

G-2

ローカルな無信号交差点における安全運転支援に関する検討

Study on Driving Safety Support at the Non-Signal Intersection

○高 東昇¹, 藤 琳², 泉 隆²*DongSheng Gao¹, Lin Teng², Takashi Izumi²

Abstract: Every year many traffic accidents occur at the intersection. Especially at the non-signal intersection, more prone to vehicle collision accident. Although some stop signs are set up by Department of Transportation, as main reason is the driver's violation without security confirmation of the stop signs. So, how to reduce the traffic accident at the non-signal intersection, is very important.

1. まえがき

警察庁交通局により、平成 28 年中に日本全国の交通事故が 499,201 件があり、その内に無信号交差点での事故は 116,514 件、全事故の 23.34%を占めている。この中で市街地の事故が 91,409 件、非市街地が 25,105 件である。事故類型別により、車両相互出会い頭事故は無信号交差点事故の約 67.24%を占めている^[1]。そのため、本研究ではローカルな無信号交差点における出会い頭事故要因に着目し、運転手の判断負荷及び車の出会い頭事故の削減に有効な安全運転支援システムについて検討する。

2. 本研究の提案内容

本研究で提案する安全運転支援システムの概念図及びシステムの構成要件を Figure 1 に示す。

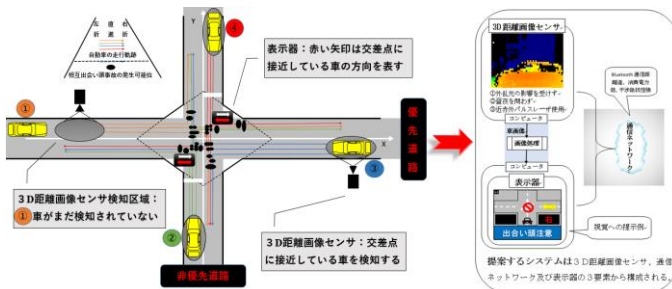


Figure 1. The Driving Support System conceptual image

Figure 1 は、ローカルな無信号交差点を対象とし、道路側に設置されるセンサにより車の検出を行い、それから表示器によって運転手などの注意を喚起するものである。なお、システム構成の 3 要素を以下に示す。

2.1 センサ 本システムでは 3D 距離画像センサを採用する事を考えている。3D センサは外乱光の影響を受けず、昼夜を問わずに使用でき、擬似 3 次元の画像パターン認識も可能であるなどのメリットがある。

2.2 通信ネットワーク 無線通信デバイスとして Bluetooth を採用する事を考えている。Bluetooth の周波数ホッピング方式は周囲の無線機器へ与える影響も

小さくなることから、各種無線機器が混在するような環境での通信に優位性を発揮するといえる。

2.3 表示器 交差点に設置され、交差車両が接近している場合、警告情報を提供するデバイスである。

3. 本提案システムに関する検討の内容

本稿では、ローカルな無信号交差点に対し、運転挙動の調査を行い、3D 距離画像センサの設置位置及び表示器について検討したので、報告する。

3.1 運転挙動の調査 2017 年 4 月 22 日～25 日に千葉県船橋市薬園台のある無信号交差点で運転手（車 50 台）の運転挙動について調査を行った。調査の場所、内容及び結果の一部を Figure 2 に示す。

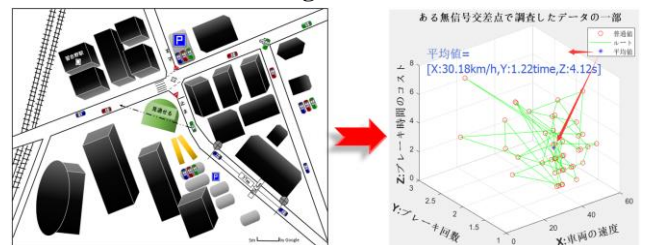


Figure 2. Drivers' driving data at a non-signal intersection

車両は 1 台毎に速度やブレーキ回数やブレーキ時間の関係が独立なので、結果からみると、運転手らが交差点に入る時に平均車速 30.18km/h (≈制限速度 30 km/h)、平均ブレーキ回数 1.22 回、平均 4.12s かかってブレーキをかけたということが分かった。調査を通して運転手らは停止線で完全に止まらないが、交差点に接近している時に早めにブレーキの動作があり、つまりブレーキの心構えのため、警報タイミングは運転手らが早めにブレーキ時間 (4.12s) をしきい値として警報を行った方が良いと考えた。しかし、警報する前に制動ブレーキしない可能性もあるため、実際に警報タイミングとしては 4.12s より長い方が良いと考えられる。また、警報タイミングを通してセンサ設置の位置が決定することができる。

3.2 3D 距離画像センサの設置位置 警報タイミングが分かった上でセンサの設置位置は、Figure 3 の③車が警報時間内（秒）に交差点までの走行距離を考慮すれば良いと考えた。例えば、警報タイミングを 5s とし、ブレーキ制動しない場合にセンサ側に車両の最大車速が 43km/h、約 12m/s とすると、センサが交差点まで約 5×12=60m の所に設置するのが良い。

センサの設置位置(SP)： $SP = V \times T$ (1)

SP：センサが交差点までの最適距離(m)

V：センサの道路側で車両の最大車速(m/s)

T：表示器の道路側で運転手が早めにブレーキの時間(s)

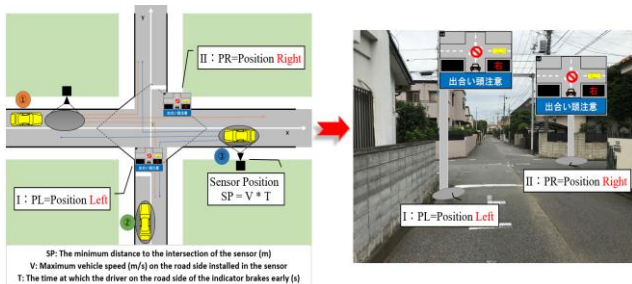


Figure 3. The position of the Display and Sensor the model

3.3 表示器

(1) 表示器の設置 これまでの研究により、無信号交差点において運転手らは交差点に進入する時に運転挙動が左側より右側への安全確認回数が多い、時間的にも基本的には右方向に注意が偏る傾向にある事が分かっている。また、出会い頭事故で当事者の属性、一時停止規制有無、昼夜と関係がなく 10km/h を超える時に“左側から衝突”が多いと指摘された。

そのため、無信号交差点における運転挙動の分析により、表示器の設置方式については二つがあると考えている。それぞれを Figure 3 の I と II に示す。

(2) 警告方式 有住ら [2] が運転手に運転挙動分析により、出会い頭事故は主観的に運転手は思い込みやうっかりで交差車両が来る方向を視認していないという安全不確認が検証された。さらに、宗広ら [3] は交差車両が「来る」という接近警報の有効性を DS (Driving Simulator) で検証した。従って、本システムも表示器を通して運転手などに「車が来る」という警告情報を提供することを考えている。警告情報を提供するため、表示器のサインボードを3パターン計 15 種類設計した。本研究で設計したサインボードは、国土交通省の道路標識分類 [4] により、規制標識、警戒標識及び補助標識を含めるため、認識性が良いと考えている。なお、表示器のサインボードの名前及び概要説明を Table 1 に示す。本研究の設計で使用した素材及び意味を Table 2 に示す。

Table 1. About the design concepts of the “Smart Icon”

類別	概要説明	全部の種類例					サイズ
カットダウンサイン	この標識は、車両が交差点に接近している事を表示する。黄色の表示板を併せて安全的な判断を提供するという事である。						80cm × 120cm
ムービングヴィークルサイン	この標識は、システムによって車両が接近中のときは、黄色のアイコンで表示する。また車両の方向も表示できる。もし車は接近中すれば、禁止アイコンで表示する。						120cm × 80cm
ハザードフラッシュサイン	この標識は、点滅装置によって交差点に入るのが安全でないときに接近している車を警告する						80cm × 120cm

Table 2. About the signboard design’s Material and Meani

交通標識（規制標識・案内標識・指示標識・警戒標識など）一覧		
◆規制標識種類	◆警戒標識種類	◆補助標識種類
一時停止（英文有） 2020年の東京五輪のため、デザイン変更	車両出会い頭注意	ブレーキしていない状態車/ブレーキする必要がある
車両進入禁止	左右の道注意	ブレーキしていない状態車/ブレーキする必要がある
国際的一時停止（米、英、国など）	危険な車接近中	右側から来る車両様子
国際的一時停止（日文有）	車両接近中注意	左側から来る車両様子
車両通行止め		車線、ディスプレイを付けている情報板で分かりやすい提示を提示
このような横の矢印は車が交差点に接近中の方向 このような縦の矢印は車が走行の方向		通過注意
指定方向外進行禁止		左右確認
		交差点に通過注意
		出会い頭注意

4. まとめ

本稿では、ローカルな無信号交差点に対し、運転挙動の調査を行った結果から、対象交差点の警報タイミングは 4.12s より長い方が良いと考えられる。また、警報タイミングにより、3D 距離画像センサの設置位置の計算式を検討した。さらに、表示器について設置位置及び警告方式の設計を検討した。

今後の方針としては、運転手に理解されやすいサインボードを確定するため、Campbell の手法 [5] により、検討していきたい。また、システムの警告情報提示の有効性を検証するため、シミュレーションにより評価することを考えている

5. 参考文献

[1] 警察庁交通局:「平成 28 年における交通事故の発生状況」, [http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/\(2017-06\)](http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/(2017-06))
 [2] 有住 正人, 山中 英生, 三谷 哲雄:「無信号交差点のヒヤリハット分析による出会い頭事故要因の検討」, 土木計画学研究・講演集 第 33 巻, ROMBUNNO.363, 2006
 [3] 宗広 裕司, 大門 樹, 山崎 勲, 有住 正人:「無信号交差点における車両接近警報の有効性に関する研究」, モバイル学会誌, 2011, vol.1(1);pp.11-16
 [4] 国土交通省:「道路標識一覧表 - 止まれ、徐行正式版追加」, [http://www.mlit.go.jp/road/sign/sign/douro/ichiran.pdf\(2017-08\)](http://www.mlit.go.jp/road/sign/sign/douro/ichiran.pdf(2017-08))
 [5] Campbell, J.L., Hoffmeister, D.H., Keifer, R.J., Selke, D.J., Green, P.A., & Richman, J.B.”Comprehension Testing of Active Safety Symbols” (2004-01-0450). 2004 SAE World Congress and Exhibition Technical Papers, Detroit, MI, March 8-11, 2004.