

車線変更挙動を考慮した多車線道路の交通シミュレーション

金沢大学工学部土木建設工学科

金沢大学 理工研究域環境デザイン学系

金沢大学 理工研究域環境デザイン学系

正会員

フェロー

○遠藤 紀彬

中山晶一郎

高山 純一

1. はじめに

わが国では、モータリゼーションが進み、生活利便性が進む一方で、交通事故の増加や慢性的な交通渋滞、大気汚染のような環境への負荷の増大などの問題が発生している。こうした問題に対して、近年、自動車交通の分野において、安全性の向上、輸送効率の向上、快適性の向上、環境負荷の低減を目的とした ITS (Intelligent Transport Systems) の研究開発が進められている。これらの技術により生活が便利になることも考えられるが、一方で新たに渋滞の発生や環境負荷の増大などの問題が起こる可能性も考えられ、より高度なサービスのためには、交通流の動的な情報を解析・予測する技術もまた求められる。

交通流の解析には様々な方法が研究されているが、その一つとしてセルオートマトンを利用したものがある。本研究では交通流の解析にこのセルオートマトンを利用する。交通シミュレーションの利点としては、費用を少なくすることができる傾向があり、プログラムを組めば何度でも実行することができるので、サンプル数が必要な時にも対応することができるという利点がある。一方、シミュレーションのモデルやプログラミングの妥当性については曖昧である危険性がある。

セルオートマトンでは、解析領域はセルと呼ばれる多数の区分に分割され、各セルの状態は、セル間の簡単な局所相互作用から決まる。本研究では、セルの状態を決めるルールを2次元局所近傍で設定し、速度や加減速などを疑似的に表現することで、多車線道路の交通流をシミュレーションする。局所ルールを少しずつ変えることによって交通流に影響する要素を分析する。

2. 再現性の検証

セルオートマトンは、製作者が交通現象をかみくんでいて局所ルールに変換するので、モデルのもととなった理論が正しかったとしても、局所ルールを作る際に失敗をしていると、よいシミュレーション結果を得られない。そこで、作成したシミュレーションが交通流をどの程度表現できているか、及び、シミュレーションが意図した通りに動いているかを検証するために、実交通現象のデータや、微分方程式などから得られる結果と比較することが有効であると考えられる。

2.1 片側二車線道路特有の性質

二車線道路に特有の現象として次の4つが知られている。シミュレーションの検証には、以下のような点に気をつけるのがよいと考えられる。

- 基本図における流量のピーク

観測地点を単位時間に通過した車両の数(流量) q と、通過した車両の速度の平均 \bar{v} から算出される密度 $\rho = q/\bar{v}$ と流量の関係を表す基本図において、追い越し車線には明確な頂点があるが、走行車線にはない。

- 追い越し車線側の流量が多くなる

日本の交通規則では、通常は走行車線を走り、追い越しにのみ追い越し車線を走ることが許されている。しかし、流量が多くなると追い越し車線を走る車両のほうが多くなる。

- 追い越し車線側が高密度、低速になる

渋滞時に、追い越し車線側が走行車線側よりも高密度、低速になる。

- 同期現象

流量や密度が上昇した際、2つに車線の速度や密度が接近する傾向がある。これについては、渋滞時には車線変更が困難になり、2つの車線がほぼ切り離されていることが原因であると考えられている。

3. シミュレーションの方針

セルオートマトンでは個々の運転者の特性を表現することが難しいので、全ての運転者が同じ考え(ルール)のもと動くことと仮定する。一般に運転者は、できるだけ早く目的地へ着こうとし、事故にあうことを避けようとする。そして、運転者・自動車・道路交通環境という一つの系の中で、環境からの刻々の情報に反応して自分の自動車の運動を調整し続ける。この研究では、その調整行動の一つとして車線変更を組み込んでいる。運転者が車線変更を考慮する理由は、自車両の速度を改善するため、前後の大型車などのために遮られた視界を改善するためなど様々なものが考えられるが、すべての車両に同一のルールを適用するので、たいていの運転者に採用される理由のみを組み込むことで、シミュレーション結果は実際の交通現象に近づくと考えられる。逆に、任意の要素を組み込んだ時にシミュレーション結果が大きくずれた場合には、その要素は一般的な車線変更の決定要因ではなく、限られた運転者にのみ採用される、もしくはほとんど採用されないものであると考えることができる。

運転者は安全に走行することを意識しており、前後の車両との間の距離、相対速度などを考慮し、自車両の加減速をする。車線変更の際にもそれらは意識され、普段から意識している現在の車線の環境に加え、移動先の車線の環境を強く意識する。

4. 車線変更モデル

- セルの状態は0か1か2の3つの状態を表わす。
0なら空のセル、1なら遅い最高速度、2なら早

い最高速度を表す。

- セルが0以外なら速度を決定するプロセスを経る。
- 速度は0~ v_{max} までの範囲をとる。セルの値の違いによって v_{max} の値を変える。
- セルごとに速度を決める。

(0) vel と v_{max} と大きさを比べる。 $vel < v_{max}$ ならば(1)に進む。 $vel = v_{max}$ ならば vel はそのまま。

(1) vel と $d1$ と大きさを比べる。 $d1$ が大きければ加速する。同じか $d1$ が小さければ(2)に進む。

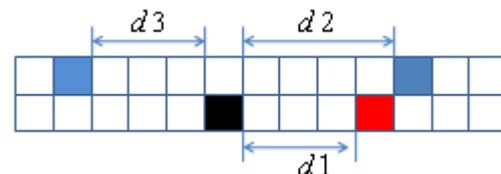
(2) vel と $d2$ と大きさを比べる。 $d2$ が大きければ(3)に進む。同じか $d2$ が小さければ(4)に進む。

(3) $velb$ と $d3$ の大きさを比べる。同じか $d3$ が大きければ車線変更をしようと決め、加速する。 $d3$ 小さければ(4)に進む。

(4) vel と $d1$ の大きさを比べる。同じなら vel の値はそのまま。 $d1$ が小さければ減速する。

- 車が移動する。
 - (a) 車線変更をしようと決めているかどうか確認する。しようと決めていたら、隣の車線に移る。
 - (b) $nvel$ の値のぶん前のセルに進む。

ここで、現在の速度を vel 、希望最高速度を v_{max} 、次のセルでの速度を $nvel$ 、隣の車線の後ろの車の速度を $velb$ 、現在の車線の前方との距離を $d1$ 、隣の車線の前方との距離を $d2$ 、隣の車線の真隣から後方にある車との距離を $d3$ とする。



参考文献

- Gipps P.G. (1986) A Model for the Structure of Lane Changing Decisions, *Transportation Research*, 20B, pp. 403-405.