

ウィンドシールドディスプレイを用いた 交差点における進入車両提示法

A Visualization Method of a Vehicle Approaching an Intersection on a Windshield Display

森田航平¹⁾, 亀田能成²⁾, 北原格²⁾, 大田友一²⁾

Kouhei MORITA, Yoshinari KAMEDA, Itaru KITAHARA and Yuichi OHTA

1) 筑波大学 大学院システム情報工学研究科

(〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1, s1220823@u.tsukuba.ac.jp)

2) 筑波大学 システム情報系

(〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1, {kameda, kitahara, ohta}@iit.tsukuba.ac.jp)

概要: 我々は、見通しの悪い交差点において、出会い頭の衝突事故を予防するために、横方向から進入する車両を、ウィンドシールドディスプレイを用いて運転手の視界に複合現実型提示をする視覚支援を提案する。運転者に進入車両の速度と交差点までの距離を視覚的に理解させ、進入車両が交差点に到達するタイミングを把握させることで、適切な運転を促すことができると考えられる。そこで、他車両が交差点に進入するとき、その車両と速度、交差点までの距離、交差点に到達するタイミングが等しい車両を、ウィンドシールドディスプレイの提示範囲内に提示する。車両が横方向から仮想的な坂道を下るように提示することで、運転者は交差点から離れた場所からでも、進入車両の交差点に到達するタイミングを直感的に把握できるようになると考えられる。

キーワード: 拡張現実感, 運転支援, ITS, ウィンドシールドディスプレイ

1. はじめに

交通事故は、事故原因の発見の遅れや判断の誤りなどの、事故直前の運転者の行動に起因しており、発見の遅れが原因の 47%を占めている[1]。特に出会い頭による衝突事故は解決しなければならない問題である。出会い頭の交通事故の多くは、市街地に多く見られる小規模や中規模の見通しの悪い交差点において発生している[2]。

そこで、運転者に交差点で衝突する危険がある進入車両の存在を認識させることで、衝突の防止を行うシステムの研究が盛んである[4][6]。運転者は早期に進入車両の存在位置を把握することで、危険を回避するためにどのような操作をすればよいのか適切な判断をすることができると考えられる。そのため、運転者へ注意喚起するシステムには、進入車両の存在位置と衝突の危険性を短時間で正しく把握できることが望ましい。

音や音声による警告では、危険が迫っていることが認知できるものの、進入車両の存在位置と危険性を短時間で正確に把握することは難しい。また地図上に進入車両を表示した場合、地図と運転手視界の位置を対応づけるために時間がかかり、判断が遅れる可能性がある。

本研究では、見通しの悪い交差点において出会い頭の衝突の危険がある車両を運転者が遠くからでも確実に早

期発見できるように、横方向から進入する他車両の速度、交差点までの距離、交差点に到達するタイミングが等しい車両を、複合現実型提示する視覚支援を提案する(図 1)。本研究では、自動車において複合現実型提示を行うデバイスとしてウィンドシールドディスプレイ(WSD: Windshield Display)の利用を想定する[3]。このデバイスはプロジェクタからの映像をフロントガラスに映し出される、光学シースルーディスプレイである。

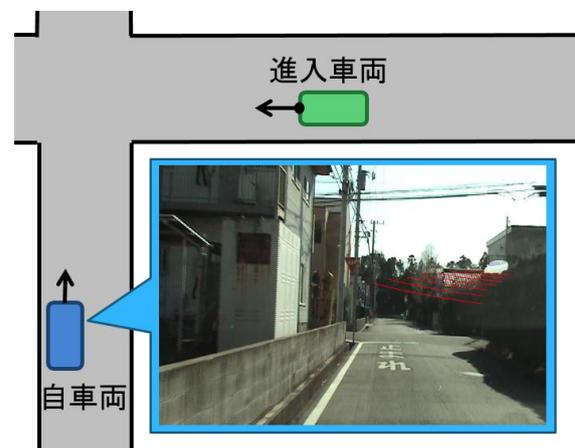


図 1: 進入車両に応じた車両の提示

2. WSD による映像提示の研究

視覚支援を行うデバイスとしてダッシュボード内に車載ディスプレイを設置することが広く普及している。しかし、ユーザはディスプレイを注視するために視点を移動させる必要がある。このため、出会い頭の衝突事故を防ぐため視覚支援を行うにあたり、車載ディスプレイの使用は事故を起こす危険性が増すと考えられる。

これに対して WSD はフロントガラスに映像提示し、運転者の視界に情報を複合現実型提示できるデバイスである。フロントガラスに情報を提示するため、少い視点移動で、実空間との対応関係を理解できる。

出会い頭の交通事故を未然に防ぐための WSD を利用した複合現実型提示を用いた視覚支援が研究されている。Kojima らは、見通しの悪い交差点において、道路監視カメラで左右の道路を撮影し、二次元射影変換することで、仮想的な道路ミラーを作成する手法を提案した[4]。この手法は、現実に存在するカーブミラーを仮想的に作成した映像を提示しているため、ユーザに受け入れられやすい。しかし、交差点内に道路ミラーを重畳させるため、現実のカーブミラーと同様に、離れた場所からではミラー内の走行する車両を認知できず、離れた場所から他車両の位置を把握することは難しい。

本研究では、交差点から離れた場所からでも視認できるように、車両を運転者の視界に重畳させることで、進入車両の速度と交差点までの距離を短時間で正確に理解させ、交差点に到達するタイミングを把握させる。運転者が離れた場所からでも確実に提示車両を早期発見できるように、他方向から進入してくる車両の動きに合わせた車両の複合現実型提示を行う。

3. 車両の複合現実型提示

3.1 想定環境

出会い頭の事故が起こりやすい交差点として、建築物などにより左右からの移動物体を視認できない見通しの悪い交差点を想定する。交差する道路は片側 1 車線の十字路を想定している。2 車線以上の道路と交差する場合、信号の設置の有無にかかわらず、運転者は十分に注意すると考えられる。また統計的に大通りでの出会い頭の交通事故は比較的少ない[2]。

本研究では、交差点の付近の道路は直線であること、交差点で直行すること、および交差点とその周辺の道路の形状はあらかじめ取得していること、自車両と他車両の位置は GPS(Global Positioning System)や車々間通信・路車間通信によってリアルタイムに得られることを想定する。

3.2 WSD の提示範囲

現実に存在する進入車両と同じ位置に仮想的な車両を提示した場合、WSD の提示範囲は限られているので、図 2 のように WSD の範囲に提示しなければならない。さらに、提示車両が運転者の動体視野の外で認識されず、歩行

者や対向車などの運転に必要な物体と重なりやすくなる。また、時速 40km で視野角 30° より遠い点では見落としが発生する確率が高い[5]。

これらの問題点を解決するために、我々は運転者が進入車両の交差点までの距離と速度を認知できるように仮想的な車両を配置できるのであれば、その位置が現実の車両の位置と異なっても良いであろうと考えている。

図 3 のように自車両と進入車両の進路が交わる地点に向かって、その交差点と進入車両までの距離 l と交差点と提示車両までの距離が等しくなるようにしつつ、提示車両の位置姿勢を変化させる。このように、WSD の提示範囲に車両を提示して運転者に車両の接近とその車両の速度と交差点までの距離をリアルタイムに運転手に理解させる。



図 2: WSD の提示範囲と車両の位置

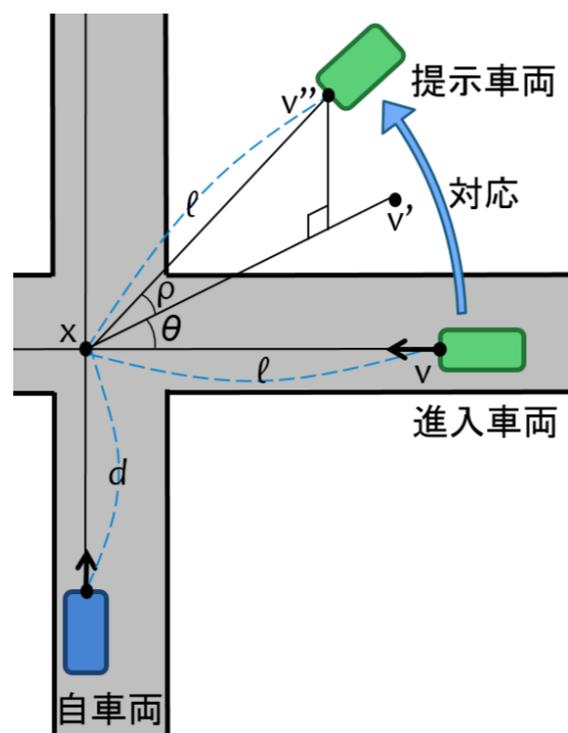


図 3: 進入車両の位置関係に応じた提示車両位置

3.3 進入車両に対応した車両の提示

WSD の提示範囲に交差点横方向から進入する車両に対応した車両を描画する。図 3 のように車両の提示位置を実際の進入車両の位置 v から、交差点 x の鉛直方向を回転軸として交差点奥方向へ自車両の位置に応じて回転させ、仮想的な坂道を付けて描画する。車両は水平方向に回転し仮想的な坂道を下るように動いて見えるように描画されることになる。このようにして進入車両と交差点までの距離を保ちつつ動体視野内に車両を提示することで、見かけ上では止まらず、車両の位置を把握させることができるようにする。

3.3.1 水平方向の回転による WSD の提示範囲への描画

図 3 のように車両の提示位置 v を現実の車両の位置から、車両の予想交差点 x の鉛直方向を軸に水平方向の奥方向へ θ 回転させた場所 v' にすることで、運転者の視界の中に車両が存在するように描画する。

この配置方法によって運転者は提示した車両を認識することができ、即座に交差点までの距離と速度から危険性を判断することができるようになる。提示した車両が進入車両を表していることを理解させなくてはならないため、実際の進入車両と提示車両の位置とが一致するように、交差点に近づくにつれて提示車両と実世界の進入車両の向きが同じになりつつあるように、自車両の交差点までの距離 d に応じて θ を単調減少させる。このとき、車両の提示位置が自車両（運転者）から見て常に同じ角度に存在する場合、提示した車両が停止しているかのような錯覚に陥る恐れがあるため、常に見かけの方向が変化しているように提示する。

3.3.2 パーチャルスロープによる重なり回避

次に、歩行者や対向車などの運転する際に視認する必要のある物体と重なりにくくするため、仮想的な坂道（パーチャルスロープ[6]）を付けて、車両が坂道を下っているように見せる。 xv' を含む鉛直な平面に垂直で x を通る直線を回転軸として、 v' を上空方向に ρ 回転させた場所 v'' に提示する。空中に車両を提示することにより、運転に必要な物体と重なりにくくする。また、最終的に実際の進入車両と提示車両の位置とが一致するように、交差点に近づくにつれて ρ を単調減少させることで、進入車両とほぼ同じ位置姿勢に近づき、違和感が少なくなる。

このようにして、WSD の提示範囲内で上空に提示することにより、運転者の必要な視界を妨げないようにしつつ、死角領域の進入車両の速度と交差点までの距離を理解させる。

3.4 エフェクトによる位置と速度の強調

進入車両の距離と速度を認識させるため、提示する車両の大きさは現実の車両の大きさと等しくあるべきである。しかし、車両が遠くに存在する場合 WSD 上では小さく表示されるため、その様子がわかりにくい可能性がある。また、正面から見える車両の角度が大きくなるにつれて車両が見かけ上後退しているように見える。

そこで、提示車両の位置姿勢に応じてその前方に提示車両を強調するエフェクトを描画する。車両の前方に 7 本の円弧を等間隔で描画する。この円弧によって、提示車両を目立たせ交差点までの距離と速度を認識させやすくする。

このように描画することで、運転に必要な物体の視認に影響を与えないようにしつつ、死角領域の車両の位置をリアルタイムで理解させ、進入車両が交差点に到達するタイミングを把握させる。運転者は図 4 のように運転視界上に車両とエフェクトを重畳した映像を見る。



図 4: 運転者視界に車両を重畳

4. 被験者実験のための仮想環境構築

WSD を使用する環境では、歩行者・車両・標識・その他運転に必要な物体が存在する。WSD に映像を提示する場合、映像によって運転に必要な物体を隠してしまう可能性や、運転手はその映像に注目することで本来注目しなければならない物体に注意を払わない可能性がある。そこで、重なる部分は提示しない、提示位置をずらす、視界内に存在する物体でも注意を促すように強調するといった対策が考えられる。

対策の影響を調査するため、仮想環境を用いる[7]。図 5 のような交差する道路への視界を遮る壁と対向車と歩行者を配置する。

モデルが不自然な動きをする場合、被験者はそのモデルに注目してしまい、実際の運転環境との差が増加する。そのため、これらを考慮して違和感のないように調節して、仮想環境を構築する。そして、このような仮想環境において被験者実験を行い、提示する車両の水平方向の回転や鉛直方向への回転や、車両の位置と速度を強調するエフェクトを決定する。そして本手法と従来手法の有効性を比較する。



図 5: 構築した仮想環境

5. おわりに

本論文では、前方の交差点において出会い頭の衝突の危険がある場合、運転者に対して WSD を用いて走行してくる進入車両に応じた車両の複合現実型提示を行い、車両の存在とその速度と交差点までの距離を把握させるシステムを提案した。WSD の提示範囲内に映像を提示する必要があるため、進入車両の速度と交差点までの距離が把握できるようにしつつ、実際とは異なる位置に仮想的な車両を重畳した。そして、運転者は動体視野の中で提示された車両を認識でき、適切な運転ができるようになると考えられる。また、運転者の注目が周辺環境にどれだけの影響を受けるかを調査するため、仮想環境を構築した。作成した提示映像を WSD に提示すると図 6 のように見える。

今後の課題として、運転者から見て、注目する物体に違和感がある場合、運転者とその物体を注視してしまい、適切な調査ができなくなる可能性があるため、移動物体と信号や標識は現実に近いように再現し、仮想環境で運転者は車両の交差点到達タイミングを把握できるかを調査する。

そして、それぞれの車両の速度やタイミングの違いによる運転者の認識の違いを検証し、運転者が進入車両の交差点までの距離を把握できるか、実世界の視界を妨げることにより危険の把握ができなくなることはないか、被験者実験により調査する。これらの結果から、水平方向の回転 θ や鉛直方向への回転 ρ を自車両・進入車両の動きにどのように変化させるのか検討し、パラメータの設定の改善を行っていく予定である。



図 6: WSD に提示した実映像

参考文献

- [1] 高度道路交通システム ITS ホームページ
http://www.nilim.go.jp/japanese/its/0frame/index_c.htm
- [2] 財団法人 交通事故総合分析センター イタルデザインインフォメーション, No.69, 2007.
- [3] A. Sato, Y. Kameda, and Y. Ohta, "Adaptive Positioning on Windshield for Information Display", 12th World Congress on Intelligent Transport Systems, Nov 2005.
- [4] K. Kojima, A. Sato, F. Taya, Y. Kameda, and Y. Ohta, "NaviView: Visual Assistance by Virtual Mirrors at Blind Intersection", IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Sept 2005.
- [5] 津留直彦, 伊佐治和美, 金子弘, 土居俊一, "運転者の視覚認知機能の解明とモデル化の研究", デンソーテクニカルレビュー Vol.12, No.1, pp.130-135, 2007.
- [6] F. Taya, Y. Kameda, and Y. Ohta, "NaviView: Virtual Slope Visualization of Blind Area at an Intersection", 12th World Congress on Intelligent Transport Systems, Nov 2005.
- [7] 小林 弘治, 北原 格, 亀田 能成, 大田 友一, "視覚支援評価のための運転席シミュレーション環境の構築", 情報処理学会第 70 回全国大会, 2008.