システムの作動状態をドライバに理解させるための視覚情報提示手法

○宮内 萌衣（日本大学大学院）、石橋 基範（日本大学）

A Method of Visual Information Presentation for Understanding System Status by Driver

Moe MIYAUCHI (Graduate School of Nihon University), Motonori ISHIBASHI (Nihon University)

1. はじめに

運転の負担軽減に向けて、先進運転支援システム（ADAS）の開発が進められている。ADASの効果が見込まれる一方で、一般のドライバには作動状態や制御ロジックが分かりにくい機能もある。そのため、「状況認識」の理解、予測が正しく行われない場合に、ドライバがシステムに期待する支援とドライバが行うべき操作への認識が異なり、ヒューマンエラーに繋がる可能性がある。

それに対して、自動車基準調和世界フォーラム（WP29）から高度運転支援システムのHMI原則ガイドラインが示されている¹⁾。しかし、システムの意図をドライバに的確に提示する方法については今後の検討が必要な課題とされている。特に、作動頻度が低いシステムではドライバに確実に意図を伝えることが必須である。

そこで本研究では、システムの作動状態をドライバに的確に理解させる視覚情報提示の手法について検討する。事例として、ドライバ異常時対応システム（ドライバの異常を検知したら自動停止や緊急通報するシステム）²⁾を取り上げる。

2. 方法

2.1 実験参加者

普通自動車免許を持つ20歳の男女大学生及び大学院生28名とした。

2.2 実験方法

(1) 実験装置

実験装置を図1に示す。着座姿勢とし、車載表示器を模したPCディスプレイとの視距離は約0.8mとした。

図1 実験装置

(2) 評価サンプルの作成方法

評価サンプルはペイントソフト（MediBang Paint）で作成した。評価サンプルを作る際の条件設定に、情報提示によって求める「判断」「操作」の2つのタスク（後述）に対して土台となるBaseを設けた（図2）。そして、Baseについて行ったインタビュー調査から改善課題を検討し、その改善策を実験条件として織り込んで策定した。

実験条件はタスクごとに3つの改善条件を追加した。判断タスク（図2／上側）は、A：システムが異常と判断するに至った検知内容、B：検知内容＋重大性の情報表示、C：

「検知内容＋重大性の情報表示」＋強調表示とした。操作タ

スク（図2／下側）は、操作対象の表現、操作方法の表現の仕方を表1のように設定した。

(3) 実験タスク

本研究では、「運転中に渋滞が発生したため、リクライニングをしてリラックスしている場面でドライバ異常時対応システムが作動した」状況を想定した。すなわち、この状況ではドライバは正常であるため、システムを実行させないことがドライバに求められる判断である。実験タスクは、心理学実験ソフトウェアであるSuperLab5.0（Cedrus社）を用いて作成した。そして、報知音（正弦波）と共にPCディスプレイに前述の評価サンプルを提示し、その後、以下に示す「反応の基準」に達したら実験参加者は手元の反応作業用レスポンスパッドのボタンを押して反応した。

判断タスク：参加者は、提示されたシステムを実行するか否かを判断ができれば、その判断をボタン押しで回答した。その後、判断を下した理由、および判断が状況に即した適切なものであるという確信度（0～100%）を口頭で回答をした。

操作タスク：参加者は、判断タスクでの判断を実現するための操作内容を理解できれば、ボタン押しで反応した。そして、操作内容と、自身の理解が正しいという確信度を口頭で回答した。

サンプル提示からボタン押下までの時間を「理解に要する時間」として計測した。また、各評価サンプルについてSUS（System Usability Scale）³⁾による使いやすさの主観評価を行った。

図2 評価サンプルの例

表1 操作タスクの改善条件

条件	操作対象	操作方法
P	テキスト	テキスト
Q	静止画像	テキスト
R	静止画像	動画 (GIF)

(4) 手続き

判断タスクを行い、続けて操作タスクを終えるまでを1試行とした。実験参加者はBase-Baseの条件を1試行と、各タスクの改善条件から1試行（総当たりで9パターンのうち1つ）を行った。

2.3 解析方法

ユーザビリティの「有効さ」「効率性」「満足度」の観点から指標を設定した。次に、「理解に要する時間」から極端に遅いデータは取り除いた。また、本研究に用いた操作部の名称や操作方法を実験参加者が既知の場合は、操作タスクのデータから取り除いた。なお、統計解析で有意水準は5%に設定した。

3. 結果

3.1 正答率・確信度（有効さ）

各条件での正答率と正答者の回答確信度の平均を表2に示す。

表2 正答率と確信度

条件	N	正答率 (%)	正答者数	確信度 (%)
Base	27	74.1	20	84.8
A	10	90.0	9	78.3
B	9	100.0	9	80.7
C	9	100.0	9	76.7
Base	25	4.0	1	60.0
P	9	77.8	7	80.0
Q	7	71.4	5	88.0
R	9	77.8	7	89.2

正しい理解に必要な時間を求めるため、正答した実験参加者の結果に着目した。

(1) 判断タスクにおける理解に要する時間

適切かつ速い判断が求められるため、Baseに対する理解に要する時間が長い（4.0s以上）参加者のデータに注目した。条件ごとに算出した、理解に要する時間の平均を図3に示す。N数はそれぞれ10、5、5、6であった。改善の度合いに応じて標準偏差（個人差）に減少傾向が見られた。

図3 判断タスクの理解に要する時間

(2) 操作タスクにおける理解に要する時間

条件ごとに算出した、操作タスクの理解に要する時間の平均を図4に示す。N数はそれぞれ1、7、5、6であった。マン・ホイットニーのU検定において、条件Rと条件Pの間（ $p<0.05$ ）、および条件Rと条件Qの間（ $p<0.01$ ）で有意差が認められた。

図4 操作タスクの理解に要する時間

3.3 主観評価（満足度）

SUSは平均得点が68.1点とされる。Baseとの比較で得点が最も向上し、平均値を上回ったのは条件Rだった（73.3点）。サンプル内の文字数（ x ）に着目し回帰分析を行った結果、以下の主観評価得点（ y ）予測式が得られた（ $R^2=0.54$, $p<0.05$ ）。

$$y = -0.73x + 83.86$$

4. 考察・まとめ

「システムを実行するか否か」の判断を求めるには、表示に重大性の情報の付加や、強調表示することで理解に要する時間の個人差の低減が可能になると考えられる。また、「判断を実現するための」操作内容の理解を求めるには、操作方法を動画によって表現することで理解に要する時間の短縮が可能になると考えられる。

さらに、車内情報のシンボル表示が分かりにくいという意見が時折見られるが、それも踏まえると、状況や出来事等のドライバにとって曖昧な事象は文章で具体的に、装置（具体的なモノ）は静止画や動画で伝えるのが適切である可能性がある。

本研究は日本大学生産工学部「人を対象とする研究倫理審査委員会」の承認を得て実施した。

参考文献

- 1) 向江ら：高度運転支援システムのHMI原則，計測と制御，Vol.54，No.11，pp.841-844，2015.
- 2) 国土交通省：ドライバー異常時対応システムの概要，<https://www.mlit.go.jp/common/001124852.pdf>（参照2021-1-10）
- 3) John Brooke：SUS - A quick and dirty usability scale，<https://hell.meiert.org/core/pdf/sus.pdf>（参照2021-1-10）