

# 遺伝的アルゴリズムによるトラック配車スケジューリング

3H-4

佐藤周一\* 吉原郁夫\*\*

(株)日立システムテクノロジー\* (株)日立製作所システム開発研究所\*\*

## 1 はじめに

遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm:GA)は、最適化手法として近年注目を集めており、また応用への期待が大きい[1][2]。本研究では、トラック配車スケジューリング問題を解くために、GAに知識ベースの処理を組み込んだ手法を開発した。

提案モデルの特長は、突然変異にルールを導入した点にある。通常のGAと異なり、多様な要求を満たすために、個別のトラックのスケジュールの「望ましくない条件」をルールとして表わし、突然変異の確率に反映させた。一般に、ネガティブな条件のほうが抽出し易く、また、条件間の重みづけの必要もない。そのため、本問題のような条件を同時に満たさなければならない制約充足型の問題ではルールの採用は特に有効である。

## 2 トラック配車スケジューリング問題

ある地域内に、貨物輸送（トランザクション）の発生する工場と、手持ちのトラックが配置されている営業所が点在している。工場間には、毎日沢山のトランザクションが発生しており、それを1日の間に処理しなければならない。

このとき、以下の条件を満たしながら、1日分の全トランザクションを、必要なトラックの台数が最小になるようにスケジューリングする。

### 目的

- ・トラック台数の最小化  
(同一台数の場合：空荷での走行時間の最小化)

### 条件

- ・乗務員の連続運行時間の制限
- ・運行時間制限を越えた場合、乗務員交替が必要
- ・各営業所に対する配車台数の下限有
- ・トラック種別による搭載可能な積荷種別に制限
- ・積み込み、積み降ろし時刻が指定
- ・昼休み中は作業不可
- ・特殊輸送形態（翌日配達、長距離便等）
- 以上の他、全部で30件の条件がある。

## 3 ルールを突然変異に取り入れたGA

### 3.1 GAの基本操作手順

個体は、全トラックのスケジュールを表わす。

#### (1)遺伝子コーディング

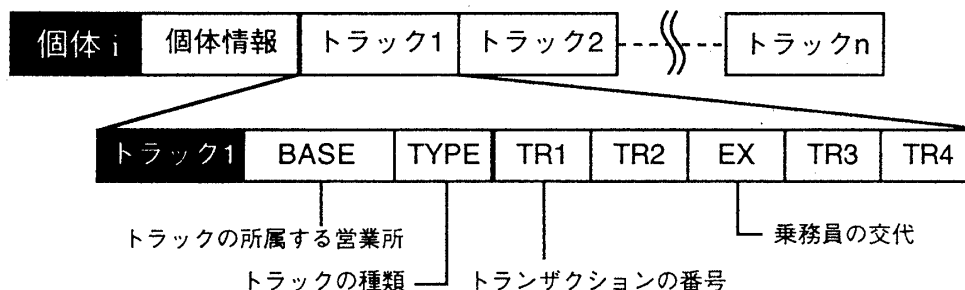
染色体は、図1に示す構造をもっている。染色体上には、トラック1台ごとの属性とスケジュールが、必要台数分含まれる。従って、染色体の長さは可変である。

#### (2)交差

ランダムに選んだ2個体で交差を行なう。あるトランザクションをランダムに選びそのトランザクションを含むスケジュールをいずれかの親から継承する。この時、両方の個体に共通に存在するスケジュールは継承されるが、異なる場合はトランザクションの重複が出ないように調整する。その結果スケジューリングされないトランザクションが生じる。

#### (3)突然変異

スケジュールの分解を行なう。分解されたスケジ



Genetic Algorithm for Truck Scheduling  
Shuichi SATO\*, Ikuo YOSHIHARA\*\*

\*Hitachi System Technology Ltd.

\*\* Systems Development Lab., Hitachi Ltd.

個体は、n台のトラックのスケジュールからなる可変長の染色体を持つ

図1 遺伝子のコーディング

ュールのトランザクションと交差の残りのトランザクションを合わせて個体をリスケジューリングする。詳細は3.2で述べる。

#### (4)淘汰

新しくできた個体と親を合わせて、評価値(F)の上位のものから個体数分を残し、残りを淘汰する。

$$F = t + f/2 \quad (1)$$

$$f = Tw / Tmax \quad (2)$$

ただし

t:トラック台数 f:充足率

Tw:トラックの実稼働時間 Tmax:運行制限時間

充足率を評価に加える理由は、空荷走行時間を減らすためである。

上記の操作を指定世代数繰り返した時点での最優良個体を最良のスケジュールとみなす。

### 3.2 ルールに基づく突然変異

解の改善のために、スケジュールの一部を分解し、リスケジューリングする。ランダムな突然変異では、一定の確率でスケジュールを分解し、ルールを取り入れた突然変異では、ルールによって、望ましくないスケジュールを選択しその他のスケジュールよりも高い確率で分解する。

#### (1)ルールに基づくスケジュールの選別

トラックのスケジュールに対して、ルールに基づき評価を行なう。トラック1台あたりのトランザクション数が少ない、乗務員交替が多い等の悪いスケジュールに対しては、高い突然変異率(P1)を与える。また、その他のスケジュールに対しては、一定の低い突然変異率(P2)を与える。各スケジュール毎に、突然変異率(P1, P2)に従って突然変異を行なう。突然変異を起こしたスケジュールは分解され、トランザクションは、スケジュールリング待ちとなる。

#### (2)リスケジューリング

交差と突然変異によってできたスケジュール待ちのトランザクションをすべて、トラックにスケジュールリングする。

## 4 提案方法の評価

検討として、ヒューリスティクスを用いた手法との比較と、ルール導入の効果を実験した。

工場20~50ヶ所、営業所10~15ヶ所、トランザクション100~400のいくつかの問題についてスケジュールリングを行なった。

そのうち150トランザクションの例では、ヒューリスティクスをそのまま用いた解法に比べトラックの台数にして約10%程度良い結果を得られた。

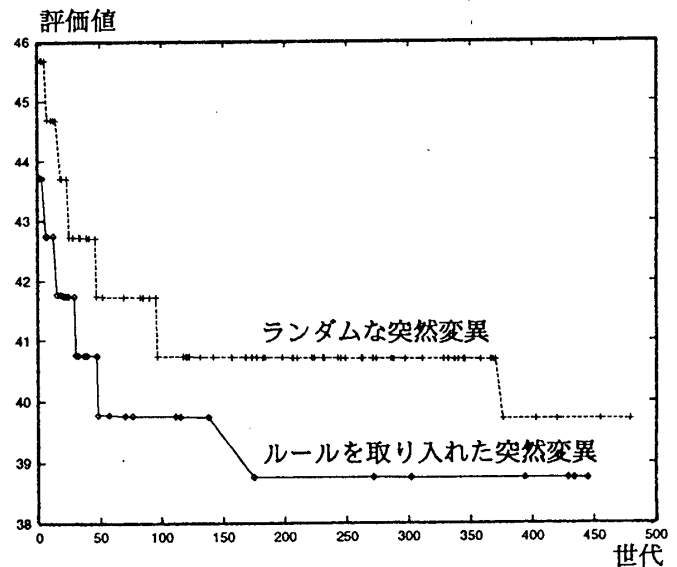


図2 ルール導入による効果

図2は、ルールを取り入れた突然変異によるGA(実線)とランダムな突然変異によるGA(破線)のGAの実験結果である。

実験条件は115トランザクション 個体数20, P1=0.5, P2=0.05である。横軸は世代、縦軸はその世代での最優良個体の評価値(F)である。

図からもわかるように、ルールを取り入れた突然変異は、ランダムな突然変異に比べ早い収束を示し、500世代でのトラックの必要台数は、ルールを取り入れた突然変異を用いた場合で38台、ランダムな突然変異を用いた場合で39台となった。また、乗務員交替の削減、運行時間の平均化などの質の面でもルール導入の効果が見られる。

提案法を用いた場合、手作業でスケジュールリングを行なった場合に比べ、平均して10~20%程度の台数の削減が期待できることがわかった。

実行時間は、ワークステーション9000/735を使用し約600秒である。

## 5 おわりに

突然変異にルールを取り入れたGAによるスケジュールリング手法を開発し、トラック配車スケジュールリング問題で実データによる検討を試みた。提案法により、収束特性が向上し、トラックの必要台数が削減できた。また、細かな条件や、ノウハウを組み込み易くなり、より柔軟な情報処理が可能となった。

## 参考文献

- [1]北野、:遺伝的アルゴリズム, 産業図書(1993)
- [2]西川、玉置:遺伝的アルゴリズムと最適化, オペレーションズ・リサーチ, No.7, pp347-351(1993)