

フローショップ・スケジューリング問題の納期遅延和の最小化について

1. はじめに

近年、消費者ニーズの多様化や急速なグローバル化に伴い、製造業において多品種少量化の傾向が強まっている。それだけでなく、製品の生産期間やライフサイクルの短縮化が進み、また需要変動が大きくなり把握が困難になっている。このような状況において、生産者側には不良在庫、納期遅延、そして生産計画が課題となっている。

近年、種々のスケジューリング問題において、最大滞留時間（メイクスパン）最小化に関して実用的な解を求める目的で発見的手法が数多く研究されている。[1] これらは様々な組合せ最適化問題に適用されており、その有効性が報告されている。また納期遵守を目的とした研究では、ディスパッチング・ルールに関する研究が盛んにおこなわれている。[2]

本論文では、生産スケジューリング問題のひとつであるフローショップ・スケジューリング問題の納期遅延和最小化スケジューリング問題に対して遺伝的アルゴリズムとディスパッチング・ルールを適用した手法を提案し、その有効性を検証する。

2. 生産スケジューリング問題

一般的に生産スケジューリングとは、何種類かの製品を加工するときに全体的な加工時間や費用が最小となる順序を求める問題である。ジョブ（製品・仕事）数 n 、マシン（加工機械） m 、スケジュールの評価尺度の 3 つの要素によって生産スケジューリングは特徴づけられる。本研究ではフローショップ・スケジューリング問題を取り上げる。

これは、一般的に複数の製品（ジョブ）を、複数の加工機械で指定された順に加工し、機械にかかる処理順序が全てのジョブで等しい機能的レイアウトにおける日程計画である。

2.1 評価値

本研究では、ジョブの納期遅延和 T を最小化することを目的とする。ジョブ数 $J_i (i = 1, 2, \dots, n)$ に対する納期を d_i 、ジョブの処理時間を C_i とすると

$$T = \sum_{i=1}^n \max\{(C_i - d_i), 0\} \quad (1)$$

3. 提案手法

本研究では納期遅延和最小を目的としたフローショップ・スケジューリング問題に GA に SPT ルール、D.DATE ルールを併合させ、大幅な世代交代数の減少と局所解からの脱出を図る。

3.1 遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズムはダーウィンの理論からヒントを得た、探索アルゴリズムである。生物が何億年もの年月をかけて環境に適應して変化していく過程を工学的に模倣したアルゴリズムである。自然界において生物が進化するにあたり、ある世代を形成する個体集団

のうちで環境への適應度が高い個体が高確率で生き残り、交叉や突然変異により、次の世代にその有利な特徴を残した子孫を残していくというメカニズムをモデル化し、目的関数に対する最適解を求めようとするのが概念である。

3.2 ディスパッチング・ルール

単純な規則を用いて各機械で待ちが生じているジョブを評価し最も評価の高いジョブを優先するルールを用いるスケジューリング手法をディスパッチング・ルールと呼ぶ。各アルゴリズムには問題特徴により向き不向きがあり、その選択は対象のスケジューリング問題に依存する。ディスパッチング・ルールを適用することで最適解が得られる問題クラスは限定されるが、ある程度良い解を高速に得る観点から有効であるといえる。本研究では納期遅延和最小に有効とされる SPT ルールと D.DATE ルールを用いる。

・SPT (Shortest Processing Time): 最小作業時間ジョブ優先。

・D.DATE (Earliest Due Date): 納期までの切迫時間（納期-現時刻）最小ジョブ優先。

4. 実験

処理時間・納期の異なる 20 ジョブ 5 機械のフローショップ・スケジューリング問題を 5 題用意し、提案手法、GA、GA + SPT ルール、GA + D.DATE ルールで各問題について 10 回、計 50 回実行した結果の平均をまとめた。各手法による平均納期遅延和を表 1 に示す。

表 1. 各手法の結果

手法	納期遅延和
提案手法	84.8
GA	290.5
GA+SPT	98.6
GA+D.DATE	174.2

5. 終わりに

本論文ではジョブごとに納期の異なるフローショップ・スケジューリング問題に対する手法を提案し、遺伝的アルゴリズム、ディスパッチング・ルールの単一ルールによる解法との比較を行い、フローショップ・スケジューリング問題に関してもディスパッチング・ルールの複合ルールが有効であることを示した。

参考文献

- [1] 村田忠彦, 石淵久生, 田中英夫, “遺伝的アルゴリズムによるフローショップ・スケジューリングと多様な最適化問題への応用” 計測自動制御学会論文集 Vol.31, No.5, 583/590 (1995)
- [2] Conway, R.W. : “Priority Dispatching and Job Lateness in a Job Shop,” Ind. Eng., pp.228 - 237, Vol.16, No.4, (1965)