

学位論文題名

ハイブリッド型交通流シミュレーションモデルの開発と評価

学位論文内容の要旨

交通渋滞は、現在日本のみならず世界各地でみられる交通問題となっている。また、交通渋滞によってもたらされる影響は多方面にわたり、社会問題、環境問題へと発展するまでに至っている。このような交通渋滞を解消する方策は、現在複数の官公庁をはじめとして、地方自治体、企業によりいろいろなアプローチで試みられている。その中でもシミュレーションによる交通状況を推定しての対策は、基本的に在来の施設を利用するので、道路建設といった路線の新設等、他の解決策に比べて費用が安く済むので積極的に行われている。特に、信号制御、標識や案内表示による迂回制御などは効果的な手法であり、この手法を活用するためには、大規模ネットワークに適用可能な高速シミュレーションモデルが求められている。

実際にシミュレーションが実行されている対象域の範囲は、その目的、用途によって様々である。それに応じて、採用する交通流モデルも選択する必要が生じてくる。そしてそのシミュレーションで基礎となっている交通流モデルは、アプリケーションの形を含め幅広く利用されているモデルとしてマクロモデルとマイクロモデルの2つに大別される。マイクロモデルは、追従理論を用いて車両の運転者による個々の車両の相互の影響を基本に置いているのに対して、マクロモデルは、流体力学理論を用いて交通流を圧縮できる媒体とみなして連続の定理に当てはめている。

現在利用されているパソコン対応の汎用型シミュレーションソフトの多くにも、基本的にこれらどちらかのモデルが組み込まれている場合がほとんどである。ところが、マイクロモデルの場合は車両一台毎に様々な処理をしているため大規模なネットワークのシミュレーションでは計算機による限界があること、マクロモデルの場合は逆に車両を流体的に捉えて計算するので一台毎の評価値を算出するのが難しいこと、というようにそれぞれに短所がみられる。この点をふまえ、これら2つのモデルからそれぞれの長所を組み合わせた新しい交通流モデルが、ドイツ国内の高速道路網における交通制御システムの開発、評価、利用のために設計され、DYNEMOモデル(DYnamic NEtwork MOdel)として1987年にWiedemannとSchwerdtfegerにより提唱された。

本研究ではまず、この交通流モデルDYNEMOに示されているハイブリッドタイプの交通流理論が、日本の交通状況に適用できるかを実験を通して比較、検討をおこなう。そして、その結果を踏まえた上で日本の市街道路網にも、ハイブリッド型のモデルを応用できるか否かを検討していく。それらの結果から、ハイブリッドモデルに適した適用例を提唱し、また、DYNEMOモデルにおいても他の交通状況に適用させるにはいくつか問題点がみられるため、それらを指摘した上に独自の改良を加え、ハイブリッドの理論と特長を活かした新たなモデルを構築し、その適用を併せて検討する。

本論文は8章から構成されており、その内容は以下のように要約される。

第2章では、交通流シミュレーションの発展の経過をマイクロモデル、マクロモデル、ハイブリッドを含むその他のモデルと3つのタイプ別に説明した上、それぞれのアルゴリズムの相違点や特長を明らかにし、交通流シミュレーションモデルにおけるハイブリッドモデルの位置付けを明確にする。

第3章では、本研究で扱うハイブリッドモデルのベースとなっている、シミュレーションモデル DYNEMO の詳細を、そのアルゴリズムを中心に説明する。

第4章では、DYNEMO モデルでも述べられたハイブリッドの理論と特長を活かし、発展させた新たなモデルとして提唱する Hybrid モデルの概要と、DYNEMO モデルからの改良点を、高速道路用、街路網用、工事区間を含む路線用と、適用範囲に応じてそれぞれ説明する。

第5章では、DYNEMO モデルで予め必要とされているパラメータが、観測データから取得するのが困難であるため、最適化手法の導入によりそれらの値を決定する手法を述べる。また、今回採用した最適化手法である Box アルゴリズムについてもその詳細を述べている。

第6章では、第3章で述べた DYNEMO モデルの検証として、元々ドイツの高速道路網のために開発されたこのモデルの、日本の高速道路への適用を道央高速道、首都高速道の2例についてそれぞれ説明する。道央高速道ではビデオ観測の結果から集計した交通量と平均速度を地点ごとに比較した。首都高速道では、感知器の平均速度データを時間軸と空間軸に沿ってグラフ化して比較し、渋滞の延伸などの複雑な交通現象の再現性を含めて検討した。また、第4章で提唱した Hybrid モデルと、第5章で紹介した最適化手法を組み合わせたシミュレーションを、道央高速道、首都高速道の観測データを用いて検証している。

第7章では、DYNEMO モデルの各車両とセグメントのマイクロとマクロのパラメータを両方持ち合わせている特長を活かして、一般街路網への適用を信号交差点の存在により生じる改良点を中心に説明する。市街路の交通データは十分な観測、入手が困難であるため、他のシミュレーションとの評価値の比較による検討を行っている。

第8章の結論は、前章までに得られた結果を総括し、本論文の成果としている。

学位論文審査の要旨

主査	教授	森吉昭博
副査	教授	伊達 惇
副査	教授	藤田 睦博
副査	教授	佐藤 馨一
副査	助教授	中辻 隆

学位論文題名

ハイブリッド型交通流シミュレーションモデルの開発と評価

交通渋滞は、現在日本のみならず世界各地でみられる交通問題となっている。また、交通渋滞によってもたらされる影響は多方面にわたり、社会問題、環境問題へと発展するまでに至っている。このような交通渋滞を解消する方策は、現在複数の官公庁をはじめとして、地方自治体、企業によりいろいろなアプローチで試みられている。その中でもシミュレーションによる交通状況を推定しての対策は、基本的に在来の施設を利用するので、道路建設といった路線の新設等、他の解決策に比べて費用が安く済むので積極的に行われている。特に、信号制御、標識や案内表示による迂回制御などは効果的な手法であるため、この手法を活用するために、大規模ネットワークに適用可能な高速シミュレーションモデルの開発が望まれている。

実際にシミュレーションが実行されている対象域の範囲は、その目的、用途によって様々である。それに応じて、採用する交通流モデルも選択する必要が生じてくる。そしてそのシミュレーションで基礎となっている交通流モデルは、アプリケーションの形を含め幅広く利用されているモデルとしてマクロモデルとミクロモデルの2つに大別される。ミクロモデルは、追従理論を用いて車両の運転者による個々の車両の相互の影響を基本に置いているのに対して、マクロモデルは、流体力学理論を用いて交通流を圧縮できる媒体とみなして連続の定理に当てはめている。

現在利用されているパソコン対応の汎用型シミュレーションソフトの多くにも、基本的にこれらどちらかのモデルが組み込まれている場合がほとんどである。ところが、ミクロモデルの場合は車両一台毎に様々な処理をしているため大規模なネットワークのシミュレーションでは計算機の限界があること、マクロモデルの場合は逆に車両を流体的に捉えて計算するので一台毎の評価値を算出するのが難しいこと、というようにそれぞれに短所がみられる。この点をふまえ、これら2つのモデルからそれぞれの長所を組み合わせた新しい交通流モデルが、ドイツ国内の高速道路網における交通制御システムの開発、評価、利用のために設計され、DYNEMOモデル(DYnamic NEtwork MOdel)として1987年にWiedemannとSchwerdtfegerにより提唱された。

本研究では、この交通流モデルDYNEMOに示されているハイブリッドタイプの交通流理

論が、日本の交通状況に適用できるかを実験を通して比較、検討を行っている。そして、その結果を踏まえた上で日本の市街道路網にも、ハイブリッド型のモデルを応用できるか否かを検討している。それらの結果から、ハイブリッドモデルに適した適用例を提唱し、また、DYNEMOモデルにおいても他の交通状況に適用させるにはいくつか問題点がみられるため、それらを指摘した上に独自の改良を加え、ハイブリッドの理論と特長を活かした新たなモデルを構築し、その適用を併せて検討している。

本研究の作業内容は以下のように示される。

まずDYNEMOモデルの検証として、日本の高速道路への適用を道央高速道、首都高速道の2例についてそれぞれ検証している。渋滞の延伸などの複雑な交通現象の再現性を含めて比較検討している。

そして、Hybridモデルと最適化手法を組み合わせたのシミュレーションを、道央高速道、首都高速道の観測データを用いて検証している。

また、一般街路網への適用を信号交差点の存在により生じる改良点を中心に検証している。

本研究における主要な成果は以下のように要約される。

- 1) 高速道路用に開発されたDYNEMOをベースとしたハイブリッドモデルの作成を行った。
- 2) 交通流のメカニズムが複雑で独特の交通現象が発生する渋滞域において、モデルの再現性の精度向上を図るために速度モデルを改良した。
- 3) K-V曲線のパラメータを従来の直接観測する方法に替えて、車両感知器データからシミュレーションと最適化手法を組み合わせて推定する手法を確立した。
- 4) 上記の推定手法は従来の方法では推定できなかった、K-V曲線以外の他のモデルパラメータの推定も可能にした。
- 5) ハイブリッドモデルのパラメータ推定は、自由流だけでなく渋滞流に対しても精度の高さを示した。
- 6) 市街地交通流へ適用するため信号交差点処理のモデル化を行った。交差点内は方向別に走路を定義し、その部分にはマイクロモデルを組み込むことによってハイブリッド化を実現させた。

これを要するに、著者は、適用範囲の幅広いハイブリッド型の交通流シミュレーションモデルを開発し、また特にハイブリッドモデルを用いた渋滞流の再現や検証に関しては有益な新知見を得ており、土木工学、特に交通工学の発展に寄与するところ大である。

よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。