

## 計画知識の分割処理による高速スケジューリング方式

2D-3 齋 礼 矢島 敬士 増位 庄一

(株) 日立製作所システム開発研究所  
関西システムラボラトリ

## 1. はじめに

製造業において、生産計画作成用エキスパートシステムの構築が進められている(以後、エキスパートシステムをESと略す)。より大規模な問題を解くためには、より一層の高速処理性能が望まれる<sup>[1]</sup>。この改善への試みとして、本稿では、計画知識の分割処理を中心としたスケジューリング用ESの高速化方式を提案すると同時に、実システムでその効果を検証する。

## 2. スケジューリングシステム構築上の問題点

近年製造業においては、消費者ニーズの多様化や激しい変化に迅速に対応するため、より複雑な生産スケジューリングを行う必要や、生産スケジュールの頻繁な変更を行う必要が生じている。この生産スケジューリングは、従来熟練者によって行われてきたが、非常に時間がかかり、熟練者の負担も大きかった。短時間で計画立案ができ、かつ計画結果や計画知識の修正も容易な、生産スケジューリング用計算機システムの構築が強く望まれていた。知識ベースの修正が容易であるという点から、製造業においてもスケジューリング用ESの構築が行われている。汎用的なES構築ツールを利用した、実計画問題に対するES構築の結果、多段処理工程スケジューリング問題など、計画データが多く人間でも難しい問題を実用レベルで解くために、処理速度の一層の改善が不可欠であることが明らかとなった。

一方、プロダクションシステムの考え方を基本としたES構築ツール的高速化手法としては、1) 条件照合アルゴリズムの改善、2) 注視点制御、3) 競合解決戦略<sup>[2], [3]</sup>、4) ルールの手続き型言語への置き換え、5) 計算機のグレードアップ、などがある。これらのうち、条件照合アルゴリズムの改善は、ツールの大幅な変更を伴う。競合解決戦略は、競合が多発しない場合には効果が少ない。手続き型言語への置き換えや計算機のグレードアップは、構築環境によっては困難であるといった問題がある。

## 3. 問題解決のための手段

上記の問題を解決するため、本稿では、計画知識を生産計画作成問題の特徴により3つの部分に分割することを基本とした高速化方式を提案する。

## 3.1 計画問題の特徴

本稿では、スケジューリング用エキスパートシステム的高速化のために、スケジューリング向けの注視点制御

アルゴリズムを提案する。注視点制御は、解を得るまでに要する時間を短縮するために、処理対象となるルールやデータを絞り込む技術である。

提案方式では、注視点制御を適用するために、「スケジューリングの熟練者は、複数の制約条件を考慮して割り付けを行う知識や計画状況に応じて制約を緩和する知識を始めとする複数の知識を適宜順序付けて利用することにより、一度に考慮すべき計画知識や割り付けデータを限定して、迅速な割り付けを行っている。」という計画問題に固有の特徴に着目した。

## 3.2 計画知識の分類

上記の特徴を反映したスケジューリングシステムを構築するために、計画知識に対し、以下のようなモデル化を行った(図3.1)。

「計画知識を、

- 1) 特異データを決定的に割り付ける知識、
  - 2) 一般的データを手続き的に割り付ける知識、
  - 3) 計画状況に応じて制約を緩和する知識、
- の3つに分割する。」

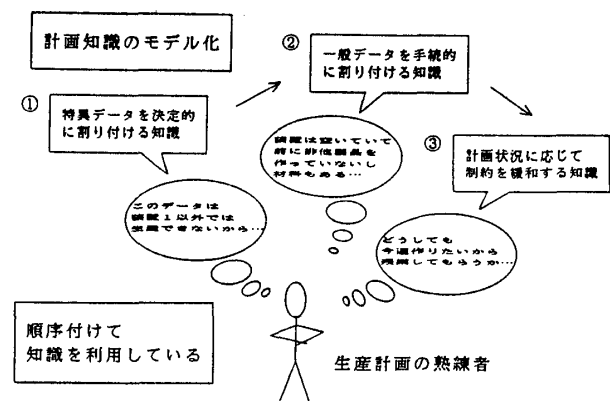


図3.1 計画知識のモデル化

第3の計画状況に応じて制約を緩和する知識は、スケジュールの得られた周辺状況によって利用方法が異なり、そのすべてをルールに置き換えて利用することが困難であるため、その他の知識と区別した。第2の一般的データを手続き的に割り付ける知識は、スケジューリング手順に沿ってさらに小分割され、かつ、その利用手順を考慮することが重要であるため、第1の特異データを決定

的に割り付ける知識と区別した。

第2の知識によるデータ割り付けは、データを順に調べる必要があるため、一般に非常に時間がかかる。第1の知識を先に利用することにより、第2の知識で処理されるデータ数が減るので、スケジューリング時間が短縮される。

### 3.3 効率的な知識処理の手順と手段

実際のスケジューリングESの知識ベースの構築は、以下の手順で行う。

- (1) まず、エキスパートから獲得した計画知識を整理して、前述の3つのタイプの知識に分割する。
- (2) 第2のタイプの知識は、納期や連続生産時の生産順序などの制約条件の考慮順序のようなスケジューリングの処理手順に従って知識を小分割する。
- (3) 第1、第2のタイプの知識について、分割した知識部分のそれぞれに対応するルールを記述する。
- (4) 第1の特異データを決定的に割り付ける知識が、第2の一般的データを手続き的に割り付ける知識によりも先立って利用されるように、メタルールなどの制御ルールを記述する。

ESの構成は、以下のようになる。計画知識の分割はルールファイルを分割することにより行う(図3.2)。エキスパートシステムによってスケジューリング処理が実行される時には、これらのルールファイルは、推論エンジン内のルール分割制御部によって、ルールに記述された内容に従って独立に処理される。ルール分割制御部は、実行ルール決定のための計算途中で更新されたすべての情報を一旦内部に保存し、もし同じ情報が再更新された場合には、もっとも新しい情報のみを保存する。

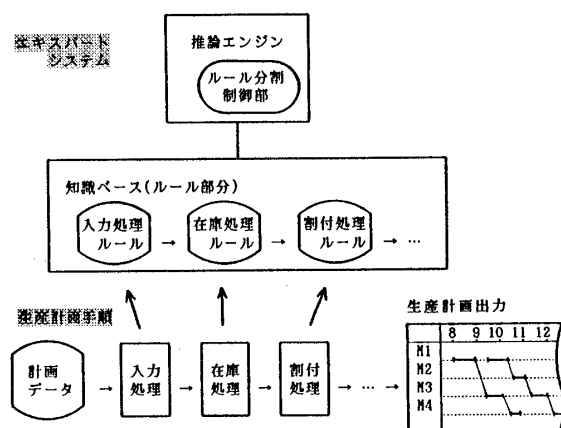


図3.2 計画知識の分割処理方式

計画状況に応じて制約を緩和する知識は、基本的に計画修正用インタフェースを通じて利用する。ESは、第1、第2のタイプの知識による計画結果、およびスケジューリングできなかったデータを、計画結果修正用インタフェースに出力する。ESの利用者は、スケジューリングできなかったデータの割り付けや、すでにスケジューリングされたデータの置き換えのような計画結果の修正を、このインタフェース上でESと対話的に行う。利用者の修正内容がES内に既存の制約を違反した場合には、

ESは計画結果修正用インタフェースに警告を発生し、新たな修正を促す。このようにして、利用者は制約を緩和した計画結果を得る。

### 4. 本計画知識処理方法の効果

提案方式の効果の検証を、複数の生産ラインを持ち、連続生産を基本とし、多段工程で材料が加工されるなどの特徴を持つ実システムを対象に行った。利用したES構築ツールは、改良Reteアルゴリズム<sup>[4]</sup>を採用して処理の高速化を図っている。割付時間に関する性能比較の結果、提案方式は従来方式(非分割方式)に比べ3~4倍の高速化が可能であることを確認した(図4.1)。

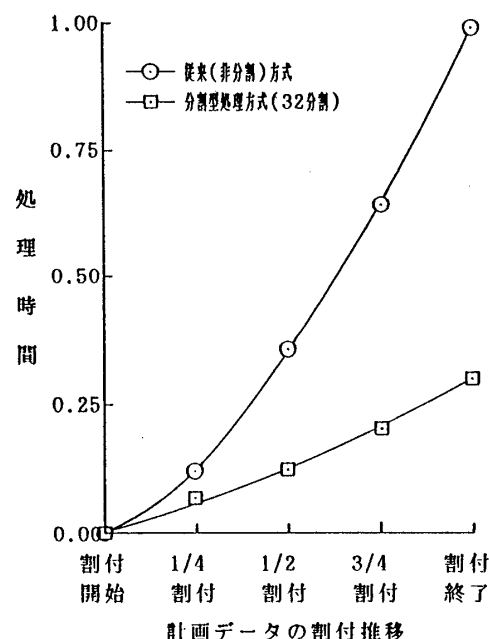


図4.1 処理時間の比較

### 5. おわりに

提案方式では、以上の構成により、条件照合の回数を減らしてツールの高速化が達成できるとともに、ルール分割制御部に保存されている更新情報を利用して、スケジューリング処理を途中からやり直すようなツールの拡張も可能である。

#### 〈参考文献〉

- [1] 斎, 矢島, 増位: スケジューリング高速化のための知識分割処理方式, 第39回(平成元年後期)情報処理学会全国大会, pp.149-150 (1989)
- [2] 石田, 桑原: プロダクションシステムの高速度技術, 情報処理, Vol.29, No.5, pp.467-477 (1988)
- [3] Hayes-Roth, F. and V.R.Lesser.: Focus of Attention in the HEARSAY-II Speech Understanding System, 5th IJCAI, pp.27-35 (1977)
- [4] 田野, 増位, 坂口, 船橋: 知識ベースシステム構築用ツール EUREKA における高速処理方式; 情報処理学会論文誌, Vol.28, No.12, pp.1255-1268 (1987)