

渋滞道路解析のための自動車走行モデル

12-4

藤澤哲也 阿部好章 黒柳幸男 小野寺博 佐藤章
東洋大学

1. はじめに

我々は、道路交通の渋滞メカニズムの解析を目的としたシミュレーションシステムを開発している。本システムでは、渋滞解析の決め手となる自動車の動きをモデル化し、より現実に近い形で再現することが必要となる。

モデル構築に当たっては、基本操作をブレーキやアクセルの加減速のスピード操作と、走行する方向を決めるハンドル操作の2種類に分類した。交差点での走行、駐車車両とその回避、車線変更など、自動車が道路上を円滑に走行するのに必要なすべての機能をモデルに組み込むことが要求される。

本論文では、このような我々のモデルと、これに基づいて開発したシミュレーションシステムについて説明する。さらに、本システムによるモデルの妥当性、および正当性の検証について述べる。

2. 道路交通シミュレーションの機能

渋滞する道路交通のメカニズムを解析するには、自動車の挙動をできるだけ忠実に表現することが要求される。交差点における右左折、歩行者に対する配慮、駐車車両の迂回、追い越し、はみだしなど自動車の平面的な動きを解析する必要がある。

このようなシミュレーションを行うためには、以下のような要件を備える必要がある。

入力データ

任意の道路状況、任意の分布にしたがった自動車の発生、任意の信号制御方式を設定できる。

出力データ

標準的な出力(総旅行時間、交通量、平均速度、自動車個々の旅行時間など)とアニメーション(2次元および3次元グラフィックスによるシミュレーション結果)の表示ができる。

シミュレーション方式

オンラインによるシミュレーションで、シミュレーション進行に対して人間が随時介入ができる。

道路環境(自動車走行制約条件)

道路構造(道路形状、道路幅、交差点形状)と道路の交通規制(自動車走行レーン、走行速度規制、標識、信号機)を表現できる。

自動車走行

自動車の種類(トラック、バス、乗用車など)、自動車の属性(大きさ、走行性能、運転手特性(初心者、性格など)、自動車の運転とその振る舞い(追い越し(車線変更)、対向車線へのはみ出し(駐車車両、バスなどの駐車車両を避ける)、駐車および発進、停車などを表現できる。

3. 道路交通シミュレーションモデル

渋滞道路交通流の特性と挙動を詳細に解析することを可能とする我々のモデルは、道路ネットワークモデル、トラックモデル、そして自動車モデルの3つの部分から構成される。自動車モデルは微視的なモデルで、ファジィ理論を応用することによって作成される。自動車は二次元的な広がりをもつ道路上を自由に走行することが望ましいが、それでは自動車モデルが複雑になり、膨大なシミュレーション実行時間が必要となる。この問題を解決するために、われわれは、渋滞解析に必要なとする自動車の振舞いを再現可能とするためにトラックモデルを考案した。これは道路上の車線(レーン)の概念に近いものである。

そしてトラックモデルを作成することを可能とするために道路ネットワークモデルの概念を導入した。道路の形状を直線、円、クロソイド曲線の組み合わせで表現することにより、自動車の道路上の自由走行を可能とする。

道路ネットワークモデル

任意の道路の形状を直線、円、クロソイド曲線の組み合わせで表現し、道路ネットワークにおけるノードを交差点、アークを道路に対応させるモデルである。また、道路の交通規制もこの表現形式に関連づけて定義する。これにより道路ネットワーク上の距離、道路の形状や幅、任意のタイプの交差点を現実の世界とほぼ同じに表現することが可能となる。

このモデルは任意の道路ネットワークを対象とするデータベース化である。また、トラックモデルと自動

車モデルの構築を行うためには、不可欠のモデルである。これによって、任意の地域の道路交通流を容易にシミュレーションすることが可能となる。

トラックモデル

自動車は、1車線道路では、その真ん中を、2車線以上の道路では原則的には走行レーン(車線)上を移動することになる。1車線道路も1つのレーンと考え、自動車はすべての道路のレーン上を移動することになる。これに車線変更、駐停車を加えれば、自動車のすべての動きを表現できることになる。通常道路に固定された走行レーンの概念を拡張してその上を自動車移動できる、融通性をもったレーンの概念がトラックモデルである。このトラックモデルによれば、いつでも車線変更が可能であり、しかも追い越し、対向車線へのはみ出しなど通常の渋滞道路での走行状況を実現することが可能となる。

自動車モデル

自動車の運転は人間が行っており、人によって運転方法が異なる。各自動車に対して、道路状況に応じてその動きを正確に表現できる自動車モデルを提案している。自動車モデルは人間の運転者が必要とする全ての情報、車間距離、その他道路の障害物などを取り込んだモデルである。そのために、実際の渋滞道路での動きと同じような振舞いを正確にシミュレートすることが可能となる。自動車モデルはトラックモデル上を走る。この方法が、一次元化された道路のみを自動車が走ることを可能とし、したがって、シミュレーション実行時間を大幅に短縮することを可能としている。

4. シミュレーションシステムの構成

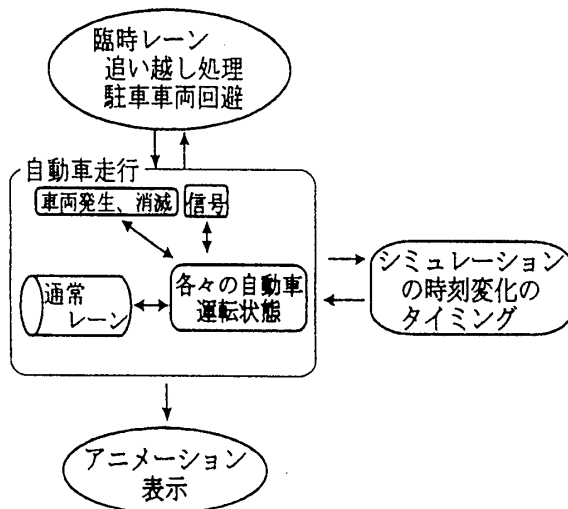


図1 システム構成図

シミュレーションシステムの構成を図1に示す。シミュレーションの核となる時間管理の部分を中心に構成されており、自動車走行に前節のモデルを導入してある。

5. モデルの妥当性の検証

本モデルの妥当性および有効性を確認するために、シミュレーションを行った。この確認は道路交通状況を表す時間・空間的な交通密度などの統計データと、個々の自動車の動きの観察を容易にする二次元的あるいは三次元的なアニメーションによるものである。

ハンドル操作を重点としたために、自動車の動きはスムーズでない部分もあるが、そうした以外は当初に考えていたモデルが正しく動作していることが検証されている。

6. おわりに

道路構造と道路の交通規則をモデル化して、道路ネットワークモデルとトラックモデルを作成し、自動車モデルによる自動車走行シミュレーションを行った。その結果をアニメーションによって観察し、常識的に、正常に自動車が走行していることを確認した。これらの検証は、主としてトラックモデル上を自動車が正しく走行するか否か、を確認することが中心であった。一方、自動車モデルの加減速の振舞いが、人間のものと似ているか否か、についての検証は別途研究中である。

今後は、モデルの精緻化とシミュレーション実行時間の短縮に対する方法の検討を行う予定である。

参考文献

- [1] 高橋道哉、佐藤淳一、猪飼國夫、三好勲、佐藤章：MITRAMのデータベースシステム、第12回シミュレーションテクノロジーコンファレンス、1993.6
- [2] 猪飼國夫、佐藤章、高橋道哉、中西俊男：渋滞解析を目的とした微視的道路交通シミュレーションシステム、情報処理学会第43回全国大会、1991.10
- [3] 猪飼國夫、板倉直明、本多中二：MITRAMにおける個別自動車のファジィモデルによるシミュレーションの実現方法、第11回シミュレーションテクノロジーコンファレンス、1992.6