

札幌学院大 ○皆川雅章

北大工 嘉数侑昇

1. 緒言

スケジューリング問題のなかのジョブショップスケジューリング問題を対象として、その解決のためのアプローチ手法を示す。この対象問題は与えられた作業群を機械の時間軸上に効率良く割り当てる組み合わせ最適化問題の1つである。本報告では従来型のAIのアプローチの対象問題領域への依存性を解消し、より柔軟なスケジューリングシステムの開発を目的として、GA(ジェネティックアルゴリズム)[Goldberg 1989他]的手法に基づいてスケジューリングルールの自動チューニング及びルールベースの構築[皆川, 嘉数1990a,1990b]を行なった結果に基づき、条件マッチングによるスケジューリング戦略の起動と適用を行ないチューニングルール導入に関する実験的考察を行なっている。

2. チューニングルールの導入

2.1 導入環境

図1にチューニングルールの導入環境を示す。チューニングは後述する動作部ストリングに対して、再生、乗り換え、突然変異の各ジェネティックオペレータを適用して行なわれている。ストリングの適合性値はスケジュールの最大完了時刻を用いて計算されている。ルールベースに格納されるルールはIF~THEN形式のルールで条件部、動作部ともに2値化されたストリングにコーディングされている。条件部ではマッチングのための入力データの特徴を比較する。ここで採用している比較のための特徴項目は次の5つである。

- 1) 総作業数
- 2) 総作業時間
- 3) 作業時間の最大値
- 4) 先頭作業数
- 5) 終端作業数

動作部は機械への作業割り当て優先順位を決定するための評価関数

$$F = \sum_{i=1}^{N_{ev}} a_i \cdot f_i$$

の2値化された重み付け係数(a<sub>i</sub>)がストリングにコーディングされている。チューニングの結果得られる係数の組を持った評価関数が問題向きの戦略を構成する。ここで、評価項目(f<sub>i</sub>)には

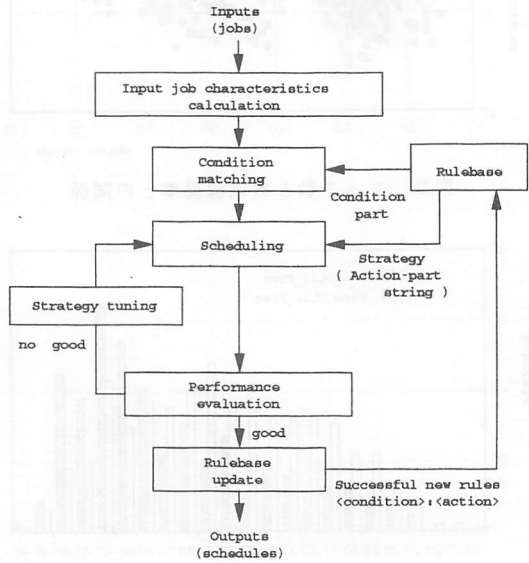


図1. チューニングルール導入環境

- 1) 残作業時間
- 2) 残作業数
- 3) 作業時間
- 4) 納期余裕
- 5) 割当て待ち時間

が採用されている。この評価関数を用いた作業割り当て手続きは以下の通りである。

```

while TSET ≠ ∅ do
  FSET := ∅
  for i = 1 to NJOB
    if NCOMP < NTASKi then Fi = ∑ aj · fj
  FSET := FSET ∪ Fi ;
  I := select max(FSET)
  assign(TASKI, NCOMPI + 1)
  TSET = TSET - TASKI, NCOMPI + 1
```

ここで、selectmaxは最大の評価関数値を持つ仕事の番号を選び出す関数、assignはその仕事の割り当て可能作業を機械に割り当てる関数である。

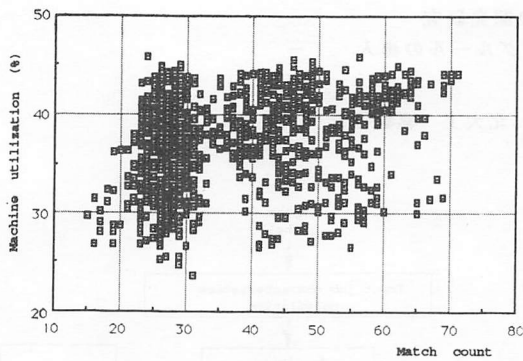


図2. マッチ数と機械稼働率との関係

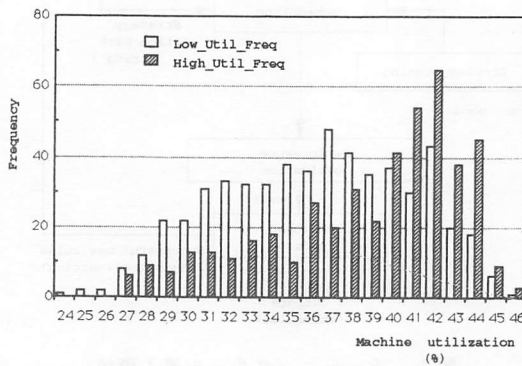


図3. 機械稼働率の分布

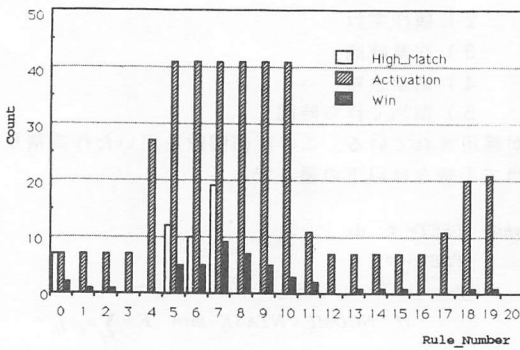


図4. マッチ数とルール起動回数との関係

## 2.2 チューニングデータ

チューニングを行なってルールを生成する際に用いたデータは次の通りである。

- 1) 機械台数 (固定) 15
- 2) 1入力あたりの仕事数 15~27
- 3) 1入力あたりの総作業数 141~279

- 4) 動作部集団ストリング数 40
- 5) 乗り換え発生率/世代 80%
- 6) 突然変異発生率/世代 0.1%

## 3. 導入実験

最後に、導入実験を行なった結果を示す。ここで、

- 1) ルールベース内のルール数 21
- 2) 新たな入力数 48

である。図2は条件のマッチ数と機械稼働率との関係を示している。横軸がマッチ数で縦軸が稼働率である。機械稼働率は

$$\text{for } j \in J, k \in T_j \quad e = \frac{\sum_{j,k} p_{jk}}{m \times C_{\min}}$$

で与えている。ここで $J$ は仕事の番号の集合、 $T_j$ は仕事 $j$ の作業の集合、 $m$ は機械台数、 $C_{\min}$ は最大完了時刻の最小値、 $p$ は作業時間である。

図3はマッチ数が35以下(Low\_Util\_Freq)と36以上(Hith\_Util\_Freq)の場合の機械稼働率の分布を示している。図から高いマッチ数の場合に高い機械稼働率の分布が大きくなっていることがわかる。図4は各ルールがマッチングのしきい値を超えた回数(Activation)、最大マッチ数を得た回数

(High\_Match)、スケジューリングのために起動された回数(Win)を示している。この図から高いマッチ数を得たルールが多く起動されていることがわかる。

4. 結論  
構築したルールベースを用いてチューニングルールの導入に関する実験の考察を行なった。条件のマッチ数、機械の稼働率、ルールの起動状態の関係を実験によって確認し、提案する方法論が対象問題に適用可能であることを示した。

## 5. 参考文献

GAに関して、例えば  
Goldberg, D.E(1989) "Genetic Algorithm in Search, Optimization and Machine Learning", Addison Wesley

本報告に関連して

皆川, 嘉数(1990a), "AIスケジューラの開発研究=第2報スケジューリングルールの自動チューニング" 1990年度精密工学会秋季大会講演論文集  
皆川, 嘉数(1990b), "GAによるスケジューリングルールベースの構築", 機械学会北海道支部第31回講演会講演概要集  
皆川, 嘉数(1991), "GAによるヒューリスティックルール生成=ジョブショップスケジューリング問題への1アプローチ", 機械学会第68期通常総会講演会講演論文集C