

## 1 はじめに

複数の輸送先へ大量の荷物を輸送する場合、輸送元から中継点へ荷物を輸送し、中継点から輸送先へ荷物を輸送するモデルがある。中継点がカバーする輸送先の集まりを輸送区域とする。従って、中継点とは輸送区域における輸送元である。輸送元と中継点は荷物の輸送手段としてそれぞれトラックをもつ。

先に輸送区域を設定することで、後から中継点を決めることもできる。

本研究では、輸送元のトラックが輸送元を出発してから各中継点へ荷物を届けて輸送元へ戻り、一方で中継点から出発した全てのトラックが輸送先へ荷物を届けて各々の中継点へ戻るまでの最大輸送時間（以下、最大輸送時間と呼ぶ）を短縮するために輸送区域分割最適化問題を提案する。

複数の中継点に複数の荷物を分配する組み合わせの数は、中継点の数を  $X$  とし輸送先の数を  $a$  とした場合、式 (1) に示す。

$$X^a = {}_a H_X \quad (1)$$

例えば  $X=5$ ,  $a=20$  とした場合、組み合わせの数は  $48 \times 10^{10}$  通りになる。

よって、輸送区域分割最適化問題に遺伝的アルゴリズム（以下、GA と略す）を適用する。

## 2 輸送区域分割最適化問題

輸送区域分割最適化問題とは複数の輸送先に対して、最大輸送時間と全トラックの総稼働時間が最も短くなるように輸送元がカバーする区域（以下、全輸送区域と呼ぶ）を最適分割する問題である。

輸送区域分割最適化問題を以下、輸送問題と呼ぶ。

輸送問題の解を得る上で以下の4個の条件を設定する。

### 【条件】

- ① 輸送元は1つである。
- ② 輸送先・中継点が所有する全トラックはピストン輸送を行なわない。

③ 中継点が所有するトラックは、各々積載可能量を持つ。

④ 輸送先が同じ荷物は1つと見なす。

全輸送区域では、トラックは全ての中継点を経由し輸送元へ戻るため巡回セールスマン問題（以下、TSP と略す）と考え、輸送区域では、各トラックは輸送先を経由し中継点へ戻るため TSP、または分業巡回セールスマン問題（以下、nTSP と略す）と考えることができる[1]。

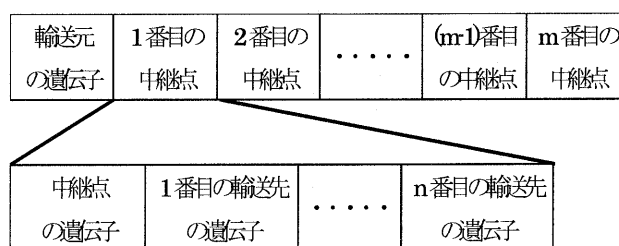
## 3 輸送問題への GA の適用

### 3.1 全輸送区域に対する GA

#### 3.1.1 染色体構造

図1に全輸送区域を表現する染色体構造を示す。

図1の構造を持つため、中継点が所有する全トラックの総積載可能量（以下、総積載可能量と呼ぶ）を超えているかどうかを判断することができる。



\*  $m$  は中継点の数

\*  $n$  は中継点が輸送する輸送先の数

図1 全輸送区域を表現する染色体構造

#### 3.1.2 評価関数

全輸送区域に対する GA で用いる評価関数について図2を用いて述べる。式 (2) に第1評価関数を示す。

$$T = \text{MIN} \left\{ \frac{1}{T_1}, \frac{1}{T_2} * A_2, \dots, \frac{1}{T_m} * A_m \right\} \quad (2)$$

$T$  を第1評価関数とする。また、各中継点の総積載可能量を超えた場合  $A_m=0$  とし、そうでない場合  $A_m=1$  とする。式 (3) に第2評価関数を示す。

$$T' = t_1 + t_2 + \dots + t_m \quad (3)$$

$T'$  を第2評価関数とする。

Shorten transportation time optimization for transportation area division

Yutaka TANI, Shigeyuki OHARA

Tokai University

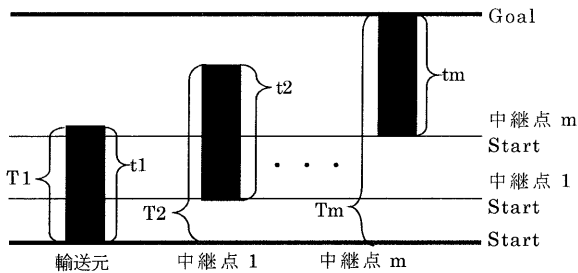


図2 全輸送区域における時間経過(\*縦軸は時間)

### 3.2 輸送区域に対する GA

#### 3.2.1 染色体構造

図3に輸送区域を表現する染色体構造を示す。

各中継点に関する輸送経路はTSP, またはnTSPと考えるため, 図3のような構造をとる[2].

図3の構造を持つため, 各トラックの積載可能量を超えているかどうかを判断することができる。

中継点 の遺伝子	1番目の 輸送先 の遺伝子	.....	n番目の 輸送先 の遺伝子	第1 分割点 の遺伝子	.....	第p 分割点 の遺伝子
-------------	---------------------	-------	---------------------	-------------------	-------	-------------------

\* 分割点とは遺伝子座の境界線である

\* p は中継点が所有するトラックの台数-1

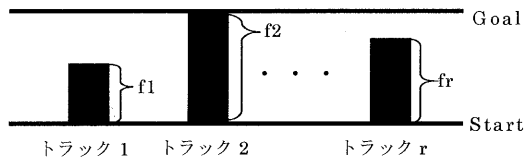
図3 輸送区域を表現する染色体構造

#### 3.2.2 評価関数

輸送区域に対する GA で用いる評価関数について図4を用いて述べる。式(4)に評価関数を示す。

$$F = \text{MIN} \left\{ \frac{1}{f_1} * B_1, \frac{1}{f_2} * B_2, \dots, \frac{1}{f_r} * B_r \right\} \quad (4)$$

F を評価関数とする。また, 各トラックの積載可能量を超えた場合  $B_r=0$  とし, そうでない場合  $B_r=1$  とする。



\* r は中継点が所有するトラックの台数

図4 輸送区域における時間経過(\*縦軸は時間)

## 4 評価

### 4.1 評価方法

輸送元-1個, 中継点-3個, 輸送先-9個, 各中継点が所有するトラックは1台, 総積載可能量と積載可能量は各々3として, 図5に示す例題について, 本システムと, 先に輸送区域を設定する場合との最大輸送時間における比較を行なった。

図5において○は輸送元, △は中継点, □は輸送先を示し, 各中継点の輸送区域を図5のように設定した。

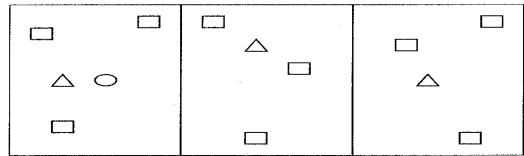


図5 例題

## 4.2 評価結果

表1に例題における両者の最大輸送時間を示す。また図6に両者の輸送経路を示す。

表1 最大輸送時間における比較

	本システム	既設定輸送区域
例題	2時間 41分	3時間 7分

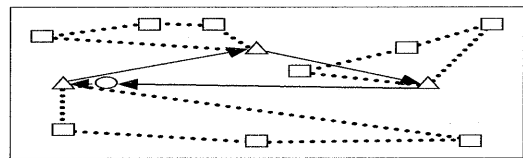


図6.1 本システムの輸送経路

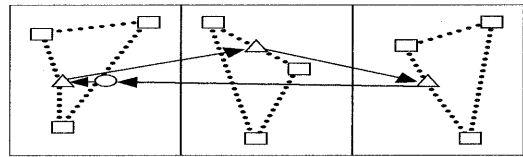


図6.2 既設定輸送区域の輸送経路

図6 輸送経路

以上の結果より, 本例題においては本システムでの最大輸送時間は2時間41分, 先に輸送区域を設定する場合の最大輸送時間は3時間7分となり, 本システムは先に輸送区域を設定する場合と比較して短い最大輸送時間で輸送することができた。

## 5 おわりに

本報告では, 本システムと先に輸送区域を設定する場合を比較して, 最大輸送時間の点で本システムが有効であることを示した。今後は, トラックがピストン輸送を行う等の条件を付加し, 更に研究を進めていくつもりである。

## 参考文献

- [1]中村 友洋, 角田 達彦, 田中英彦: 分業セールスマン問題のニューラルネットワークによる解法, 人工知能 94-2, (1994, 6, 20)
- [2]遠藤聡志, 當間愛見, 山田孝治: 免疫アルゴリズムを用いたnTSPの開放に関する考察, 琉球大学工学部