

マルチエージェントの協調による ジョブショップスケジューリング問題の解法

日大生産工 ○時田 翼 日大生産工 山内 ゆかり

1 まえがき

ジョブショップスケジューリング問題(Job-Shop Scheduling Problem:以下JSP)は、ある製品の製造工程において複数の仕事を複数の機械に割り当てる組合せ最適化問題の一つである。JSPは、全ての工程が終了する時間(Makespan)の最小化を目指すものだが、仕事や機械の数が増えるにしたがい、その組み合わせの最適化は困難となる。

本研究では、機械に到着したエージェントの内、待ち時間になっている複数のエージェント同士を比較し、順番を並べ替える3つの手法を提案する。

2 実験環境および提案手法

2.1 マルチエージェント

本研究では、JSPの解を導き出す方法として、マルチエージェントを採用している。仕事と同じ数のエージェントを用意し、配列の盤上に機械とエージェントを配置する。(Fig.1)エージェントは問題順に処理すべき機械を目指して盤上を走り、到着したところで仕事をする。

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		A1			M2					
1		A7						A4		
2					A2					
3		M3					M6	A5		
4		M4		A6				M0		
5			A0						M9	
6		M1	M5	A8	A3					
7		A9			M7					
8									M8	
9										

Fig. 1 初期配置 例

(Fig.1)の M は機械、A はエージェントである。

2.2 エージェントの仕様

エージェントは二つの情報を持っている。

- ・エージェントは、次工程を処理可能な生産装置の方角は知覚できるがその距離は分からない。

- ・エージェントは、自分の隣接する他のエージェントについて、その進行方向のみ知覚できる。二つのエージェントが隣接し、お互いの進行方向が向かい合っている時(Fig.2)は、片方のエージェントが道を譲る形で協調動作を行う。(Fig.3)このようにして、各エージェントは次工程の機械を目指して盤上を走る。



Fig. 2 エージェント衝突

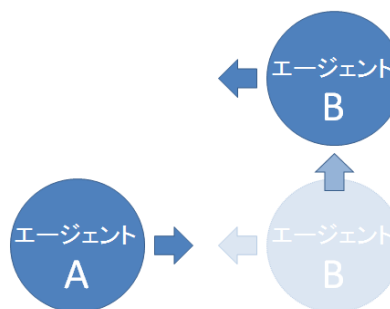


Fig. 3 エージェント協調動作

2.3 提案手法

待ちエージェントの並べ替え

エージェントが機械に到着した際、先に到着したエージェントにより既に機械が工作中のため、処理すべき機械に到着するも待ち時間が発生するエージェントが複数出てきてしまう。(Fig.4)そこで、待ち時間が発生している複数のエージェント同士を比較し、並べ替えをする手法を提案する。

- ・手法A: 残り処理工程数の多いエージェントを優先して並べ替えを行う。
- ・手法B: 現在の機械での仕事時間が短いエージェントを優先して並べ替えを行う。
- ・手法C: 残り処理工程数の多いエージェントを優先して並べ替えを行い、さらに同じ処理工程数の場合は、現在の機械での仕事時間が短いエージェントを優先して並べ替えを行う。

Wlist[0]	8	0	1	9	6	-1	-1	-1	-1	-1
Wlist[1]	7	4	2	5	-1	-1	-1	-1	-1	-1

Fig. 4 待ちエージェントリスト

(Fig.4)は、機械 0 と 1 に複数のエージェントが到着し、順番待ちをしている様子である。-1 は空白である。

2.4 対象問題

CS410/510SS Project Job Shop Scheduling[2]のベンチマーク問題ft10とabz5(どちらも10仕事10機械問題)を用いて、提案手法A・B・Cの有効性を検討する。比較対象は、待ち行列の並べ替えを行わない方法とし、各手法で10試行のシミュレーションを行った。

2.5 実験方法

10×10の配列の盤上に機械とエージェントを配置し、乱数を用いて毎回初期位置を変更する。

3 実験結果および検討

Table1に問題ft10の各手法によるMakespanを示す。ft10の最適解は930である。

Table1 ft10実行結果

問題 ft10	並べ替え無し	手法 A	手法 B	手法 C
10 回平均	1348.9	1274.5	1510.8	1328.4
最悪解	1435	1341	1574	1388
最良解	1276	1214	1394	1269
最適解との誤差	1.37	1.31	1.5	1.36

提案手法Aが10回平均・最悪解・最良解全てにおいて解の向上が確認できた。提案手法Bは、全てにおいて解の低下が確認できた。これは、その場の処理時間を見て並べ替えを行っているため、序盤に仕事時間の長いエージェントがいて、いつまでも順番を譲り続けてしまい、その結果、解が低下したものと考えられる。ft10では、最も良い結果が出た手法Aでも、最適解と比べて30%ほどの誤差がでてしまっている。その理由としては、ft10では、機械処理時間が非常に少ないものから、非常に多いものまで様々な問題になっており、提案手法Aは残り機械工程数が平均的になるよう処理順を並べ替えてしまうため、前半の仕事が短時間で、後半の仕事が長時間かかる仕事などが、前半の仕事をなかなか処理できず、良い結果が出なかったものと考えられる。

Table2に問題abz5の各手法によるMakespanを示す。abz5の最適解は1234である。

Table2 abz5実行結果

問題 abz5	並べ替え無し	手法 A	手法 B	手法 C
10 回平均	1411.4	1338.4	1465.1	1391.8
最悪解	1524	1504	1672	1504
最良解	1307	1243	1343	1313
最適解との誤差	1.06	1.01	1.09	1.06

ft10と同様に提案手法Aでは10回平均・最悪解・最良解全てにおいて解の向上が確認できた。さらに、最良解においては最適解に非常に近い解が確認できた。その理由としては、abz5では、全体的に仕事時間に極端な差が無いいため、提案手法による並べ替えによって最適解に近い解が出たものと考えられる。提案手法Bでは、ft10と同様に全てにおいて解の低下が確認できた。

これらの結果から、提案手法Aによる、残り処理工程数を比較して並べ替えを行う手法の有効性が確認できた。提案手法Cは、当初の予想では提案手法AとBを合わせたため、最も良い結果が出るのではないかと予想していたが、提案手法Bが悪く、あまり良い結果はでなかった。

4 まとめ

JSPの解法として、マルチエージェントを用いた手法を提案した。提案手法Aを用いることで、10回平均・最悪解・最良解全てにおいて解の向上が確認できた。エージェントの処理順を入れ替える方法として、残り機械工程数をみて並べ替えをしたため、処理工程が平均的にスケジュールされる形になっている。そのため、問題によって相性があり、苦手な問題も存在する。そこで、残り処理時間なども考慮して並べ替えを改良し、処理時間が向上するかを検証したい。

「参考文献」

- 1) 貝原 俊也, 藤井 進, 国正 聡, ジョブショップ生産ラインにおける進化型自己組織化スケジューリングの方法論に関する研究, 日本機械学会論文集 (C編), 65巻634号 (1999-6)
- 2) Job Shop Project, <http://web.cecs.pdx.edu/~bart/cs510ss/project/jobshop/> (最終アクセス日時 2013/10/24)