

知的マルチエージェント交通流シミュレータ MATES による仮想社会実験

Virtual Social Experiments using Multi-Agent Based Traffic and Environment Simulator: “MATES”

文屋信太郎¹ 吉村忍¹ 藤井秀樹²

Shintaro BUNYA¹, Shinobu YOSHIMURA¹, and Hideki FUJII²

¹ 東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻

¹ Department of Systems Innovation, School of Engineering, The University of Tokyo

² 東京大学大学院新領域創成科学研究科人間環境学専攻

² Department of Human and Engineered Environmental Studies, Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

Abstract: In this paper, we present our recent trials to seek for advanced ways to use our microscopic traffic simulator, which is called “MATES.” In the first case shown in this paper, MATES additionally considers model vehicle collisions to evaluate the Vehicle Safety Communication (VSC) technologies. In the second case, techniques from financial engineering are adopted to evaluate an investment to extend a tram track. Through these examples, it is shown that a multidisciplinary approach is needed to extend possibilities of computer simulation technologies.

緒言

交通は人々の生活において最も重要な機能あるいは現象の一つであり、より良い交通システムの実現のために、これまで継続的に投資が行われてきた。通常、投資に先立ってその効果が評価されるが、交通システムの場合は、利便性、快適性、安全性、経済性、環境適合性という、ときに相反する複数の基準で評価される。特に近年は公共事業の事業としての経済性が重視されたり、施工中および運用中のCO₂の排出が強く意識されたりと、より高度な設計と運用・管理が求められている。したがって、これらの評価基準をより高い水準で満足する交通システムの実現には、これまで以上に高度な設計・評価手法が必要であると考えられる。

そこで我々の研究室では知的マルチエージェント交通流シミュレータ MATES を開発している。MATES では自動車や歩行者等の交通主体を、自ら環境情報を知覚し、その情報を基に判断し、そして行動する「エージェント」としてモデル化する。例えば自動車の場合は、「認知」、「判断」、「操作」という運転行動の基本ステップをそれぞれモデル化したエージェントを作成することにより、自動車の挙動を再現する。このように個々にモデル化された自動車

や歩行者などの交通主体を道路環境に配置し、それらの個々の挙動と相互作用から多様な交通現象を定量的に再現することにより、現実の車両や道路を使った社会実験の代替としてコンピュータ中で仮想的に社会実験を行うことが MATES 開発の目的である。

MATES のように車両一台一台の挙動を考慮するのはミクロシミュレータと呼ばれる。本シミュレータにより、渋滞の発生箇所、渋滞の長さ、あるいは目的地までにかかる時間（旅行時間）を再現・予測することができれば、これらの指標は道路交通システムの設計を行う際に有効な参考資料となる。

我々の研究室では、MATES の交通流シミュレータとしての精緻化や、再現性を高めるための研究を進める一方、MATES から得られた結果をさらに別のモデルで処理することにより、交通現象のみで閉じたシミュレーションモデルでは得ることのできない有用な情報を得るための研究も行っている。

本論文では、MATES を ITS を用いた事故防止技術の評価プラットフォームとして利用した例と、MATES の計算結果に金融工学の手法を適用し、交通施策の経済的価値を評価した例を示した上で、交通流シミュレータを核としたマルチディシプリナリなシミュレーションモデルの可能性と課題について議論する。

MATES を用いた仮想社会実験

インフラ協調運転支援システムの評価

近年の傾向として、交通事故時の重症・死亡率は年々低下しているものの、交通事故発生件数は横ばいあるいは微減である。そのため、交通事故の発生を未然に防ぐ技術が必要とされている。インフラ協調運転支援システム（以下、協調運転システム）は、ITS（高度道路交通システム）関連技術の一つであり、無線通信によって他の車両や障害物の情報を取得し、それを運転者に提供することによって事故の発生を防ぐ技術である。協調運転システムの実用化に当たっては、事故防止効果の見積り、あるいは本システムの導入によって新たな事故が発生するなどの副作用がないか、など、予め評価しておく必要がある。そこで我々は、MATES に①事故発生機能、②衝突検出機能、③車車間・路車間無線通信機能を追加し、ミクロ交通流シミュレータによる協調運転システムの評価手法について基礎的検討を行った。

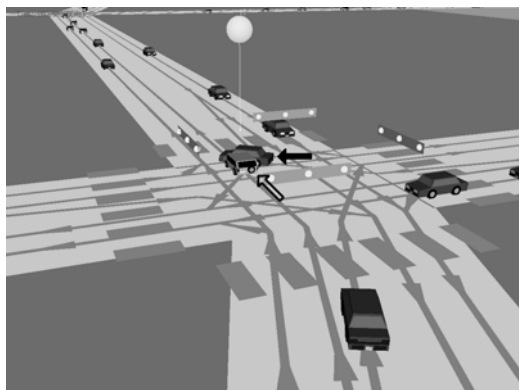


図1 シミュレータ内で発生・検出された衝突事故

図1はそのシミュレータ内で発生・検出された衝突事故の一例である。このような事故を発生させるために、本モデルでは運転者の認知・判断過程にエラー率を導入し、認知・判断ミスを誘導している。このように、事故のモデル化には運転者の認知や心理にまで踏み込む必要があり、学際的なアプローチが求められる点に難しさがある。本モデルでは、エラー率と事故発生頻度との関係や、車載機・路側機の普及率と通信成功率との関係について調べた。今後は、通信プロトコルの完全性や耐障害性の評価、協調運転システム導入効果の予測等が可能のようにモデルを発展させることを考えている。

路面電車延伸政策の評価

人と環境に優しい乗り物として、路面電車が注目されている。路面電車の新規導入や既存路線の延伸

によって、交通弱者の移動手段の確保、CO₂排出量の削減、沿線の商店の活性化、渋滞の緩和等の効果が期待されるが、これらの効果を数字で表すのは容易でない。これらの、従来は数字として表しにくく、費用対効果の検討において考慮されていなかった効果に金銭的価値を与えるための技術が確立できれば、その事業に対してより積極的に投資できる環境を整えることができる。このような技術の実現のための第一歩として、民間の団体によって岡山市で検討されている既存路線の延伸計画について、その渋滞緩和の効果を予測し、金銭的価値を与えることを試みた。この際、金銭的価値の算出にあたって、金融工学におけるプロジェクト価値の算出方法を用いた。

実際の計算では、現在は岡山駅の手前100m（直線距離）までしか敷設されていない既存路線を駅まで乗り入れる案について、いくつかの仮定の下に、実施前後の周辺道路交通の混雑状況をシミュレーションした。その結果、金額にして1億2千万円程の渋滞解消効果が得られると推定された。この値をプロジェクト価値に追加してNPV（Net Present Value）法の適用及びリアルオプション分析を行うことにより、不確実性を考慮した上で渋滞解消効果をプロジェクト価値に算入するための方法論を提示することができた。交通シミュレーションの実行やプロジェクト価値の算出過程で行った仮定の検証は十分とはいえないために、得られた数字が一人歩きすることには十分な注意が必要であるが、渋滞緩和効果を定量化するための方法の一つ提案できたことは意義があると考えられる。渋滞解消効果以外にも、道路交通によるCO₂排出量の評価等について研究を進めている。

結言

本論文では、知的マルチエージェント交通流シミュレータMATESを用いたミクロ交通流シミュレータの発展的利用法について、2つの適用例を示して検討した。これらの例において、隠れたリスクや価値を発見し、金銭的価値などの定量的な基準で評価するための、マルチディシプリナリなシミュレーションモデルの可能性を示した。

参考文献

- [1] 文屋信太郎, 他: インフラ協調運転支援システム評価のためのミクロ型交通流シミュレータ, 第27回日本シミュレーション学会大会論文集 (2008)
- [2] 吉村忍, 他: マルチエージェント型交通流シミュレータと金融工学を用いた路面電車延伸政策の評価, 第28回交通工学研究発表会論文報告集 (2008)