

1. はじめに

荷物を輸送する際、輸送元から輸送先への場所と時間を含む配送スケジュールを荷物が持つ場合がある。また、荷物の輸送先は複数あり、荷物を運ぶ輸送車両と輸送車両を運転する運転手が必要である。輸送車両には稼働可能台数、運転手には勤務可能人数が与えられている。これらの情報を調整して、輸送車両の最適な経路を考えた輸送スケジュールと、運転手の労働スケジュールを作成することになる。本報告ではこれをスケジュール付荷物の輸送問題と呼ぶ。

例えば、自動車輸送では荷物となる自動車には配送スケジュール、自動車を載せるトレーラーには稼働可能台数、運転手には勤務可能人数があり、これらの情報を用いて自動車をトレーラーに載せて輸送先まで配送するときのトレーラーと運転手のスケジュールを考える。しかしながら、このようなスケジュールの作成にはこれまで人間の経験に頼っていた。

本研究では、遺伝的アルゴリズム（以下、GAと略す）を用いて、スケジュール付荷物の輸送問題を解く方法を提案する。

2. スケジュール付荷物の輸送問題

スケジュール付荷物の輸送問題で用いる条件を以下に挙げる。

- ① 荷物のスケジュールは出発場所、到着場所、到着時間からなる。
- ② 複数の出発場所又は到着場所がある。
- ③ 輸送車両は輸送可能な荷物の重量制限がある。
- ④ 輸送車両の待機場所は1ヶ所である。
- ⑤ 輸送車両は待機場所から出発し、最後には戻って来る。

A study about transportation problem that considered a schedule of a load.

Yoshihito ISHIZUKA, Sigeyuki OHARA.

Tokai University

- ⑥ 一台の輸送車両には複数の運転手が乗る場合がある。

以上の条件を用いた例を図1に示す。待機場所○に運転手2人と輸送車両2台があるとす。場所□は4ヶ所あるとする。荷物は、最初場所Aにあるとする。表1は荷物の配送スケジュールである。また、輸送車両aは荷物aを、輸送車両bは荷物a, bを載せることができる。運転手aは輸送車両aを運

表1 荷物の配送スケジュール

荷物	移動	距離	到着時間
a1	A→B	20	9:00
b1	A→D	25	15:00
a2	B→C	30	12:00

転でき、運転手bは輸送車両a, bを運転できる。

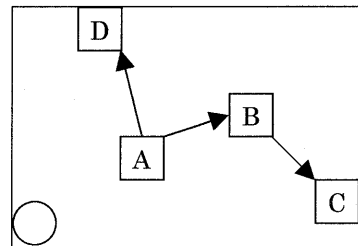


図1 スケジュール付荷物の輸送の例

このときの輸送経路の例を図2、図3に示す。

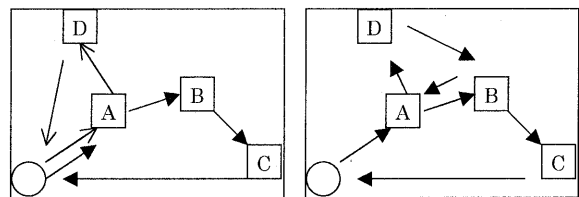


図2 経路の例1

図3 経路の例2

図2では、2台の輸送車両を用いている。図3では1台の輸送車両を用いている。しかし、経路を求めるのも、どの経路が良いかを求めるのも人間の経験に頼っているため、実際にはどの経路が本当に良いのか分からない。そこで、スケジュール付荷物の輸送問題内でスケジュールを持つ荷物を一つの都市だと考え、巡回セールスマン問題で用いられるGAを用いて最適な経路を求める。

3. GAを用いたスケジュール付荷物の輸送問題の解法

3.1 染色体の構造

GAを用いてスケジュール付荷物の輸送問題を解く場合、運転手、輸送車両、荷物を各々遺伝子として、コード化を行う。

輸送車両と運転手のスケジュールを表現する染色体と、染色体中の荷物遺伝子について説明する。

染色体は運転手と輸送車両の組み合わせと、そのとき配送する荷物の組み合わせを表している。荷物遺伝子は荷物の配送スケジュールを持っている。図4に染色体の構造を示す。

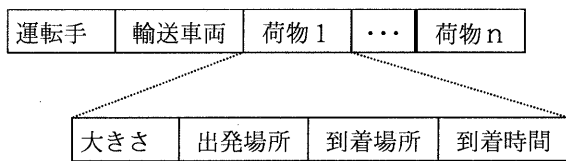


図4 染色体の構造

全ての荷物遺伝子が含まれた複数の染色体を染色体群といい、染色体群ごとに評価を行う。

3.2 評価関数

荷物遺伝子の出発場所と到着場所の距離を f_1 とする。

染色体中の荷物間の距離の総和を f_2 とする。

染色体の評価値 F は $f_1 + f_2$ とする。

輸送車両の種類 (g) は、輸送可能重量によって大、中、小に分けられ、数値に置き換えられる。ここではそれぞれ、4、2、1という値とする。

運転手が運転できる輸送車両 (h) は、全て運転できる人と、中、小しか運転できない人に分けられ、数値に置き換えられる。ここではそれぞれ、4、2という値を持つ。 $h \geq g$ が成り立たず時、運転手はその輸送車両を運転できる。

輸送車両の輸送能力 (i) と荷物の重量 (k) の関係を示す。

$i \geq k_1 + k_2 + \dots + k_n$ (n は同時に載せた荷物の個数) が成り立つ時、輸送車両はそれらの荷物に乗せることができる。

全ての荷物を含む染色体群 (AF) の最適とは、それぞれの染色体が ($h \geq g$), ($i \geq k_1 + k_2 + \dots + k_n$) を満たし、 $AF = F_1 + F_2 + \dots + F_m$ (m は輸送車両の台数) が最小となること。

3.3 GAオペレータ

選択

複数ある染色体群のなかから評価値がよい染色体群を選ぶ。

交差

図5のような点線の場所で交差できる。荷物は一定時間間隔に区切られている遺伝子なので輸送する荷物がない空の遺伝子も存在する。

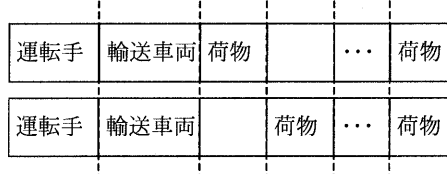


図5 交差位置

突然変異

染色体群間で同じ輸送車両の染色体を交換する。その後、荷物と運転手の数を確認し、調整しなければならない。

例として、図1のときの配送を考える。初期染色体群の一群が図6のようなものであった。

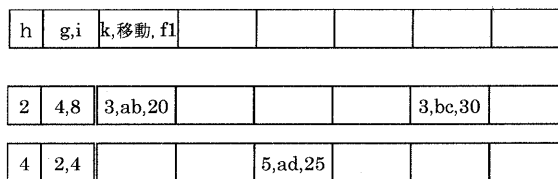
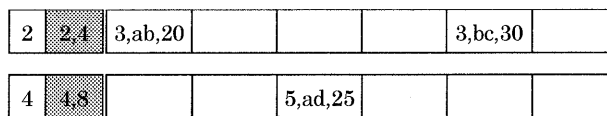


図6 初期染色体

この染色体群は ($h \geq g$), ($i \geq k_1 + k_2 + \dots + k_n$) が成り立たない。しかし、輸送車両の遺伝子部分を交差させることにより、図7で示す染色体群が作られる。この染色体群は図2で示す経路を示している。



路を示している。

図7 図2で示す経路の染色体群

4. おわりに

本研究では、遺伝的アルゴリズムを用いて、スケジュール付荷物の輸送問題を解くことを提案した。今後は本システムの検証を検討する予定である。

参考文献

[1]伊庭斎志：遺伝的アルゴリズムの基礎 オーム社 pp93-104