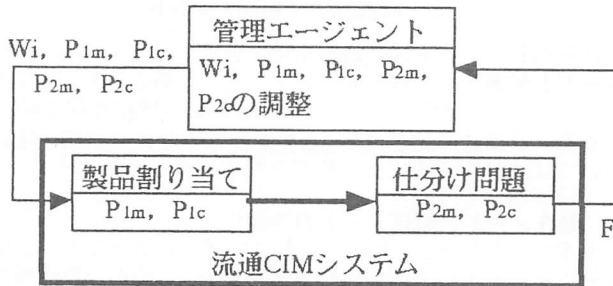
$$\sum_{d=0}^w Y_{u,d} = S_u \quad (u=0,1,\dots,l)$$

となる。

ここで $Y_{u,d}$ は製品出庫数 G_d が店舗 u に割り当てられた数である。

2. 3 管理エージェントのモデル

管理エージェントは倉庫の出庫を店舗に割り当てるときの時点でその評価が最良になる様に2つの問題のパラメータを調節する。ここでは倉庫出庫にGA、製品店舗割り当てにEPを使用するので、それらの突然変異率、交叉率を調節する。管理エージェントの構成を以下の図に示す。



W_i : 適応関数のウェイト P_{1m}, P_{2m} : 突然変異率
 P_{1c}, P_{2c} : 交叉率 F : 出庫製品仕分けの最適解

図2 管理エージェントのモデル

3. 各問題の解法・アルゴリズム

3. 1 GAによる倉庫の製品割り当て問題の解法

- 1) 自動倉庫の各棟に在庫を発生させる。
- 2) 各店舗の注文製品数を与える。
- 3) 製品割り当ての個体を発生させる。
- 4) 突然変異, 交叉, 再生を行う。
- 5) 適応関数の評価を行い, 4) ~ 5) を繰り返す。

ここで, 解表現には $X_{h,i,j}$ を用い, それを2値表現とした。

3. 2 EPによる出庫製品仕分け問題の解法

- 1) 3. 1で求めた製品割り当てより出庫製品仕分けの個体を発生させる。
- 2) 突然変異, 交叉, 再生を行う。
- 3) 適応関数の評価を行い, 2) ~ 3) を繰り返す。

ここで, 解表現には $Y_{u,d}$ を用い, それを実数表現とした。 $Y_{u,d}$ は常に実行可能解を発生させる。

3. 3 管理エージェントによるパラメータ調整法

3. 1 および3. 2 より求めた最適解 F を比較し, それによって, $P_{1m}, P_{1c}, P_{2m}, P_{2c}$ の増減を行い, それらの最適値を求める。

4. 数値計算実験

20×30の自動倉庫5棟に在庫製品数1~30を各棟15ラック, 店舗数10, 各店舗の製品の総要求数を282, 発生個体数50, 世代数50, 突然変異率, 交叉率の初期値をそれぞれ0.1, 0.4とし突然変異率のみを変化させ, 30回繰り返した。このときの評価値 F の変化を図3に, 突然変異率の変化を図4に示した。本実験からは, 評価 F を最小に維持しようとしながら突然変異率を変化させていく様子が観察された。

5. おわりに

本報告では, GAによる倉庫の製品割り当て問題についてGAを採用し, 出庫製品仕分け問題についてはEPを採用した。それぞれの問題の突然変異率のみ最適値を求めたが, 交叉率についても最適値を求める必要がある。このときには突然変異と交叉との組み合わせについても考慮して行わなければならない。

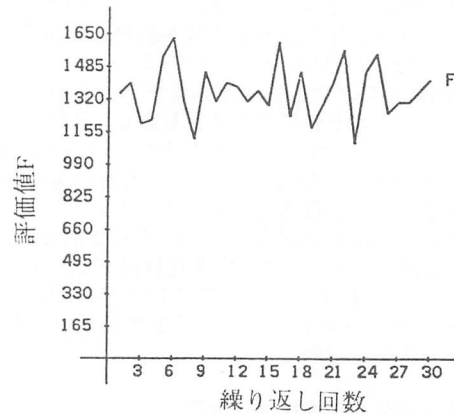


図3. 評価値の変化

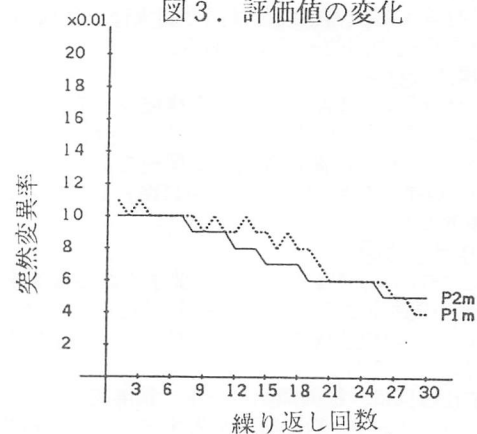


図4. 突然変異率の変化

参考文献

- 1) 石田他; 流通CIMシミュレータの基礎研究, 1995年度精密工学会北海道支部学術講演会講演論文集(1994)
- 2) 須藤他; 流通CIMシミュレータの基礎研究—オンラインシミュレーションによる最適計画, 1995年度精密工学会北海道支部学術講演会講演論文集(1995)