

セル生産システムにおけるグルーピング問題に関する研究

1 序論

製品の多仕様化・多品種化に伴って、多品種少量生産が求められるようになってきている。これに対応するためにセル生産システムが注目されている。部品を加工するための加工セルと、加工された部品を用いて製品を組み立てるための組立セルの両方を考慮して生産システムを構成する際、部品、機械、サブアセンブリを適当にグルーピングし、セルに割当てることが重要である。

清水ら [1] は全体のグループ化問題を部品グループ化と機械、サブアセンブリのグループ化の 2 つの問題に分けて解いている。本論文では部品のグループ化で p -median 問題に定式化するのに加え、中心部品の選択方法として類似度の大きい部品を伝えていく手法と、機械、サブアセンブリをセルに割当てるとして得点を与える手法を提案する。

2 生産システムの効率化

多品種少量生産に対応し、各製品を種類として捉えるのではなく、群として捉える考え方として、グループテクノロジー (Group Technology; GT) がある。加工、組立の工程の似ている、部品、機械、サブアセンブリをグループ化することによって、設備の共用化を図り、数少ないラインで多くの品種を作れるようにしたものである。

グループ化された行列を評価する指標にグルーピング効率 (Grouping Efficacy; GE) がある [2]。この効率が高い生産セル構成ほどよいとされる。

3 提案するグルーピング手法

部品グループ化問題に k -means 法を適用する際の中心部品の移動方法は、同じ部品ファミリー内にある部品とそのファミリーの中心部品との類似度係数を比較し、類似度係数最大の部品を次のファミリーの中心部品とする。中心部品の移動と部品ファミリーへの割当を交互に繰り返して行い、変化がなくなれば終了する。ただし、この方法では局所最適解しか求められないためランダムに類似度と関係ない部品を中心部品とし、目的関数を最大にする結果を選択する。

次に、部品ファミリーが割当てられたセルに機械(またはサブアセンブリ)を割当方法を述べる。すべての機械、セルの組合せに対して、部品 i が機械 m で加工され、セル l に属しているとき C_{lm} に 1 加える。部品 i が機械 m で加工され、セル l に属していないとき C'_{lm} に 1 加える。それ以外のときは 0 とする。 C_{lm} はセル l に対する機械 m の割当のプラス得点、 C'_{lm} は割当のマイナス得点となる。

$$T_{lm} = C_{lm} - C'_{lm} \quad (1)$$

T_{lm} がセル l に対する機械 m の総得点となる。これを用いた機械割当の手順は

1. $borderline = 0$ を設定

2. $C'_{lm} \leq borderline$, かつ $T_{lm} \geq 0$ ならば、機械 m をセル l に割当てて。
3. $C'_{lm} \leq borderline$ ならば、機械 m をセル l に割当てて。
4. すべての機械が割当てられれば終了。そうでなければ、 $borderline$ に 1 を加えて 2. に戻る。

割当の際に、1 つのセルに対する割当上限数を超えた場合、上限数未満のセルに割当てて。サブアセンブリに適用するときは機械 m をサブアセンブリ n に置き換え、セル数をサブアセンブリ 部品行列で設定するセル数に置き換える。

4 数値検証

既存手法で扱っている問題に対して提案手法を適用し、GE の比較検証した。機械 部品行列, サブアセンブリ 部品行列のセル数がともに 4, 機械割当上限数 10, サブアセンブリ割当上限数 6, 割当下限数はともに 3 の場合の機械 サブアセンブリ行列を図 1 に示す。色付き部がセルにあたる。この行列の GE は 0.66 である。

		機械:M																				
		5	8	19	20	3	2	11	14	4	6	7	13	15	17	1	12	18	5	9	16	10
サブアセンブリ:S	5	2	2	2																		
	8	3	3	3																		1
	19	3	3	3																		1
	20	3	1	1	1	3	2	3	1												1	1
	3	1				2	2	2														1
	11	1				3	2	3	1	1	1	2	1	2	1						1	1
	14	6	1							1	2	3	1	3	1							1
	4	1								2	2	3	1	3	1							1
	6	1	2	1						2	3	4	1	4	1							1
	10	1							1												1	2
	15	1			3	2	3	1	2	3	4	1	4	1								1
	1	1		1		1											5	4	3	1	3	2
12	1		1		1	2	1								2	5	4	3	3	4	2	
9																				2	3	
16																					3	
13																					2	
17																					3	
7																					2	
18																					3	
5																					2	
9																					3	
16																					2	
10																					3	

$\Gamma_{MS} = 0.66$

図 1: セル数 (4,4) 上限値 (10,6) の MS 行列

5 結論

本論文では、加工と組立の両方を考慮し、部品のグルーピング、機械、サブアセンブリのセルへの割当をした。グルーピングの過程で部品グループ化では既存手法にならない p -median 問題として定式化するが、中心点の更新の際に提案手法を利用することでより良い解の探索することができる。機械、サブアセンブリの割当には理解しやすい式を用いることで、既存の GE より高い GE が得られた。

参考文献

- [1] 清水慎二, 本位田光重: “加工と組立を統合したセル生産システムに対する数理的設計法,” 平成 20 年度日本経営工学秋季研究大会予稿集, pp. 50-51, 2008.
- [2] C. Suresh Kumar, M.P. Chandrasekharan: “Grouping efficacy: A quantitative criterion for goodness of block diagonal forms of binary matrices in group technology,” Int. J. Prod. Res., Vol. 28, No. 2, pp. 233-243, 1990.