

①ヘッドアップディスプレイにおける複数表示が安全運転に与える影響

自動車研究部

※榎本 恵

関根 道昭

森田 和元

電気通信大学

田中 健次

1. はじめに

自動車用ヘッドアップディスプレイ (HUD) は、ウインドシールド前方に映した虚像により情報を提示する装置である⁽¹⁾。既に実用化され、今後、技術開発の進展により、広範囲に数多くの情報を表示することが可能となり、運転支援システムからの情報提供や前景への重畳表示による拡張現実 (Augmented Reality: AR) 表示などにも活用されることが期待されている。しかし、HUD 上の広範囲に複数の情報を表示することによりドライバの負担を増加させる可能性がある。そこで、定置型ドライビングシミュレータ (以下、「DS」という) 実験により、HUD 上の複数情報を正確に認知できるかどうか調査するとともに、HUD が運転操作に及ぼす影響について知見を得ることとした。

2. 実験方法

DS 走行中、前方スクリーンに重畳してランダムな位置に複数表示される情報の中から指定された情報を探索する課題 (以下、「HUD タスク」) を実験参加者に課した。実験 1 では、HUD 上の複数情報を正確に認知できるかどうか調査するため、HUD タスクの正答率と反応時間を計測した⁽²⁾。実験 2 では、HUD タスク実施中に先行車のストップランプが点灯するときのドライバのブレーキ反応時間と視点移動を計測し、HUD の認知が運転操作に及ぼす影響を調査した⁽³⁾。

2. 1. HUD タスク

視力検査で用いられる、円の一部分が欠けたランドルト環を 4 つ並べた図形を 1 個の HUD 刺激とし、4 つのうち欠けていない円を 1 つ含む HUD 刺激をターゲットとして探索する。HUD 刺激は、標準ドライバのアイポイント正面を 0 度とした時、垂直方向に 5 水準 (0 度、上下 3 度、上下 6 度)、水平方向に 3 水準 (0 度、左右 10 度) の 15 点の中からランダムな位置に 3 個、6 個または 9 個を同時に表示した。複数の HUD 刺激の中にターゲットが 1 個有る場合と無い場合を設けた。図 1 に HUD 刺激 (表示数 9 個) を示す。

2. 2. 実験計画と実験参加者

実験 1 では、高速道路と市街地コースを 3 回ずつ走行し、1 走行あたり 60 回の HUD タスクを行った。実

験参加者は 20 歳代から 30 歳代の運転免許保有者 20 名とした。

実験 2 では高速道路を 5 回走行し、1 走行あたり HUD タスクのみの条件 18 回、HUD タスク中に先行車のストップランプが点灯する条件 36 回、先行車のストップランプが点灯するが HUD タスクを行わない条件 18 回の 3 種類、計 72 回を行った。実験参加者は、20 歳代から 40 歳代の 20 名とした。

実験 1、2 ともに HUD タスクの回数に対しターゲットあり、なしの比率は概ね 3:1 となるよう設定した。

この実験は「独立行政法人交通安全環境研究所における人間を対象とする実験に関する倫理規程」(当時)に基づき、実験参加者に事前承認を得て行った。

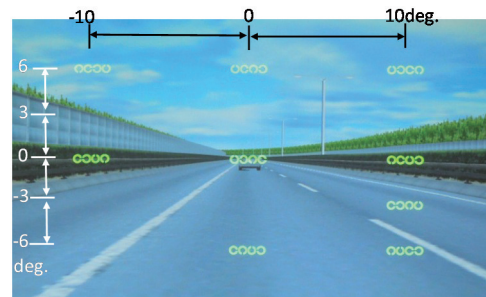


図 1 HUD 刺激 (表示数 9 個)

2. 3. 手続き

実験参加者に HUD タスクの開始を 0.3 秒間の警告音で知らせた。実験参加者はターゲットの有無をマウスのクリックにより報告した。クリック後、図形は消去され、対応した番号が表示される。実験参加者は、ターゲットの位置の番号を口頭で回答した。HUD 刺激の表示からクリックまでの時間を HUD タスクの反応時間として記録した。実験 2 では、先行車のストップランプ点灯を認知した場合、すぐにブレーキペダルを踏むよう実験参加者に教示した。なお、実験中は運転を優先させることとし、余裕がない場合は HUD タスクができない場合があってもよいと教示した。

3. 実験結果

3. 1. HUD タスクの正答率と反応時間

ターゲットの有無とターゲットの位置を正しく回答できた試行の割合は、実験 1 では、7,200 件のうち 98.0%、実験 2 では HUD タスクを行った 5,400 件の

うち 96.3 %であった。正答率は高く、実験参加者は HUD タスクを正確に遂行できたと考えられる。

ターゲットの位置を正しく回答したときの HUD タスクの平均反応時間を条件別に集計した(図2)。HUD 刺激の表示数が増えるにつれ、反応時間はほぼ線形に増加した。先行車のストップランプ点灯の可能性がある実験2の反応時間は実験1よりも長くなった。

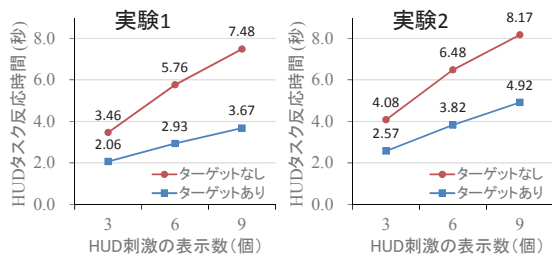


図2 HUD タスクの反応時間

3. 2. ブレーキ反応時間

実験2における HUD タスクありのブレーキ反応時間は平均 1.45 秒(標準偏差 0.76 秒)、HUD タスクなしの反応時間は平均 1.10 秒(同 0.34 秒)だった。従って HUD タスクにより反応時間は約 0.4 秒長くなった。これは、先行研究⁽⁴⁾とほぼ同じ傾向であった。

HUD 刺激の表示数がブレーキ反応へ与える影響を調べるために、HUD タスクありのブレーキ反応時間について、ターゲットの有無と表示数による二要因分散分析を実施した。ターゲットの有無による有意差は検出されたが ($F(1,19)=6.884, p<0.05$)、表示数による有意差は認められなかった ($F(2,38)=2.438, p=0.101$)。

3. 3. HUD タスク中の視点移動

ブレーキ反応における視認行動を考察するため、HUD タスク中の左目の視点移動を解析した。視点移動の一例を図3に示す。

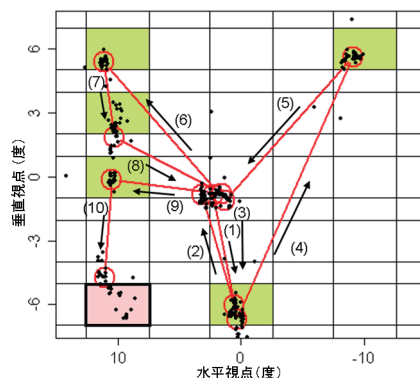


図3 HUD タスク中の視点移動の例

これは HUD 刺激が 6 個(図中塗りつぶし)、このうちターゲットは下 6 度、左 10 度(図中ピンク塗りつぶし)に表示され、先行車のストップランプは点灯しな

い条件である。計測された視点を黒点で示し、視角が 2 度以内の範囲に 0.2 秒以上連続して視点がある場合、その方向を注視しているものとして、視点停留点とした(図中の円で示す)。括弧内の数字と矢印は視点移動の順番と移動方向を示す。このように実験参加者は HUD と先行車(アイポイント正面付近)を交互に観察していたため、HUD 刺激の表示数がブレーキ反応時間に影響しなかったと考えられる。

4. まとめ

自動車用 HUD に複数情報を表示した場合の情報の認知と運転行動への影響を DS 実験により調査した。

- ・複数情報から指定の情報を探索する HUD タスクの正答率は高く、今回の実験の範囲内ではドライバは正確に HUD 上の情報を認知することができる。
- ・今回の HUD タスクの反応時間は、表示数によってほぼ線形に増加した。先行車のストップランプが点灯する条件では、先行車のストップランプの認知とブレーキ操作へ注意が分割されるため、ストップランプが点灯しない実験条件よりも長くなる。
- ・HUD タスク中のブレーキ反応時間は HUD タスクがない場合よりも約 0.4 秒長くなる。HUD タスクが先行車の認知を遅らせたと考えられる。
- ・HUD 刺激の表示数はブレーキ反応時間にほとんど影響しない。表示数にかかわらず HUD と先行車を交互に観察していたためと考えられる。

参考文献

- (1) 森田和元ほか：ドライバに対する適切な情報伝達方法に関する研究，交通安全環境研究所報告，14 号，p.61-82 (2009)
- (2) 榎本恵ほか：ヘッドアップディスプレイを想定した重畳表示における情報の表示数と位置が安全運転に与える影響(第1報) —ヘッドアップディスプレイの視認性および運転操作について—，自動車技術会論文集，Vol.47，No.2，p.515-521 (2016)
- (3) 榎本恵ほか：ヘッドアップディスプレイを想定した重畳表示における情報の表示数と位置が安全運転に与える影響(第2報) —ブレーキ操作および視点移動について—，自動車技術会論文集，Vol.47，No.2，p.523-529 (2016)
- (4) 木村賢治ほか：重畳表示像が前方対象物の変化感受性に及ぼす影響調査，自動車技術会論文集，Vol.46，No.2，p.509-514 (2015)