

## 遺伝的アルゴリズムによる生産スケジュール生成システム

小林 凌† 佐藤永欣† 高山毅† 村田嘉利†  
†岩手県立大学ソフトウェア情報学部ソフトウェア情報学科

### 1 はじめに

自動車工場における部品プレス作業のスケジュールはロットを単位としており、部品の製造順序だけでなく、月毎にそれぞれの部品のロットサイズの決定、生産頻度である仕掛けサイクル、加工時間の計算も行う必要がある。それら全てを行うのはスケジュール作成に慣れた作業員でなければ困難である。また、スケジュールの作成から運用まで1日程度しか取れないと言われている。許容時間内にスケジュールを作成し、その効率が十分に運用に値するものであるかを検証するのは難しい。作成者自身も、素早いスケジュール作成を行うために、経験に基づく判断でスケジュールを組んでいる部分があり、効率の良さを無視している可能性がある。

本研究では、製造する部品情報等を入力するだけ短時間に効率的な計画を提案する事を目的として部品の組み合わせの最適化を行う。評価すべき解の候補は計画に組み込む部品数に応じて爆発的に増加するため、本研究では遺伝的アルゴリズムを使用する事で効率的に解の絞り込みを行う。

### 2 プレス作業スケジュール作成手順

スケジュール作成担当者は月末に次月の生産計画を受け取る。そこで生産する部品を確認し、複数あるプレス機械に製造する部品を割り当てる負荷寄せを行う。その後、それぞれの部品のロットサイズを計算し、それをもとに作業時間と仕掛けサイクルを決定する。決定された作業時間と仕掛けサイクルを基に、それぞれ部品を作業時間の合計が出来るだけ等しくなるように複数の生産スケジュールパターンに割り振る。パターンに割り振られた部品の生産順序を決定してスケジュールは完成となる。

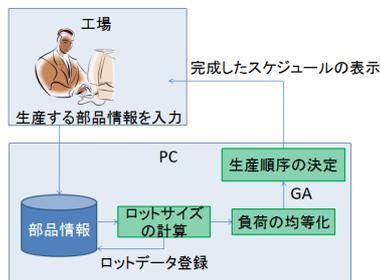


図 1: システム概要図

しかし、負荷寄せに関しては製造する車種に変更がない限り行う必要がなく、本システムで扱う必要性は低いと判断した。そのため、本研究では図1のようにロットサイズの計算から生産順序の決定作業をシステム化し、その中でも生産順序の決定を遺伝的アルゴリズムによって解決する。

### 3 提案手法

#### 3.1 前提条件

負荷の均等化処理を行い4つのパターンに分配された部品群に対して、遺伝的アルゴリズムを用いて最適な生産順序を求めていく。その際遺伝子群の中にある特殊な遺伝子の扱いについて注意しなければならない。具体的には“仕掛けサイクル0.5の部品”である。仕掛けサイクル1以上の部品が1直のスケジュール中に1度しか出現しないのに対し、この部品は1直のスケジュールに2度出現する。つまり、

- (1) 仕掛けサイクル1以上の部品は“同じ対立遺伝子を許さない”
- (2) 仕掛けサイクル0.5の部品は“2度出現しなければならない”

という異なる条件の遺伝子が混在する事になる。そのため、本研究では(1)の部品に対してのみ処理を適用し、算出された最適解に(2)の部品を組み込む形式にする。仕掛けサイクル0.5という事は、単純に考えて1度の加工で1直の消費数の半数を生産するという事であり、1度目と2度目の間隔が1直の作業時間の1/2であれば最も無駄が無い。そのため、遺伝的アルゴリズムを用いる事なく加工タイミングを決定出来ると判断した。

#### 3.2 評価式

部品には適応度の評価に使用する対象が3項目含まれている。各対象毎に異なる評価式を用いて適応度の評価を行い、その合計を個体全体の適応度として評価する。それぞれの評価式と染色体全体の適応度は以下の通りである。なお、面検人数とはプレスした部品が正常に造られているか点検するための人数である。

$$\text{作業時間: } TIME_i = \left| \frac{Time_i - Time_{i+1}}{100} \right| \quad (1)$$

$$\text{面検人数: } Member_i - Member_{i+1} = x \\ \text{If}(Member_i > Member_{i+1})$$

$$\text{True: } MEMBER_i = x^2 - x + 1$$

$$\text{Else: } MEMBER_i = x^2 - x \quad (2)$$

A Production Schedule Generation System Using the Genetic Algorithm

R.Kobayashi†, N.Sato†, T.Takayama† and Y.Murata†

†Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

仕掛けサイクル： $CYCLE_i = Cycle_i - Cycle_{i+1}$

$$If(CYCLE_i < 0) True : CYCLE_i = 0 \quad (3)$$

$$適応度 : \sum_{i=0}^{max-1} TIME_i \alpha + MEMBER_i \beta + CYCLE_i \gamma \quad (4)$$

$\alpha, \beta, \gamma$  : 各項目の重み付け

評価式によってスケジュールの無駄を加算しているため、より評価値の低い個体を適応度が高い優秀な個体であると判断する。

### 3.3 実験環境

生産順序決定処理を実行する環境を表1に示す。

表 1: 実験環境

変数	数値
親個体数	総部品数
子個体数	総部品数*2
交叉確率	90.0 %
突然変異確率	1.5 %
淘汰個体数	総部品数*2

個体数は総部品数を基準に決定しており、具体的な数値の指定はしていない。本研究では同じ対立遺伝子を出現させない交叉手法の中で、循環交叉を採用した。

## 4 最適解の算出

### 4.1 基本的な考え

今回の実験では、評価対象が複数ある場合に各対象の重要度に応じた最適なスケジュールを生成可能かを検証する。重要度は各対象の評価値に重みとして与える。重みのバランスを調整して最適解算出精度の調査と、最適解算出精度が最も高い重みのバランスを求める。今回の実験は、部品群に対して仕掛けサイクルを最重要視した場合の最適な生産スケジュールを求める。その上で他2項目でも最適化を行う事になるが、スケジュールの効率への影響度から、重要度は面検人数>作業時間とする。この優先順位を基に、プログラムを使用せずに作成した最適と思われるスケジュールと、プログラムにより生成された最適解が一致すれば成功とする。

スケジュールには最適解のほかに、スケジュールを運用する上で問題の無い程度の解も存在する。今回の実験においても、作業時間が僅かに異なるだけで生産順序が入れ替わっても影響は小さいと判断出来る部品の組み合わせが存在した。このように運用には問題無い最適解以外の解を、準最適解として扱う。実験結果に準最適解が現れた場合は、最適解同様成功と判断する。

### 4.2 実験結果・考察

重要度に応じて各評価対象の重みを調整しながら各バランスで5回ずつプログラムを実行した。その結果を表2に示す。

表 2: 各項目の重みと最適解出現数

作業時間	面検人数	仕掛けサイクル	出現数
0.1	0.3	0.6	2/5
0.1	0.4	0.5	0/5
0.2	0.2	0.6	5/5
0.2	0.3	0.5	3/5
0.3	0.3	0.4	2/5

仕掛けサイクルが0.6、他2項目の重みを各0.2にする事で、最適解または準最適解に確実に到達した。今回の実験により、評価する対象が複数存在してもそれぞれの重みを調整する事によって重要度に応じた最適解および準最適解を得られる事が分かった。しかし、準最適解へ到達するという事は、最重要項目以外の項目の並び替えは確実にないという意味であるため改善が必要である。表2から、最適解の算出精度は最重要項目と他項目の重みバランスよりも、最重要項目以外の重みのバランスが影響していると考えられる。

最適解算出精度と同様に重要な要素である算出速度は、今回の実験では数秒から10数秒程度で算出可能であることを確認した。従来数時間以上かけていた事を考慮すると十分な速度だと判断出来る。

## 5 おわりに

本研究では制約条件がある要素に対して遺伝的アルゴリズムを適用する事でプレス作業の生産スケジュールを生成するシステムを提案した。最適解算出精度については改善の余地があるが、人の手では数時間から1日必要な作業を極めて短時間で完了出来た。スケジュール生成が短時間で終了するならば、ユーザの要求に合わせてスケジュールを作り直す事も可能になりシステムの柔軟性が増すと考えられる。今後は最適解算出精度の向上と、最重要項目を変えた場合の最適な重みのバランスの調査をしたい。スケジュール生成を正しく行えたならば、本システムで生成したスケジュールと実際に運用されたスケジュールとの比較を行う予定である。

### 参考文献

- [1] 黒田充・村松健児: 生産スケジューリング, 朝倉書店 (2004) .
- [2] 柳浦睦憲・茨木俊秀: 組合せ最適化—メタ戦略を中心として—, 朝倉書店 (2010) .