1202 実時間プランニングに用いるシミュレーションモデルの研究

Simulation model for real-time planning

○ 南谷 稔 (電気通信大学) 正 高田昌之 (電気通信大学)

Minoru NAN'YA, University of Electro-Communications, Chofugaoka1-5-1, Chofu-shi, Tokyo

Masuyuki TAKATA, University of Electro-Communications, Chofugaoka1-5-1, Chofu-shi, Tokyo

In order to achieve efficient production in large item small volume production systems such as FMS (flexible manufacturing system), a scheduling have an important role. However, a schedule obtained in advance can not correspond to situation that high-priority order and machanical trouble are suddenly arised. In order to cope with such an unexpected situation, it is effective to carry out re-scheduling in real-time. But, in order to obtain a good solution which require mass computational power, it is said that the meta-knowledge which changes and performs a plan according to a situation is effective. This paper describes the system which achieves a real-time planning using the knowledge base incorporating meta-knowledge. The planner which uses meta-knowledge for the layer of a higher rank chooses a policy to be use scheduler such as SPT rule or EDD rule. Moreover, a better schedule can be obtained by adding more new meta-knowledge to a planner.

Key Words : meta-knowledge, real-time, knowledge base, large item small volume production

1 はじめに

FMS (Flexible Manufacturing System) などの多品種小量生産システムにおいて効率の良い生産を行うために、シミュレーションやスケジューリングは重要な役割を持つ。しかし事前にスケジュールを作成した場合、機械の故障や急な受注などの予期せぬ事態が生じたときに対応することが困難である。このような不測の事態に対応するためには実時間で再スケジューリングすることが有効であると考えられる。しかし、複雑なスケジューリングを短時間でやり、実時間で人間が満足するような良い解を出力するためには、多くの組み合わせの中から良い解へと選択を絞り込むことが必要となる。このような状況に応じて方針を変更し実行するには、メタ知識が有効であるといわれている。以上のことから適切なモデルの構築とメタ知識の利用により、より良いスケジュールを作成することができると考える。

2 知識ベースシステム

知識ベースシステムとは、人間の持つ知識や経験などのヒューリスティクスを用いて問題を解決するシステムであり、人工知能の手法のひとつである。知識ベースを使用する大きな利点として、広い状態空間を持つ問題に対する効果的な解の探索が可能である事が挙げられる。この利点によって短時間で解を発見することができる。

また、実時間でスケジューリングを行うためには、探索に対して時間の制限を与えることが必要になるが、一般的な知識ベースシステムでは解の探索に対して時間の制限を加えることが難しい。そのため本研究では、知識ベースに基づく推論に対して処理時間の制限機能などを加えた知識ベースシステム RRCS[1]を用いる。

3 プランニングの対象とするモデル

工場のプロセス制御モデルとして、workcell (以下 cell と略す) が自動倉庫につながっており仕掛品 (以下 WIP と略す) を cell で加工し倉庫に送るモデルを採用する。

cell の状態を以下の4つとする。

- idle** : cell がいつでも作業可能で WIP を待っている状態
- wait** : cell が WIP は割り当てられたが資源の空きを待っている状態
- setup** : cell が段取り替えを行っている状態
- run** : cell が作業中である状態

また、以下のことを前提条件とした。

- cell に個体差を導入する
→ 各 cell は異なる性能を持つため、cell によって同じ operation でも処理時間が異なる。また、cell によっては実行できない operation も存在する。
- operation は順次に行われる
→ 製品の作成に必要ないくつかの operation の列を job とし、同じ job の中の個々の operation は同時に処理されず、順序の入れ替えも考えない。
- 段取り替えの時間は一定とする
→ 1つの operation から各 operation への段取り替えを考えると計算量が極めて大きくなるため、個々の段取り替えの時間に大きな差異はないと考え、段取り替えの時間は全て一定とした。
- WIP の搬送時間は無視する
→ operation の処理時間が搬送時間よりも極めて大きいと考えて搬送時間を考慮しないこととした。

4 実時間プランニングシステムの構成

本研究のシステム構成を図1として以下に示す。

図 1: Real-time Planning System

- User : Order の入力を行う利用者
- Planner : メタ知識を用いて状況や Order に対して方策を選択し、Scheduler にスケジューリング、もしくは再スケジューリングを指示する。
- Scheduler : Planner から与えられた要求を満たすスケジュールを探索し、Planner に返す。製品を作成するのに必要な operation に関する知識や作業をする cell に関する知識などを Data base から参照する。
- World model : 実世界。スケジュールからの遅れや機械の故障などの再スケジューリングに必要な情報をシミュレーションする。
- Data base : 各 operation の処理時間などの知識や資源に関する知識のデータベース。Planner、Scheduler のどちらからも参照可能。

Planner にディスパッチングルールの SPT(Shortest Processing Time) ルールと EDD(Earliest Due Date) ルールを実装した。Planner は SPT ルールと EDD ルールを切り替えて Scheduler にスケジューリングを指示することが可能である。

5 結果

実験として、以下の工程を要する製品を用い、各製品を1回ずつ Order したときの工程スケジュールを作成させた。

表 1: process of each product

job 番号	製品名	operation 名
job1	productA	A1 → A2 → A3
job2	productB	B1 → B2 → B3 → B4
job3	productC	C1 → C2
job4	productD	D1 → D2 → D3
job5	productE	E1 → E2 → E3 → E4
job6	productF	F1 → F2
job7	productG	G1 → G2 → G3 → G4

時間0～300までのSPTルールとEDDルールによるスケジュールの例を図2および図3に示す。job番号とoperation名の入っていない斜線の領域は段取り替えである。

図 2: scheduled with SPT rule

図 3: scheduled with EDD rule

6 おわりに

各工程の処理時間が cell ごとに異なるため、単純にディスパッチングルールを用いるだけでは良い結果を出すことができない。しかし、静的な job shop 環境では SPT に関連したルールが様々な性能基準に対して良い結果を出すため、SPT に関連したルールについてはさらに検証する。

また、スケジュールを組む段階で短期間でのスケジュールに関する評価などの更なるメタ知識を導入することで、より良いスケジュールを作成できると考える。Planner に組み込むメタ知識として、大きく分けて以下の2つの分類を考えている。

- 実行状況がスケジュールとずれたときに再スケジューリングを実行するための知識
- 効率の良い最適解の探索法や推論時間を短縮するための枝がりに使用する知識

FMS でのスケジュールは工程の種類や処理時間に密接に関連している。そのためランダムに工程の数や処理時間を発生させ、スケジューリングのルールの適応範囲や優位性を分析、考察する必要がある。そこから、メタ知識としてヒューリスティクスや知識を導入する。

参考文献

- [1] 高田昌之, 中須賀真一, 大須賀節雄: 知識ベース・システムの実時間制御への応用, 1995 年度 人工知能学会全国大会 (第9回) 論文集 12-06, pp.251-254