

5K-3

多品種少量生産工場の製造スケジューリングに対する GAの適用

樋口光明、永田守男

慶應義塾大学理工学部

1. はじめに

多品種少量生産体制をとっている工場で、品種切り替えロスを最小にすべく、製造スケジュールをエキスパートシステム（以下ESと略す）で作成しているところがある。しかし十分な計画が策定されているという保証はない。そこで、遺伝的アルゴリズム（GA）を用いて計画を策定してみて、従来の計画システムの結果と比較し、GAの適用可能性を探った。結論としては、GAパラメータの決定によっては、十分に従来のシステムより良好な結果がえられた。そこで、このような製造スケジューリング問題にGAを適用するときの、効果的なアプローチのしかたと、いくつかの問題点を報告する。

2. 対象としたスケジューリング問題の概要

対象とする製品は、ある合成樹脂製品の製造計画である。品種は重合グレードとよばれる大区分（以下グレードという）34種、それを細分化した72銘柄（以下銘柄という）からなる。

それを2系列で製造するので月間数10回の銘柄切り替え作業がある。（ただし数ヶ月に一度製造すればいい銘柄もあるので、毎月全銘柄が出現するわけではない。）作業は切り替えが容易なものとはそうでないものがあるので、切り替え難易度を定量化してグレード間のテーブルにしてある。

月間生産量は与えられたデータとして、月間のスケジュールを作成する。また前月末在庫量の関係で月初に作らねばならない銘柄がある場合があるが、これもGAとは別の要素として別途与え、月初に製造されるようにスケジュールする。なお、スケジュールは、製造量を2系列に出来るだけ均等に割り当て、当月内に生産が完了するように計画し、かつ切り替え難易度を最小になるように考慮する。今回の研究では、銘柄毎に、製造する系列を割り当てて、独立した2つのスケジュールを作成した。

3. モデル化の考え方

予め銘柄を系列毎に固定して、以下の様にモデルを作った。このモデルの特徴は、適応度と難易度を一致させて、逆エリート戦略をとったこと、及びペナルティ（難易度）に桁違いの格差をつけることで、「それだけ」は避けるように仕向けたことである。

（1）その月に作成する銘柄に一連番号をつけ、作成順序をPTYPEとする。GTYPEはその順序表現とする。

（2）適応度は難易度の合計とする。低い方をよりよい計画とする。

（3）GAパラメータについては、各種文献を参考にして、かつ当システムの性格を考え、まず次のように決め、後で試行錯誤により動かす。

(a) 集団数 : 50、(b) 交叉確率 : 0.8、(c) 突然変異率 : 1/20

An application of the genetic algorithm to the scheduling problem of a plant producing many items of small quantities.

Mitsuaki Higuchi, Morio Nagata

Keio University

3-14-1 Hi-yoshi Yokohama 223 Japan

(d) 選択戦略 : ルーレット方式 線形スケーリング (同一世代で難易度最高を0として、最高値から難易度を引いたものをここでの適合確率の分子とする。)

(4) 初期集団により結果が大きく違うことも考え、乱数の発生を変えて、3通り実施する。

(5) 1000世代を実行するが、途中での最適解を保存しておき、それを解とする。

(6) 特別に月初に製造しなければならない銘柄については、予めデータとして入力しておき、月初に製造出来なかった製品にペナルティを課し、それを適応度に加算する。この適応度は、切り替え難易度の最大の値の10倍にしておく。

(7) その上で本番のデータと比較評価し、問題点を明かにする。

4. 実行結果

テスト月の第一系列で製造しなければならない銘柄は18銘柄、第二系列で製造しなければならない銘柄も18銘柄である。

本番で実施した結果 (ES) と三回の試行により得られた結果の切り替え難易度は次の通り。

表1 実施結果

	系列1		系列2	
ケース	適応度	最適値到達回数	適応度	最適値到達回数
ES	400038	-	400015	-
乱数1	200031	986	200089	513
乱数2	200049	642	200048	803
乱数3	200032	460	200088	225

これにより、次のことが明かになった。

(1) ESの結果より良い結果が得られる。

(2) 乱数の条件により結果が変わる。最適値が求まるとは限らない。

(3) 平均適応度、最適適応度ともに振幅が激しく、収斂の方向には向かわない。

(4) ただ、難易度に極めて大きなグループ格差がある時は、最小のグループまでは収斂する。逆エリート戦略が奏効したといえる。(当研究では、切り替え難易度を0から129までのグループと、10万のグループという大きな差を設定しているうえ、納期遅れを100万としている。)

(5) 上記の結果を改良するため、局所解から逃れるよう、突然変異率を高めたが、結果は更に悪くなった。また一部世代を10倍にして10000世代の実験を行ったが、部分的な改良に留まった。

5. 結論

ESの結果より良いものが得られたので、問題の目的によっては、十分実用可能性がある。GAパラメータや、モデル化を工夫し、更に実験を続けて、ノウハウの確立をする必要がある。そのためには、局所解から抜け出すための新しいGAオペレータなどを考えていくことも必要だろう。

参考文献

- (1) 伊庭斉志：「遺伝的アルゴリズムの基礎」オーム社,1994
- (2) 小特集「遺伝的アルゴリズムの新しい潮流」人工知能学会誌,Vol.9,No.4,1994,pp.505-529
- (3) 樋口哲也、北野宏明：「遺伝的アルゴリズムとその応用」情報処理,Vol.34,No.7,1993,pp.871-883.