

二輪車の交差点における適切な V2X 通信タイミングの検討

原圭範^{†1} 清原良三^{†1}

概要：二輪車の交通事故による死亡率は四輪車よりも3倍高いと言われている。その原因として、四輪車の運転者は車両の中にいるため事故が起きたとしても、車体によって身体を守られる場合があるが、二輪車の運転者は事故が起きたときに、身体を守ることがほとんどできないことが挙げられる。また、二輪車の車体は四輪車よりも小さいため、交差点付近で見落とされやすく、出会い頭事故に直結することがある。これは事故が起こる原因の1つである。見通しの悪い交差点では出会い頭事故の対策としてカーブミラーを設置し、死角をある程度補えるようにはなっているが、それでも見落としが起きるなどして事故が起こるケースは存在するため、万能ではない。四輪車と比べると死亡事故の件数は少ないが死亡事故の割合の多い二輪車の交通事故を削減し死者を少しでも減らすことは現在の自動車社会の解決すべき課題の1つである。本論文では、二輪車の事故の中でも最も多い出会い頭事故の削減を目的とし、V2Xを用いた手法の提案とV2Xのための適切な通信開始位置の検討結果を述べる。

キーワード：二輪車、車車間通信、路車間通信、V2X、交通事故、交通流シミュレータ

1. はじめに

平成26年度の交通事故総合分析センターの統計[1]によると、二輪車の交通事故による死亡率は四輪車の交通事故の3倍高いというデータがある(表1参照)。その原因として、四輪車の運転者は車両の中にいるため事故が起きたとしても、車体によって身体を守ることができる場合があるが、二輪車の運転者は事故が起きたときに、身体を守るのがほとんどないことが挙げられる。また、二輪車の車体は四輪車よりも小さいため、交差点付近で見落とされやすく、出会い頭事故に直結することがあり、それも事故が起こる原因の1つである。また、出会い頭事故は二輪車の交通事故の中でも最も多い事故なので減らすことが望ましい。

図1に示すような見通しの悪い丁字路では、出会い頭事故の対策としてカーブミラーを設置し、死角をある程度補えるようにはなっている。また、ほとんどの二輪車は、ヘッドライトを常時点灯することにより、見落とされないようにしている。しかしながら、事故は多くの場合において双方の見落としや、双方の不注意が重なることにより起こる。例えば1%の確率で車が何かをバイクの存在を見落とし、バイク側も1%の確率で見落とすのであれば、0.01%の確率で事故またはヒヤリハットが起こることになる。

自動運転の技術の開発が盛んであるが、自動運転技術の

適用により、各種センサを搭載し、これらの不注意などを防ぐために運転者への警告を促し、自動運転でなくても、ドライバーが安全に制御することが十分考えられる。

本論文では既存の研究としてのV2Xを活用した方式を紹介し、その問題点、課題として、通信開始すべき位置などの距離感の問題を指摘する。通信を開始すべき適切な位置を調べるため、基本実験として、ドライビングシミュレータを活用して、進入するかどうかの判断と距離の関係を調べたので報告し、今後の課題に関して議論する。

2. V2Xによる基本方式

国土交通省によって先進安全自動車(Advanced Safety Vehicle, ASV)の導入が推進され、衝突被害軽減ブレーキや車線逸脱防止システムといった予防安全技術が日々発展することにより、交通事故を減らす手段が増加しつつある。これらを解決するため、近年、研究開発が盛んに行われているV2X(Vehicle to Everything)を用いて見落としが起きやすい二輪車の存在を他車線の運転者に知らせることが有効だと考えられる[2]。

自動二輪車向け交通流への影響を考慮した出会いがしら事故の低減手法[3]では、車両と路車間の設備で通信を行うV2R(Vehicle to Road)を用いることで他車線を走行する車両が二輪車を認識させ、二輪車事故の中で最も多い出

表1 二輪車、四輪車の事故数

	四輪車	二輪車
事故[件]	518,813 件	25,466 件
死亡事故[件]	3,187 件	452 件
死亡事故の割合[%]	0.6%	1.8%

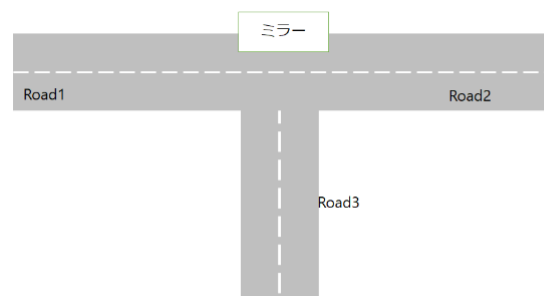


図1 従来の丁字路

^{†1} 神奈川工科大学
Kanagawa Institute of Technology

会いがし事故を防ぎ、従来方式での交通流と遜色ない交通流を確保する提案をした。図2に示すように交差点から50[m]以内に入った場合に二輪車は路側機と通信を開始し、二輪車は路側機に自転車情報を送信する。そして二輪車の情報を受信した路側機は、road3 の先頭にいる車両が交差点から50[m]以内にいる場合、その車両に二輪車が交差点に近づいていることを通知する。このように丁字路における通知手法の提案と評価を行った結果、わずかな交通流の悪化で事故率は軽減されることが明らかになった。

しかし、丁字路の交差点へ侵入するまでのどの距離で通知することが適切であるかについて考慮されていない。タイミングは遅すぎれば意味がなく、常に早すぎると慣れてしまうと無視することになりかねない。タイミングは本来交差点までの到着時間で決まるはずなのに、実験の簡易化のために距離で実験を行っていることが問題であり、本来はTTC (Time to Collision) で決めるべきである。

また、進入するかどうかは、車両の加速力にも依存する。正確には加速力と運転者がどこまで加速するかと、自動車を見た場合のTTCを頭で判断する度合いによっても決まる。この点の考慮を実施して、はじめてシミュレーションに意味が出てくると考える。

3. 二輪車の丁字路進入の課題

従来の丁字路に配置されているミラーでは、相手車両を確認しにくく、また車両があることが確認できたとしても距離感がつかめないため合流するタイミングをとることが困難である。非優先側にいる車両は結果的に頭を出して肉眼で確認を行おうとするため、優先道路を走る車両の運転手が驚きブレーキを踏んでしまう、よけるために車両を対向車線にはみ出してしまい結果事故が発生してしまうという可能性があった。こういった課題を以下に整理する。

- TTCが最も遅い通知時間。これ以上遅いと意味がない。減速も含んだTTCの計算が必要である。

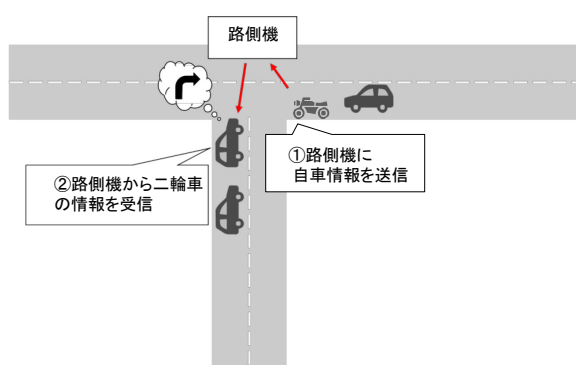


図2 丁字路 V2X による通知手法

- 運転者の安全距離の問題。これはドライバごとに異なる
- 通知手段。二輪車では、そもそもV2Xの機器を搭載している確率も低いいため、スマートフォンを活用しなければならない。

このような課題に対して、スマートフォンを活用して危険な交差点に限ってV2Rとスマートフォンを活用する方式を提案する。V2Vや、スマートフォン同士での通信による方式も考えられるが、たくさんある交差点で頻繁に情報が入り、次第に無視されるようになりかねないため、まずは重要な交差点に限ることとする。このような交差点には、ミラーや、路側器が設置されている可能性が高いため、V2R方式で提案する。

4. 提案方式

前提条件を以下のように規定する。

- 二輪車の条件
 - 1) スマートフォンを保持している。
 - 2) スマートフォンはアプリを搭載しており、位置情報から交差点の路側器の情報を保持している。
 - 3) アプリから路側器を管理するサーバにアクセスできる。
 - 4) アプリは運転者にバイブレーションなどドライバに複数の情報を区別して通知する機能を保持している。
- 4輪車の条件
 - 1) V2R通信が可能である。
 - 2) 地図を持っており、V2R経由で路側器を管理するサーバにアクセス可能である。
 - 3) ドライバに情報を提示する機能を保持している。

図3に示すように四輪車、二輪車ともに、地図上の路側

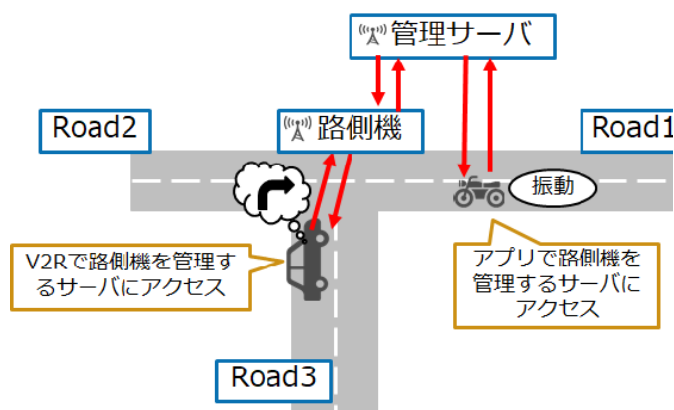


図3 提案方式

器に近づくと、スマートフォンあるいはV2Rで路側器管理サーバにアクセスし、位置情報、現在速度の情報を送る。これによりサーバ側は、常に交差点までの時間を推測することができる。複数の車両が路側器サーバにアクセスしている場合で、到達時間が一定の範囲(数秒程度)の場合に、両方のサーバと通信し、状況が変わらなければ、ドライバへの通知をすることと判断する。スマートフォンや車載機側は、TTCに一定の範囲の変更がない限りドライバに対して適切な時間に通知する。

提案方式では、以下の適切な時間を調査する必要がある。

- 交差点での接近の範囲を決める時間。数秒であるが適切な時間はどの程度か。これを安全通過時間と定義する。
- 情報をドライバに通知する時間。

この2つがキーとなる時間になり、ドライバに依存する時間になる。そこで、本論文では安全通過時間を測定することを目的にドライビングシミュレータを利用した実験を行うこととした。

5. 実験

安全通過距離は、安全通過距離は人間の感覚に依りそれらの感覚にも個人差があるためなので交通シミュレータで定量的に測ることができない。評価は、被験者にドライビングシミュレータで作成したシナリオ A, B を実際に運転してもらい被験者の感じた適切な距離を測定する。

本論文では図4に示している無信号の丁字路を道路モデルとして想定する。Road1, Road2, Road3のいずれの長さも100[m]、優先道路の片側1車線でRoad1, Road2に対して1車線のみの非優先道路のRoad3が交差する形で構成されている。各道路は左側通行であり実験ではA点, C点を走行する。

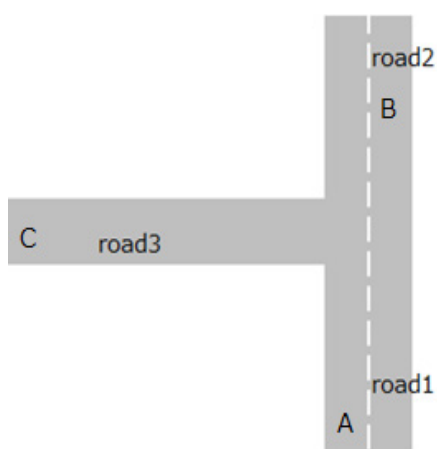


図4 道路モデル

1) シナリオ A の挙動

被験者が road1 の A 点を時速 40[km]で走行し、交差点から 20[m]に入ると road3 の C 点から road1 に入るタイミングを 5[m]毎に road1 側に 4 回ずらし計 5 回の実験を行い被験者の安全通過距離を測定する。

2) シナリオ B の挙動

被験者が road3, C 点の一時停止状態から右折するために交差点に車両の頭を出したとき、被験者の視界に相手車両が交差点に向けて進行する。その際に被験者が右折できるか、できないかを判断し運転してもらう。相手車両が、交差点から 30[m]手前で出現し、時速 40[km]で走行する。また、相手車両を交差点手前 30[m]から 5[m]ずらした位置に出現、走行させる。これを計 5 回繰り返し被験者の安全通過距離を測定する。

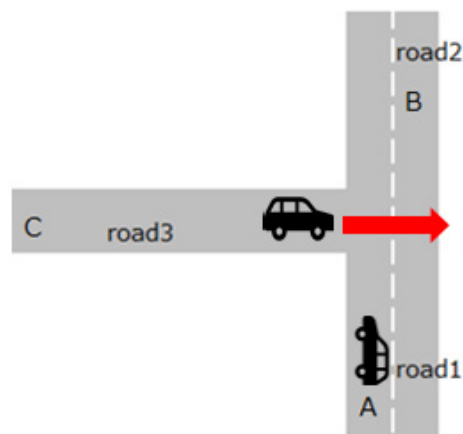


図5 シナリオ A の挙動

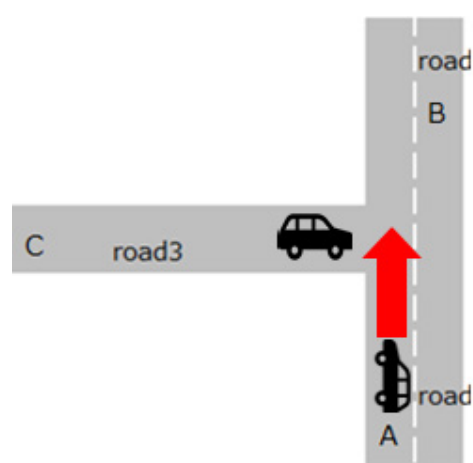


図6 シナリオ B の挙動

6. 評価

本実験の結果を利用して、さらに交通シミュレータを利用して評価実験を行い、交通流に影響を与えないことを確認する予定である。また、実際に事故の可能性に関してはドライビングシミュレータを利用して事故にならないことを確認する予定で進めている。

参考文献

- [1] 交通事故総合分析センター “交通統計 平成 26 年”
<http://www.itarda.or.jp/materials/publications.php?page=4>, (参照 2018-10-18).
- [2] 木谷友哉, “Bikeinformatics: 情報科学的二輪車 ITS の基盤研究, “ 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル
- [3] 原圭範. 清原良三, ” 自動二輪車向け交通流への影響を考慮した出会いがしら事故の低減手法”情報処理学会, 研究報告高度交通システムとスマートコミュニティ (ITS) 2018-ITS-73