

車車間通信を用いた車線変更にもとらなう 交通流の円滑化に対する考察

Towards Smooth Traffic Flow on Changing Lanes Using Communication between Cars

高砂 智紀 高橋 和子
Tomoki Takasago Kazuko Takahashi

関西学院大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University

We discuss a method for the smooth traffic flow on the roads on which cars that may change their lanes move. This research aims at finding the rules of actions which realizes that the change of velocity of each car is as small as possible, and ensuring that those rules do not cause accidents. In this paper, we regard cars as autonomous agents, and construct a simple traffic model on which cars that may change their lanes move. We propose the method that the car to change its lane tells the other cars in its neighbourhood its intention beforehand, shares the information with them, and finds the timing of changing the lanes.

1. はじめに

自動車は車線変更を行う際、急な割り込みによって移動先の後続車が減速をしなければならない事態が発生する場合も多い。安全性を重視すると、車線変更を行っている車は二つの車線にまたがっているため、両レーンの後続車は適度な車間距離を空けなくてはならない。さらに、レーン間を移動したいと思っているときに真隣にいる車も車線変更を行おうとしている場合、譲歩すればよいのかこちらが優先すればよいのか判断するためにデッドロックが発生してしまう。このように交通流をミクロな視点から見てみると、車線変更は交通流の滞りの原因の一つであると考えられる。

そこで車線変更をスムーズなものにするべく、本論文ではウィンカーによる車線変更の意思表示をする以前に、車線変更情報を隣接するレーンにいる車に受け渡し、十分な車間距離を提供するモデルを提案し、以下に記す。

以下、2節では本研究で使用する道路と車の基本交通モデルについて、3節では今回提案した情報通信のアルゴリズムを示す。そして、4節でまとめとする。

2. 基本交通モデル

本研究では、実世界での交通の特徴を把握しながら、コンピュータ上でも実装可能である簡略化した交通シミュレーションモデルを考える。このモデルはマルチエージェントシステムに基づき、車をエージェントと見立て、周囲の状況から自らの行動を決定できる知能を持つとする。実装は Java 言語を使用し、タブレットで可視化して動作を確認できるものとする。以下に記す道路と車の振る舞いは次頁の図にも記しておく。

2.1 道路モデル

道路は二車線で南北方向に伸びているものと考え、交差点間の直進道路として想定する。この二つの車線を各車は直進および車線変更をして移動することとなる。

また、車線変更を可能とする領域は道路の途中から最後までとし、道路の始点から一定区間での車線変更は禁止とする。道路の始点から変更可能とすると変更を要する車は全て開始直後から横に移動を始めてしまい、車線変更による後続車への影響を確認することができないのでこの領域を設けることにする。

2.2 車モデル

各車は始発レーンと目的のレーンを持ち、予定出発時間を過ぎなおかつ始発レーンの一番後ろにいる車との車間距離が十分取れる状態になればスタートする。時刻は離散時間で経過するものとし、各車は一時刻前の状態から判断して走行するものとする。そして、始発レーンと目的のレーンが異なる場合、車線変更が可能な領域で周囲の状況を判断して必ず目的のレーンに入る動作を行うものとする。車線変更を行う際の速度は、東西、南北方向共に徐行の速度とする。

各車には停止、徐行、自由速度、追い越し速度と4段階の速度を変えられるものとし、同じ車線にいる車との車間距離や車線変更を要する車との接触の回避を考慮して変化する。

そこで、車は安全な走行をするために、以下のことを踏まえて走行すると定義する。

- 車の車間距離は一定値以上の距離を保つものとする。ただし、前の車が停止している場合は、徐行しながら近づいていき、極限まで近づいた後に停止する。
- 変更可能領域に達したとき、現在のレーンで直前を走る車との車間距離、隣接するレーンで南北方向 (y 座標) から見て前後にある車の間隔を確認して一定値以上の距離があればウィンカーを出す。図1で例をあげて考えると、車線変更をしようと考えている車 A はまず車 E との距離 ΔE を確認する。次に、車 B との距離 ΔB と車 C との距離 ΔC 、それらを合計した ΔA の間隔をそれぞれ確認する。そして次状態でも ΔA , ΔB , ΔC がそれぞれ一定値以上の距離を保てれば車線変更を開始する。
- 車線変更可能領域に達しても、 ΔA , ΔB , ΔC がそれぞれ一定値未満の値であった場合、徐行をして変更のタイミングを計るものとする。
- 前隣の車がウィンカーを出したことを確認した車は (図1で示すと車 C を主体と見て、車 A がウィンカーを点けた

連絡先: 高砂 智紀, 関西学院大学大学院理工学研究科
情報科学専攻高橋和子研究室, 〒 669-1337 兵庫県三田市学園二丁目一番地, TEL:079-565-8300,
tom20nov.uni@ksc.kwansei.ac.jp

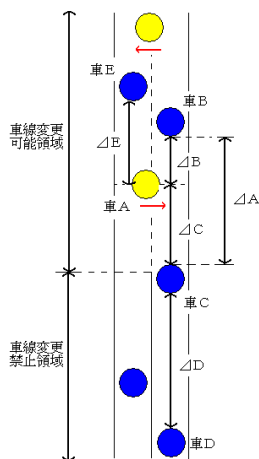


図 1: 交通モデル

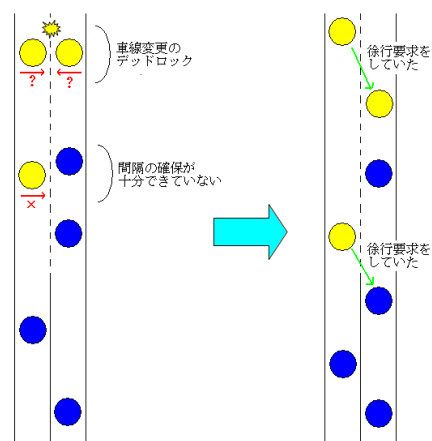


図 2: 期待できる効果

場合) 徐行をして間隔を空け譲歩する状態になるか、接触するのであれば前の車 (例では車 B) との車間距離を確認してから速度を上げ、すみやかに後ろの幅 (例だと車 C と車 D の間) に入るように促す。

- 以上の条件でも車線変更が行えなかった場合、道路の最後の直前で強制的に車線変更を行うものとする。ただし、そのような車が複数台存在する場合、先着した順番で譲歩しながら一台ずつ変更させる。
- もし、ほぼ真隣にいる車も車線変更を行いたいものであるならば、互いに徐行をしてタイミングを計る (車線変更のデッドロック、図 2 参照)。もし一定時間後でもまだお互いにほぼ隣同士であるのならば、徐行していた時間が長いほうを優先し、さらにそれが同時であれば各車に割り振ってある ID ナンバーが若い方を優先して車線変更を行うようにする。

上記の条件内にあるウィンカーについては、「車線変更を行えると判断した直後に点ける」ものとして定義をする。

3. 情報通信モデル

前節で定義した基本交通モデルでは、隣接するレーンの ΔA , ΔB , ΔC が一定値以上になるまで車線変更を要望する車が徐行をしなければならない問題と、ほぼ隣にいる車同士が同時に車線変更を行う際のデッドロックが発生する危険性がある。原因は各車の意志の疎通が十分に計れていないこと、あるいはウィンカーの情報のみで車線変更を行うには唐突過ぎてタイミングが悪いことが考えられる。そこで、これら二つの問題を解決する手法として、車である各エージェントに相互通信の機能を持たせることにし、車線変更禁止領域にいる間に移動先のレーンにいる後続車へ車線変更をする意志を通達する。その詳細を以下に記す。

1. 車線変更を要する場合、車線変更禁止領域にいる間に隣接するレーンの後続車に徐行を要求する。
2. 要求を受信した車は、自分が直進する場合、徐行するのが可能であれば要望に応じて徐行する。
3. 要求を受信した車は、自分が直進する場合、徐行するのが困難であればそのままの速度で、後続車に情報を渡す。

4. 要求を受信した車は、自分が車線変更をする場合、デッドロック回避のため強制的に徐行させられる。

このモデルで得られる効果は図 2 を参照するとわかる。車線変更禁止領域で通信をしていた場合、通信を受けた車は車線変更可能領域に達したときには十分な間隔を変更する車両には提供することができ、車線変更をする車同士のデッドロックは強制的に徐行をさせたことにより回避できると予想される。そして、道路全体の流れにおいて、渋滞の発生が軽減されると期待ができる。この機能の効果を評価する方法として、各車の走行時間における徐行時間の割合を計測し、徐行時間が減少したことを確認する。また、全車の分散も測定し、それぞれの車が平等に負担がかかるようにすることも確認する。

以上を基にして、より現実に近いモデルとするための拡張が考えられる。まず、車線変更を要望する車と通信を受け取った車のどちらの意志を優先するかを判断する方法があり、車線変更をする情報からの影響を徐行をして道を譲るだけでなく速度を上げて幅を提供できるようにする方法もある。しかし、前者はリアルタイムで変化する交通状況に対して各車が交渉に時間を割くことが実現する面で好ましくないこと、後者は前を進む車にぶつからないようにする安全面の考慮から実現は難しい。しかし、シミュレータ上で少しでも現実に近づけられるため、上記の問題をどのように考慮するかが今後の課題となる。

4. おわりに

本論文ではマルチエージェントシステムに基づいて、車線変更を要する車が存在する交通モデル内でレーン間を移動する意思を通信し、個人の要求を満たすと同時に全体の交通流を円滑にすることができる方法を提案した。

今後はシミュレーションを行って今回提案したモデルの妥当性を証明していくとともに、リアルタイムで変化していく交通状況にエージェントの交渉機能を搭載することが実現可能か検証していく。

参考文献

- [1] 河上省吾, 松井寛 共著. 交通工学 第 2 版. 森北出版 (2004).
- [2] 西成活裕 著. 渋滞学. 新潮選書 (2006).