

金沢大学工学部 正会員 中山 晶一郎  
金沢大学工学部 正会員 高山 純一  
金沢大学工学部 ○佐藤 達生

1. はじめに

1980 年代前半に複雑系の研究が起こり、複雑系の研究手段として、特に、意思決定者としての人間を扱う領域において、マルチエージェントシステムが有効な方法論としてクローズアップされてきた。

現在、交通分野において ITS などによる情報提供が行われている。そして、今後交通分野においての情報提供の必要性は増していくと考えられる。

交通分野における情報提供の必要性から、行動主体に例えば、経路情報を与えたら行動主体は日々、どのように行動するのか、系全体として交通流はどのように変化するのか、ということ把握することは意義のあることである。交通情報をドライバーに与え、交通流がどのように変化するかわかれば、より最適な情報をドライバーに与えたり、交通渋滞の緩和にもつながっていくだろう。そして本研究では、情報を獲得し、経験・学習によって行動する自律的主体をエージェントとし、エージェントの複数行動主体（マルチエージェント）に交通情報を与えた時の行動を表現する 1OD2 経路間の経路選択モデルを構築するが、本研究では遺伝的アルゴリズム（GA）の学習機能に着目し、GA を用いた場合、GA を用いなかった場合について経路選択モデルを構築する。

2. 経路選択モデルの概要

(1) 経路選択モデルにおける仮定条件

- ・ 行動主体は 200 人とする。
- ・ 行動主体は 2 つの経路のうちいずれかを選択する。言い換えると、1OD2 経路のネットワークであるとする。
- ・ 行動主体は n 個のルールを持ち、if-then ルールに基づいて行動する。
- ・ 行動主体は過去 m 日間の走行経路と旅行時間の早かった側の経路を情報として記憶している。
- ・ 行動主体は目的地に早く着ける経路を予想して経路選択を行う合理的主体とする。

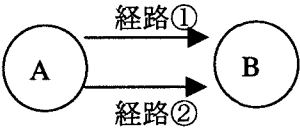


図-1 経路図

(2) 記憶、ルールの例

既に述べたように本研究では、if-then ルールにより、経路選択をモデル化する。図-2 に記憶日数 m=3 の場合の記憶の例を示した。R1 は経路 1、R2 は経路 2 である。図-3 は if-then ルールの例であり、四角で囲まれた部分はその条件部で、ルールの左側から前日早かった経路、2 日前早かった経路、3 日前早かった経路を表している。また、矢印の先の R1 は if-then ルールの実行部で行動主体の選択経路である。図-3 のルールは、前日、前々日、3 日前の状況が条件部で書かれたような状況の場合、経路 1 を選択することを示している。

|       | 前日 | 前々日 | 3 日前 |
|-------|----|-----|------|
| 走行経路  | R1 | R2  | R1   |
| 過去の情報 | R2 | R2  | R1   |

図-2 記憶の例

| 前日 | 前々日 | 3 日前 | 選択経路 |
|----|-----|------|------|
| R2 | R2  | R1   | → R1 |

図-3 ルールの例

(4) if-then ルールに基づく経路選択

行動主体は記憶している最短経路の情報と合致する if-then ルールの条件部の指示する経路を走行する。ルールの条件部が複数合致した場合にはどのルールを選択するべきなのか判断できない。そこで、ルール評価値というものを設ける。ルール評価値とは各ルールがどれほど優れているかを表したものであり、行動主体が走行した経路が最短経路なら、適用されたルールにルール評価値として点数を与える。行動主体はルール評価値の大きいルールの指示する選択経路を走行するものとする。つまり、行動主体は合

致したルールが 1 つであれば、そのルールの指示する経路を選択するが、複数のルールが合致した場合には、合致したルールのうちルール評価値の大きいルールの指示する経路を選択することになる。ルール評価値が同じ場合は選択経路はランダムとする。

### (5) ルール評価値の与え方

まず、行動主体は最短経路を予想して経路選択を行う合理的な主体であり、行動主体の選択経路が最短経路だったときを「当たった」という言葉で表現する。当たればルール評価値として点数を加算していくが、当たった回数をそのまま点数として与えると前日と 100 日前で考えた場合、点数の重みが同じになってしまう。情報にしても、人の記憶にしても遠い過去よりも、より現在に近い過去のほうが人の行動に与える影響が大きいと考えられるため、当たった回数をそのまま点数として与えていくのは問題である。そこで、以下の式によってルール評価値を更新していく。

$$f_i^j = c \cdot f_{i-1}^j + g_{i-1}$$

( $f_i^j$  は  $i$  日目のルール評価値、 $c$  は 0 以上 1 未満のパラメータ、 $g_{i-1}$  には前日の走行結果による各ルールを評価する値がはいる)

### 3. 遺伝的アルゴリズム(GA)の概要

遺伝的アルゴリズムは、環境への適応度が高い個体が高確率で生き残るという生物進化の過程を模倣したサーチアルゴリズムであり、その原型は Holland(1975)によって提案された。

遺伝的アルゴリズムでは、まず、サーチしたい内容を遺伝子型にコーディングする。そして、コーディングされた  $N$  個の遺伝子列に対して、再生産・交叉・突然変異の遺伝的操作を施す。

#### (1)再生産

再生産は適応度の高い遺伝子を次世代により多く残す操作である。

#### (2)交叉

交叉は、優れた遺伝子列を生成するためにペアの遺伝子列の一部分を入れ替える操作のことである。このようにして生まれた遺伝子列は親遺伝子の優れた

形質を相統することになる。

手順 1)交叉のためのペアをランダムに選出する。

手順 2)それぞれのペアに関して、交叉を行う位置を決定し、交叉位置以後の遺伝子を入れ替える。

#### (3)突然変異

突然変異は、遺伝子を一定の確率で変化させる操作である。

### 4. GA のモデルへの適用

GA を用いた経路選択モデルには、前述した経路選択モデルに加え、if-then ルールの修正・更新に GA を用いる。

本研究で GA を適用するにあたっての基本的な考え方は、優れた仮説、すなわちルール評価値の大きい if-then ルールの生存する確率は高く、また遺伝的操作が繰り返される中で、優れた仮説(if-then ルール)が生成されるというものである。

本研究の GA では、if-then ルールの条件部と実行部がビット列とみなされ、それに対して再生産・交叉・突然変異の遺伝的操作が繰り返される。再生産ではルール評価値の最も小さい  $a$  個のビット列が削除され、ルール評価値の最も大きい  $a$  個のビット列が繁殖されるとする。繁殖されたルールはされなかったルールのうちからランダムに選ばれたルールとペアを作る。そして交叉では、そのルールペアについて互いのビット列の一部を入れ替え新たなビット列を生産する。また、突然変異ではある小さな確率でビットの値を変化させる。

### 5. おわりに

本研究では、エージェントに対して過去の経路情報を与えた場合、エージェントが最短経路を走行するために日々どのように経路選択を行なっていくかを経路選択モデルとして構築した。出力・分析結果などについては講演時に発表したい。

#### [参考文献]

- 1) 大内東, 山本雅人, 川村秀憲 (2002) マルチエージェントシステムの基礎と応用-複雑系工学の計算パラダイム- コロナ社. pp.2-8, pp.91-110.
- 2) 中山晶一郎 (1999) 行動主体の認知過程を考慮した交通システムの動的挙動に関する研究, 博士学位論文. pp.59-62, pp.111-115.