

協調型自動運転における安全と効率の評価検討

Evaluation Study on Safety and Efficiency in the Cooperative Automatic Driving

木村 健太† 東 峻太郎‡ 佐藤 健哉‡
Kenta Kimura Shuntaro Azuma Kenya Sato

1 はじめに

近年 V2X(vehicle-to-everything) 通信を用いることで、車両が直接視認することのできない死角情報を取得したり、他車両と協調した自動走行を実現するために、協調型システムの研究が行われている。自車両のセンサ情報だけで自動運転するのではなく、車車間通信や路車間通信を併用した場合、300m 周辺の認識率が上がることは示されており [1]、このことから今後車両にとって V2X 通信は不可欠な要素であり、様々な対象との通信が行える。車両が通信する対象は、他車両や路側機、クラウドサーバなど様々なものが想定されている。他車両とは車車間通信、路側機とは路車間通信を使い通信でき、クラウドサーバとは携帯回線を利用し、通信することができる。

しかし現状、車両の通信対象がそれぞれの程度、交通におけるサービスやシステムに影響を与えるかの指標がない。今後 V2X 通信を可能とした車両を開発するにあたり、通信対象を広げ、周辺情報をどの程度得る必要があるのかを正確に把握する必要がある。

本研究では、車両が把握できる周辺情報を段階的に増加させることで、交通における安全や効率にどのような変化をもたらすのかを評価する。その結果から、車両における通信利用時の効果を考察する。

2 問題点

交通の抱える問題の中に見通しの悪く、信号の無い交差点での事故がある。警察庁の交通事故発生場所の統計 [2] によると市街地交差点での事故が事故発生場所として最多である。図 1 の通り、見通しの悪い交差点では死角となる部分が多い。このような交差点では出会い頭衝突事故の発生確率が高くなる。ドライバーは交差点を渡る前に一時停止して、安全を確認した後に交差点を渡らなければならない。この行為は交差する車線の車両の有無に関わらず必要である。

しかし、交差する車線の情報を車両があらかじめ把握していれば、車両が接近していない場合に一時停止をせずに交差点を渡ることができる。このように周辺情報を得ることで事故防止という安全性を高めることができ、さらに停止時間を減少させることで交通状態の効率を高めることができる。

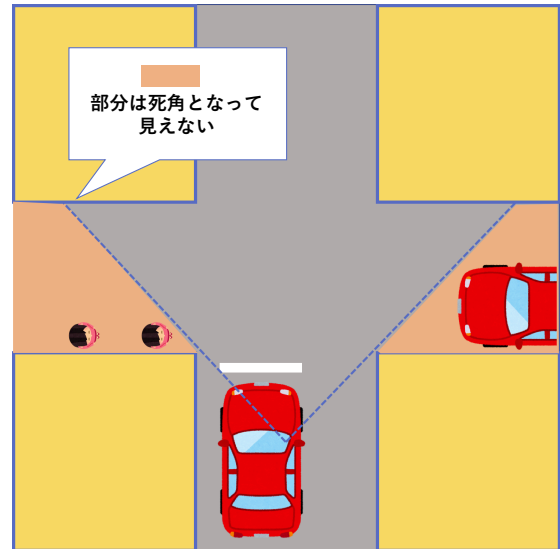


図 1 見通しの悪い交差点の死角

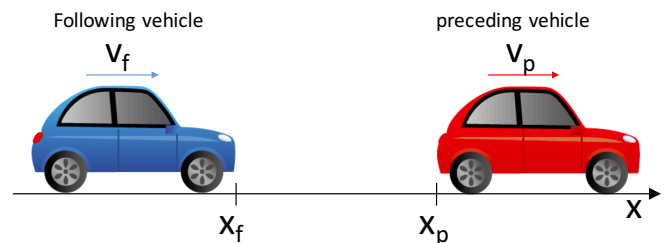


図 2 車両における各変数

3 評価方法

3.1 概要

本研究では、車両が把握できる周辺情報を段階別に分け、交通流シミュレータを用いてシミュレーションを行い、各段階での安全性や効率を評価する。対象は見通しの悪い交差点を走行する車両とする。また、通信する情報は車両の位置情報、速度情報である。

3.2 安全、効率の定義

安全や効率を評価するにあたり、評価の指標を決めなければならない。本研究では安全や効率を以下のようにして評価する。安全は衝突余裕時間 (TTC:Time-To-Collision) を考慮して評価する。図 2 に示した通り、追従車両と先行車両の位置、速度をそれぞれ x_f, v_f, x_p, v_p とする。また、TTC を t_c とすると式 (1) で定義される。

† 同志社大学 理工学部 情報システムデザイン学科

‡ 同志社大学大学院 理工学研究科 情報工学専攻

表 1 シミュレーション内における段階別車両の定義

type 1	周辺車両情報の取得なし
type 2	100m 内の周辺車両情報を得る
type 3	全ての周辺車両情報を得る

表 2 通信範囲による効率と安全性の比較

	安全	効率
周辺車両情報の取得なし	悪い	悪い
100m 内の周辺車両情報を得る	良い	良い
全ての周辺車両情報を得る	良い	良い

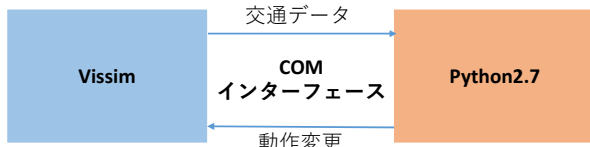


図 3 シミュレータ環境のブロック図

$$t_c = -\frac{x_f - x_p}{v_f - x_p} \quad (1)$$

効率とは交通の流れに対する指標であり、各車両の目的地に到着するまでの時間で評価する。

3.3 段階別車両の設定

得ることのできる周辺情報の範囲が安全や効率にどの程度影響を与えるか検証するため、表 1 のように段階別車両を設定する。この段階ごとに安全と効率の評価を取る。

3.4 前提条件

シミュレーションは以下の前提条件を持つ。

- 一度のシミュレーションで走行する車両は同一の段階別車両とする。
- 通信のパケットロスの可能性は考慮しない。
- 通信する情報は誤差を含まないものとする。

3.5 交通流シミュレーション作成

交通流シミュレータ Vissim[3] を用いて、安全と効率についてシミュレーションする。Vissim とはドイツ PTV Group 社が開発したマイクロ交通シミュレータである。交通における車両や人などの相互影響を再現することができる。図 3 はシミュレータ環境のブロック図である。Vissim 上で走行している車両の位置情報を含む交通データを COM(Component Object Model) インターフェース [4] を介して Python2.7 で交通データの分析を行う。交通データの分析とは、各車両の通信範囲内に存在する他車両の検出である。検出された他車両が交差点の走行に危険を及ぼすのであれば、交差点前で一時停止をするように動作を変更させる。このようにして走行させた車両の目的地に到着するまでの時間と速度情報を収集し、交通における効率と安全の評価に利用する。

4 評価

表 1 で示した段階別車両ごとの安全と効率の定性評価が表 2 である。効率は車両が目的地に到達するまでの時間を基に評価し、安全は式 (1) の TTC を基に評価をする。

5 考察

表 2 が示す通り、通信による周辺情報がない場合に比べて、通信を用いて周辺情報を取得した場合、交通における安全と効率を向上させることができる。通信による周辺車両情報がない状態での走行を行うには、必ず交差点前で一時停止し、交差する車線の交通状況を確認する必要がある。しかし、周辺車両情報を通信によって得ることで、交差する車線からの車両接近の有無を把握することができ、必要な場合にのみ、減速することができる。その結果、交通における効率と安全が向上したといえる。

6 まとめ

車車間通信や路車間通信を用いることで周辺の状況を把握し、協調の取れた交通を実現するための研究は盛んに行われている。本研究で車両が得ることのできる周辺情報の範囲を段階別にシミュレーションし、協調型自動運転の効率や安全を示すことで、今後の協調型自動運転システムの研究開発の指標へと役立てる。

本研究では決められた交通量でのシミュレーションを想定しているが、交通量は時間、場所など様々な要因によって変動する可能性がある。交通量の違いによって最適な通信範囲は変化する可能性がある。最適な通信範囲は交通量によって変動するかシミュレーションで検証する必要がある。今回は効率や安全という指標を用いて評価を行うが、それ以外に排気ガス排出量や燃費の視点でも評価を行えば、環境を考慮した自動運転システムへの参考となる評価結果を得られる。

また、本研究では全車両が同じ通信システムを搭載していると想定しているが、現時点で通信システムは普及しつつあるものの、全ての車両に通信システムが搭載されるまでには時間を有する。全ての車両に同じ通信システムが搭載されていない状態での安全や効率も重要な評価基準となる。今後、上記した点も考慮した評価をとることが重要である。

参考文献

- [1] Hendrik-Jorn Gunther, Raphael Riebl, Lars Wolf, Christian Facchi, "Collective Perception and Decentralized Congestion Control in Vehicular Ad-hoc Networks", Vehicular Networking Conference(VNC), IEEE, 2016.
- [2] 警察庁, <https://www.npa.go.jp/toukei/koutuu48/toukei.htm>, "平成 28 年における交通事故の発生状況", (参照 2017-6-21).
- [3] PTV Vissim, <http://vision-traffic.ptvgroup.com/en-us/products/ptv-vissim/>, (参照 2017-6-21).
- [4] Microsoft, COM インターフェースとは, [https://msdn.microsoft.com/ja-jp/library/windows/desktop/ff485850\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ja-jp/library/windows/desktop/ff485850(v=vs.85).aspx), (参照 2017-6-21)