

要 旨

自動化・無人化工場で複数のAGV(Automatically Guided Vehicle)が効率的に稼働するには、各AGVのスケジュール決定を行い最適化を計る必要がある。本研究では、群AGVの調和スケジュールの最適化に遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithms: GA)を用いて決定する方法を提案し、計算機シミュレーションにより本方式の有効性を考察する。

1. はじめに

現在、工場での無人搬送手段としてAGVが使用されている。工場内で複数のAGVの行動を最適にする場合、大きく分けて二通りの方法がある。一つは事前に全AGVのスケジュールを決定し与える方法であり、もう一つは各AGVに自律的意志決定をさせる方法である。本研究は前者の方法を採用し、GAを用いて調和スケジュール問題を決定することを目的とする。また、数値実験を行い本手法の有効性を考察する。

2. 遺伝的アルゴリズム

GAは、生物進化に見られるいくつかの過程を模倣したアルゴリズムであり、解候補の集団で最適化を行う手法である¹⁾。以下に、GAの手続きを簡単に記述する²⁾。

- 1) 解候補を遺伝子(文字列)にコーディングし、個体とする。
- 2) 各個体が次世代に残すことのできる子孫の数は、個体の挙動を評価した上で決定する。
- 3) 個体数は一定とする。評価の高い個体から順に子孫を発生し、評価の低い個体は淘汰される。子孫の発生は、子孫の個体数が一定数に達した時点で打ち切る。
- 4) 新しく発生した個体に対して、交叉及び突然変異のGAオペレータを採用する。
- 5) 2)~4)の手順を繰り返し行い、終了条件を満たすと終了する。

3. GAのスケジューリング問題への適用

本研究で取り扱うスケジューリング問題は、全AGVが作業を終了するまでに要する時間の最短化問題である。AGVは図1に示されるフィールド内において、工程表に記された機械を廻るものとする。AGVに関する制約条件を、以下に記述する。

- 1) 各AGVの速度は一定とする。
- 2) 移動時間は、図1の1マス分を移動する時間を1単位時間とし、機械工作に要する時間はその7

倍とする。

- 3) レーンはAGV1台分とし、並走はできないものとする。
- 4) レーンは一方通行とする。
- 5) 各AGVの工程表は乱数により決定する。
- 6) AGVは、工程表に記された機械を全て廻り出発点に戻った時点で作業を終了する。また、巡回順は自由とする。
- 7) AGV同士の衝突の恐れがある場合は、直進する方を優先し、もう一方のAGVは停止させる。

以上を考慮し定式化を行う。

○個体(文字列)

GAに於ける個体 X_i ($i=1, 2, \dots, N$) を次のように記述する。

$$X_i = (ST_i, AM_i) \quad (1)$$

$$AM_i = \{am_{i,j}; j=1, 2, \dots, N\} \quad (2)$$

ST_i はAGVのスタート地点からの出発順を示す遺伝子、

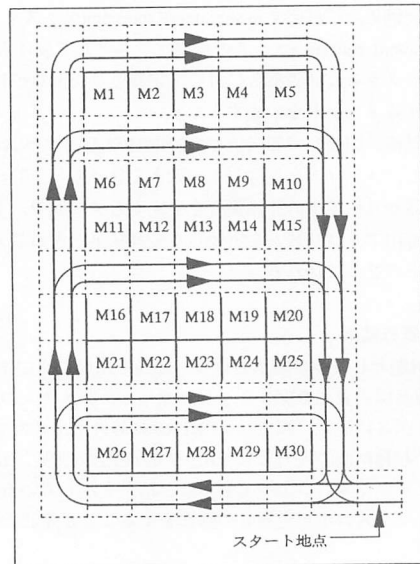


図1 フィールド

AM_iはAGVの機械巡回順を表す遺伝子の集合である。また、am_{i,j}はj番目のAGVの機械巡回順を表す遺伝子である。ここで、Nは個体数、nはAGV台数をそれぞれ意味する(図2)。

○評価

個体の評価は、実際にAGVをフィールド内で動作させるシミュレーションによって行い、全工程終了に要する時間t_iを評価とする。

○子孫数決定と淘汰

各個体X_iの子孫数P_iは次式により決定する。

$$P_i = \frac{Pt_i}{\sum_{j=1}^N Pt_j} \cdot N \quad (3)$$

但し、P_{t_i} = T - t_i (T > t_i)

全個体の子孫数決定後、評価の良いもの、すなわちt_iの小さいものから順に子孫を残し、子孫数がNに達した時点で残りの個体は無条件に淘汰させる。又、Tは淘汰圧を表すパラメータである。

○交叉

交叉はST・AM別に行う。それぞれP_{CST}, P_{CAM}の確率で行い、2つの個体間で同一箇所の1文字を交換する。

○突然変異

突然変異も交叉と同様に、ST・AM別に行う。それぞれP_{MST}, P_{MAM}の確率で行い、選ばれた個体の任意の1文字を別の文字に変換する。

4. 数値実験

実験はAGV10台、巡回する機械数をすべてのAGVにおいて5台として行った。また、個体数は20個体とし、交叉の確率P_{CST}, P_{CAM}は共に50%、突然変異の確率P_{MST}, P_{MAM}は共に10%、淘汰圧Tはその世代に於けるt_iの最大値としている。表1に示す工程表において、1000世代まで数値実験を行った結果を表2に示す。又、作業所要時間の収束状況を図3に示す。尚、1000世代での最良解の作業所要時間は135時間であった。

5. おわりに

本実験では、工場内の全AGVの調和スケジュールの最適化問題にGAを適用した。その結果、解の収束は確認できたが、図3に示されるように解の収束状況が悪いのが目につく。今後の課題は、最適解の効率的な計算法、収束しやすい交叉等の条件を考えることである。

参考文献

- 1) 嘉数他：遺伝アルゴリズムハンドブック，森北出版(1994)。
- 2) 和田健之介：遺伝的アルゴリズムと機械の進化，数理科学，NO.328，OCTOBER(1990)。

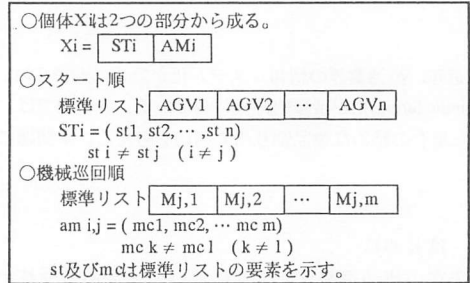


図2 個体の遺伝子情報

表1 工程表

	巡回する機械の番号				
AGV1	1	4	10	20	21
AGV2	8	12	15	16	19
AGV3	6	9	12	20	25
AGV4	14	17	24	25	30
AGV5	8	10	19	22	30
AGV6	1	6	14	22	23
AGV7	2	8	17	18	24
AGV8	6	12	16	20	22
AGV9	10	12	22	26	30
AGV10	4	17	19	21	28

表2 1000世代での最良解

○スタート順
AGV7 → AGV10 → AGV6 → AGV2 → AGV5
→ AGV9 → AGV8 → AGV1 → AGV4 → AGV3

○機械巡回順
AGV1 : M1 → M4 → M10 → M21 → M20
AGV2 : M8 → M12 → M19 → M16 → M15
AGV3 : M6 → M9 → M12 → M20 → M25
AGV4 : M17 → M30 → M25 → M14 → M24
AGV5 : M30 → M8 → M10 → M19 → M22
AGV6 : M23 → M22 → M14 → M6 → M1
AGV7 : M17 → M2 → M8 → M24 → M18
AGV8 : M16 → M12 → M20 → M6 → M22
AGV9 : M10 → M26 → M22 → M30 → M12
AGV10 : M19 → M17 → M4 → M21 → M28

○作業所要時間 135単位時間

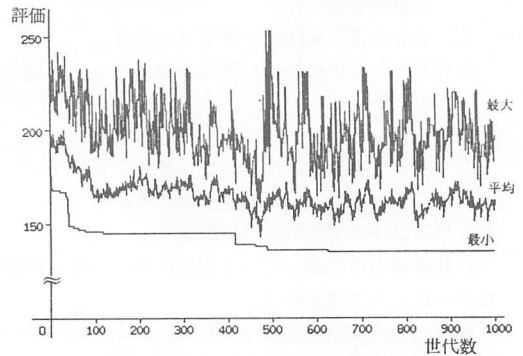


図3 解の収束状況