

人工生命型シミュレーションを用いた道路網の交通現象解析

岐阜大学大学院 学生員 ○安田 浩明
岐阜大学工学部 正会員 秋山 孝正

1. はじめに

近年、複雑系としての社会現象の解明が提案されている。局所的現象をシミュレーションにより表現し、全体的な現象を把握することにより、現象解明を図るものである¹⁾。そこで、本研究では都市道路網を対象とした人工生命型シミュレーションモデルを構築する。これより、運転者の自律的な行動の結果、道路網全体としてどのような現象が観察されるかについて分析を行う。

2. 人工生命的視点からの交通現象解析

2. 1 人工社会の構成要素

人工社会とは、計算機上の仮想環境中に複数の自律的な仮想の行為者(エージェント)を置いたとき、結果として出現するエージェントの社会のことである。人工社会は次の3つの要素から構成される。

a) エージェント

エージェントとは人工社会の中で生活する行為者である。それぞれのエージェントはその内部状態と行動ルールを持つ。状態にはエージェントの生涯を通じて一定のものや、外部環境や他のエージェントとの相互作用によって変化するものがある。

b) 環境

環境はエージェントの生活が展開される場所である。環境はエージェントとは別個の媒体である。エージェントは環境のなかで動作し、環境と相互作用するものである。

c) ルール

エージェントや環境には行動ルールがある。これには、エージェントと環境を結びつける「エージェント-環境ルール」、エージェントの相互作用を支配する「エージェント-エージェントルール」、環境の相互作用を支配する「環境-環境ルール」がある。

人工社会モデルの特徴は、「内部状態と行動ルールを持つエージェントを多数設定し、エージェント間の相互作用の結果として構成されるマクロな社会構造を分析する」ことである。

2. 2 交通現象における創発現象

人工社会の議論において重要な点は「創発」である。これは、図-1に示すように、「エージェントの局所的な相互作用から発生する安定した巨視的パターン」のことである。この巨視的パターンは単純なルールに従ったエージェントの動作の結果得られるものである。

本研究では、エージェントを運転者として考え、都市道路網において観察される創発現象を分析する。すなわち、運転者の自律的な行動の結果観測される都市道路網の挙動分析を行うことになる。

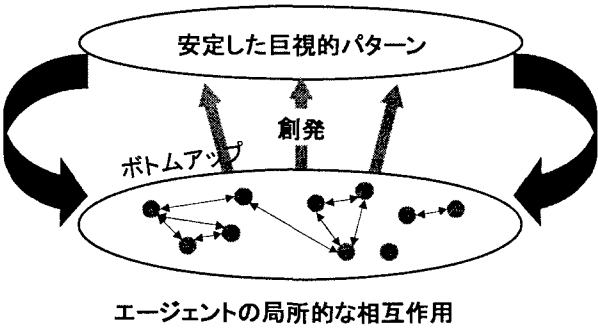


図-1 創発現象の概念

3. 道路交通シミュレーションモデルの構築

3. 1 シミュレーションモデルの構成

本シミュレーションモデルは図-2に示すように、ドライバーモデルと交通流モデルから構成される。前者は運転者の経路選択、出発時刻選択を表現するモデルである。後者は、ドライバーモデルから得られる各ドライバーの決定結果を集計して、道路網全体の交通状況を表現するものである。

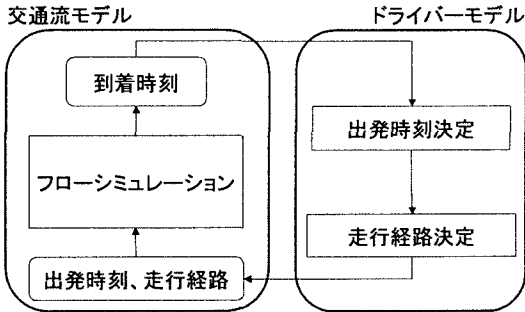


図-2 シミュレーションモデルの構成

3. 2 シミュレーションモデルの概要

本研究の交通流モデルにおいては、各車両のODや走行経路を考慮する必要がある。そこで、リンク内のフロー挙動はブロック密度法を用いてモデル化し、リンク上下流端においては、個々の車両の挙動を取り扱うメソモデルとしてモデル化する^{2),3)}。本モデルでは、ノードとリンクで表現された道路ネットワーク上でのフローを計算対象とする。

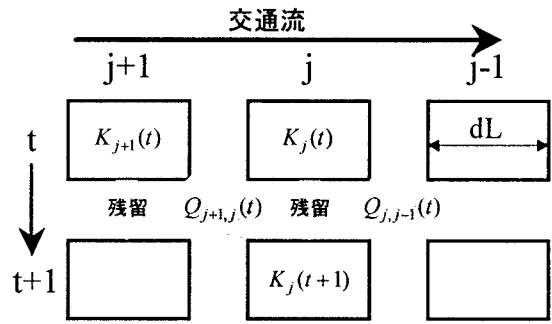


図-3 ブロック密度法による交通流の表現

a) ブロック密度法による移動交通量の記述

ブロック密度法においては、図-3に示すようにリンクを複数のブロックに分割し、隣接するブロック間のフロー移動によって交通流を表現する。時刻 $t \sim t+1$ の一単位時間における隣接ブロック間 $j \sim j-1$ の移動交通量 $Q_{j,j-1}(t)$ は、下流側ブロックの流入可能量 $Q_{in,j-1}$ と上流側ブロックの流出可能量 $Q_{out,j}$ の最小値で決定する。

$Q_{in,j}$ は非渋滞状態の場合交通容量に対応し、渋滞状態においては、「交通密度-交通量特性」に従う。

$$Q_{in,j} = \begin{cases} Q_j^c & (\text{非渋滞時}) \\ K_j V_j & (\text{渋滞時}) \end{cases} \quad (1)$$

Q_j^c : ブロック j の交通容量

K_j : ブロック j の交通密度

V_j : ブロック j の速度

$Q_{out,j}$ は非渋滞状態において「交通密度-交通量特性」に従い、渋滞状態の場合、交通容量に対応する。

$$Q_{out,j} = \begin{cases} K_j V_j & (\text{非渋滞時}) \\ Q_j^c & (\text{渋滞時}) \end{cases} \quad (2)$$

b) 個別車両を考慮した車両の移動

本シミュレーションでは、各車両は個別のIDを持ち、各ブロックは存在車両IDリストを持つものとする。セントロイドで発生した車両は、OD間の経路（3～4本）から走行経路を決定し、リンク上流端のブロックに流入する。

ブロック間の車両移動は、先に求めた移動交通量 $Q_{j,j-1}(t)$ に応じて車両IDを下流側ブロックの存在車両IDリストに移動させることにより行う。図-4に示すように、車両の移動はリストの最上位の車両から流出させ、流入車両はリストの最下位に加えることになる。リンク下流端からの流出においては、

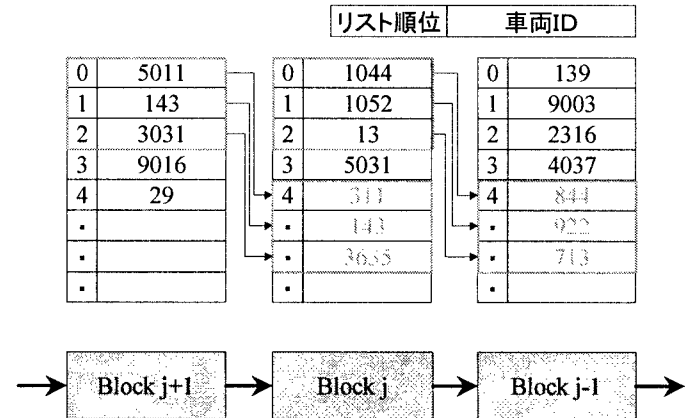


図-4 IDの受け渡しによる個別車両移動

各流出車両の走行経路に応じ、次走行リンクの上流端ブロックに流入させる。また、リンクの最下流ブロックにおいて、リスト内の車両の目的地を走査し、到着判定を行う。

4. おわりに

本研究では、都市道路網を対象とした人工社会シミュレーションモデルを構築した。今後の課題としては、①社会的条件の変化（情報板による情報提供、フレックスタイムの導入等）による道路交通網全体の挙動変化の分析 ②過去の走行経験を考慮した経路選択を行った場合の分析があげられる。

具体的な分析結果は講演時に発表したい。

参考文献

- 1) Epstein.J.M and R.Axtell, 服部正太・木村香代子 訳：人工社会-複雑系とマルチエージェント・シミュレーション，共立出版，1999
- 2) 飯田恭敬，宇野伸宏，濱田吉貞：都市高速道路の制御方策評価のための交通シミュレーション，土木計画学研究・講演集，No.21(1)，1998
- 3) 桑原雅夫，吉井稔雄，堀口良太：ブロック密度法を用いた交通流の表現方法について，交通工学，Vol.32，No.4，1997