

オープンデータを用いた交通流シミュレーションにおける道路ネットワーク適正化

Cleaning of open data based road network in traffic simulation

芦田拓人*¹ 藤井秀樹*¹ 内田英明*¹ 吉村忍*¹
 Takuto Ashida Hideki Fujii Hideaki Uchida Shinobu Yoshimura

*¹ 東京大学大学院工学系研究科
 School of Engineering, The University of Tokyo

Urban traffic congestion is a complicated social problem that relates with many subsystems. Therefore, traffic social experiments in the real world are very difficult and traffic simulation is frequently used to study this problem. However, precise road network data (e.g. number of lanes, existence of right-turn lane) are difficult to obtain and inadequate data cause unrealistic congestion in the simulation. OpenStreetMap (OSM) data, which is one of open map data, is available for every simulator user but is not sufficient. In this study, we discuss the structure of OSM data and the problem for microscopic traffic simulation, and propose a modification algorithm of OSM data.

1. はじめに

都市交通システムにおける渋滞は、利用者の時間損失だけでなく、抜け道として利用される生活道路での交通事故の増加や、旅行速度低下に伴う大気汚染物質の排出増加など、多様な社会問題を抱えている[1]。渋滞をはじめとする交通現象は、その要因の複雑さや規模の大きさが故に、実証実験が極めて困難であり、交通現象の研究ツールとして交通流シミュレーションがしばしば用いられている。

信頼度の高いシミュレーションのためには適切なアルゴリズムと適切な入力データの双方が必要であるが、入力データの不適切性に起因して現実で起こりえぬ渋滞(以下“非現実的渋滞”と呼ぶ)が発生する例が少なくない。正確な道路ネットワークデータを交通流シミュレータに入力することが理想であるが、実データを誰もが容易に入手することは不可能である。そのため現状では、現実と照らし合わせて尤もらしいと思われる結果が得られるような入力データへの修正・較正(以下“適正化”と呼ぶ)を、シミュレータ利用者が原則手作業で行うことが求められており、効率的な実験を行うことができない。

一方で、入力データとしてオープンデータを用いる交通流シミュレーションについて考える。オープンデータは、その入手が非常に容易であり、当座の実行環境整備に優れるものの、現実の道路構造と乖離した情報も多く含まれている。オープンデータをそのまま用いるだけでは、上述したような非現実的渋滞を発生させるだけでなく、シミュレーションを実行不能とするような致命的なエラーを発生させることもある。

本研究では、OpenStreetMap (OSM) [2]をオープンデータの例にとり、交通流シミュレーションに入力する道路ネットワークデータの適正化についての議論を行うとともに、適正化に関する手法の第一段階として、OSMデータの異常値を検知する手法を提案し、適正化の効率を向上させることを目的とする。

2. OSM データ

本稿では、OpenStreetMap が提供するオープン地図データを OSM データと呼ぶ。Web ブラウザで OpenStreetMap のサイトを

開き、表示された地図から領域を選択しエクスポートを行うことで、選択範囲内の OSM データを得ることが可能である。

2.1 OSM データの構造

OSM データは XML フォーマットによって表現され、以下の 3 つの基本要素から構成される。

- ・ノード (node)
- ・ウェイ (way)
- ・リレーション (relation)

ノードは緯度と経度により、地上にある特定の地点を定義し、一部のノードは交差点を意味する。ウェイは、2~2000 個のノードの順序ある集合で、連続した線分を定義する。一部のウェイは主要道路と細街路などを区別する道路種別のタグを含む。リレーション (relation) は、他の要素間の論理的・地理的な関係を定義する。具体的には進行方向制限(左折禁止等)が含まれる。交通流シミュレーションにおいては、ウェイの一部が単路として扱われ、ノードの一部が交差点として扱われることになる。

2.2 OSM データの課題

交通流シミュレーションに OSM データを適用する際の課題を整理する。課題は、シミュレーションにおける単路に関するものと交差点に関するものに大別される。

まず単路に関する課題としては、車線数の異常が挙げられる。例えば、主要道路を表現する単路の一部の車線数が現実に比べて少なすぎる場合、交通需要に対して容量が明らかに不足するため、シミュレーション上に非現実的渋滞が発生してしまう。また車線数がある交差点を境界として極端に変化している場合(図 2.1)には、シミュレーション上でその交差点が非現実的なボトルネックになるだけでなく、進行方向指示(直進・右左折)が適切に与えられないためにシミュレータが実行不能になるケースも存在する。

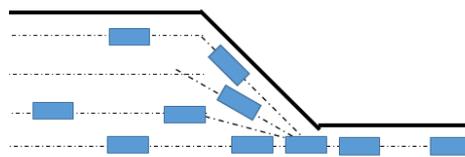


図 2.1 極端な車線数変化の例
 (点線が車線、長方形が車を表す)

交差点に関する課題としては、交差点の過多が挙げられる。これは OSM データにおいて、異なるウェイが交わるノードに区別がなく、シミュレーションにおいては全て同様に交差点として扱われうることに原因がある。例としては、主従関係が明確であり主要道路の走行が優先されるようなノード(図 2.2)が交差点とみなされることによって、主要道路を走行する車両の非現実的な速度低下が引き起こされることが挙げられる。

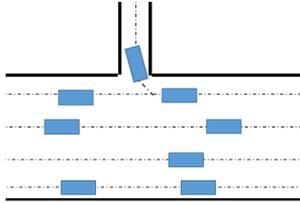


図 2.2 主従関係が明確であるようなノードの例
(4車線の主要道路に1車線の細街路が接続している)

3. 異常検知手法の提案

本稿では、2章で挙げた課題のうち、特に単路に関する課題、すなわち車線数の異常に関する検知・修正手法を提案する。具体的には以下の2つの手法を提案する。

- ・主要道路の車線数平均を用いた車線数異常検知
- ・交差点進行方向指示を用いた車線数異常検知

3.1 主要道路の車線数平均を用いた車線数異常検知

2.1節にて述べたように、ウェイの一部が保持するタグによって、地図上の、ある主要道路についての情報を取り出すことが可能である。そこで、式 3.1、3.2 に示すように、あるタグ i を持つ主要道路の車線数の平均値 A_i と、同一のタグ i を持つある単路 r の車線数の値 $n_{i,r}$ との差分の絶対値 d_i をとり、閾値 T との比較を行うことで、主要道路の車線数異常を検知する。ここで、 k は主要道路を構成する単路の数である。具体的には、式 3.3 を満たすとき異常とする。ただし、本研究においては、閾値 T として、1、2、3 の3ケースを考える。

$$A_i = (n_{i,1} + n_{i,2} + \dots + n_{i,k})/k \quad (3.1)$$

$$d_i = |n_{i,r} - A_i| \quad (3.2)$$

$$d_i > T \quad (3.3)$$

3.2 仮想車線の接続を用いた車線数異常検知

細街路は、OSM データにおいて特別なタグを保持していないことに加え、その多くが片側1~2車線であるため平均値の取り扱いに注意を要する。そのため、細街路に対しては3.1節で述べたような検知手法が実行しがたい。

そこで、各交差点に対する全流入車線と全流出車線をもとに交差点内の右折、左折、直進等を表す仮想車線を独自に作成し、ある接続単路の車線数が余剰(もしくは不足)しているため仮想車線を接続できない状況を異常として検知する。

4. 結果

本研究においては、実行・可視化の環境として、知的マルチエージェント交通流シミュレータ ADVENTURE_Mates[3]を用いる。また、提案手法の対象となる地図データは岡山駅周辺市街地のものとしている。

まず、3.1節で述べた主要道路の車線数平均を用いた車線数異常検知についての結果を、表 4.1 に記す。ここに検知率と

は、実行範囲内における、主要道路のタグを持つ全単路のうち、その車線数が、(同一タグの単路全体の)平均との差分の絶対値が、閾値を超えるものの割合である。ただし、岡山駅周辺市街地の、主要道路のタグを持つ単路は計 269 である。

表 4.1 主要道路の車線数異常検知率

閾値	検知率
1	36%
2	16%
3	2.6%

次に、3.2節で述べた仮想車線の接続を用いた車線数異常検知についての結果を示す。岡山駅周辺市街地の全交差点数は計 1331 であり、交差点進行方向指示のエラーをもとに検知された異常車線数は計 12 である。ここで、検知されたケースの具体例を図 4.1 に示す。図 4.1 はある交差点を表しており、赤い矢印が車の進行できる交差点内の仮想レーンを表している。このケースにおいては、右側から4車線の流入があるが、下から4番目の流入レーンは、現実にはありえない直進(ないし左折)の合流を設定しなければならずエラーとなっている。これにより、この交差点に接続する単路の車線数に異常があることが検知できる。

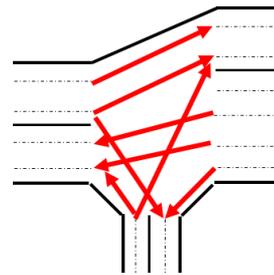


図 4.1 仮想車線の接続に基づく車線数異常検知例
(赤い矢印が交差点内の仮想レーンを表す)

5. まとめ

本研究は、都市交通システムの研究に用いられる交通流シミュレーションの入力データの適正化を目指し、特に入力データとしてオープンデータを用いる場合の適正化の効率向上を目的として、OpenStreetMap が提供する OSM データの構造と課題についての議論を行うとともに、車線数の異常を検知する適正化手法の提案を行った。また提案手法を実行し、実際の地図データに対する車線数の異常の検知を行った。

今後の課題としては、検知された異常を自動で修正し、適正化の更なる効率化を図ることなどが考えられる。

参考文献

- [1] 国土交通省: 都市圏の交通渋滞対策, プログラム評価書, 2003.
- [2] OpenStreetMap, <http://www.openstreetmap.org/>
- [3] S. Yoshimura. MATES: Multi-Agent Based Traffic and Environment Simulator - Theory, Implementation and Practical Application, CMES: Computer Modeling in Engineering and Sciences, Vol. 11, No. 1, pp. 17-25, 2006.