

6G-7

生産管理スケジューリング・システム: KISS

中島裕生、加藤亨
カヤバ工業(株) 技術研究所

1. はじめに

機械工業におけるジョブショップ・スケジューリングに対して、AIの分野からこれまで幾つかのアプローチがされている。しかしながら、実用規模の量と種類を持つ制約条件のもとで、実用的時間でスケジュール結果を提示できるシステムは少ない。また、スケジューリングのような、一意的な解が存在しない問題解決で良く見受けられる、ユーザとシステムの対話的な協調作業を行う場合には、運用を重ねる過程でのスケジューリング・ノウハウ蓄積を自動的に行われる必要性がある。ここではこうした観点から開発した、機械工業におけるジョブショップを対象にした生産管理スケジューリング・エキスパートシステムKISS (Kayaba Industry Scheduling System)について述べる。

ジョブショップスケジューリングの特徴は、各加工品の加工工程数・加工順序が一定でないことや、理想的なFMS(flexible manufacturing system)に移行する過程、およびそれができない場合には、一つの工程の加工時間をかなり変動させる要因が存在するため、計画と実績の間に狂いが発生し、修正しようとするれば、再計画を繰り返さなくてはならないなどがある。また、多品種少量生産にあつては、機械設備は同じでも、多くの種類の製品が流れることも特徴である。

2. 制約条件

このスケジューリング・システムで考慮する制約条件は、以下のものである。

- ① 納期、② 生産の平準化（これは例えば毎月同じパターンで生産が行われ投入リソースを平滑化することである）、③ 製品・部品生産着手優先度、④ 工程フロー（各工程の接続順序であり、この中には同時加工工程・同時検査工程・衝突禁止工程・並列進行工程なども含まれる）、⑤ 工程への設備機械割り付け、⑥ 各工程内設備機械の生産能力（この中には、例えば機械加工工程における段取り・ディバッグ・加工・後片付け時間など、さらに非機械加工工程（表面処理、溶接、洗浄、マーキング、手仕上げ、各種検査）などの生産能力なども含む）、⑦ 人間労働に基づく変動要因（一日当りの作業時間、交替制、作業者スキル、作業者数）などである。

3. システム・アーキテクチャ

本システムの構成図を図1に示す。製品・工程／工程フロー・加工時間・設備・作業者・生産実績等のデータベースをもとに、先に述べた制約条件を満たすようにスケジューリングを行う。ここで用いているスケジューリング専用エンジンは、ヒューリスティクスを基に各ジョブを、制約条件を満足するように時間的な微調整を許しながらも、ほぼ決定的に割り付けていく。この方法は、実用的時間内でスケジュール結果が得られるというメリットがあるが、ヒューリスティッ

Production Scheduling System KISS
Yusei NAKASHIMA, Tohru KATOH
KAYABA Industry Co., LTD.

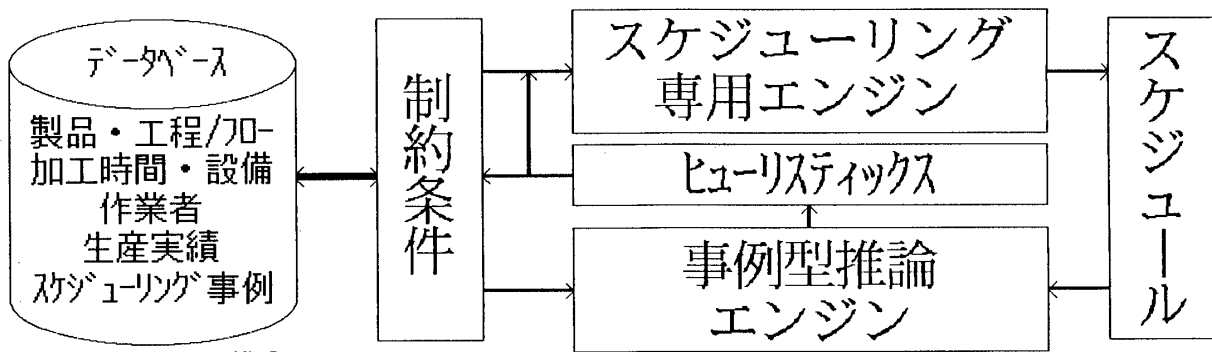


図1. KISSシステムの構成図

クスが十分でない場合には、スケジューリングに失敗するケースが多いのがデメリットである。失敗した場合には、失敗したスケジュール結果を基に、強さのスペクトラムを持つ制約条件の中から、スケジュールを満足いくものにするために、それらから幾つかを選択して緩和させるという修正・変更を行う。

ヒューリスティックスには、強い制約のものからスケジュール処理を行うとか、どの制約を緩和すれば満足するスケジュールが得られるかなどの制約条件に関連した戦略と、前向き・後ろ向きスケジューリング方法を組み合わせると良い解が得られるのはどのような場合かなどのスケジューリング・エンジンをいかに使うかという戦略が含まれている。KISSの特徴の一つに、こうしたスケジューリングに関連した一連のスケジューリング・オペレーションを事例(Case)としてデータベース化して、新規のスケジューリングに際して、その戦略を過去の事例を推論して提示する機能がある。これによって、運用を重ねる過程でのスケジューリング・ノウハウを自動的に蓄積することができるとともに、従来のヒューリスティックスに基づくスケジューリング方法より高い、解の生成を可能にしている。

事例型推論では、スケジュール条件の特徴抽出、それに基づく事例検索、現在のスケジュール条件と事例との類似性把握、スケジュール戦略の提示を行う。

本システムのハードウェアはシンボリクス社製記号処理コンピュータ3640を、ソフトウェアはCommon Lisp、フレーバ(オブジェクト指向言語)を使用している。

4. まとめ

このKISSは、S63年より実際に運用を開始しており、4種類の製品群で、工程数300の場合では、これまで専門家の手によるスケジューリングに150~200時間要

していたものが、3分に短縮できている。今後、質の高い(抽象度の高い)ヒューリスティックスを得るために、システムに学習機能を付加するように改良していく予定である。

〔参考文献〕Mark S.Fox, "Constraint-Directed Search: A Case Study of Job-Shop Scheduling", CMU-RI-TR-83-22, 1983

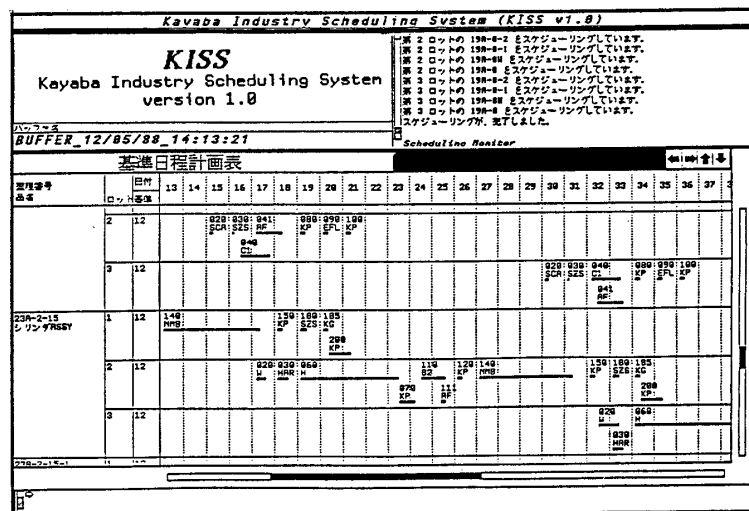


図2. カントチャート出力例