

プリント板設計工程管理支援エキスパートシステム

1L-1

玉野正剛* 飯塚順子** 末田直道**

株式会社 東芝 *青柳工場

**システム・ソフトウェア技術推進部

1. はじめに

スケジューリング問題には列挙法、解析的方法、分岐限界法、ディスパッチング法等の手法がある。これらの解法には未だ問題点が多数ある。そこで、スケジューリングの分野に知識工学を応用するということが考えられる。本稿では、論理設計されたプリント板を実装設計担当者に割り付け(スケジューリング)、プリント板実装設計工程の進行状況を見ながら割り付けを変更する(工程管理)というプリント板の設計工程管理においてスケジューリングの問題に適用した知識工学的手法を中心に述べる。

2. スケジューリングの現状と問題点

従来のスケジューリングにおける共通の問題として以下の3つが挙げられる。

- a. 生産設備等もアルゴリズムに組み込まれているため、設備の改良、変更、運用形態などの変化が起こると生産モデルを再検討し、アルゴリズムの大幅な修正、新規アルゴリズムの開発をする必要が生じる。
- b. 外乱因子により評価基準が変わった場合もaと同様のことが生じる。
- c. 最適解を求めるため全探索を行うと組合わせが膨大となり、実行時間がかかりスケジュールを求むることができなくなる。

それに対し、要求されている機能としては、適応性の良い再スケジューリング機能であり、多様性を持つ多目的スケジューリング機能である。これらを実現するためスケジューリング問題への知識工学的手法の応用として次のことが考えられる。

- 1) 設備など変化するものをフレーム表現を用いて記述し変化に対応する。
 - 2) 評価基準も専門家の知識として表現する。
 - 3) 制約条件にも知識表現手法を用いる。
 - 4) 全探索において、専門家の知識を用いて組合わせの枝切りを行い、探索領域を小さくする。
- 2)と3)の利点は評価基準、制約条件の記述、追加、変化が容易になる。

3. システム概要

3.1 システムの知識構成

プリント板設計工程管理支援エキスパート・システムの知識はプリント板の知識と担当者の知識の2つに分かれる。

- 1) プリント板の知識: 種類 標準工数 標準工程 難易度 納期 投入日 etc

- 2) 担当者の知識: 熟練度 1日の標準保有工数 年休予定日 残業予定時間 etc
各知識はフレーム表現を用いて表す。

3.2 プロトタイプのプロウ

スケジューリングのプロトタイプの処理フローを図1に示す。

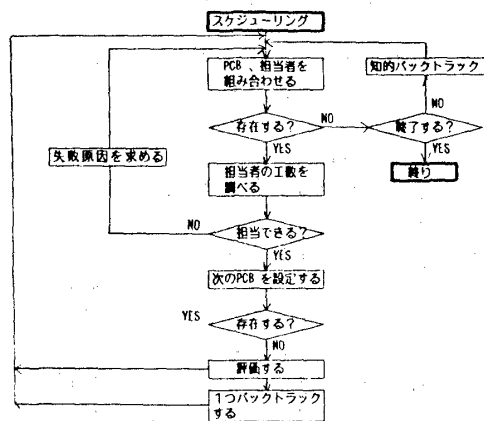


図1 スケジューリングのプロウ

4. 知識工学的手法の応用

スケジューリングにおける知識工学の応用として、今回専門家の知識及び、バックトラックを高度化した知的バックトラックの2つを取り挙げる。

4.1 専門家の知識

専門家の知識は次の2つに分類し、ルール表現としてプロダクションで示す。

- a. “～しなければいけない” (原則ルール)
制約条件となるようなもの
IF プリント板<?A>の難易度が大きである
THEN 担当者の熟練度は高でなければならない
- b. “～した方がよい” (推奨ルール)
した方がうまくスケジューリングができるという知識であり、制約条件とはなりえないものである
IF プリント板<?A>の難易度が小である
THEN 担当者の熟練度は低の方がよい

b.の知識においては、担当者の熟練度に 高 中 低とあれば、熟練度が低の担当者のみでなく、高又は中の担当者が行なってもよいことを暗に表現している。
b.の知識の実現方法として、知識を陽に持つ方法と暗に持つ方法が考えられる。前者は、熟練度 高 中 低のそ

それぞれに対し知識としての重み付けを直接行う。後者は、基本データとして熟練度の重み付けに関する知識を格納しておき、b.の知識によって 実現可能とする知識を生成する方法がある。今回試作のシステムには後者を検討した。

4. 2 知的バックトラック

知的バックトラックはバックトラックを行うときに推論が失敗した原因を求め、その原因となる状態を作り出した推論までバックトラックを行う機構である。

その利点として

- 1) 無駄な推論は行わせない
- 2) 推論結果を速く得られる

が、挙げられる。

以下で、知的バックトラック機構のアルゴリズムをプリント板と担当者の割り付け問題で記述する。

- STEP1 プリント板Aを選び、担当できる（ルール適合）担当者を選び、作業可能担当者名リストをつくる。
- STEP2 このリストより1人取り出しプリント板に割り付ける。成功の時（作業負荷に問題が発生しない）、リストを保存して次のプリント板を割り付けるためSTEP1へ戻る。
- STEP3 割り付けが失敗した時、作業可能担当者名リストに、担当者が残っていればSTEP2へ。リストが空であればSTEP4へ。
- STEP4 失敗原因の中で、最近に割り付けを行った組み合わせ（プリント板M-担当者Z、リストN）を求め、そこまでバックトラックする。失敗原因がなければ、プリント板Aの前に割り付けたプリント板までバックトラックする。

4人の担当者（A～D）に6枚のプリント板（P1～P6）を割り付けた例を示す。5枚まで割り付けた状態（図2）でのスケジュール状態（図3）より、6枚目のプリント板（P6）は割り付けることができない。失敗の原因となった最近の割り付けはP4-Cである。知的バックトラックでは、S52の状態を作る推論は行わずに、失敗原因までバックトラックする。これによってS52の状態を作り、そこから新たにP6を割り付けるという推論の無駄が省ける。

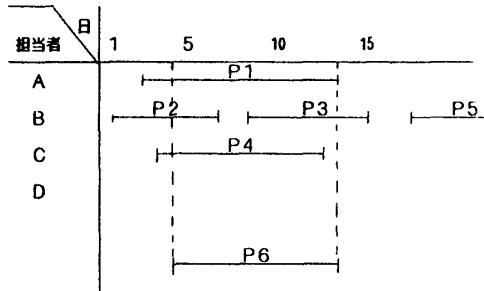


図3 P5までのスケジュール状態

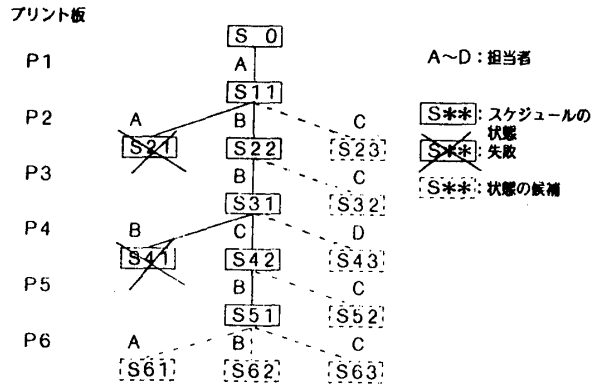


図2 P5までの割り付け状態 (但し、担当者Dはプリント板P6に対して能力的に担当できない)

5. プロトタイプの評価

専門家の知識に、プロダクション表現を用いたため知識の記述、追加、修正が容易に行えるようになった。

また、現在のスケジューリングのアルゴリズムは列挙法に近い手法であるが、プリント板40枚、担当者10人としたとき一度に25枚分バックトラックを起こした場合もあり、枝切りに役立つ。

問題点の改良としては次の通りである。

- 1) 実行時間の短縮
 - a. 分岐限界法の手法を取り入れ、枝切りを多くする
 - b. スケジュールの探索メカニズム以外のところを手続型言語で記述し、実行速度を上げる。
- 2) 専門家の知識を再考
 - a. 現在、評価基準としては納期短縮度のみを考慮しているが、“～した方がよい”という知識の適合比率をも評価に取る。

6. おわりに

プリント板を設計者にスケジューリングするプリント板設計工程管理支援エキスパートシステムにおいて、専門家のもっている推奨ルールの扱いとTMS (Truth Maintenance System) に基づいた知的バックトラックを取り入れた点を中心に述べた。

今後アルゴリズム、知識の改良を行い実用の可能性の検証を行う予定である。

[参考文献]

- [1] Jon Doyle: "A Truth Maintenance System", Artificial Intelligence 12(1979)
- [2] Johan de Kleer: "An Assumption-based TMS", Artificial Intelligence 28(1986)
- [3] Mark S. Fox and et al: "ISIS: A Constraint-Directed Reasoning Approach to Job Shop Scheduling", CMU The Robotics Institute Technical Report
- [4] 伊東他: "フレキシブル生産システム" 日刊工業新聞
- [5] 人見: "生産システム工学" 共立出版