

交通ネットワークシミュレーションにおける車両発生集中地点の分散に関する考察

A Study on the Decentralization of Origin-Destination Points for Traffic Simulation

森津秀夫*・奥田晃久**・谷 幸治***

By Hideo Moritsu, Akihisa Okuda and Kouji Tani

1. はじめに

交通ネットワークシミュレーションでは、セントロイドと呼ばれる特定のノードにおいて交通を発生集中させるモデルを使用することが一般的である。セントロイドは各ゾーンの中心に1箇所だけ設ける場合がほとんどであり、既存の交通量調査のデータを利用して簡単に計算するためには現実的な方法である。しかし、実際の交通ではゾーン内のあらゆる地点において車両が発生集中していると考えられる。1地点に大きな交通量が集中するモデルは現実と大きくかけ離れていることになる。そのことが、シミュレーションの現状再現性の低下をもたらしたり、結果を歪める要因になるとも考えられる。従来の研究¹⁾においても、セントロイド周辺に大渋滞が発生し、その近辺のリンクを通過するトリップの旅行時間が増大するといった結果が報告されている。

そこで本研究では、交通ネットワークシミュレーションにおける車両の発生集中地点の分散手法に関する提案を行い、簡単な適用例によってその可能性を考察する。

2. 車両発生集中地点の分散手法とその問題点

車両の発生集中地点を分散させる手法はいくつか存在する。その中で実際の交通に近い形であると考えられるのは、リンク上の任意の地点において車両を発生集中させる方法である。これはリンク発生集

中型と呼ばれる考え方であり、静的配分への適用例²⁾はあるが、動的な交通シミュレーションを行う場合には、従来通りの形でリンク・ノードを扱えるノード発生集中型の方が導入しやすいといえる。

ノード発生集中型としては、ゾーンをより細分化し、詳細なOD表を利用する方法も考えられる。各ゾーンの受け持つOD交通量や面積が小さくなるので、多量の交通量が1地点に集中する現象はある程度解消できる。しかし、ゾーンの細分化に合わせたネットワークの詳細化も必要となり、ネットワーク規模の増大が計算量の増加を引き起こしてしまう。

そこで、本研究では、実用性を念頭におき、交通ネットワークシミュレーションにおいて車両の発生集中地点を分散させる手法について考える。

3. 仮想セントロイドの導入

交通の発生集中地点に関しては「各ゾーンにおける車両の実際の発生集中地点は、ゾーン内に確率的に定まる」または、「ネットワーク上に存在する発生集中地点とゾーン内に存在する実際の発生集中地点との距離(ダミーリンク長)は確率分布する」と考えることができる。この確率分布を求めるには、各ゾーン内にローカルなネットワークを構成してシミュレーションを行うことが厳密な方法であるが、単に空間距離の分布とすることも考えられる。このような概念に基づき、ゾーン内で確率的に位置が決定される発生集中地点を便宜的に「仮想セントロイド」と呼ぶことにする。

この考え方をシミュレーションに適用する際には、ネットワーク上における車両の発生集中地点として新たにサブノード(リンクを分割したサブリンクの端点)を設定する。仮想セントロイドにおいて発生集中する車両が、ゾーン内を通過してサブノードから

Key Words : ネットワーク交通流、発生交通

* 正会員 工博 神戸大学 工学部 建設学科

** 学生会員 神戸大学 大学院 自然科学研究科

***学生会員 神戸大学 大学院 自然科学研究科

〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1, TEL/FAX 078-803-1013

ネットワーク上に流出入すると考える。ここでは交差点を示すノードからの発生集中は避け、単路部(リンク)で発生集中させるものとする。そのため、シミュレーションに用いる車両の発生集中地点としてリンク上に新たにサブノードを設置し、これをネットワーク上における実際のセントロイドとして用いる。

シミュレーションにおいて車両を発生集中させる際には、ゾーン内における車両の発生集中地点の位置を確率的に決定する。計算を簡略化するには、あらかじめゾーンをメッシュ化し、その交点を発生集中地点とするのが現実的である。

また、各ゾーンにおける適切なサブノードの設置密度や、仮想セントロイドの位置決定にメッシュを用いる場合の最良なメッシュの最小構成単位などについては、行うシミュレーションの性質や用いるネットワークに依存すると考えられるので、実際にシミュレーションを行い比較検討する必要がある。

4. ネットワーク上の流出入地点の選択

仮想セントロイドで発生集中する車両が、どのサブノードを使ってネットワークに流出入するかを決めなくてはならない。その簡単な方法は、図-1 に示すように仮想セントロイドに最も近いサブノードから選択させる方法である。シミュレーションに用いるネットワーク上のリンクは幹線道路かそれに準ずる道路と考えられ、仮想リンクとサブノードを結ぶダミーリンクは細街路と考えることができる。一般的に、ドライバーは速度を出にくい細街路を避け、走行しやすい幹線道路を使用する傾向があると考えられる。このような場合、仮想セントロイドから最短でネットワークに到達するようなサブノードを選択することは妥当であると言える。ただし、厳密に考えるならばそのようにあらかじめサブノードの候補を限定するのではなく、細街路と幹線道路の速度差を考慮し、走行コストなどを与えた上で最短経路の探索を行うべきである。

また、図-2 は各サブノード毎にゾーン内のエリアを割り当て、そのエリア内に仮想セントロイドがある場合には当該サブノードを用いるとする方法を示している。

これらの方法で流出入地点を決めた場合、目的方

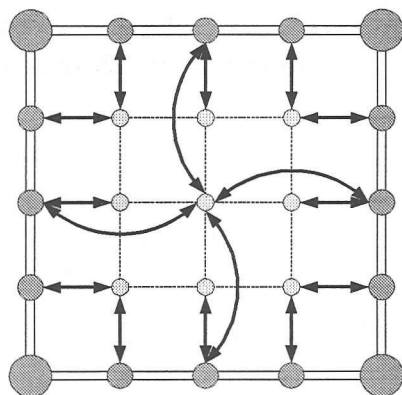


図-1 仮想セントロイドに近接するサブノードの選択

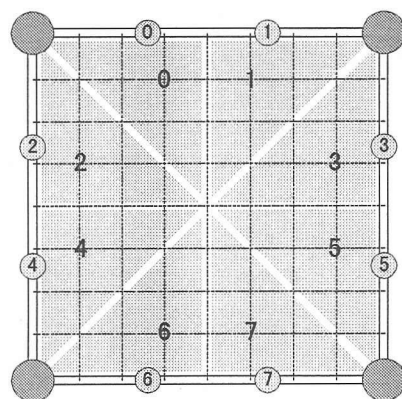


図-2 サブノードエリアの設定

向とは逆方向に位置するサブノードにおいてネットワークに発生集中する車両が現れる可能性が考えられる。目的地と反対方向に向かうような経路を実際にドライバーが選択するかどうかについては疑問が残る。そこで、仮想セントロイドと流出入地点の候補となるすべてのサブノードをダミーリンクで結ぶ方法を用いることにする。すなわち、図-3 に示すように仮想セントロイドの位置が決まったとき、それに対応してダミーリンクの長さを決定する。そして、発生側と集中側の仮想セントロイド間の最短経路によってネットワーク上の流出入地点を決定するのである。

以下に、この仮想セントロイドの概念を適用したシミュレーションを行う際の簡単な発生集中手順を述べる。

①仮想セントロイドの位置を各車両毎に確率分布に

従う乱数により各 OD ゾーン内に決定する。

- ②複数のサブノードが流出入地点の候補として存在するので、それぞれについて仮想セントロイドまでのダミーリンク長を求める。

(ダミーリンク長はネットワークの交通状況によって変化すると考えられる。)

- ③各流出入地点候補までのダミーリンク長を考慮して、発生側仮想セントロイドから集中側仮想セントロイドまでの最短時間経路探索を行う。

- ④最短時間経路探索の結果から、流出・流入を行うサブノードの組み合わせが決定される。

- ⑤求めた最短時間経路に車両を走行させる。

以降は通常交通ネットワークシミュレーションと同様である。

また、走行中の交通状況の変化によって、各車両のネットワーク上での集中地点として用いるサブノードが変化することも考えられる。これを表現するならば集中側の仮想セントロイドは走行中も保持し、経路変更に対応させる必要がある。

5. 発生集中地点周辺における交通分散の効果

ここでは予備的分析として、仮想セントロイドによる車両の発生集中手法が、セントロイド周辺の交通量の分散に対してどの程度の効果があるのかを簡単な均衡配分計算により検証する。図-4 に示すような正方形格子型ネットワーク(ゾーン数 9、ノード数 49、リンク数 168)において、ゾーン A からゾーン B

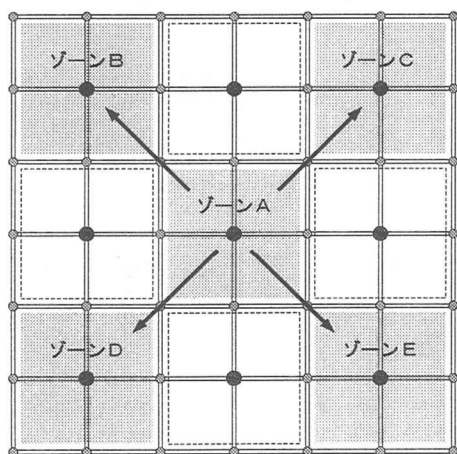


図-4 予備的な分析に用いたネットワーク

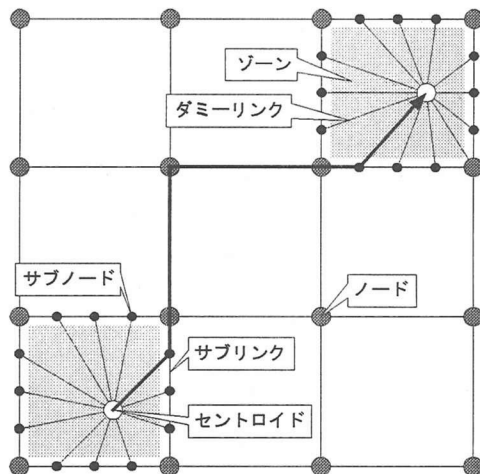


図-3 仮想セントロイドの概念

～E に対してそれぞれ同数の OD 交通量を配分し、発生側であるゾーン A の近辺のリンク交通量を分析する。

今回の手法による交通量の分散効果を調べるために、以下のような 2 パターンの発生集中手法についてそれぞれ均衡配分を行い、その結果を比較、検討する。

- ①従来通り、各ゾーンの中心に 1 箇所セントロイドを設けて車両を発生集中させる。

- ②仮想セントロイドから車両を発生させる。各リンクを 2 分割し、その中心に設けたサブノードから車両を発生集中させる。

図-5、6 は、上の①、②の場合についての均衡配分の解として得られる各リンクの交通量をそれぞれ示したものである。ネットワーク形状、OD 交通量ともに上下左右に対称であるので、ネットワーク右上の 4 分の 1 だけを部分的に図示している。

図-5 のように 1 つのセントロイドのみで発生集中が行われる場合は、そこに接続するリンクの交通量が大きくなる。特にゾーン A のセントロイドに接続するリンクに多くの交通量が発生していることがわかる。

それに対して、図-6 のようにゾーン内の数カ所のサブノードから発生集中する場合は、従来のセントロイドに接続するリンクの交通量が大きく減少している。このことから、仮想セントロイドを用いた車両の発生集中手法はセントロイド近辺の渋滞の解消

に効果があるといえる。

図-7 は仮想セントロイドを用いた場合のリンク交通量を従来型の場合のリンク交通量で除した値を図示したものである。この値が 1 より小さければそのリンクの交通量が減少したことを示し、1 以上であれば増加したことを示す。図-7 の結果からはセントロイドに接続するリンク以外には特に変化を見ることはできない。これは発生集中地点を分散させてもゾーン内においてミクロ的な路が分散されるだけであり、マクロ的なゾーン間の経路にはあまり影響を与えないということを示している。つまり、ゾーン間の経路計算はほぼ従来通りとなることが予想される。

6. おわりに

本研究では、交通ネットワークシミュレーションにおける車両の発生集中地点の分散手法に関する提案を行い、簡単な適用例を用いてその効果についての考察を行った。その結果、仮想セントロイドによる車両の発生集中手法が、セントロイド周辺の混雑の解消に効果的であることがわかった。

ここで提案した手法は、既存の OD 表をそのまま利用可能であり、ネットワーク上における経路計算量も従来のシミュレーションと大差無いので、非常に実現性が高い方法であると考えられる。

今回は予備的分析として、便宜的に均衡配分計算を用いたが、今後は実際にシミュレーションに組み入れて、詳細な分析を行っていきたい。

【参考文献】

- 1) 森津秀夫・中島正樹：動的経路誘導のための経路選択行動モデルに関する一考察，土木計画学研究，講演集，No19(2)，pp753～756，1996. 11.
- 2) 山下智志・赤倉史明：リンク発生集中型配分モデルの構築，土木学会第 49 回年次学術講演会講演概要集，第 4 部，pp860～861，平成 6 年 9 月。

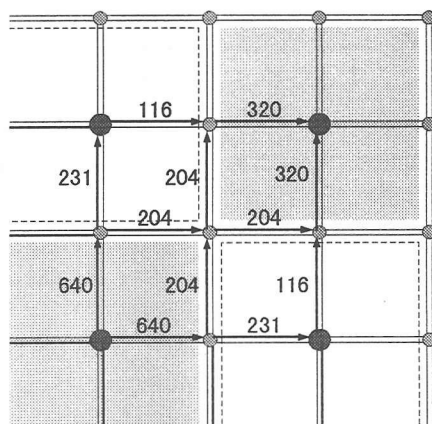


図-5 均衡配分結果(従来型のセントロイド)

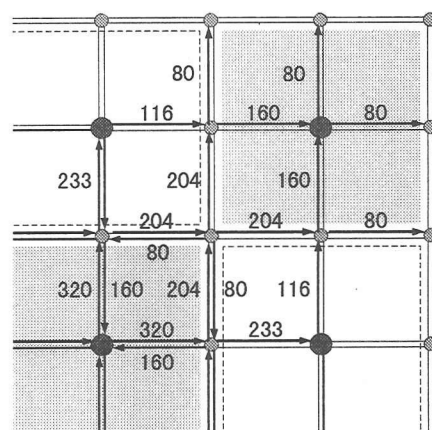


図-6 均衡配分結果(仮想セントロイド)

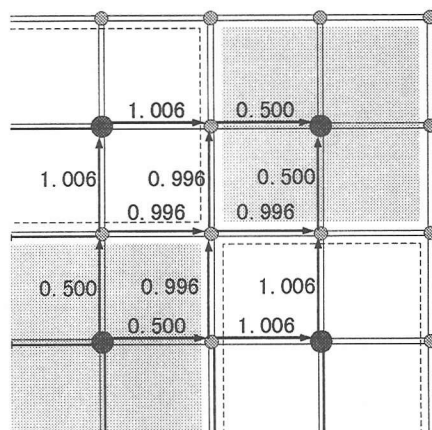


図-7 均衡配分結果(交通量の比)