

ドライバの判断エラーを加味した交通流シミュレーション

Traffic simulation with drivers' decision error

久保恒太 藤井秀樹 吉村忍
Kota Kubo Hideki Fuji Shinobu Yoshimura

東京大学大学院 工学系研究科システム創成学専攻
The University of Tokyo, School of Engineering, Department of System Innovation

Traffic accidents are major concern even though technologies such as ITS are being developed. It is important to predict where and how traffic accidents might occur, and to know how to prevent traffic accidents. Traffic simulators that have the function of simulating traffic accidents can help users to predict them. In this paper, we model traffic accidents and implement the model to an existing traffic simulator. It is conventionally considered that drivers' error is often occurs in a cognitive part among the drivers' three behaviors of cognition, decision and operation. We add the function of decision error in addition to the cognitive error. We reproduce traffic accidents in a realistic situation by modeling traffic accidents depending on situation and environment.

1. 緒言

1.1 交通事故の概況

国土交通省をはじめとした、行政の重点的な交通事故対策により、日本の事故死亡者は 1992 年から、また、事故発生件数は 2004 年から連続して減少傾向にある。しかし、近年では下げ止まりとなっており、平成24年中の交通事故件数は約 67 万件、年間交通事故死傷者数は約83万人である[警察庁 2012]。この数字が示すように交通事故は依然として大きな社会問題であり、交通事故をなくすことは国家の利益につながる。この様な状況の中で交通事故を再現できる交通流シミュレータがあると、どういった場所・状況で事故が起こりやすいかを知ることができ、道路や交通規制の設計、ITS 推進や交通教育への利用などを通した事故の減少に有用であると考えられる。

1.2 研究の目的と手法

既存の交通事故が起きる交通流シミュレータとしては、藤井らの認知エラーに関するものや、古川らの UDM を用いた交通シミュレータの開発などがある[藤井 2011][古川 2009]。これらの研究では交通事故を現実に近い形で再現してはいるものの、計算量の問題や、実際に起きる事故を個別に表わすことが難しい点から、実際に街を設計する際の実用性の問題が残る。

本研究の目的は交通事故が現実即したかたちで発生し、実用的な利用が可能な交通流シミュレータの開発である。

2. 交通事故シミュレーションの現状

2.1 シミュレーション手法

自動車の運転行動は認知・判断・操作の3つの過程に分類される。この3つの過程のどこかにエラー状態が起きた時に交通事故は発生する[交通事故分析センター 2005]。従来の交通流シミュレータでは、認知におけるエラーが交通事故の原因となるというものが多い。

それに対して、古川らの研究はエージェントの判断によるエラ

ーに踏み込んだものである[古川 2009]。エージェントが外部環境の情報を直接参照するのではなく、実在する外部世界と、認知・判断過程を通じて構築されるエージェント内部の外部世界のずれに起因し、事故が発生する外部世界モデルを考案した。このモデルの考え方に則ることで、従来の認知だけでなく、判断の部分も加味した交通流シミュレータを開発することができる。

本研究でも認知した後の判断過程においても、エラーが生じるという立場に立ち、判断エラー機能をモデル化、実装する。

また、現実の交通事故を考えた時、事故が発生する状況・環境は非常に重要である。しかし、従来の研究では状況・環境に依存しない認知エラーが生じ、事故の発生につながるというものが多かった。藤井らの研究ではドライバの注視点が移動することで、周辺視野に映ったものをエージェントが認知していない認知エラーの状態をつくり、事故が発生する[藤井 2011]。こういった状況・環境に依らない認知に絞ったものだけでなく、状況や環境によって判断が変わるといった機能が加わると、ドライバは多くの場合、状況・環境に依存した判断をするため、よりよく現実の交通事故を再現すると考える。本研究においては状況・環境に依存する判断エラーと依存しないものの両方の機能を実装することを目標とする。

例えば、左右の見通しが悪く信号のない交差点に差し掛かる時、多くのドライバは交差する道路の車両を認知出来ていなくても、交差点に進入する前に減速して左右の確認をする。一方で信号があり、左右の見通しの良い交差点であった場合には左右の確認を行わないことが多いと考えられる。この様にドライバはいつでも同じ判断をしながら運転を行っているわけではなく、状況や環境に依存した判断を行っていると考えられる。

そのため、本研究においてはドライバの判断エラーを、どの場面でも共通にあるものと、状況・環境に依存するものとに分けて考え、その両方を実装することを目指す。具体的には、まず事故が起きる複数の状況・環境をモデル化・実装し、それによる知見を得ながら、普遍的に存在する判断エラーを抽出し、実装することで、交通事故が発生するシミュレータを開発する。

なお、本研究では、著者らが開発中の知的マルチエージェント交通流シミュレータ MATES (Multi-Agent-base Traffic and Environment Simulator) [吉村 2004]に新たな認知・判断モデルを追加・実装することによって目的を達成することとする。MATES においてドライバはエージェントとしてモデル化されており、周囲の環境から情報を取得して自律的に行動する。それ

それぞれのエージェントが自律的に行動(認知・判断・操作)することで、複雑な交通流を再現可能であり、現実の現象に即した交通事故を再現するという本研究の目的に適した交通流シミュレータであるといえる。

2.2 交通事故が起きる状況・環境

本研究ではまず、交通事故が起きる環境を限定することで、より現実に近い形で交通事故が発生することを目指す。そのため、交通事故を複数の種類に分類する必要がある。

交通事故は類型別に見ると多い順に出会い追突が 37.2%、出会い頭衝突が 30.7%、右折時衝突が 9.9%、左折時衝突が 5.6%と続く[警察庁 2012]。これら 4 つの事故で全事故の 80% 以上を占めるため本研究では、これらをモデル化し、MATES 上で実装した。これらの事故のモデル化に際しては自動車技術会が発表している交通事故予測シミュレーションシステム検証マニュアル[自動車技術会 2013]を参考に 4 つの事例の概要と環境を表 1 にまとめる。

表 1 4つの事故の概要と環境

事故分類	事例の概要	環境
追突	交差点手前で停止した先行車に追突。先行車は信号機が黄色になって早い段階で停止した。自車は先行車が黄色でも進むと考えていた、もしくは信号機に視線が行っていた可能性が高い。	・信号有 ・交差点 ・黄色信号
出会い頭	交差点を直進で進入しようとした時、右から他車が出てきたため、急ブレーキで停止。建物が密集していたため、他車の発見が遅れたと考えられる。狭い道のため、車は 40km/h 未満で走行している。	・信号無し ・交差点 ・障害物有
右折	夜間、交差点に右折で進入しようとした際、対向車が直進してきたため、急ブレーキで停止。自車ドライバは右側を見ていた。信号が黄色になったため、自車ドライバは「対向車は停止する。」と考えていた可能性がある。また、対向車のライトの影響で、対向車速度を把握しづらい状況にあったと考えられる。	・信号有 ・交差点 ・対向車有
左折	夜間、交差点を左折中、右折してきた対向車の側面に衝突。	・信号有 ・交差点 ・対向車有

3. 交通事故シミュレーションの実装

分類したそれぞれの事故に関して、MATES 上に交通事故の状況・環境下における特有の判断エラーを実装した。

3.1 追突事故

追突事故においては、黄色信号でかつ先行車が存在する時に、判断エラーが確率的に生じる。このエラーが生じた時、エージェントが認知した世界では先行車は減速前と同じ相対速度で進行しており、現実には進行していないことで先行車と衝突し、事故が発生する。判断エラーが生じ、事故が起きる可能性があるところまでのフローチャートを図 1 に示す。実際に判断エラーによって事故が起きる状態が確認できた。

3.2 出会い頭事故

出会い頭事故のモデルでは、信号のない交差点で障害物があることで障害物に隠れた認知ができなくなっている。そこで、見通し計算を行うことで視野の制限を判断した。見通し計算には二つのオブジェクトを結ぶ線分と障害物である壁面との交点が存在するか判定する比較的単純なアルゴリズムを採用している[藤井 2010]。シミュレーション開始時に、障害物がある近辺の道路を見通しの悪い道路という属性を付与することで、その交差点を通過する際に判断エラーが起きていないエージェントは一時停止するようにした。逆に判断エラーが起きている時、つまりは交差する車両を予測しない時にはエージェントが認知した世界では実際に障害物の陰から車両が進入してくる時に、事故が起きる可能性がある。判断エラーが生じ、事故が起きる可能性があるところまでのフローチャートを図 2 に示す。

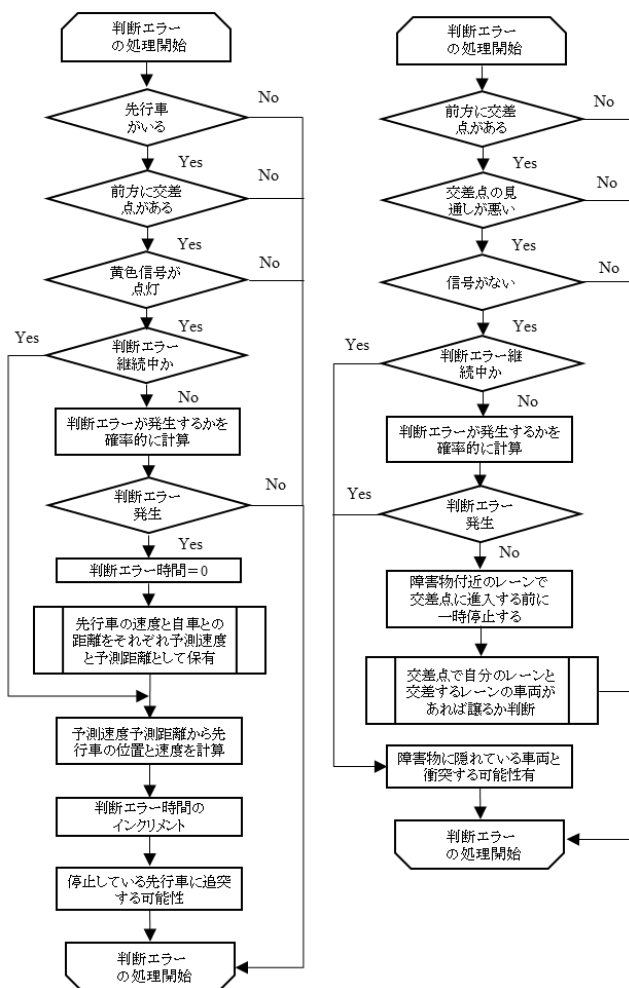


図 1 追突事故のフローチャート(左)

図 2 出会い頭事故のフローチャート(右)

また、障害物により視界が遮られた時に事故が起こるまでをキャプチャした図を交通事故が発生した時の一例として、図 3 に示す。全ての図において、右下の黒い部分が障害物になっており、画面下方から上方に進む車両と、画面右側から左側に進む車両は交差点の直前までお互いを認知出来なくなっている。そのため、判断エラーが生じていない車両は安全確認のため、一時停

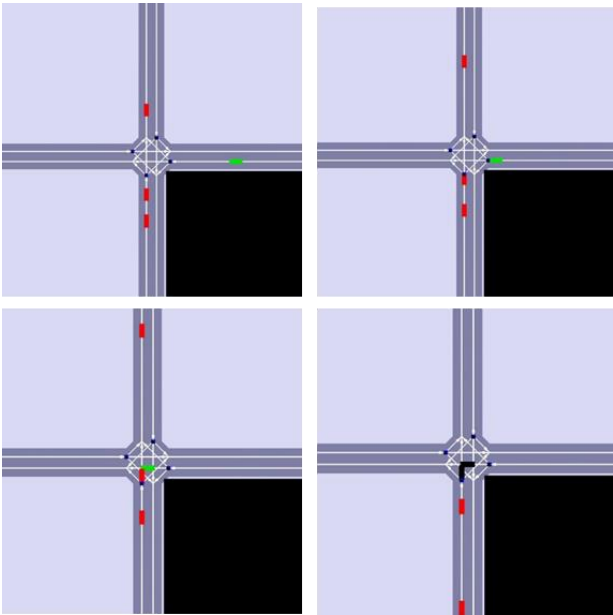


図3 出会い頭衝突事故のシミュレーション

止する様実装している。図3左上において画面右側から侵入してきた緑色の車両は障害物によって交差する車両を認知できていない。普通ならばこの様に障害物が近くにあるレーンでは車両は交差点手前で一時停止し、安全を確認するが、この車両では判断エラーが発生しているため、図3右上および左下においても停止することなく、画面下方から情報に進行する車両に気づいても、急停止できず、図3右下で衝突してしまうという状態を示している。ここでも事故が発生していることを確認することができた。

3.3 右折事故

右折事故は信号のある交差点で、自車が右折しようとして、対向車が直進しようとした時を再現したものである。ここでこの事故が起きる原因は判断エラーが発生した時、右折した先行車に続いて、自車が右折出来るであろうと判断する。一方対向車も優先的に直進できると判断することによるものである。実装としては先行車とともに自車が右折しようとする時に判断エラー状態になることで、外部世界から対向車が存在しなくなり、現実には存在する対向車と衝突する可能性があるというものである。判断エラーが発生して右折事故が起きる可能性がある部分までをフローチャートにしたものを図4に示す

3.4 左折事故

左折事故では交差点内で、左折しようとする自車に対して、右折してきた対向車と衝突するものである。このモデルでは、両車両がそれぞれ、対向車が停止して譲ってくれる、自ら先に行くという判断をすることで外部世界において、対向車が減速するが、現実には減速しないために衝突し、事故が発生する可能性があるものである。判断エラーが発生して左折事故が起きる可能性がある部分までをフローチャートにしたものを図5に示す

4. 結言

本研究では判断エラーを考慮したモデルを取り入れることによって、認知によるエラーだけでは再現できない様な人間の行動を再現し、現実世界で起きている交通事故に近い事故を再現す

ることができた。また、実際に起きやすい事故をモデル化することで、現実には即した事故を再現することができた。

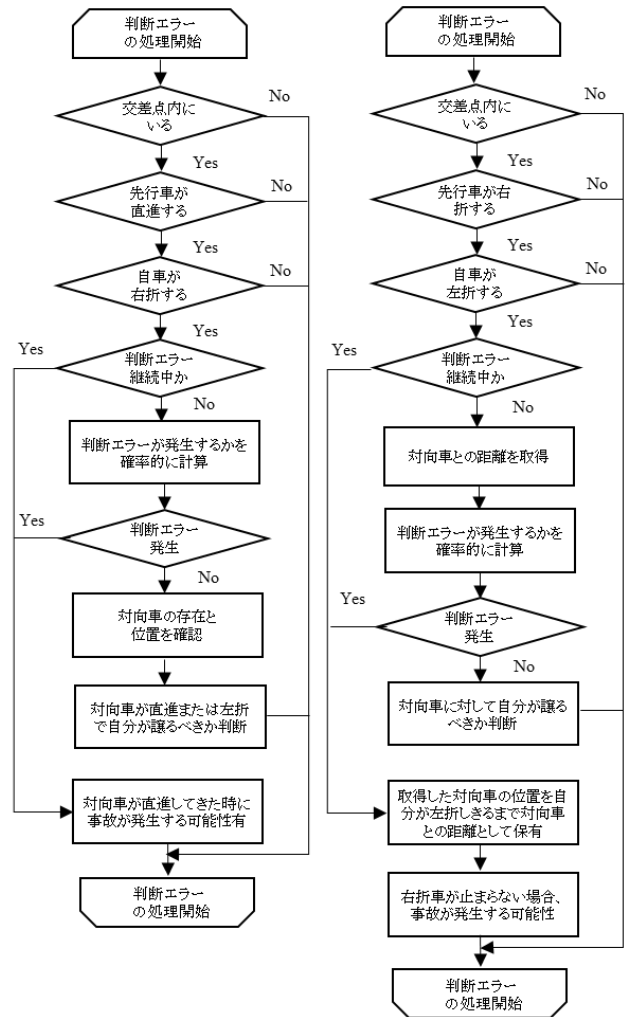


図4 右折事故のフローチャート(左)

図5 左折事故のフローチャート(右)

参考文献

[警察庁 2012] 警察庁交通局: 平成 24 年中の事故発生状況 (2012)
 [交通事故分析センター 2005] 交通事故分析センター: ITARDA Information, No.56 (2005)
 [吉村 2004] 吉村 忍, 西川 鉦史, 守安 智: 知的マルチエージェントシミュレータ MATES の開発, シミュレーション, Vo.25, No.4, pp.228-237(2004)
 [古川 2009] 古川修: 安全運転支援システムの効果評価のための UDM を用いた交通シミュレータの開発, 自動車技術, Vol.63, No2. pp.104-107 (2009)
 [藤井 2011] 藤井秀樹, 吉村 忍, 高野 悠哉: マルチエージェント交通流シミュレーションにおける交通事故モデリング, 人工知能学会論文誌, Vol26, No.1, pp.42-49 (2011)
 [自動車技術会 2013] 自動車技術会: 交通事故予測シミュレーションシステム検証マニュアル(2013)
 [藤井 2010] 藤井秀樹, 吉村忍: マルチエージェント型交通流シミュレータのドライバモデルに関する検討, 日本機械学会第 23 回計算力学講演会論文集 (2010)