

車載インターフェース画面の情報の量が 視線移動に与える影響

Effect on driver's eye movement of amount of information shown on in-vehicle display

研究代表者 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 助教 小坂 洋明
Hiroaki Kosaka, Assistant Professor
Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology

アブストラクト：

運転中にカーナビのような車載 Human Machine Interface (以下, HMI) 画面から情報を読み取る場合, 安全運転上その読み取り時間はできるだけ短いことが望ましい. 車載 HMI に表示される情報は増える一方だが, 1 画面上にあまりに多くの情報が表示されると, 読みにくいだけでなく, 読み取りにかかる時間が長くなり望ましくない. また, 1 画面につきどの程度までの情報を表示させればよいのかという明確な基準はない.

本研究では, その基準作りに貢献することを目指し, 車載向け階層メニューを対象として HMI 画面の複雑さと画面の認知・判断パフォーマンスとの関係を調べた. また, 表記方法の違い (文字と記号) が認知・判断パフォーマンスに与える影響も調べた.

Abstract:

Time spent glancing at the display of an in-vehicle system with human interface, such as a car navigation system, should be short to ensure driving safety because the driver has to look away from the road while glancing at the display. Few reports have investigated the relationship between the amount of information shown in the display and the driver's behavior when operating the system while driving.

The goal of this study is to investigate the relationship between the amount of information and the driver's eye movements and to provide insight into the appropriate amount of information on the display for safe driving. This paper reports the results of experiments to investigate the relation between the amount of information and user's recognition-judgment performance when operating the in-vehicle system and to investigate the difference in the performance between expressions displayed in the display of the in-vehicle system.

1. 研究目的

自動車運転中にできるだけ車載装置操作のための脇見を減らし, 手をステアリングから離さないよう, Head-up Display(以下, HUD)とステアリングスイッチを組み合わせた新しい Human Machine Interface (以下, 新 HMI) が提案されている. この HMI について, 通常運転中のドライバによる HMI 操作の他, HMI 操作中に先行車の急減速や故障車の出現など, 緊急回避行動を必要とするイベントを発生させたときの HMI 操作パフォーマンスが調べられている. その実験結果より, 新 HMI は従来のインパネスイッチに比べて運転席前方と HMI 間のドライバ視線移動時間が短い, 危険回避時のパフォーマンスがよいなどの報告がされている. また, 新 HMI の中でも 1 画面における選択

肢が最大 5 つあるタイプの方が, 最大 7 つのものより, 危険回避時のパフォーマンスがよかったとの報告もある. このような差が現れた原因として, 1 画面に表示する画面の複雑さが, ドライバの HMI 使用における認知・判断パフォーマンスに影響したのではないかと考えられるが, 考察はされていない.

本研究では, 車載向け階層メニューを対象に, HMI 画面の複雑さと画面の認知・判断パフォーマンスとの関係を調べた. また, 表記方法の違い (文字と記号) が認知・判断パフォーマンスに与える影響も調べた.

2. 研究経過

2.1 画像情報量の定義

画像の持つ情報量と人間がその画像内容

を理解するために必要な画像提示時間との関係を調べた報告にある画像情報量の定義を引用する。その定義では、文字や記号が中心の画像の場合、以下の6つの条件を設けた上で、表示されている文字や記号を仮名文字数として数え、その合計を換算字数と呼び、文字・記号の画像情報量としている。

- 1) 漢字は仮名に直す。
- 2) 英単語や単位は読みを表現した仮名にする。
- 3) 濁点、半濁点、拗音(きゃ等)を持つ仮名、長音は1字とする。
- 4) 数字は1桁当り仮名1文字分とする。
- 5) カンマやピリオドなどは数えない。
- 6) 記号で意味が分かるものは1文字分とする。

本研究では、この定義を階層メニュー画面の持つ画像情報量として用いた。

2.2 ボタン選択決定時間の定義

ユーザが1つの階層メニュー画面からある選択肢(ボタン)を選び出す際の認知・判断パフォーマンスを測るため、画面にメニュー画像が表示された時刻から、被験者がマウスポインタを目的とする選択肢の方へ動かし始める時刻までの時間を採用する。これは、ユーザが画像を認知し、目的の選択肢を判断するまでの時間に相当すると考えられる。この時間をボタン選択決定時間と呼ぶ。

2.3 画像情報量がユーザの認知・判断パフォーマンスに与える影響を調べる実験(実験 I)

階層メニュー画面上のボタン選択時における、画像情報量とボタン選択決定時間の関係について調べるための実験を行った。

実験装置

階層メニューは24型ワイドディスプレイ(画面表示サイズ:518×324 mm)に表示した。実験では、マウスを使って各メニューのボタンを選択することとした。実験中の画面上のマウスポインタの移動の様子は HDD レコーダに記録した。

評価対象

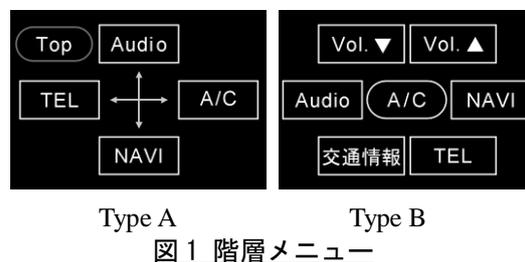
被験者に提示した階層メニューは、先行研究で用いたものをそのまま利用した。階層メニューには、1画面における選択肢が

最大5つあるタイプ(Type A)と、選択肢が最大7つあるタイプ(Type B)がある。例として、Type A、Type Bのトップ階層メニューを図1に示す。

被験者と実験手順

7名の被験者(S1~S7)が実験に参加した。被験者は22歳から30歳の男性で、全員普通自動車免許を所有し、自動車の運転及びエアコンなどの車載HMI操作経験がある。

被験者は、最初にType A、Type Bの階層メニュー操作に慣れるため2分間の操作練習を行ったあと、Type A、Type Bの順番で、7つの操作指示に従いボタンを選択した。



2.4 表記の違いがボタン選択決定時間に与える影響を調べる実験(実験 II)

実験 I で使用した階層メニュー画面は、文字と記号が混在している。例えば、図1のType Bの画面の右上の△は、「音量を」上げる」という意味である。「△」を「上げる」と文字化した場合、表記の差による意味の理解のしやすさの違いから、認知・判断パフォーマンスに差が出るのではないかと考えられる。そこで、階層メニューの選択肢について、文字表記の場合と記号表記の場合でボタン選択決定時間に違いはあるかを調べる実験を行った。実験装置は、実験 I と同様であった。

評価対象

実験 I と同様、Type A 及び Type B を評価対象とした。さらに、これらの画面中の一部のボタン(上げる/下げる(音量・温度・風量)、内外気(切換)、(エアコン)風向き、フロント霜取、リア霜取、順スキップ、逆スキップ)について、実験 I では記号表記であったものを文字表記にした階層メニュー画面を新規に作成した。表1に、記号表記と文字表記の対応をまとめた。Type A について新規に作成した文字表記画面をまとめて Type A', Type B について新規作成し

表 1 記号と文字の対応

No.	意味	記号	文字
① ⑤ ⑥	上げる (音量, 温度, 風量)		上げる
①	下げる (音量, 温度, 風量)		下げる
②	内外気		内外気
③	風向き		風向き
④	霜取り (フロント)		霜取 FRONT
④	霜取り (リア)		霜取 REAR
⑦	順スキップ		順スキップ
⑦	逆スキップ		逆スキップ

た文字表記画面を Type B' と呼ぶ。

被験者と実験手順

被験者は、実験 I にも被験者として参加した S1 から S5 の 5 名である。被験者は、実験 II を行う前に、文字表記の加わった階層メニュー操作に慣れるため 2 分間の練習を行った。このあと、Type A・Type A'、Type B・Type B' の順で操作指示に従い、マウスを使って各階層メニュー画面上のボタンを選択した。

3. 研究成果

3.1 実験結果 (実験 I)

図 2, 3 に、それぞれ Type A, Type B におけるボタン選択決定時間の平均値と標準偏差を示す。図 2, 3 より画像情報量が増加するにつれ、ボタン選択決定時間も増加する傾向がある事が分かる。相関係数は、図 2 で 0.73, 図 3 で 0.82 であった。以上から、画像情報量とボタン選択時間にはほぼ比例関係があると考えられる。つまり、2.1 節の定義に従い、階層メニュー画面中の文字や記号を情報量に換算すれば、ユーザがその画面の情報を読み取り操作を開始するまでの時間が推定できる可能性がある。この知見の利用例としては、画面デザインの設計指針としてボタン選択決定時間が与えられた場合、それに対応する最大画像情報量を

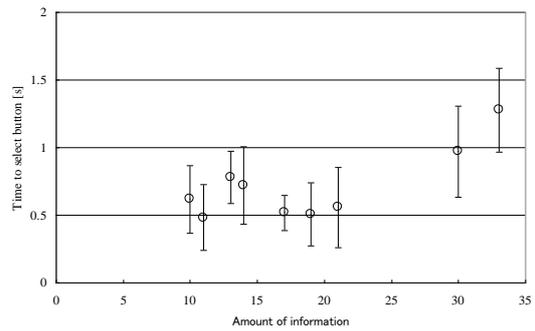


図 2 画像情報量とボタン選択時間の関係 (Type A)

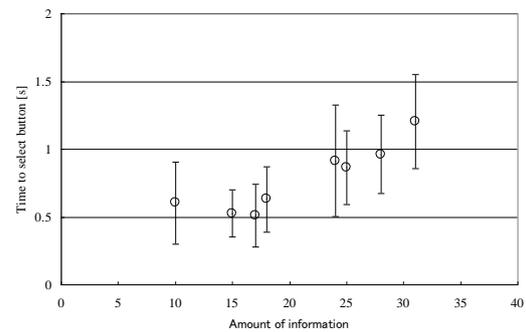


図 3 画像情報量とボタン選択時間の関係 (Type B)

満たす範囲で画面デザインを行うことが考えられる。

3.2 実験結果 (実験 II)

文字表記と記号表記におけるボタン選択決定時間の違いについて調べた。被験者毎、画面毎に文字表記の場合 (Type A' または Type B') の選択ボタン決定時間を記号表記の場合 (Type A または Type B) の値で割った比を求め、その比の平均値と標準偏差を求めた。Type A と Type A' に関する結果を図 4 に、Type B と Type B' に関する結果を図 5 に示す。図 4 及び図 5 中の横軸の番号は①: (音量) 上げる/下げる, ②: 内外気 (切換), ③: (エアコン) 風向き, ④: 霜取 (FRONT/REAR), ⑤: (温度) 上げる, ⑥: (風量) 上げる, ⑦: 順スキップ, を選択した場合を意味する。

図 4 及び図 5 より、比較的比が大きいのは、⑤: (温度) 上げる, ⑦: 順スキップ, ⑥: (風量) 上げる, である。これらの記号は比較的単純で直感的に理解しやすいこと

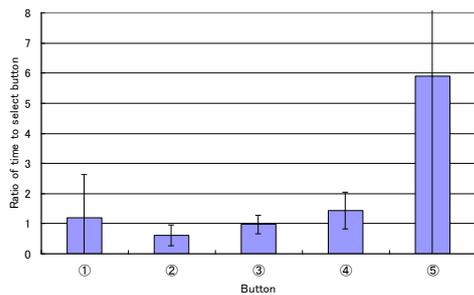


図4 ボタン選択決定時間の比
(Type A' / Type A)

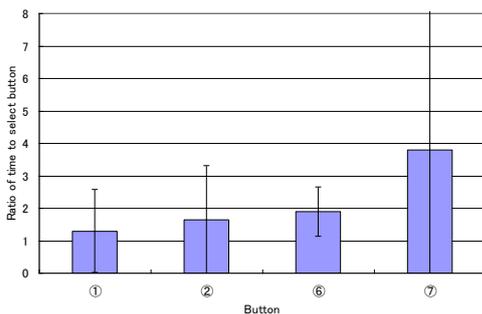


図5 ボタン選択決定時間の比
(Type B' / Type B)

が、比の大きさに影響していると考えられる。但し、同じ記号でも①：(音量) 上げる／下げる、は⑤(温度)や⑥(風量)ほど比が大きくない。この違いについては今後の検討が必要である。②：内外気(切り替え)や③：(エアコン)風向き、は比較的比が小さい。但し、②についてはType B / Type B'の比較の場合、比は①より大きい(但しばらつきが大きい)。このような注意点はあがあるが、これらの記号は比較的複雑ですぐには理解できないことが、比の小ささに影響していると考えられる。④：霜取(FRONT or REAR)、は②や③と同等かそれ以上に記号が複雑で直感的に理解しにくいと考えられるが、図4で見ると①、②や③より比が大きい。意味を示す文字が入っていることが、理解を助けている可能性が考えられる。今回取り上げた比は記号の直感的な理解のしやすさを測る指標としてとらえることもできる。メニュー画面で記号を用いると、一般的に認知・判断パフォーマンスが高くなることが多いが、新しい機能などの記号表現の際には、その記号が直感的に理解しやすいことを事前に検討することが必要である。

3.3 まとめ

車載向けHMIに表示する階層メニュー画面の複雑さがドライバの画面読み取り時における認知・判断パフォーマンスに与える影響を調べるため、画像情報量とボタン選択決定時間の関係を調べる実験を行った。画像情報量とボタン選択決定時間の比例的関係の可能性を示した後、HMI使用における認知・判断パフォーマンスの観点から、安全運転を阻害しない画面デザイン法への応用の可能性を示した。また、表記の違いがボタン選択決定時間に与える影響を調べる実験も行った。画面中の文字表記よりは記号表記の方がHMI使用における認知・判断パフォーマンスは多くの場合上がること、文字併記の効果の確認の有効性を示した。

4. 今後の課題と発展

被験者や階層メニュー画面の種類を増やしてさらに実験を行った上で、画像情報量とボタン選択決定時間の関係や、安全運転上求められる画面中の最大情報量を明らかにする予定である。記号表記と文字表記の違いについても、さらなる実験が必要である。

運転しながら階層メニューを操作する場合、ボタン選択決定時間は本研究の結果より長くなることが予想される。運転がメインタスクで階層メニュー操作をサブタスクとして行う実験条件にした上で、実験I, IIで採用した階層メニューについて実験し、情報量とボタン選択決定時間の関係や文字表記と記号表記の差がどのようになるかを調べることも、今後の課題である。

5. 発表論文リスト

1. 小坂 洋明, 廣田 彰吾, 西谷 紘一: 車載向けHMI画面中の表記の違いがボタン操作に及ぼす影響, 第10回日本感性工学会大会, P01-18, 2008
2. 小坂 洋明, 廣田 彰吾, 西谷 紘一: 階層メニュー画面上の選択肢の表記方法や情報量と認知・判断パフォーマンスの関係, 2008年自動車技術会秋季大会前刷集, No. 152-08, pp. 1-4, 2008