

車車間通信非搭載車へのヒューマンエラーを減らすための死角情報伝達方法についての提案

○内藤悠人, Bhed Bahadur Bista, 児玉英一郎, 王家宏, 高田豊雄 (岩手県立大学)

1. はじめに

車車間通信が普及している昨今だが、事故率の低下は車載カメラなどの補助システムの普及率と釣り合っていないといえる(図1) [1][2]。それは人間が起こすヒューマンエラーが大きな原因だと考えられる。ヒューマンエラーにはシステムを使わず、自身の感覚で運転するドライバーによる事故もあるが、同時にシステムに依存し事故を起こしてしまうドライバーもいる [3][4]。つまり、システムの向上だけではなくドライバーへの伝達方法や使いやすさの向上も求められる。事実、アンケートからは一定数以上の割合の人が死角の大きさをしっかりと認識していなかったと判明した(図2)。さらに、事故が起きた時のドライバーの心理状況は焦りや不注意が多く目立ち、事故の起こりやすさはドライバーの心理状況と大きく関係があると言えるだろう(図3) [5]。

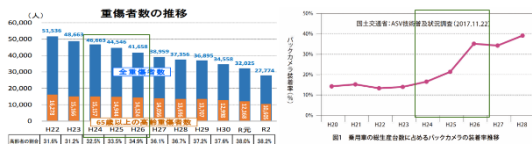


図1: 事故減少率(左) 車載カメラ普及率(右)

死角の範囲をご存じでしたか?
13件の回答

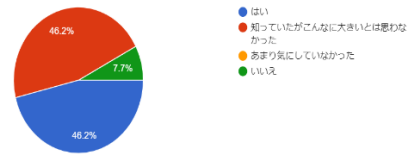


図2: 死角の認知に関するドライバーへのアンケート結果

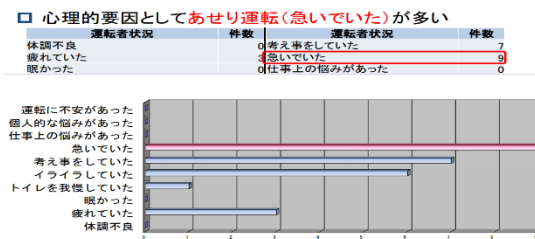


図3: 事故時のドライバーの心理状況

2. スペア容量と事故率の低下について

鷹野翔一氏の資料によるとAT車とMT車では事故率の差があり、操作が複雑なMT車はAT車と比べると事故率が低い(図4) [6][7]。また同じ車のドライバーでもエコ運転に気を付けているドライバーの方が、事故率が低いことが分かる(図5)。これは運転手をもつスペア容量と大きな関係がある(図6)。スペア容量が大きいほど、運転以外の情報が入り込み、結果ヒューマンエラーを起こしてしまう。逆にスペア容量が小さすぎると運転手に負担がかかってしまう。このスペア容量の部分を、情報伝達という部分で程よく埋める事が好ましいと考えられる。

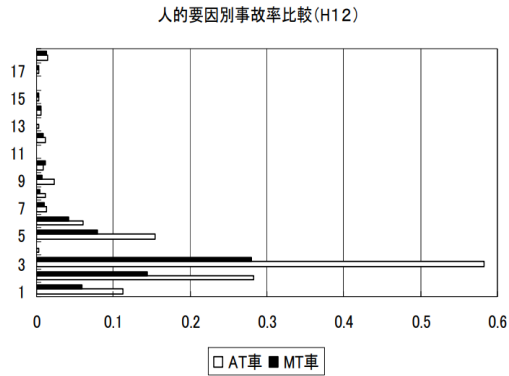


図 4:AT 車 MT 車の運転年数と事故比率

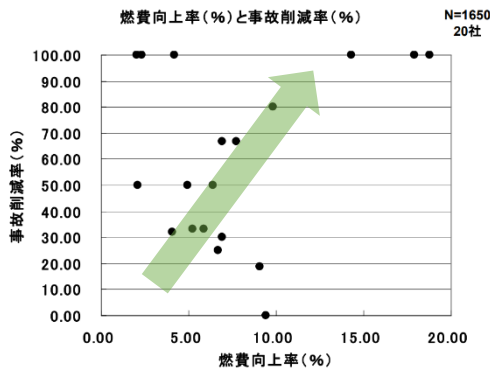


図 5: エコドライバーの事故削減率と燃費の関係

ドライバのスペア容量比較 I (正面衝突を除く)

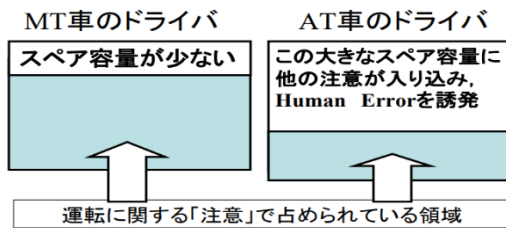


図 6: ドライバのスペア容量 (AT・MT)

3. 先行研究

車車間通信モジュールを搭載した車両が普及する可能性を踏まえ、各車両に搭載されたセンサが取得した情報を車車間で共有することにより周辺車両群の存在を把握し、既存の死角内車両検出システムでは検出できない危険について運転者に対し通知する

ことを目的とした、車車間通信を用いた死角内車両検出の提案である。

GPS 等のセンサと周辺車両群のスピードを車車間通信により把握し、アルゴリズムから事故を未然に予測し防ぐことができるのである [8] (図 7)。

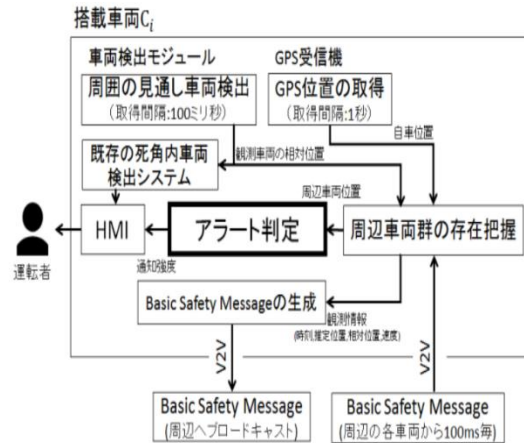


図 7: 先行研究のアラートアルゴリズム

3.1 実験

先行研究では以下の内容で実験を行った。
 方法: ドライビングシミュレータ D3sim[9]
 走行区間: 足柄 SA ~ 鮎沢 PA (3 車線)
 運行環境: 14 時, 晴れ, 視程障害無し
 伝達方法: 運転者に対し, 死角に車両を検知した際に黄色のインジケータが光り, 死角に車両がいてウィンカーを出した場合点滅する。

・結果

先行研究のシステムを搭載することにより、ハンドル操作開始前に死角内車両の存在を認知することが可能であった。

・問題点

先行研究では死角車両を検知し、知らせる事はできるが、環境や状況に応じた情報の伝達方法や車車間通信非搭載車を考えると、ヒューマンエラーを減らすには情報伝達という部分と運転手の確認において不足

している部分があると言える。

車車間通信非搭載車が死角検知されず、目視の確認を怠った場合や、車内の環境によって見え方が不自由になってしまえば、事故の原因に繋がってしまうだろう。

4. 提案手法

本提案ではドライバーに安全性・情報伝達性に優れた視覚的・聴覚的情報を与え、スベア容量を適度に満たすことでヒューマンエラーを減らす事を目的とした情報媒体を提案する。

4.1 提案手法の内容

1: 視覚的情報伝達の提案手法

視覚に対し、誰にでも見やすく、変化が分かり易いように以下のようにセットする。

- ・ 伝達方法：濃い緑色のインジケーターが車線変更時に死角に車両がいる場合点滅する（図8）。
- ・ 輝度：800~1000nt（*1nt=1cd/m²）
- ・ 種類：LED
- ・ 機能：日中、夜間に応じ輝度を調整する。



図8：視覚的情報伝達の提案手法

2: 聴覚的情報伝達の提案手法

聴覚に対し、聞き逃しにくくどのような情報化を短時間に伝える為、以下のようにセットする。

- ・ 伝達方法：車線変更時に死角に車両

がいる場合”死角に車両がいます”と合成音声により情報伝達を行う。

- ・ 音量：70~75dB程度（高速道路車内程度）
- ・ 秒数：1.7秒
- ・ 機能：高音・中音・低音の設定が可能

4.2 提案手法の評価の為、各値を設定する予備実験

提案手法を考える上で視覚情報伝達2つと聴覚情報伝達2つの計四つの方法を考え、実際の道路で走行し、予備実験を行った。

比較評価を行うため、4つの比較実験内容を検証・実験・アンケートを行う事で各値を設定した。

1: 視覚①カラーインジケーター

- ・ 視覚的情報伝達の提案手法である。

運転手に見やすい色を、アンケート及び試行運転により調査した。カラーは多くの人に配慮できる色の中から選ばれ、緑が見やすいという結論になった為本実験で使用した。

2: 視覚②警告モニター

- ・ 伝達方法：死角内に車両がいる場合、モニターにいる方向に警告マークが出る。車線変更時に点滅する（図9）。

- ・ 輝度：1200nt
- ・ 種類：LED
- ・ 機能：暗い環境下では背景色が黒になる



図 9：視覚② モニター

3: 聴覚①機械音声

・聴覚的情報伝達の提案手法である。

試行実験では音声の聴こえやすさ、音声内容、音声の大きさ、環境の設定を行った。

4: 聴覚② 2種の警告音

・伝達方法：車線変更時、死角内に車両がいる場合警告音が鳴る。

・音量：75dB 以上

・秒数：0.34 秒

・機能：自分及び相手の速度が一定以上の場合に出る警告音が変わる。

5. 提案手法の評価実験

評価実験では被験者数名に先行方法と提案手法を含めた計5つの方法を、実際の道路で走行してもらう。

・評価内容

実際に体験して頂いた内容に対し、被験者合計 12 名へのアンケートと運転時の観察者 2 名、それから運転の様子を後部座席中央から撮った映像から、映像評価者 2~3 名に見てもらい評価を行った。

評価内容として、被験者にアンケートで“分かり易さ”・“情報取得性”・“状況適応性”・“ストレス性”・“実装評価”をそれぞれ五段階評価でつけてもらった。また観察者・映像評価者から“信用性”・“情報発信性”・“運転

手確認評価性”をそれぞれ五段階評価でつけてもらった。それぞれの評価内容の詳細は以下の通りである (図 10)。

| | |
|----------|---|
| 分かり易さ | 運転手基準で媒体の見やすさ、聞きやすさを表す |
| 情報取得性 | 運転手基準で死角に車両がいるという情報を与えられているかを表す |
| 状況適応性 | 状況に応じて見やすさ、聞きやすさの変動の少なさを表す |
| ストレス性 | 運転手に対し、情報供給量が適正であるかを表す |
| 実装評価 | 運転手が仮に実装するとしてどれが良いかを表す |
| 信用性(自主性) | 観察者視点から運転手が情報媒体をどの程度使用していたか、目標確認回数から評価した結果を表す |
| 情報発信性 | 観察者視点から運転手が情報媒体をどの程度確認していたかを表す |
| 運転手確認評価 | 運転手が運転に対し情報媒体だけでなく目視確認を行い、危険性のない運転であったかを観察者及び映像評価者により評価した値を表す |

図 10：評価内容の詳細

・運転内容と環境

実験は以下の様な環境で行った。

距離：5km

道：二車線道路

実験時期：8~9 月

運転時間：平日の 9~11 時

天候：晴れ

車線変更回数：8 回以上

車内：音楽、会話、窓の開け閉め自由。

5.1 先行研究の評価実験

実験は比較の為、提案手法と同じ内容で走った。

先行研究は被験者の経験の差も考慮する為、各免許の色ごとにデータを取った。

結果、色ごとに結果が少しずつ異なり、特に青免許とゴールド免許には大きな差が出た(図 11)。青免許では情報媒体への過信が高く、目視での確認が著しく低かった。情報媒体への評価も高く、全体を通してシステムに頼っていると言える。しかしゴールド免許では情報媒体への過信性が低く、目視での確認数が非常に高かった。しかし全体として評価は低く、青免許とほぼ真逆の結果がでた。これははじめに書いたシステムへの過信と感覚への過信が躊躇に出たと考えられる。

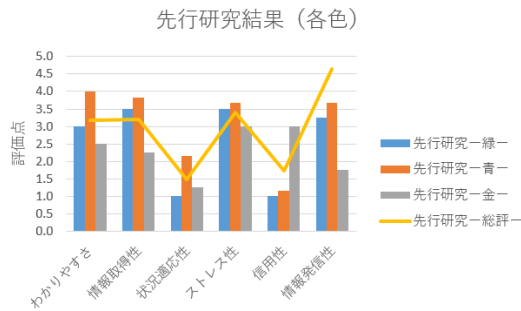


図 11:先行研究各色実験結果

5.2 比較評価

比較評価実験では先行研究の評価実験結果と予備実験で考えた 4 つの方法“視覚①カラーインジケータ”・“視覚②モニター”・“聴覚①機械音声”・“聴覚②警告音”の評価実験を行った評価結果を比較し、最終評価を出す。最終評価は、スペア容量をどの程度満たしているかを評価した“安全性”と情報媒体としてしっかりと情報を発信できていたかの“伝達能力性”の二つの合計で決める。

また安全性、情報伝達性を考える上で“情報能力基礎性”・“ユーザビリティ”・“過信性”を求めていく (図 12)。

| | | |
|---------|--------------------------|---------------------------|
| 情報伝達基礎性 | (分かりやすさ+情報取得性)/2+状況適応性/2 | 情報伝達がしっかりとできているか |
| ユーザビリティ | (情報伝達基礎性+ストレス性)/2 | 多くのユーザーの使用しやすさ |
| 伝達性 | 情報発信性/信用性 | システムに依頼した行動があるか |
| 伝達能力性 | ユーザビリティ+情報発信性 | 運転者がシステムからの伝達情報をあてられているか |
| 安全性 | 過信性/運転手確認評価 | 過信なくより安全な情報伝達方法であるか |
| 最終実験評価 | 安全性+伝達能力性 | 情報がしっかりと伝達され、安全に運転できる伝達方法 |

図 12: 評価内容の詳細と計算方法

・結果

安全性では、視覚的情報伝達の評価が高く、過信性の低さがわかる。先行研究と提案手法 (視覚 1) を見比べてみると、同じ視覚情報であるが大きな差が出た (図 13)。

情報伝達では、安全性が最も高かった視覚 2 がとても低く、逆に聴覚情報が非常に高くなっていた (図 14)。

最終評価をみると、提案手法は先行研究の情報伝達方法と比べると 3 倍以上評価点

が高いという結果が出た (図 15)。



図 13:安全性評価結果



図 14:伝達能力性評価結果

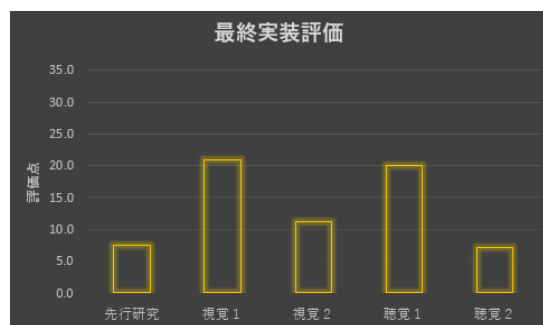


図 15:最終評価結果

6. まとめ

本研究では、提案手法によりドライバーのシステムへの過信を失くし、情報伝達における UX の実現を従来システム及び先行研究と比較し検証した。結果、提案手法と先行研究では最終評価でよりよい情報伝達方法を確立できたと言える。

本研究では被験者として 20 代前半～40 代後半の方に協力して頂いたが、伝達能力性を測るうえで高齢者を対象にし、どのような差が出るかを考える必要があるのでは

ないだろうかと感じる。

今後の発展研究として、複数の情報伝達を行った場合のデータや、実際の運転ではできないような事をシミュレーションシステムで行い、事故回避率などを調べていきたい。

7. 参考文献

[1] 車の事故率について

info128.pdf (itarda.or.jp)

[2]車車間通信普及率

<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/wHITEpaper/ja/h26/html/nc141320.html>

[3]バックモニターの信頼について

<https://oshiete.goo.ne.jp/qa/10014060.html>

[4]バックモニターの過信について

<https://kurusoku.com/archives/1079771218.html>

[5]心理状況について

<https://daikai.net/drive/0403.html>

[6]鷹野先生のスペア容量について

Microsoft PowerPoint - ■ ⑤ 鷹野先生 (itsforum.gr.jp)

[7]AT車とMT車の違い

<https://www.takanodai-ds.jp/blog/knowledge/atandmt/>

[8]先行研究

2019年 王研水馬拓哉様卒論「死角内車両検知システム」

[9]D3simについて

d3sim_01 (mpcnet.co.jp)