

2N-2

知識型スケジューリングシステム
における改善知識型最適化方式

大場 みち子†, 薦田 憲久††, 原 敬市†††, 川嶋一宏††

†(株)日立製作所 ソフトウェア工場, ††(株)日立製作所 システム開発研究所
†††(株)日立マイコンシステム

1. まえがき

製造、流通、公共など多くの場で、生産スケジューリング、作業割付等の各種計画業務を計算機化したいというニーズが強くなっている。これに対し、最近、知識工学を応用した汎用的な計画システムの構築が進められつつある。しかし、知識工学的なアプローチでは、計画立案ノウハウを用いて、制約条件を満足するように生成した解が作られるだけで、最適性に関する考慮はほとんどなされていない。一方、より良い解を求めたいという計画業務の性格上、知識を活用しつつ、更に最適性を考慮できる手法の開発が強く求められている。これに対し、筆者等は生産スケジュール等のスケジューリング問題に汎用的に適用可能な知識型スケジューリングシステム¹を開発している。本講演では、この知識型スケジューリングシステムにおいて、最適解を効率的に作成する最適化機能²の最適化方式の基本的な考え方について報告する。

2. 知識型スケジューリング方式と最適化の考え方

(1) 知識型スケジューリング方式

知識型スケジューリング方式では、対象業務ごとに異なる計画条件を専門用語を用いて定義する。「状況の認識、戦略の決定、割付の実行」を繰り返すヒューリスティックな計画プロセスにより、計画条件を満足する解を導出する。この方式では、「納期が厳しいロット」、「割付時間が多い装置」などの計画状況を示す特徴量を定義して、この特徴量に基づいて計画状況を認識する。つぎに、「どのような計画状況ならば、どの割付方法を実行する」という戦略決定のノウハウをデシジョンテーブル形式の戦略決定テーブルで定義し、計画状況に応じた戦略を決定する。戦略決定では、戦略ノウハウとして戦略決定テーブルの中に複数の割付戦略(候補戦略)の適用優先順位をいれて、最も適用優先順位の高い戦略を選んで実行している。割付の実行では、戦略決定で選ばれた戦略に対応する割付アルゴリズムを実行する。

加工時間が長い製品	空き時間が多い装置	残工程が多い装置	納期余裕が少ない製品	戦略名称
5 >=				加工時間が長い製品割付 (戦略1)
6 <	2 >=		5 <	空き時間が多い装置割付 (戦略2)
		5 >=		残工程が多い製品割付 (戦略3)
			2 >=	納期余裕が少ない製品割付 (戦略4)
				納期着目割付 (戦略5)

図1 戦略決定テーブル

(2) 最適化方式の考え方

スケジューリング過程では、計画目標とする全体的な目的は、最終的にいくつかのサブ目的を最適にすることにより得られる。知識型スケジューリング方式では、戦略決定テーブルの適用優先順位を一時的に変更することにより、別の解を求めることができる。このとき、どのサブ目的の最適化に対してどの割付戦略が有効であるかがわかっているならば、ある状態でその割付戦略が使用されるように優先順位を一時的に修正することができ、各サブ目的を改善する解が得られる可能性が高い。この知識を、以下、評価値改善知識と呼ぶ。この操作を各サブ目的に対して実施することにより、解を計画者の希望するように最適化でき、計画目的を満足する解を作成することができる。

しかし、評価値改善知識は、経験的に得られる知識であり、必ずしも改善される解が得られるとは限らない。そこで、いくつかの別解を作成して、その中からよい解を選ぶこととする。上記の考え方で、すべての状態に対して割付戦略を変更した別解を作成しても、探索空間はあまり小さくならない。そこで、戦略ノウハウを用いた割付により初期解を作成する。つぎに、この初期解の解生成過程の状態遷移のパスを基に、できるだけ初期状態に近い状態で、割付戦略変更による分岐処理を実行することにより、探索空間を狭める。できるだけ初期状態に近い状態で分岐処理を実行して、もとの解と全く別の解をいくつか求め、その中から最良の解を選ぶことにより、効率的に最適解を求めることができる。

3. 改善知識型最適化方式

(1) 評価値改善知識 評価値改善知識は、評価項目を改善するために、各戦略が評価項目毎にどの程度有効かという経験的な知識である。この知識を評価項目毎に、その評価項目を改善するために各戦略をどの順序に適用するのが望ましいかという期待度を1から順に優先順位をつけて表わす(図2)。図2では、「未割付ジョブ数」という評価項目を改善するためには、戦略4を適用するのが最も改善の期待度が高く、戦略4が候補戦略になれば戦略5を適用するのが次善の策であるということを示している。

No.	評価項目	加工時間が長い製品割付 (戦略1)	空き時間が多い装置割付 (戦略2)	残工程が多い装置割付 (戦略3)	納期余裕が少ない製品割付 (戦略4)	納期着目割付 (戦略5)
1	未割付ジョブ数	0	3	0	1	2
2	段取り時間	1	3	2	0	0
	:					

図2 評価値改善知識

(2) 改善知識型最適化方式の考え方

評価値改善知識を利用した最適化方式を改善知識型最適化方式と呼び、その考え方を図3により説明する。図3では、○はノードと呼び解生成過程の各状態を、○のなかの数字はノードNoを示す。ノードとノードを結ぶ→は枝を示す。枝に割り付けられている戦略は、次のノードへ遷移する際に使用した戦略Noである。ノードに割り付けられているT(n)は戦略決定テーブルより決まるノードnでの候補戦略の集合を示す。ノード0での候補戦略は、適用優先度順に戦略4、戦略5であり、戦略4が使用戦略として選ばれる。以下同様に採用すべき戦略が決定され、初期解は、ノードNoが0→1→2→3→4という順で生成され、ノード4が初期解の最終状態である。

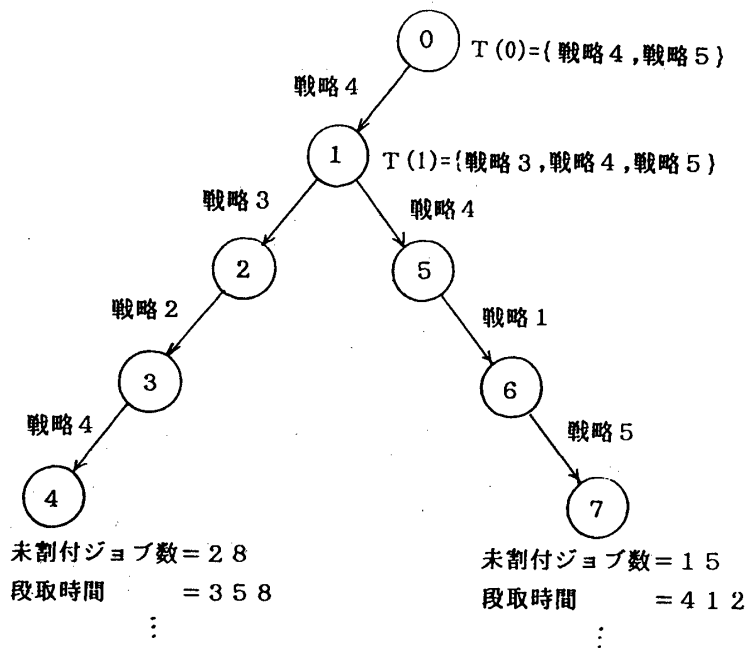


図3 改善知識型最適化方式の考え方

初期解を「未割付ジョブ数」について改善する場合の別解作成方法を以下に示す。図2の評価値改善知識では、改善評価項目「未割付ジョブ数」を減らす可能性の高い戦略は、戦略4、戦略5、戦略2の順である。そこで、まず、ノード0から順に評価値改善知識と候補戦略および使用戦略に基づいて、使用戦略より改善優先順位の高い候補戦略があるかどうかを調べる。ノード0の候補戦略中には、初期解で使用された戦略4より改善優先順位の高い戦略がない。次のノード1での候補戦略は戦略3、戦略4、戦略5であり、使用戦略3より改善優先順位の高い戦略4が候補戦略のなかにあるので、ノード1を分岐ノードとし、新たな使用戦略として戦略3を選ぶ。次にノード1の状態までバックトラックして割付状態を戻し、新使用戦略の戦略4を実行して、ノード5の状態を生成する。最適解を作成するためには、未割付ジョブ以外の評価値も最適に近いことが必要なため、ノード5以降は、戦略決定テーブルによるバランスのとれた割付実行を繰り返して新たな解を作成する。図2ではノード7の状態が新たな解(別解)の求まった状態であり、未割付ジョブ数に関して、初期解より改善された解が得られたことを示している。

さらに、段取り時間の合計等の別の評価項目を改善したい場合には、最良ケースの解を初期解として、上記と同様の処理によりいくつかの別解を作成し、その中で段取り時間の合計が最小の解を選ぶ。この場合は、段取り時間の合計を改善する評価値改善知識を用いて、状態を分岐するノードと新たな使用戦略を求める。同様に、ほかの評価値を逐次改善改善することにより、最終的に目標とする最適な解を求めることができる。

4. おわりに

本方式では、複数の評価項目に対して評価値改善のための経験的な知識を利用して、初期状態に近い状態で有効な状態分岐を行うことにより別解を作成する。この処理を繰り返して、各評価値を逐次改善することにより、効率的に最適解が得られる。

参考文献 1)原,他:知識型スケジューリングシステムの開発,日立マイコン技報, Vol.4, No.1, pp56-61

(1990-3) 2)大場,他:知識型スケジューリングシステムにおける最適化機能,第16回システムシンポジウム, pp161-166(1990-9))