

交通流シミュレーションによる車車間通信導入効果分析

京都大学 学生員 ○森杉 育生
宮城大学 正会員 蒔苗 耕司

1. 背景・目的

都市部における交通渋滞問題に対し、ITSの要素技術である路車間・車車間通信はその解決に有効な手法であると考えられる。現在、路車間・車車間通信に関する研究は、主に通信範囲・プロトコル等の分野で進められているが¹⁾²⁾、路車間・車車間あるいは路車間で具体的にどのような情報を交換するか、またそれがどの程度、経路選択に有効に働くかの検証はほとんど行われていない。そこで本研究では、車車間・路車間通信を実装可能なマイクロ交通流シミュレーションを構築するとともに、車車間通信モデルを構築し、その導入効果について分析を行う。

2. シミュレーションの構築

2-1 シミュレーションの概要

本シミュレーションの開発環境には Microsoft Visual Studio.net, 言語には C#を用い、描画部分については OpenGL を用いた。

本シミュレーションは描画モジュール、車両制御モジュール、統計・解析モジュール、データ管理モジュールの4つのモジュールで構成されている。

2-2 道路ネットワーク

本研究ではマイクロな車両挙動の実現のために、ノードを端点とした有向リンクを車線とし、車両がその上を一次元的に移動するモデルを採用する。

リンクには車線情報や干渉リンク情報等が含まれている。また、各交差点はそれぞれ1つのオブジェクトとして扱い、信号はその要素として含まれる。図1に本研究における道路構造を示す。

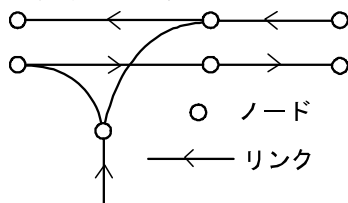


図1 道路構造

2-3 車両挙動と経路選択

1) 車両の移動

車両の移動には進行方向移動モデル・横方向移動モデル³⁾を適用し、シミュレーション計算周期（1秒）毎にネットワーク上の個々の車両を離散的に移動させる方

法を用いる。

車両は自由走行と追従走行の2つの行動パターンを持っており、前車両との距離・速度の比較により行動意思決定を行う。図2に基本的な車両挙動フローを示す。

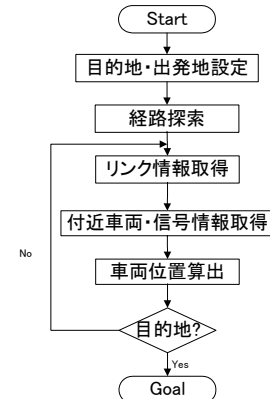


図2 車両挙動フロー

2) 車線変更

車線変更は、車線変更可能車線が存在する条件のもとで、以下の条件のいずれかに当てはまる場合に行う。

- 前方に自車の希望速度より遅い車両がいる場合
- 右左折等で車線変更が必要となる場合

b)においては、各車両に自車の走行希望車線に対する執着度を設定し、リンクの終点端までに走行希望車線に戻るよう制御を行なっている。

3) 経路選択

車両は車車間通信を行うことができるか否かのいずれかのグループに属する。車車間通信ができない車両は、車両発生時に出発地・目的地を設定し、その最短経路を導出し、それに基づいて走行する。一方、車車間通信ができる車両は、送られてきた交通情報の解析結果に基づいて、Dijkstra法により動的経路選択を行う。

3. 路車・車車間通信モデル

本研究における車車間通信モデルを以下に示す。車車間通信可能な車両は、同一リンク内の後方車両に自車の現在の走行速度を送信する。後方車両は送られてきた情報に自身の速度情報を付加し、さらに後方の車両に送信する。データの流れを図3に示す。情報量の増大を回避するため、リンクの終端に一番近い車両が、そのリンク上の車両数と速度を集計し、自車が存在するリンクの交通情報を算出する。

表1 シミュレーション解析結果

	車車間通信無効		車車間通信有効	
	通過台数(台/時間)	平均旅行時間(秒/時間)	通過台数(台/時間)	平均旅行時間(秒/時間)
区間A	287	74	338	90
区間B	282	71	331	85
区間C	313	91	264	81
区間D	302	75	256	68

その後、交通情報を次リンク付近の信号に送信し、次リンクの先頭車両が信号を介して、これを受け取る。前方の車両群より渋滞情報を取得した車両は、それらの情報から新経路を導出し、その経路に従って走行する。これらの仕組みにより、同一リンク上にある車両はネットワーク上のノードとなり、相互に情報交換を行うシステムが形成される。

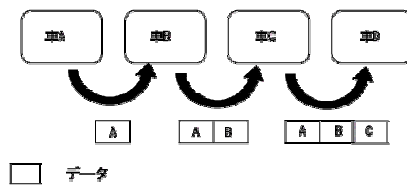


図3 車車間通信モデル

4. 実験

車車間通信の有効性を検証するために、実験用道路として2車線道路により構成される簡易なネットワークを設定し、(A)車車間通信無効、(B)車車間通信有効の場合について、シミュレーション実験を行なった(図4)。シミュレーション条件を以下に示す。

- 対象範囲は480m × 550mとする。
- 2つの選択可能経路の距離はほぼ同程度とする。
- 交通需要は全体で1000台/時間とし、車両発生パターンを指数分布に基づいたランダム到着として設定する。解析の対象とする車両は図4のSで発生し、Gを目的地とする。また、Tで発生し、Sを目的地とする対向車両を設定し、その発生数は解析車両の1/2とした。
- (A)車車間通信無効の場合の区間A-B、区間C-Dの経路選択確率はそれぞれ1/2とした。
- 信号サイクルは同一のサイクル(120秒)とする。
- シミュレーション時間は1時間とした。

シミュレーション終了後、それぞれの条件において、リンク毎の車両通過台数、平均旅行時間を解析項目とし、2回の実験データを平均した結果を基に分析する。そのシミュレーション結果を表1に示す。

表1に示されるように、車車間通信が有効である(B)においても、区間Cおよび区間Dにも車両が流入し、

経路選択確率を1/2とした(A)の場合と近似した結果を示している。また(A)と(B)でそれぞれの区間の通過台数を比較すると、(B)の方がより多くの車両が区間A-Bの経路を選択しているとともに、区間Aと区間Cの旅行時間の差が狭まっており、自車前方の区間情報を基にした適切な経路選択がなされた結果であると考えられる。

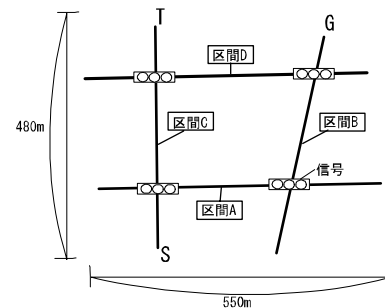


図4 実験用道路

5. 今後の課題

今回開発したシミュレータでは車両毎の挙動の基本部分を構築したが、その再現性について、より精密な検証が必要である。また、経路探索において人間の不確実性を考慮していないため、経路選択にロジックモデルを組み込むことや、経路探索に遺伝的アルゴリズムを組み入れるなど、選択経路のばらつきを表現することが課題として挙げられる。多車線道路での車車間通信の仕組みを構築し、その評価を行うことも課題として残されている。さらに本稿では1車線道路における車車間通信のみの実験を行ったが、今後はより大規模なネットワークで実験を行うとともに、信号を含めた路車間通信モデルを構築し、最適信号制御などの実験を行う必要がある。

参考文献

- 関 馨：『海外における車車間通信の開発』—その経緯と現状—，日本自動車研究所 自動車研究，27-1，2005。
- 藤村嘉一，長谷川孝明：車車間通信・路車間通信協調型MACプロトコルの性能評価，第三回ITSシンポジウム2004，pp:15-20，2004
- 交通工学研究会編：「やさしい交通シミュレーション」，交通工学研究会，2000