

Title	大容量交通流のメゾスコピックモデル化手法に関する研究
Author(s)	上原, 健嗣
Citation	
Issue Date	2022-09
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/18142">http://hdl.handle.net/10119/18142</a>
Rights	
Description	Supervisor: 平石 邦彦, 情報科学研究科, 博士

氏名	上原 健嗣		
学位の種類	博士 (情報科学)		
学位記番号	博情第 486 号		
学位授与年月日	令和 4 年 9 月 22 日		
論文題目	A Study on Mesoscopic Modeling Methodologies for Large Volume Traffic Flow Data		
論文審査委員	主査	平石 邦彦	北陸先端科学技術大学院大学 教授
		緒方 和博	北陸先端科学技術大学院大学 教授
		池田 心	北陸先端科学技術大学院大学 教授
		石井 大輔	北陸先端科学技術大学院大学 准教授
		尾崎 敦夫	大阪工業大学 教授

### 論文の内容の要旨

With improvements in computing power and the widespread use of sensor technology, highly accurate and high frequency traffic flow data is now readily available. Traffic flow data can be modeled for various applications, but handling these data requires large-scale storage and high-speed computing power. Therefore, this dissertation focuses on *Mesoscopic Modeling* for large-scale traffic flow data to efficiently obtain useful information. A mesoscopic model in traffic flow is a network model in which continuous values are discretized by replacing the main points in the traffic flow as nodes and the movement information with statistical values. Furthermore, when combined with space partition and trajectory clustering, the data can be abstracted to a level that does not miss important traffic flow information while significantly reducing the data size.

Since the modeling process requires time and effort, this method applies process mining techniques to streamline the process of creating mesoscopic models. Process mining is a technique for analyzing event logs output by a system to discover, verify, and improve process models. Applied to modeling, it enables event sequence analysis, state transition analysis, feature extraction of traffic flow, filtering of unnecessary data, and extraction of statistical information, thereby significantly reducing the modeling effort. Furthermore, process mining can be used for conformance checks to ensure that the model is operating correctly according to the design.

The mesoscopic model constructed by this method enables high-speed simulations because the amount of data is greatly reduced while retaining important information. Therefore, the mesoscopic model is very useful and beneficial in the planning phase of traffic measures, when the current traffic flow is to be grasped quickly, or when a large number of simulations with finely varied conditions are to be performed.

**Keywords:** Traffic flow simulation, Mesoscopic model, Object Petri nets, Process Mining, Trajectory clustering

### 論文審査の結果の要旨

本論文では、大規模交通流データから近い将来の交通流を予測するためのシミュレーションモデルを構築するための新しい手法が示されている。連続値をサンプリングした交通流データはアナログデータであり、特定の目的をもって取得されたものではない。本論文では、データの利用目的を考慮して必要な情報だけをイベントの形で抽出するというデジタル化の手法を提案している。デジタル化されたデータは必要な情報以外は抽象化されているため、データ量が大幅に削減される。さらに、記号処理や形式

検証など、計算機科学の様々な解析手法が利用可能になる。本論文では、イベントログから有用な情報を抽出する手法であるプロセスマイニングを利用している。さらに、プロセスマイニングをシミュレーションモデルの仕様適合性を検証する目的でも用いている。シミュレーションモデルの妥当性に関しては、従来は実データとの比較が中心であり、ソフトウェア的な観点からの検証は行われてこなかった。本論文の結果は、シミュレーションモデルの妥当性検証について、新しいアプローチを示したことになる。

本論文の2つ目の学術的貢献は、抽象度可変のシミュレーションモデルの提案にある。データをデジタル化するときの粒度設定を変えることにより、様々な抽象度を持つシミュレーションモデルを構築することができる。得られるモデルはマイクロモデルとマクロモデルの中間の粒度を持つメゾスコピックモデルである。このモデル化では、個々のオブジェクトの動きはノード間の移動速度分布に置き換えられる。ノードの詳細度を変えることにより、モデルの粒度を制御することができる。

本論文の3つ目の学術的貢献は、経路が厳密な形では定められていない交通流から代表的経路を抽出し、得られた抽象化経路グラフ上をオブジェクトが移動するシミュレーションモデルを提案したことである。このような交通流は、たとえば動物の行動パターンなどにもみられるが、本論文では空域の航空機データに適用している。航空機の軌跡は基本的には定められたウェイポイントを通過するが、空港付近では風向き、他の経路の混雑度などの要因により変動する。本論文では軌道クラスタリングなど複数の既存技術を組み合わせることで代表ルートをグラフの形で抽出し、精度の高い交通流予測が可能なシミュレーションモデルを構築した。

以上、本論文は大規模交通流データからの粒度可変のシミュレーションモデル構築に対する新規の手法を提案したものであり、学術的に貢献するところが大きい。よって、博士（情報科学）の学位論文として十分価値あるものと認めた。