

セルラーオートマトンによる車線変更挙動を考慮した 二車線道路の交通シミュレーション

金沢大学大学院 自然科学研究科 学生員 ○ 遠藤 紀彬
金沢大学 理工研究域環境デザイン学系 正会員 中山晶一朗
金沢大学 理工研究域環境デザイン学系 フェロー 高山 純一

1. はじめに

多車線道路では車両はそれぞれの目的（目的地に最速で到達する）を達成するために、その交通条件下でドライバーが最も合理的と考える行動をとると考えられる。しかし、各ドライバーが得られる情報はごく限られたものであるという事や、仮に十分な情報を得ていたとしても判断を間違えてしまうなどの理由から、実際は常に合理的な行動をしているとは言えない。

では、どういった制御をすれば、より合理的に交通流をコントロールすることができるのだろうか。それを解明するためには、どのような制御をした時にどのような現象が交通流に起きるのかということ把握しなくてはならない。

道路上に現れる車線ごとの特性は、個々のドライバーによって異なる、志向、体調、能力などの個人属性や、法律や道路線形などの外部条件などが複雑に絡み合うことによって発生されるものと解釈される。それでは、もしもすべての車両に個人属性などがなく、皆が同じ移動ルールの下移動を始めたとしたら、道路上にはどのような現象が起きるのだろうかという疑問が起こる。

ドライバーの車線変更挙動は走行車線、追い越し車線などの、車線ごとに異なる判断基準によってなされているように考えられるが、どのような要因がどうドライバーの思考に影響しているかということにははっきりしていない。また、逆にドライバーの行動がどのように交通流に影響していくかということも、研究の余地がある。そこで、本研究では、平均速度や密度、その他の車線ごとに生まれる特性は、ドライバーそれぞれの思考に基づいた行動の結果形成されたものなのか、それとも、道交法などの法律や交通規制などがなければ形成されなかったものなのかということや、渋滞など道路の状態が変わった時にどのような特性を示すかどうかなどをミクロな視点から解明することを目的とする。

2. シミュレーションの概要

本研究では CA(セルオートマトン)によって交通流をシミュレーションする。

本研究のモデルでは、1セルは1車両を表現している。本シミュレーションでは小型車と大型車の区別はなく、渋滞時にも多少の車両間隔をあけることを考え、1セルは長さが縦3m、横3mの正方形セルとみなすことにする。端に達した車両は、また逆の端から侵入してくる。これは出口のない環状道路を一定量の車両が巡回しているものをイメージできる。道路長は3m×3000セルの9kmとなっていて、1タイムステップ0.5秒のシミュレーションである。これは、一度に5セル進んだ場合に108km/hとみなすことができる。交通量、速度、密度は任意の地点・区間で測定し、プログラム内を流す交通量は、初期の道路全体の密度を設定することによってコントロールする。

このシミュレーションモデルは、車両の状態を決めるステップと、そのステップで決まったように移動を始めるステップの、2ステップによってひとつのサイクルとしている。

車両（各セル）は、両車線の前後の6セルの状態により、次にとるべき行動を決める。

道路上には二種類の車両が存在し、それは、遅い速度で満足する車両とより速い速度を目指す車両に分けることとする。このシミュレーションでは、速い速度を目指す車両は一度のタイムステップで5セルまで進むことができ、遅い速度で満足する車両は一度に4セルまで進むことができる。

初期の車の配置は、乱数を発生させ確率的に配置する。道路全体の車両の密度や速度別の割合なども調節することができる。

ドライバーはそれぞれ快適と感じる速度を設定しており、それは周囲の環境によって影響を受けるものと考えられるが、本モデルにおいては、各車両は最初に

設定された速度を目標とし、その速度に達するために車線変更などを行って状況を改善しようとする事とする。

各ドライバーは快適な速度で走行することを目標とし、そのために加速や車線変更を実行するが、それは、事故に遭遇せず、安全に走行できるという前提のもとに行われる。もしもドライバーが衝突の危険性を察知した場合は、車線変更や加速はあきらめ、必要によっては減速をし、場合によっては急ブレーキも行う。

ドライバーはまず自分と自分の周囲の状態を確認する。確認する状態とは、自分の目標とする速度、自分の速度、自分のいる車線の前後の車両までの距離と速度、隣の車線の前後の車両までの距離と速度である。次にドライバーは行動の決定をする。自分が目標速度に到達しているかどうかを確認し、到達している場合はその速度を維持することを考え、到達していない場合は目標速度に近づこうと努力する。そして、それらを総合して、車線変更をする必要があれば、車線変更を考慮する。ここまでの車両の状態を決めるステップである。

この段階で決定された速度、車線変更の有無に基づいて、車両の移動が行われる。

本研究ではモデルのパラメーター（車両の移動ルール）を変えてシミュレーションすることで車線ごとの特性の解明を目指す。

3. シミュレーション結果の考察

目標速度が速い車両と遅い車両の割合を変えた場合、自由流での平均速度にわずかに違いがあらわれるが、基本図に大きな違いが表れることはなかった。

空間オキュパンシーが0%に近いときは、自由流であり、車両はそれぞれの好む速度で巡航しているので、速度分布にばらつきが出るのが普通だが、本研究のモデルでは車両の速度は2種類であるため、速度のばらつきは少ない。実際の交通流と比べると、高い速度をとる車両が少ないようである。また、平均速度が1セル（20km/h）以下のデータがない。これらの原因は、車両がとりうる速度の幅が大きいことが影響していると考えられる。特に速度が0セル（ストップ状態）と1セル（20km/h）の間の速度が無いことが大きく関係していると考えられる

速い目標速度の車両は速い目標速度の車両の後ろを

走り、遅い目標速度の車両は遅い目標速度の車両の後ろを走るのでないかということ調べるため、初期の車両配置と、シミュレーション実行後の車両配置とで、前後の車両の目標速度が自分と同じであるという車両の数を比べたものを、図1に示す。ここで、正の値をとっているものは、シミュレーション終了時に初期よりも目標速度の同じ車両の車群ができたということである。

図から、密度20%以下の自由流の時は同じ目標速度同士の車群ができていと言え、車線変更をする判断基準が一緒でも、目標速度が違っていると、車群の形成がおきるだろうということが言える。

渋滞流の時に車群の形成が表れなかった理由として、渋滞してくると目標速度どころか、もっと遅い速度で走らなくてはいけないため、目標速度の違いが関係なくなってしまったからだと考えられる。

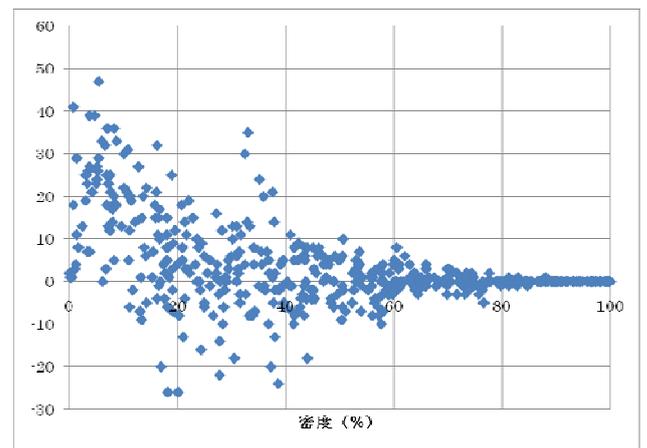


図1 同じ目標速度の車群の数

4. まとめ

左右の車線で同じ移動ルールの下、初期の車両の配置などの条件を変えてシミュレーションを行ったが、左右の車線で明確な違いが表れなかった。ここから、初期の車両の配置とは別のものが左右の車線の性質の違いを生んでいるのではないかと考えられる。

しかし、道路全体での交通量などには違いが表れなかったが、局地的に見ると、同じ目標速度ごとの車群の形成などは起きている可能性があると考えられる。

参考文献

1) Gipps P.G. (1986) A Model for the Structure of Lane Changing Decisions, Transportation Research, vol.20B, pp. 403-414, 1986