

第3世代ESシェル (ARE S) スケジューリング問題向けタスク特化シェル

3D-7

- 推論エンジン構築メカニズム - \*

成松 克己 三條 水奈子 荒木 大 小島 昌一†  
(株) 東芝 研究開発センター‡

1 はじめに

本稿では、第3世代ESシェル (ARE S) におけるタスク特化シェル [1] のうち、スケジューリング問題向けのシェルについて述べる。

ここではスケジューリング問題を、「与えられた制約条件を満たすようにジョブに対する時間とリソースを割り当てる作業である」と定義する。生産計画 (部品の加工、組み立て計画など) や車両の運用計画などがこれにあたる。

スケジューリングを行なうためには、問題解決に必要な知識として、(1) ジョブ、リソースなど対象とするドメインの定義 (2) スケジュール解が満たすべき制約条件の記述 (3) スケジューリング手順の記述の3つが必要である。本稿ではこれらの知識分析に基づき、本シェルの問題解決の仕組みについて述べる。従来の多くのシェルがスケジューリング手順を問題ごとに柔軟に変更することができなかったのに対し、このシェルではこのスケジューリング手順を、ライブラリで用意される基本タスクとその流れを示すタスクフローチャートで定義し、エディタによって柔軟に変更できるようにしているのが特徴である。

2 シェルの構成

図1に本シェルの構成図を示す。

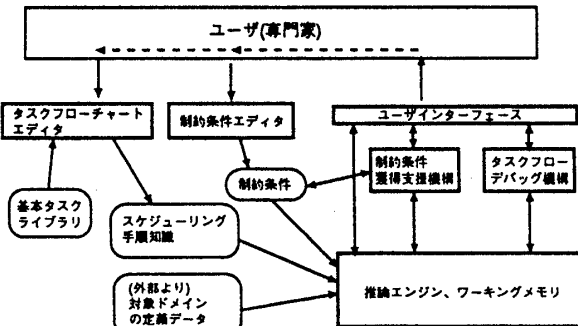


図1 本シェルの構成

ユーザはタスクフローチャートエディタで基本タスクを組み合わせ、スケジューリング手順知識を記述する。これと制約条件エディタによって記述される制約条件知識は、外部よりファイル形式で与えられる対象ドメインの定義データとともに推論エンジンで利用される。またこのシェルでは、エディタで入力した知識を修正し洗練化するために、制約条件獲得機構 [2] とタスクフローチャートのデバッグ機構を用意している。デバッグ機構には、トレースやブレイクポイント機能を中心とした一般的なプログラムデバッガのような機構を用意している。

3 スケジューリング対象ドメインの定義

本シェルでは、ジョブ、リソースなどのドメインの定義はファイルを介して行なう。これは、実際にESを運用する時には何ら

かのデータベースより機械的に入力されることを想定しているためである。対象ドメインの定義には、ジョブ、リソース、休日等のリソースの休止期間、一連のジョブをまとめて定義するためのプロジェクトの4種類がある。これらは、それぞれ次のような属性をもつ。

- ジョブ... ジョブ名, 使用リソース, 最早開始時刻, 最遅終了時刻, 優先度, その他ユーザ定義属性
- リソース... リソースクラス, リソース名, 代替リソース, 優先度, 処理能力, 入荷予定表, その他ユーザ定義属性
- 休止期間... 休止期間名, 休止リソース, 開始時刻, 終了時刻, その他ユーザ定義属性
- プロジェクト... プロジェクト名, 最早開始時刻, 最遅終了時刻, 優先度, ジョブの順序, その他ユーザ定義属性

これらの属性は、制約条件の記述やスケジューリング手順の記述において使用される。シェルでは基本的な属性だけを用意し、必要に応じてアプリケーションごとにユーザが追加できるようにしている。

このシェルでは、機械と作業人員といった複数の異なった次元 (クラスと呼んでいる) のリソースを同時に扱うことができるようにしている。また、材料や部品といったような使用する度に消費されるリソースの定義もできるようにした。「入荷予定表」という属性は、このような割り付けられたジョブによって消費されるタイプのリソース (材料や部品など) に対して持たせるものである。これらによって、部品の在庫を考慮しながら機械に作業を割り付けるといったアプリケーションにも対応することが可能になる。

4 制約条件の記述

スケジュール解が満たすべき制約条件を分類すると、次のようなものがある。

- 1 ジョブの着手可能時刻, 納期などの時間的制約と使用可能リソースなど, 個々のジョブに関する制約
- 2 リソースの作業遂行能力, 休止期間などの個々のリソースに関する制約
- 3 「このジョブはこのジョブの後にしなければならない」というような, ジョブ対ジョブの時間的な位置関係に関する制約

本シェルでは、1と2はスケジューリング対象ドメインの定義として表現し、制約条件エディタでは3の制約を扱う。また、このエディタではジョブと休止期間との関係も記述できるようにした。

ジョブまたは休止期間Aと、ジョブまたは休止期間Bの間にある位置関係は、まとめると次の4つになる。

- Aの開始または終了時刻からBの開始または終了時刻まで最低 $a$ 時間以上空けなければならない。(一定期間以降割り当て)
- Aの開始または終了時刻からBの開始または終了時刻までは最大でも $B$ 時間以内でなければならない。(一定期間以内割り当て)

\*Construction of Task Specific ES Shell for Scheduling

†Katsumi NARIMATSU, Minako SANJOH, Dai ARAKI, Shoichi KOJIMA

‡Research & Development Center, TOSHIBA Corp.

- Aの開始または終了時刻からBの開始または終了時刻はちょうどY時間でなければならない。(一定期間後割り当て)
- Aの作業時間とBの作業時間は重なってはならない。(同時禁止)

先の3つについては、それぞれに4通りのパターンがあるので、合計で13通りの時間的な位置関係が定義できる。

制約条件は、このAとBがどのような性質を持つ時にこれらの関係が成立しなければならないかを表現する適用範囲の部分と、これらの13通りのうちの一つの関係を満たすかどうかの評価の部分で構成される。

図2は本シェルの制約条件エディタである。

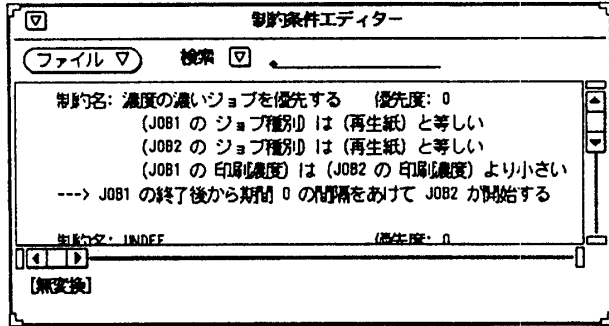


図2 制約条件エディタ

この図では、「濃度の濃いジョブを優先する」という名前の制約がひとつ表示されている。「優先度 0」の後から「--->」の前までが適用範囲、その後が評価である。この記述は、再生紙というジョブ種別の作業は、印刷濃度の小さいものから順番に期間0をあけて、すなわち連続して行なわなければならないということを表現するものである。ジョブの属性参照や、等しいなどの関係記述のテンプレート、また属性名などは、マウスで画面をクリックすることによりメニュー形式で選択することによって記述できるようにしている。

### 5 スケジューリング手順の記述

本シェルではスケジューリング手順知識を、基本タスクをつなぎ合わせたフローチャートとして記述できるようにしている。(同じような方針で行なわれている研究に、例えばMULTIS [3] 等がある)ここで、基本タスクとは問題解決を行なう手順を構成する基本的な操作単位を意味している。

スケジューリングは、ジョブを選択して配置したりその配置を変更したりすることが基本操作となる。そこで「ジョブ配置」のようにスケジューリングを操作する基本タスクと、「未配置ジョブ選択」のように操作する対象を選択する基本タスク、状況を判断してこれらの実行を明示的に制御する基本タスクの3種類が必要になる。そこで、このシェルでは次のような基本タスクを用意している。

- 操作対象を選択する基本タスク  
未配置ジョブ選択, 修正対象ジョブ選択, リソースクラス選択, リソース選択, プロジェクト選択
- スケジューリングを操作する基本タスク  
ジョブ配置, ジョブはずし, 入れ替え
- 実行を制御する基本タスク  
条件分岐, バックトラック

基本タスクには、その実行方法にいろいろなバリエーションがある。例えば「ジョブ配置」には、指定時刻に対して後ろ詰めるか前詰めるか等のバリエーションが考えられる。このバリエーションを基本タスクの属性として持たせて戦略知識と呼ぶ。

また、操作対象を選択する基本タスクには、「リソース選択」、「リソースクラス選択」など、「ジョブ配置」基本タスク内部で行なわれているような、配置先を決定する過程を表すためのタスク

も含まれている。これらを基本タスクとすることによって、「ある基準でリソースを選択してからそのリソースに割り付け可能なジョブをいくつか選択して配置する」といった、より柔軟なスケジューリング手順を記述できるようにしている。

また本シェルでは、ジョブやリソース等の選択対象を集合として取り出す基本タスクや、集合から一つまたは複数(部分集合)の対象を選択する基本タスクを用意することによってスケジューリング手順の記述の自由度を高めている。

基本タスクの選択と組み合わせ、戦略知識の記述は、タスクフローチャートエディタによって図式的に行なうことにより計算機知識のないスケジューリング専門家にも理解しやすく、より簡単にスケジューリング手順が記述できるようにしている。第3図は本シェルのタスクフローチャートエディタである。

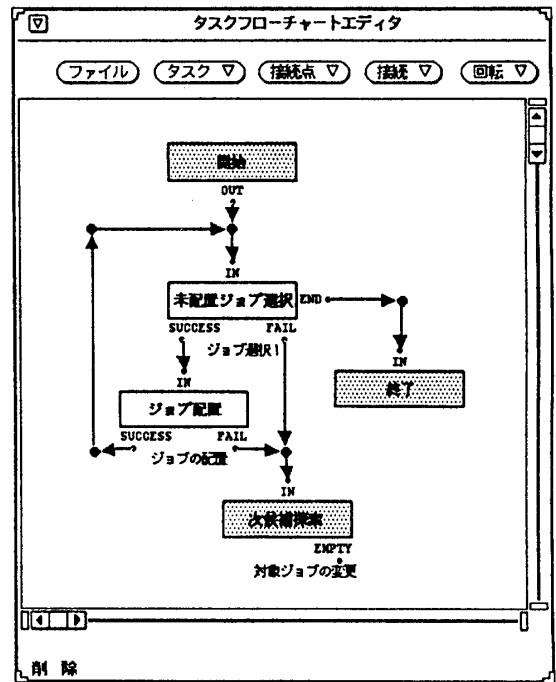


図3 タスクフローチャートエディタ

戦略知識は、エディタ上でタスクをクリックすることによってメニュー形式で選択できるようになっている。

### 6 おわりに

第3世代ESシェルにおけるタスク特化シェルの一つとして、スケジューリング問題向けのシェルについて述べた。このシェルは、基本タスクをわかりやすい図式的なエディタによって自由に組み合わせることができること、また在庫を考慮しながらジョブを機械に割り付けるなど、複数のクラスのリソースを扱うことができることが特徴である。今後はこのシェルによるスケジューリングESの開発例を増やしてシェルのブラッシュアップを図るとともに、デバッガを改良してスケジューリング手順知識の獲得支援機構の強化を行なう予定である。

### 参考文献

- [1] 荒木, 他: “第3世代ESシェル (ARES) における特定問題向けタスク特化シェル群”, 情報処理学会第46回全国大会論文集, 3D-4, 1993
- [2] 三條, 他: “第3世代ESシェル (ARES) スケジューリング問題向けタスク特化シェル - 知識獲得支援機構 -”, 情報処理学会第46回全国大会論文集, 3D-8, 1993
- [3] Tijerino, et al.: A Task Analysis Interview System That Uses a Problem-Solving Model, Proc of 1st JKAW, pp.331-344, 1990