

# 論文審査の結果の要旨

氏名 チュア イエン ピン

都市交通現象は様々な交通主体（ドライバー、歩行者など）および環境（道路網、交通規則信号など）を内包する複雑システムである。このシステムのダイナミズムと非線形性は、主に人間-環境の相互作用、および人間-人間の相互作用によって説明される。さらに、人間-人間の相互作用には3つの基本的な形態がある。それは、ドライバー-ドライバー、歩行者-歩行者、そして歩行者-ドライバーの相互作用である。これまで追従モデルやレーン変更モデルなどの自動車間の相互作用モデルが交通流シミュレータのために研究されてきた。また、社会力（social force）モデルや磁力モデルなどの歩行者シミュレーション・モデルも開発されてきた。一方、発展途上のアジアの都市では、交通ルールが明確でないか適切に守られないことが多く、歩行者が道路を渡る際に先進国よりも頻繁に歩行者-ドライバー間の相互作用が発生し、その形態も多様である。従って、このような都市の交通においては、歩行者とドライバーの相互作用が重要な役割を果たしているが、それに関する研究はこれまでほとんど行なわれてこなかった。そこで、本論文では、歩行者-ドライバー間の相互作用に着目し次のような研究を行った。まず、歩行者-ドライバー間の相互作用モデルを新たに提案した。次に得られた相互作用モデルを知的マルチエージェント型交通流シミュレータ **MATES**（Multi-Agent based Traffic and Environment Simulator）に組み込むことによって、リアルタイム歩行者シミュレーション環境を開発した。このリアルタイム歩行者シミュレータを没入型3次元可視化装置 **CABIN** と統合することにより、仮想的な交通社会実験環境を構築した。

本論文は6つの章から構成されている。

第1章は序論である。アジアの発展途上国の都市圏において歩行者や自動車が混然一体となった不安定な道路利用状況を概観し、近年取り組まれている都市交通計画の意志決定支援を目的とした交通流シミュレーション研究について到達点を述べ、本研究の課題、および目的を明らかにしている。

第2、3章では、本研究で開発を行った歩行者-ドライバー間の相互作用モデルの理論とフレームワーク、および本モデルの知的マルチエージェント型交通流シミュレータ **MATES** への実装に関して述べている。本モデルは、**Dual Gap Acceptance** モデルと名づけられ、アジアの発展途上国の都市における交通流を再現することを目的として構築された。このモデルでは、歩行者-自動車の相互作用を **Driver Yield (DY)** モデルと **Pedestrian Gap Acceptance (PGA)** モデルという二つの車・歩行者間の距離(gap)に基づくモデルの組み合わせによって表現する。双方の意思決定の組み合わせにより歩行者-自動車のダイナミックで非線形な相互作用を表現する。

第4章では、提案した相互作用モデルの検証に関して述べられている。中国・上海のショッピングセンターに隣接している南京西通り（Nanjing West Road）の双方向の4車線道路にある信号機の無い中央ブロックの横断歩道をビデオカメラによって撮影し、そこから抽出したデータの一部を使って相互作用モデルのパラメータを決定する。さらに決定されたモデルを使って **MATES** によるシミュレーションを行い、ビデオカメラによる観測と比較する。その結果、歩行者-自動車の相互作用に関して、ビデオ撮影による観測結果と **MATES** による計算結果はよい一致が得られ、提案モデルの有効性が検

証された。

第5章では、第4章で述べられたような現実の交通状況の観測に代わって、仮想的な交通実験を行う目的で新たに開発したリアルタイム歩行者シミュレータと3次元没入型可視化装置の統合システムに関して述べられている。このシミュレータでは、被験者が仮想道路環境中の歩行者の一人となり、その動きをコントローラーで操作することによって制御することができる。シミュレータの歩行者は前進、後退、左右への方向転換、加減速、そして頭を左右に向けることが可能である。本歩行者シミュレータは、特に危険な状況の再現や、子供や老人、身体障害者などの特定のグループに関して交通社会実験を行うとき、現実世界の実験の代替手段となりうるものである。実際にこの仮想実験環境で留学生約50名を被験者として実験も行い、本仮想交通社会実験環境の有効性および今後の課題が述べられている。

第6章は結論であり、上記の内容が総括され、提案手法の有効性および今後の展望についてまとめられている。

以上を要するに、本論文においては、特にアジアの発展途上国における交通問題を考える上で鍵を握る歩行者-自動車の相互作用に焦点を当て、**Dual Gap Acceptance** モデルと名づけた非線形モデルを新たに提案し、それを微視的交通流シミュレータ **MATES** に実装することによりアジアの発展途上国の交通流・歩行者シミュレーション手法の高精度化を図った。また、同時に、没入型可視化環境とリアルタイム歩行者シミュレーションを統合することにより、仮想的な交通社会実験環境を構築した。これらは、21世紀の重大な社会環境問題の一つであるアジアの発展途上国の交通環境の評価分析の高度化にとって大変有用な成果であり、よって本論文は博士（環境学）の学位請求論文として合格と認められる。