

オントロジーによるスケジューリング知識の整理  
- 社内組立ラインを例として -

6J-1

黒澤 明 吉岡 健  
富士ゼロックス(株) 生産技術研究所

1. はじめに

我々は、生産日程計画の作成を支援するシステムを、利用者である生産スタッフ自らが開発できる環境としてスケジューリングドメインシェル[1][2][3]の研究開発を行ってきた。これまで社内プロセスラインを対象としてシステムを構築し、オントロジーの抽出を行ってきたが、今回ロット生産を行っている組立ラインを対象にオントロジーの抽出を行った。

2. 組立ラインのスケジューリング

本組立ラインでは上位計画はそれぞれに納期などの属性を持ったロット群として与えられ、それをラインに配置することでスケジューリングが行われる。まず、優先度の最も高いロットを1つ選択する。次にこの選択ロットを最も優先度の高いラインに配置し、制約をチェックする。制約違反の場合、次のラインに割付けを行い、割付け可能なラインがなくなれば、別のロットに対して同様な処理を行う。ロットの選択/配置のフローを図1に、本組立ライン内の製造システム要素を表1に示す。

表1 製造システム要素

要素	ライン	ロット	生産品	スケジュール結果
属性	ラインID 生産可能機種 優先生産機種 カレンダー ...	ロットID 生産品 ロットサイズ 最遅生産日 指定生産日 ...	製品名 製品形式 製品種類 ST	ロット 割付けライン 投入開始時刻 投入終了時刻

3. タスクオントロジーの抽出

スケジューリングとは、上位で作成した計画を詳細化し、スケジューリング対象(RCP:Recipient)をどのリソース(RSC:Resource)にどれだけの量いつ生産するか決定する問題である。我々は、この詳細化の過程を分割して部分問題化することで、組合せの数も減少し、実用的な時間で解を得ることを可能にできると考えている。

本システムでは、スケジューリング方法(タスク知識)を知識構造グラフという枠組みで表現している。スケジューリング問題を部分問題に分割し、

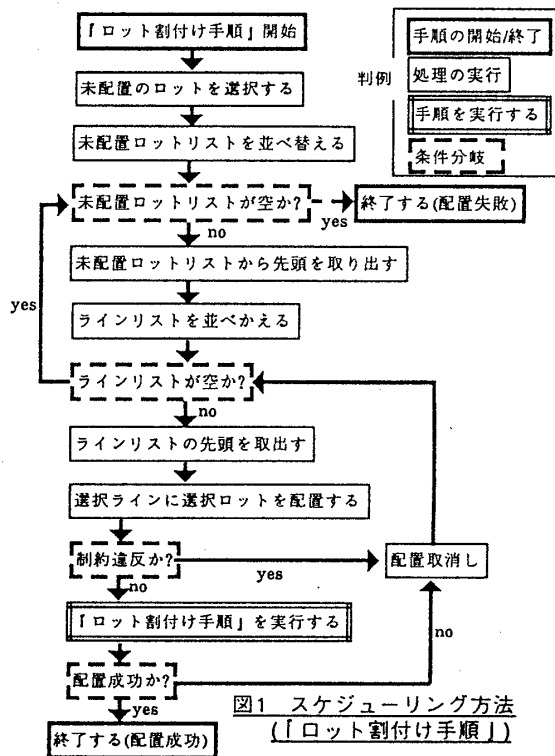


図1 スケジューリング方法  
（「ロット割付け手順」）

それらを解決する知識を「手順知識」、「割付け知識」、「制約知識」に分類し、各知識の属性(条件/戦略)としてオントロジーを割当て、各知識間で部分問題実行結果を伝達しながらスケジューリングを行っている。「割付け知識」では限定された割付け空間内でのジョブの割付け(割付け量の決定、及び時間の決定(配置))を、「制約知識」では制約条件と失敗時の処理について記述している。「手順知識」では、部分問題間の実行順序(部分問題の繰返しや選択)方法及び、問題の分割方法を記述している。ここでの分割方法として以下の4種類のオントロジーを抽出した。

- スケジューリング対象(RCP)を分割する
- 複数のスケジューリング対象(RCPs)を選択する
- リソース集合(RSCs)を選択する
- 割付け可能な期間(INT:Interval)を選択する

ここで分割の対象となるのはINT, RSCs, RCPsであり、「手順知識」から伝達される情報(割付け空間)は、INT×RSCs×RCPsで規定できる。図2に本組立ラインの知識構造グラフでの記述を、以下に抽出したオントロジー(戦略と制約条件)を示す。

- トップノード(繰返し手順知識)  
繰返し戦略: 全RCPsが配置完了まで繰返す。

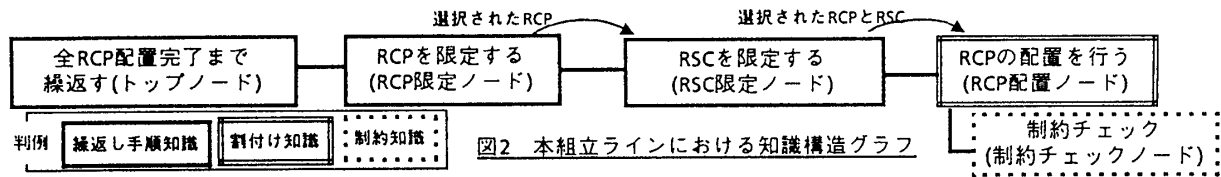


図2 本組立ラインにおける知識構造グラフ

- RCP限定手順ノード(繰返し手順知識)  
繰返し戦略: 1回繰返し  
割付け空間限定戦略: RCP選択
- RSC限定手順ノード(繰返し手順知識)  
繰返し戦略: 1回繰返し  
割付け空間限定戦略: RSC選択
- RCP配置ノード(割付け知識)  
割付け戦略: 前詰め
- 制約チェックノード(制約知識)
  - ① RSCの稼働時間を越える
  - ② 最遅生産日を越える
  - ③ 指定生産日と異なる
  - ④ 予定生産日と異なる

本組立ラインにおいては、RCPにはロットが、RSCにはラインが対応する。

この枠組みでタスクオントロジーに相当する戦略/条件をピックアップしていくと、特定のドメインや特定のタスク(スケジューリングアルゴリズム)に依存するオントロジーが増大するという可能性がある。結果として、ユーザーには理解しやすいが再利用性の低いものが膨大に蓄積されてしまうばかりでなく、新たなラインではさらに特殊な戦略/条件を付加しなければならないという問題点があることがわかった。

#### 4. ドメインオントロジーの抽出

本システムにおいては、ドメインオントロジーは、製造システム要素を表すオブジェクトと考えている。プロセスラインでは、静的な情報として生産品、リソース、プロセス、準静的情報としてカレンダー、マスタープラン、動的情報としてジョブ、スケジュールをオントロジーとして抽出した。本組立ラインに対応する為には表1のオブジェクトが表現できる必要がある。

前章で抽出したスケジューリング対象(RCP)は、本組立ラインではロットが相当する。また、生産計画が各生産品の月生産量で与えられている場合には生産品を規定することでRCPの規定ができる。スケジューリング方法の種類によっては、複数の生産品をスケジューリングのなかで組み合わせるロットを生成し、そのロットをスケジューリング対象(RCP)としている。このため、ロットオブジェクトを製造システムのドメインオントロジーとして追加する必要がある。また本組立ラインに

対応するためには、このロットオブジェクトに、生産品、最遅生産日、指定生産日などの属性を設定する必要がある。

しかし、現場の詳細なニーズに対応していくと、製造システムオブジェクトに記述する属性の項目数が増大する問題がある。これらの付加情報は特定のラインに依存するものが多く、対象を限定しても、全ての可能性を網羅することは困難であり、かつ無駄が多い。タスクに依存する属性を設定/記述できる汎用的な枠組みが必要と思われる。

#### 5. 考察

3章で指摘した様に、本システムの枠組みでタスクオントロジーを抽出していくと、その数が膨大になってしまう問題がある。これは、抽出対象としているタスクオントロジーの粒度が粗いことに起因していると考えられる。粒度を細かくする試みとしては、ティヘリノら[4]が行っている様なプリミティブな汎化語彙の抽出がある。プリミティブな語彙を用いてタスクを記述すると、柔軟に記述できる反面、プログラミング言語での記述に近くなり、我々の本来の目的である生産スタッフ自身がスケジューリングシステムを記述できるという事と相反してしまう。今後、この矛盾を解消できる適切な粒度の設定や、スタッフがシナリオで誘導されながら自然に記述できる枠組みを検討していく。

#### 6. おわりに

社内の組立ラインを調査し、オントロジーの抽出を行った。今後、単語レベルでの語彙の整理を実施し、それらを組合せ、スケジューリングオントロジーの適切な粒度等を探索していく。

#### 参考文献

- [1] 吉岡 健・黒澤 明「バッチ生産用スケジューリングドメインシェル-システム構成と製造システムモデル-」、情報処理学会第47回全国大会 1N-7、1993
- [2] 黒澤 明・吉岡 健「バッチ生産用スケジューリングドメインシェル-スケジューリング知識構造グラフ-」、情報処理学会第47回全国大会 1N-8、1993
- [3] 吉岡 健・黒澤 明「スケジューリングドメインシェルのためのモデルの提案」、人工知能学会第8回全国大会 13-7
- [4] ティヘリノ・ジュリ・A他「タスクオントロジーと知識再利用に基づくエキスパートシステム構築方法論」人工知能学会誌Vol.8 No.4、1993