

設備割付の並列化による MRP の高速化手法

黄 双全 高橋 完 海老名 拓 宗形 聡 岡崎 司

(株)日立ソリューションズ東日本

1. はじめに

製造業では、事業のグローバル化により PSI (生産・販売・在庫) の多拠点・多段階にまたがる SCM が求められ、MRP で対象とするデータ量が膨大になっている。その一方で、グローバル市場の急激な変化に応じた迅速な意思決定が求められ、MRP の高速化が望まれている。

実務で利用される MRP では、設備の有限能力を前提に実行可能な計画立案を保証するため、ローレベルごとに所要量計算と設備割付を行う [1,2]。従来の MRP は、所要量計算を並列化することで高速化されてきた [3]。しかし、生産オーダーの設備割付は逐次的に処理されているため、さらなる高速化が困難であった。本稿では、設備割付処理の並列度を高めることで、MRP を高速化する手法を提案する。

2. 設備割付並列化の課題

品目の生産量と納期を指定した生産オーダー (オーダー) に対し、オーダーの設備割付とは、品目を生産可能な設備群の中からいつどの設備でいくつ作るのか能力を考慮して決定することである。しかし、通常は複数の品目を同一の設備で生産可能なため、設備割付処理の並列化は困難となる。

例えば、ある品目 P のオーダー 1 と品目 Q のオーダー 2 を割り付ける場合を考える。品目 P と品目 Q の生産可能設備をそれぞれ a と b , b と c とする。納期等を考慮して仮にオーダー 1 を先に割付けるとすると、オーダー 1 の割付処理が終わるまで設備 b の能力の空き状況は確定しないため、オーダー 2 の割付処理はオーダー 1 の処理が完了するまで開始できない。オーダー 2 を先に割付ける場合も同様である。このように、複数品目の生産可能設備が重複する場合には、オーダーの割付は逐次的な処理に限定される。これが設備割付の並列化を困難とする大きな要因である。

3. 設備割付処理の並列化手法の提案

複数の品目の生産可能設備に重複がある場合には、各品目のオーダーの設備割付処理が逐次的になる。しかし逆に、生産可能設備が互いに重複しない品目に紐づけられたオーダー同士の設備割付処理は並列化できる。

High Speed MRP2 Based on Parallelized Resource Allocation.
Shuangquan Huang, Kan Takahashi, Taku Ebina,
Satoshi Munakata, Tsukasa Okazaki.
Hitachi Solutions East Japan, Ltd.

そこで本稿では、MRP が対象とする計画立案期間を N 個 ($N \geq 1$) の小期間に分割し、各小期間の中では生産可能設備が重複しない品目グループに紐づくオーダー群の設備割付を並列化する手法を提案する。

図 1 のデータを例に $N=2$ の場合で提案手法を説明する。 $N \geq 3$ のときや、図 1 以外のより一般的なデータに対しても同様の議論ができる。

図 1 の上は立案期間を 1 から 6 とした場合の各品目の生産可能設備を示している。例えば、品目 P の生産可能設備は a と b であり、設備 a は期間 1 から 6 の全体にわたり品目 P を生産可能で、設備 b は期間 1 から 2 で品目 P を生産可能である。品目 Q と品目 R についても同様である。

図 1 の下は各品目のオーダーを示している。例えばオーダー 1 は品目 P のオーダーであり、納期と生産リードタイムから計算されるこのオーダーの最早完成日 (EFT) が期間 2、最遅完成日 (LFT) が期間 5 となっている。他のオーダーについても同様である。

図 1 の例では、立案期間を分割しない場合、生産可能設備が互いに重複しないように品目をグルーピングすることはできない。従って、オーダー 1 からオーダー 5 の設備割付処理は逐次的となる。

提案手法ではまず、立案期間を二つの小期間に分割する。分割方法としては、立案期間を均等に分割する方法や、各設備の生産可能期間の開始や終了の最頻値を用いた分割法がある。ここでは、後者の方法を用いて、期間 2 と 3 を境に分割する。すると、図 2 に示すように小期間 1 では $g_1 = \{\text{品目 } P, \text{品目 } Q\}$, $g_2 = \{\text{品目 } R\}$, 小期間 2 では $g_3 = \{\text{品目 } P\}$, $g_4 = \{\text{品目 } Q, \text{品目 } R\}$ と生産可能設備が重複しない品目グループが二つずつできる。

立案期間	1	2	3	4	5	6
品目 P	a, b	a				
品目 Q	b, c	c, f				
品目 R	d, e	e, f				

	品目	EFT	LFT
オーダー 1	品目 P	2	5
オーダー 2	品目 P	3	6
オーダー 3	品目 Q	2	5
オーダー 4	品目 R	2	4
オーダー 5	品目 R	4	6

図 1. 品目の生産可能設備 (上) とオーダー (下)

立案期間	1	2	3	4	5	6
小期間	1		2			
品目 P	a, b		a			品目 P
品目 Q	b, c		c, f			品目 Q
品目 R	d, e		e, f			品目 R

図 2. 小期間ごとの品目グループ

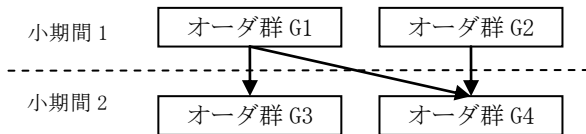


図 3. オーダ群の有向グラフ

次に、小期間ごとの品目グループに紐づくオーダ群を各オーダの EFT または LFT が属する期間に基づき構成する。仮に EFT に基づく場合、g1 に紐づくオーダ群は品目 P または Q のオーダで、かつ EFT が小期間 1 に含まれるものとなり、G1={オーダ 1, オーダ 3}となる。同様に g2~g4 に紐づくオーダ群はそれぞれ G2={オーダ 4}, G3={オーダ 2}, G4={オーダ 5}となる。

最後に、異なる小期間に属するオーダ群の割付け対象設備の重複に基づき、割付け処理の順序を規定するオーダ群の有向グラフを生成する。図 3 にオーダ群 G1~G4 の有向グラフの例を示す。例えば G1 と G3 は設備 a を共有しているため、G1 の処理が終了するまで設備 a の能力残数が確定されず、G3 の割付け処理は開始できない。このような場合、有向グラフに G1 から G3 に向かう辺を持たせる。他の辺についても同様である。

以上の手法により、並列割付け処理が可能なオーダ群を構築できる。同じ小期間に属するオーダ群(図 3 では G1 と G2, および G3 と G4) は並列割付けが可能である。異なる小期間に属するオーダ群については、辺で規定された順序関係を満たしたときは並列化できる(図 3 では、G1 の割付けが終了すれば G2 の終了を待たずに G3 の割付けを開始できる)。

4. 評価実験

提案手法の有効性を検証するため、二つの実験データを用いて性能評価を行った(表 1)。データ 1 は一般的な MRP のデータ規模を想定したものであり、データ 2 はグローバル環境下での大規模データを想定したものである。各データを用いて 3 章の提案手法に基づき有向グラフを生成し、一つのオーダ群の割付け処理を一つのコアに割当る並列処理を行った。従来手法は逐次の設備割付け処理を実行した。実験に使用した PC の CPU は 4 コアである。評価結果を図 4 と図 5 に示す。性能は割付け処理時間で評価した。

表 1. 実験データ

データ	品目数	設備数	生産可能設備情報数	オーダ数
データ 1	6465	53	16046	46377
データ 2	6366	534	15605	41276

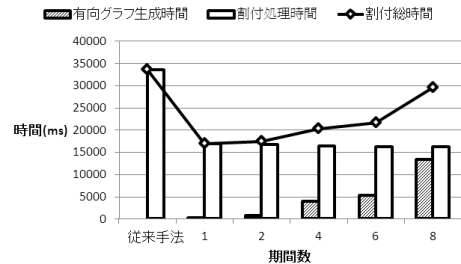


図 4. データ 1 を用いた評価結果

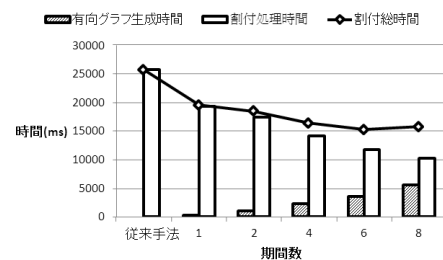


図 5. データ 2 を用いた評価結果

データ 1 を用いた場合、N=1 (期間分割しない)の時に最も高性能で割付け処理の総時間は従来手法の 1/2 となった。また、データ 2 を用いた場合は、N の増大に伴って割付け処理時間が減少し、N=6 で設備割付けの総時間が最少となった。一方、N に応じて有向グラフの生成時間も増加するため、N=8 ではより総時間がかかっている。

実験結果により、グローバルに多拠点・多段階による大規模データを対象とした MRP では、割付け処理の並列化手法として提案手法が有効であるといえる。

5. おわりに

本稿では、立案期間を小期間に分割し、各小期間の中では生産可能設備が互いに重複しない品目グループに紐づいたオーダ群の設備割付けを並列化する手法を提案し、実験により提案手法の有効性を示した。今後の課題として、有向グラフの生成時間の削減が挙げられる。

参考文献

- [1] W.J. Hopp, M.L. Spearman, "Factory Physics", McGraw Hill Higher Education, 3 edition, 2008.
- [2] 今野 和幸ら, "ハイテク家電業界向け生産計画システム「SynPIX」の開発", 日立 TO 報, 第 11 号, pp.5-10, 2005.
- [3] 築島 隆尋ら, "並列 MRP システムにおける同期管理方式の開発", 電気学会論文誌 C 巻, Vol.122-C, No.7, pp.1209-1217, 2002