

3G-8

計画型問題における 制約の適用と候補の評価

川崎洋治* 木口重幸* 谷本一孝** 森永浩嗣**

(*日本電気株式会社 **中国日本電気ソフトウェア株式会社)

1. はじめに

エキスパートシステムと言え、従来は診断型のシステムが多かったが、最近ではニーズの変化などによって、本来はORの手法により解決されていたスケジューリング問題が、新しい分野となってきた[1]。本稿では、計画型問題における推論の中心的部分である、制約条件の適用と評価において絞り込み度と満足度という概念を導入し、スケジューリングの高速化と品質向上の方式を提案する。

2. 計画型問題と制約

この節では、計画型問題と制約条件についての枠組みについて述べる。

2.1 計画型問題

計画型問題とは、「制約を満足するようなタスクと資源の組み合わせを時間軸上に割り付ける問題」と定義することができる。ここで、タスクとはスケジュールを構成する基本要素であり、例えば注文や製品である。資源とはタスクを割り付ける対象であり、その製品を造るために必要な装置や人手である。制約とはタスクと資源の組み合わせを決める際に満たすべき条件である。

本稿で取り扱うスケジューリング問題は、タスクに資源を割り付ける作業を繰り返す問題であるとし、図-1のような流れを考える。

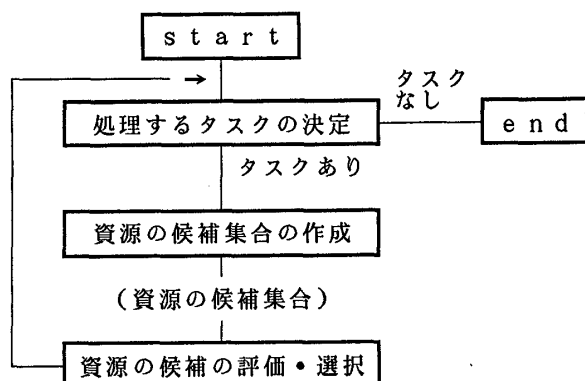


図-1 スケジューリングの流れ

2.2 制約条件

表-1に制約条件の例をあげる。各制約条件には、制約強度、絞り込み度、満足度が定義されている。

制約強度は、その制約条件がスケジューリングにとってどの程度重要であることを示す値である。本稿では、制約強度の値は1~10とし、値が大きいほど重要度が増すものとしている。

絞り込み度は、図-1の資源の候補集合の作成過程で、資源の集合から候補を絞り込むのに、どのくらい効率よく絞り込めるかを表す値である。言い替えると、その制約条件を満足しない資源の割合を表す値である。したがってこの値は、ノウハウなどによって得られる経験値であり、正確に定めることはできない。また、スケジューリングの状態にもよるので、一般的には動的なものと考えべきであるが、本稿では静的に定まるものとする。値は、1~10の値をとり大きいほどその制約条件を満足する資源が少ないことを表している。

満足度は、タスクと資源がその制約条件をどの程度満足しているかを表す値である。値は、1~10とし大きいほどより満足しているとする。例えば、制約条件1は、「作業効率が0.5以上の装置を割り付けた方がよい」としているが、0.5だと満足度は1であるが、作業効率がそれ以上だと満足度はさらに大きい値をとる。

制約条件名	制約条件 1	制約条件 2
条件	種類 T1 の製品には作業効率が 0.5 以上の装置を割り付けた方がよい	材料 M1 は 1 日の終わりには使いきった方がよい
強度	8	3
絞り込み度	3	7
満足度	作業効率： 0.5 のとき 1 0.6 のとき 2 ⋮	材料の残り： 0 のとき 10 5 のとき 7 ⋮

表-1 制約条件の例

Application of Constraints and Valuation on Candidates for Scheduling Problem

Youji KAWASAKI¹, Shigeyuki KIGUCHI¹, Kazutaka TANIMOTO², Hiroshi MORINAGA²

¹ NEC Corporation, ² NEC Software Chugoku, Ltd.

3. 制約の適用と候補の評価

本稿では図-1で示したようにタスクに対する資源の候補を、資源の候補集合の作成とその候補集合からの選択とを分けて考えている。次にそれぞれについて説明する。

3.1 制約の適用と緩和

スケジューリングの最も重要な部分は、割り付ける資源を選ぶ過程である。図-1の候補集合の作成の過程では、定義してある制約条件を全部適用して、資源の全体集合から候補を選び出す。制約条件の適用は、[2]などでは緩和の処理を考えて制約条件の重要度が大きい順に行っている。しかし、制約条件に定義した絞り込み度が大きい順に適用すれば、適用の回数を全体で少なくすることができる。しかし、制約条件が厳しすぎて候補が得られない場合は、制約条件を緩和することによって候補を得る必要があり、この場合緩和する順序は、制約強度が小さい順（重要度が小さい順）である。したがって、制約条件全体に対して両方の順序付が必要である。

3.2 資源候補の評価と選択

次に、絞り込まれた候補の集合から一つの資源を選択する過程について説明する。候補の評価の過程では、満足度という概念を導入する。満足度とは、制約条件を満たしたときに、どの程度満たしたかを数値的に表すものである。例えば、表-1の制約条件1では、作業効率が0.5以上ならば満たしたことになるが、0.5のときその満たす割合は1、0.6ならば2、……となる。全制約条件について、この満足度と制約強度の値とを掛け合わせ合計したものを、その資源の評価値とし、評価値が最大の資源を選択するものとする。

4. 適用例

以上の過程を例を用いて説明する。図-2では、各制約条件が、絞り込み度の大きい順に並んでいる。最初に適用したときは、資源3、4、10は制約条件1を、資源2、5、7は制約条件2……、をそれ

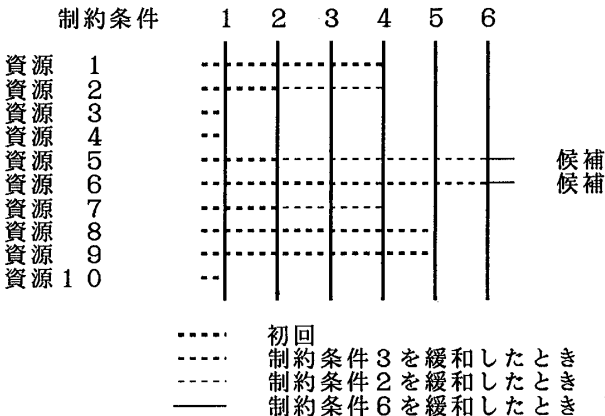


図-2 制約条件の適用と緩和

ぞれ満たさないために制約の適用を中断している。制約条件の適用の結果候補が得られないので、制約条件を緩和して候補を得ることとする。制約強度が最も小さい制約条件3を緩和する。制約条件3を満たさなかった資源（資源6、資源8）に対して、制約条件3は満たしたもものとして次の条件を適用する。それでも候補が得られないので、さらに制約条件2を緩和する。その際、それ以前に緩和した制約条件の適用では、満足度の計算だけを行い、満足するしなにかかわらず次の制約条件の適用に進むことにする。例えば表-2で、資源5は制約条件3を満足しないがそのまま次の制約条件の適用を行っている。同じように候補が得られないので制約条件6を緩和して、資源5と資源6が候補として得られる。次に、候補の評価をする。資源5と資源6について、各制約条件の強度と満足度を掛け合わせその合計を計算する。この例では、資源6が選択される。

5. おわりに

本稿では、スケジューリングの高速化と品質の向上のために、絞り込み度と満足度という概念を導入した。従来のシステムでは、推論制御や制約条件の中に、スケジューリングノウハウの一部として記述していたものを、別の概念として管理することにより、システムの拡張や改良などがやりやすくなる。しかし、絞り込み度の値を正確に決定するのは一般的に難しく、値をいかに与えるかは今後の課題である。

【参考文献】

- [1] 戸沢, 沼尾, 森下, 佐藤: 製鋼工程スケジューリング・システム: Schep lan(1~4), 情報処理学会第36回全国大会論文集, 1547-1554, 1988.
- [2] Yannick Descotte, Jean-Claude Latombe: Making Compromises among Antagonist Constraints in a Planner, Artificial Intelligence 27, 183-217, 1985.

制約条件	1	2	3	4	5	6	評価値
絞り込み度	10	8	7	4	3	1	
制約強度	10	3	1	6	9	4	
資源 1	5	4	6	0			
資源 2	7	0	1	0			
資源 3	0						
資源 4	0						
資源 5	3	0	0	7	4	0	108
資源 6	6	3	0	4	2	0	111
資源 7	2	0	3	0			
資源 8	6	5	0	2	0		
資源 9	5	4	6	1	0		
資源 10	0						

表-2 制約条件の満足度