

手の近づき検知を利用した 車載情報機器の低ディストラクション操作技術の開発

高田晋太郎[†] 松原孝志[†] 森直樹[†]

自動車の運転中における車載情報機器の操作は、運転操作以外への意識の振り分けや脇見を生じ、ディストラクション発生の要因となることが知られている。本研究では、ドライバーがカーナビゲーションをタッチ操作するユースケースにおいて、画面への手の近づきを検知して、操作する項目の予測を行い、操作 GUI のレイアウトをタッチしやすい位置に変更することで、車載情報機器の操作に伴うディストラクション量を低減する操作技術を提案する。提案する操作技術の原理試作を行い、ドライビングシミュレータを用いて、運転中のナビ操作に伴うディストラクション量を、視線逸脱・運転操作への影響の観点で評価した。その結果、提案手法により従来のタッチ操作に比べ、ディストラクション量を効果的に低減できることを確認した。

Development of Low Distraction User interface for In Vehicle Infotainment System Using by Driver's Hand Gesture

SHINTARO TAKADA[†] TAKASHI MATSUBARA[†] NAOKI MORI[†]

Operating In Vehicle Infotainment System (IVIS) while driving causes driver distraction due to continuous glance for operating or using brain resource toward things except the driving operation. In this study we aim at development of low distraction UI technology which enable driver to operate IVIS without distraction while driving. In this paper we focused on reducing distraction generated when the driver operated car navigation menu with conventional touch panel UI. We proposed novel UI which change menu GUI layout in case of detecting driver's hand gesture and enable to stop temporary while operating menu. In order to confirm the effect we made prototype system and executed distraction evaluation experiments using driving simulator. As a result we confirmed that the proposed method could reduce head off dangerous continuous glance and large stagger of car.

1. はじめに

運転中にカーナビゲーションや携帯電話などの情報機器を操作することで、本来、主に操作すべき運転操作以外の事象に意識が逸れてしまい、運転行動のパフォーマンスが低下するドライバー・ディストラクションが生じることが知られている[1]。米国運輸省道路交通安全局 National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA)の報告によると、2011年に米国で警察に届けられた事故の約17%が上述したディストラクションによって発生したものであるとされている[2]。各国ではこれに対し、車載情報機器の設置位置や、画面に表示する画像や文字など提示する情報の種類や量、運転中に操作可能な機能などの項目に関してガイドラインを策定し、ディストラクションによる事故発生の防止に取り組んでいる[3][4]。

自動車の車載情報機器の User Interface (UI)は、1980年代後半にナビゲーションシステムが搭載され、様々な操作が可能になり出してから、その操作 UI は急速に複雑になっていった。代表的な車載情報機器であるカーナビゲーションの操作 UI として現在、最も一般的なものはタッチパネルを用いたタッチ操作であり、万人に直観的に操作可能であることや、近年のタッチ操作 UI を有したスマートホンなどの普及も相まって、非常に多く採用されている操作 UI

である。一方で、ドライバーが運転中にタッチ操作を行う際には、

- ・ナビ画面への注視
- ・手を伸ばすための運転姿勢の乱れ

などが発生し、ディストラクション発生の要因になると考えられる。

本研究では、運転中でも安全運転を妨げずに車載情報機器を操作することが可能な低ディストラクション操作技術を確認することを目的とする。本論文では、既存のタッチパネル式カーナビゲーションにおけるタッチ操作時のディストラクション量の削減に焦点を当て、従来のタッチ操作 UI の課題について述べ、それらの課題に対する改善案として、近接センサによるドライバーの手の近づき検知と、タッチ操作を組み合わせた新しい操作 UI を提案する。提案する操作 UI での操作が可能な試作を行い、ドライビングシミュレータを用いた走行実験において、従来方式と提案方式における操作 UI のディストラクション量を評価し、提案方式の有効性を確認した。

2. 先行研究

2.1 各国における車載機器 HMI ガイドライン

各国においては、安全な運転を実現するため、車載機器 Human Machine Interface(HMI)のガイドラインを策定している。日本国内では(社)日本自動車工業会(JAMA)が、ドラ

[†](株)日立製作所 横浜研究所
Hitachi Ltd. Yokohama Research Laboratory

イパーがシステムを操作する際の視線逸脱が安全性に最も影響を与える要因であるとし、視界遮断法(Occlusion 法)における液晶シャッターの開時間の積算値が 7.5 秒以内におさまる操作のみを許容すべきというガイドラインを策定している [3]。米国においては、NHTSA が JAMA と同様に視線逸脱に着目し、一回の操作で 2 秒、合計で 12 秒以下の操作のみを許容すべきというガイドラインを策定している [4]。その一方で、UI 技術の発展に伴い、視線が奪われない操作 UI (音声認識やコマンドスイッチによる手元操作など) が開発されている。このような UI においては、前方は見ているが、運転操作に必要な意識のリソースが十分に振り分けられていない「意識のわき見」が発生するとも考えられており、これについて評価の取り組みが近年では進められている [5]。

2.2 車載情報機器の操作 UI

各自動車メーカーや車載情報機器メーカー、研究機関などでは、車載機器操作時のディストラクションを低減するため、さまざまな取り組みを行っている。

タッチパネルによる操作では、タッチするスイッチを通常のスイッチよりも大きく表示したり、一階層内での選択肢を比較的多くし、操作回数を削減するなどの配慮が行われている [6]。

また、回転式の操作ノブなどの操作感触で操作 UI 上のカーソルの進み方を理解することができる入力装置や、機械的なフォースフィードバックシステムを組み込んだ入力装置がある。例えば、シフトレバーの後ろのセンタコンソール部に配置されるコマンドスイッチなどが挙げられる [7]。コマンドスイッチによる操作では、腕をアームレストに保持しながら操作が可能であり、メカニカルな節度感を持たせ、触感でのフィードバックを与えることで、迷わず確実に操作ができる。このような入力装置はドライビングポジションを崩さずに操作できる位置に配置し、総合的なディストラクションの低減が期待できる。

一方、音声認識による操作は、運転中の視線を前方からほぼ逸らすことなく発話による指示が可能で、画面を見ながら操作を行う UI に比べて少ないディストラクションで操作が可能である [8]。これまでは、走行環境下における認識精度の低下や、認識できる語彙数に限りがあることが課題とされていたが、近年では、クラウドサーバー上での認識処理を行うことができるようになり、比較的長時間の発話内容でも高精度に認識することができ、車載情報機器の操作 UI としての期待が大きい。

さらに、非接触のジェスチャ認識を車載情報機器の操作 UI として採用する製品も見られている [9]。手振り動作など、操作対象を注視する必要が無いジェスチャを操作トリガとし、例えば地図案内画面と AV 画面の切り替えや、音量の

アップ・ダウン、地図の拡大縮小など、比較的単純な操作を、従来と比べて少ないディストラクションで操作することが可能となる。

3. 本研究における課題と目標

3.1 検討対象のユースケースと前提条件

本研究で検討対象とするユースケースは、操作者が所望とする機能が格納されたメニューを選択するステップ 1 と、選択したメニューに包括される機能の一覧から、所望の機能を選択し実行するステップ 2 の 2 ステップから成る、比較的簡便な操作のユースケースを対象とした。例えば、ナビメニューを選択し、自宅を目的地に設定する操作や、AV メニューを選択し、ラジオの切り替えを行う、などの操作である。カーナビゲーションで行う操作は多岐に渡るが [10]、本研究では以下の理由により、このユースケースのディストラクション量の低減を検討する。

- テキストや電話番号などによる目的地設定などは、操作のための負荷が大きく、一般的に走行中の操作は規制されているため、操作することはできない
- 検討対象とした操作は、比較的簡便な操作であり、走行中でも操作が可能のため、運転中の事故の要因になりやすい
- メニューを選択し、所望の機能を実行する、という操作は様々な操作に適用が可能であり、研究成果の応用が図りやすい

また、本研究では、UI の実現に必要なスペック要件を小さくすることで、コストの削減をめざすとともに、本技術の導入の敷居を低くするため、単体のカーナビゲーションにも搭載可能な操作技術の開発を研究対象とする。

3.2 従来方式の課題

Figure 1 に、従来のカーナビゲーションシステムにおけるタッチ操作にて自宅を目的地に設定する操作を行う操作フローを示す。

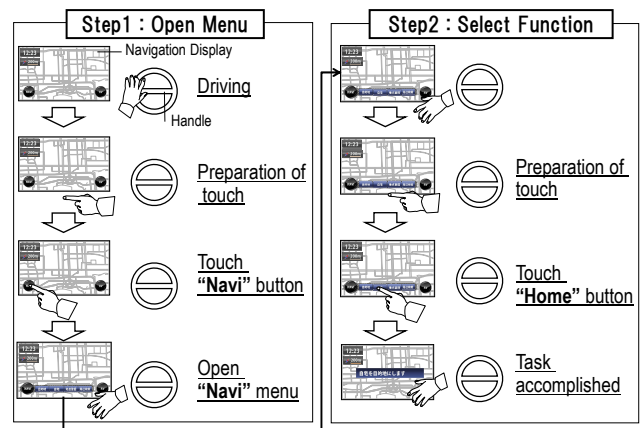


Figure 1 Conventional touch operation.

本操作では、以下の2つの操作ステップから構成される。
Step1: ナビ画面 GUI 上の「Navi」ボタンをタッチし、ナビゲーションに関連した機能項目一覧の GUI を展開する。
Step2: 展開したナビゲーション関連の機能項目一覧の中から「自宅」ボタンをタッチする。
それぞれの操作ステップにて行われる操作に関して、ディストラクション発生 の 要 因 にな る と 考 え ら れ る 要 素 につ い て、以下の通り机上で分析を行った。

【Preparation of touch】

- ・画面を確認する際の視線逸脱
- ・ハンドルから手を離すことによる運転操作への悪影響

【Touch “Navi” button】、【Touch “Home” button】

- ・ボタン位置を確認しタッチする際の視線逸脱
- ・手を伸ばしてタッチすることによる運転操作への悪影響

これらの分析結果から、従来のタッチ操作におけるディストラクション発生 の 要 因 の 課 題 は、以下であると考えた。

- ボタンの位置を確認するために発生する前方方向からの視線逸脱
- ボタンに手を伸ばしてタッチする際に生じる運転操作への悪影響

3.3 目標

前節にて設定した課題に対して、本研究を行うにあたり目標を以下のように定めた。

- 一定時間以上の連続した視線逸脱の発生を防ぐ

運転中に発生する前方方向からの視線逸脱に関して、事故に直結するものは、逸脱時間の総計よりも、一定時間以上の連続した視線逸脱が発生したかどうか、であると考えられる。これは、各国のガイドラインでも Occlusion 法を基準とし、操作の可否を判断していることから類推できる。本研究では、JAMA が既定している Occlusion 法のシャッター開時間である 1.5 秒以上を連続した視線逸脱が発生したとみなす閾値と定めた。

- 車両の運転操作において危険な車線逸脱を起こさない

片手を伸ばして、操作を行う際の、運転姿勢の乱れは、運転操作の制御に大きく影響を与えるものとする。本研究では、ドライビングシミュレータでの運転において、カーナビゲーション操作の際に生じる運転車両のブレが、白線をまたいで飛び出すことが無いようにすることを目標と設定した。

4. 操作 UI の設計

4.1 既存の操作 UI 技術の適用可能性の検討

UI の設計に辺り、既存の操作 UI 技術の特徴について、整理を行い、課題に対する適用可能性について検討を行っ

た。

まず、従来方式であるタッチ操作に関しては、前述したような課題がある一方で、所望のボタンをタッチすることで、その機能がほぼ確実に実行されるという操作の確実性も特徴の一つであると言える。

コマンドスイッチやステアリングコントローラなどは、運転姿勢を崩すことなく操作が可能で、項目の頻繁な切り替えや、細かい階層を辿っていくことによって操作の手間と時間が増える傾向にあることと、デバイスを車体自体に搭載する必要があるため、コスト面においても本研究において不適である。

音声認識による操作では、視線逸脱と運転姿勢の乱れが発生しないという点では、課題をほぼ解決できると考えられるが、今回対象とする比較的簡便な操作のユースケースでは、認識結果の応答を得るまでの待機時間や、発話内容の誤認識などの操作の不確実性を考慮すると、最適な操作 UI であるとは言えない[11]。

ジェスチャによる操作では、視線逸脱と運転姿勢の乱れという課題に対して、有効な手段ではあるが、現実的には上下左右の手振り動作といった単純な操作のみしか認識対象にできず、今回対象とするようなユースケースには、操作の自由度が不足している。また、ジェスチャの誤認識など、操作の確実性という点でも乏しい。

以上の検討結果から、既存の操作 UI 技術を単独で用いる場合は、本研究の課題を解決することはできないと考えられる。

4.2 設計指針

課題を解決するため、検討対象のユースケースについて、各ステップにおいて求められる性質を、より深掘りして検討を行った。

Step1: 所望のメニューを選択

ステップ1の操作の性質は以下である。

- ・メニューの選択肢は比較的少ない
 - ・メニューを選択したら機能選択に遷移（後戻り易）
- このステップでは、最初にメニューを選択するが、メニュー項目は比較的大きな分類でまとめられているため、選択肢は少ない（今回は2種類を想定）。また、メニューを選択したら、選択したメニューに分類される機能項目の一覧の選択画面に遷移する。この際、仮にメニュー選択の操作を誤ったとしても、機能の選択画面に遷移するだけなので、メニュー選択の画面に戻る操作は比較的行き易い。

Step2: 所望の機能を選択

ステップ2の操作の性質は以下である。

- ・機能の選択肢は比較的多い
- ・機能を選択したらその機能が実行される（後戻り不可）

この操作では、提示される機能の項目数は比較的多いと考

えられる。(今回は4種類を想定)。また、機能を選択したら、その機能が実行されることになるため、仮に機能の選択操作を誤ってしまった場合に、後戻りすることは不可能である。

以上の検討から、各操作ステップに求められる性質は、それぞれのステップにおいて異なるものであり、従来方式では、これに対して一律して同様のタッチ操作で行うものであった。そこで、本研究におけるUIの設計指針として、それぞれのステップにおいて求められる、異なる性質を考慮した上で、最適な操作UI技術を適用することとした。

4.3 提案する操作UI

まずステップ1の操作において求められる要件を、これまでで述べた課題と性質を考慮して、下記のように定めた。

- ・ 少ない選択肢を、安全性を損なわずに選択できる
- ・ 確実性はそこまで求められない(後戻りが可能)

これらの要件を満たす操作UIとして、操作者の手の動きを検知して、メニューを選択できる方式を考案した。これは、操作者の手の近づきに応じて、メニュー項目の表示を切り替えるUIを提供することで、ユーザが所望とする操作を直観的にかつ短時間で実行することが可能となるという知見をもとにして、本研究への応用を試みた[12]。また、手の近づき検知を行うために必要なデバイスとしては、例えば近接赤外センサなどの比較的低コストであり、カーナビ端末などに搭載可能なデバイスで実現できることも、理由として挙げられる。提案する方式の操作フローをFigure 2に示す。

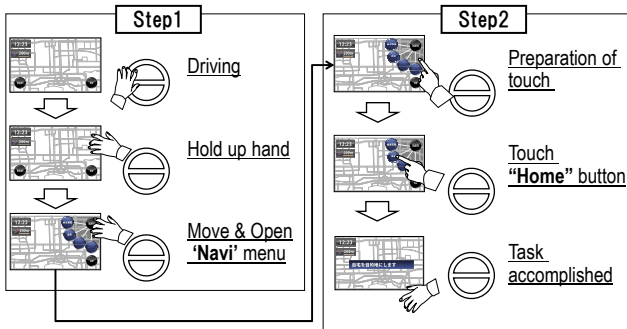


Figure 2 Proposed operation method 1.

提案する方式のステップ1の操作における特徴として、操作者が手をかざすと、メニューボタンが操作者側にレイアウトされる。さらに、操作者がタッチしようとするボタンを予測して、メニューボタンに含まれる機能一覧の項目をタッチせずに展開し表示する。このような特徴を持つ操作UIを用いることで、タッチ操作のために視線を画面に向ける必要が無く、また、手を伸ばす必要もなくなり、視線逸脱と運転姿勢の乱れを防ぐことが期待できる。

ステップ2の操作についても、ステップ1と同様に、求

められる要件を、下記のように定めた。

- ・ 多数の選択肢を、安全性を損なわずに選択できる
- ・ 選択操作の確実性が求められる(後戻りが不可)

ステップ2の操作UIの特徴は、操作者の側に機能一覧のボタンを大きく表示して配置する。また、最終的な機能の選択は最も確実性の高いタッチ操作で行う。これらによって、ボタン位置の確認に長時間、視線を奪われることなく、またタッチする際に大きく運転姿勢を乱すことなく、タッチ操作が可能になる。さらに、最終的な機能の選択は確実性のあるタッチ操作で行うことで、誤動作による余計なディストラクションの発生を防止する。

以上で述べた提案方式を提案方式1とする。本方式を考案にするにあたって、参考とした研究報告[12]に記載の技術は、デジタルサイネージなどの操作への適用を前提とした技術であり、安全な環境下で行われるデジタルサイネージの操作で求められる安全性と、運転中でのカーナビゲーションの操作に求められる安全性に関しては大きく隔たりがあると考えられる。NHTSAが提唱しているガイドラインにおいても、どんなときでも操作を中断できるUIであることが望ましい、とされている。そこで、上述した提案方式1を拡張する形で、操作の中断が可能なUIという観点を取り入れた提案方式2を考案した。提案方式2の操作フローをFigure 3に示す。

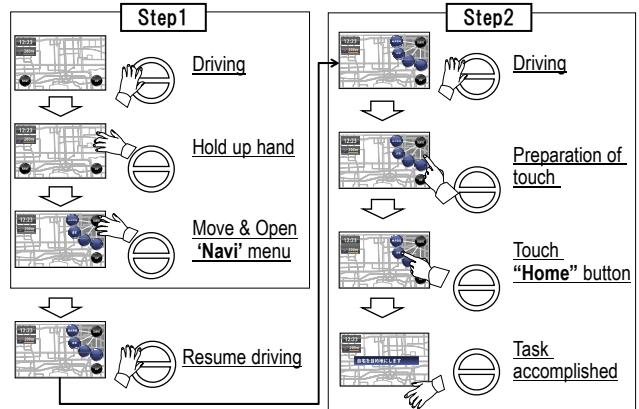


Figure 3 Proposed operation method 2.

提案方式2は、提案方式1が有する特徴に加えて、ステップ1までの操作状態を操作者が手を遠ざけても一定時間の間、保持し続けることが特徴である。このようにUIを設計することで、操作者が操作の途中でもいつでも運転行動に戻れるようになり、よりディストラクション量低減の効果を期待する。

Table 1に従来方式と提案方式1, 2の各操作ステップにおける操作の特徴を示す。

Table 1 Features of conventional and proposed methods.

Method	Operation		
	Step1	Resume driving	Step2
Conventional	Search and touch menu button	(○)	Search and touch function button
Proposed 1	Hold up hand	×	Search and touch function button (easily & safety)
Proposed 2	Hold up hand	○	Search and touch function button (easily & safety)

5. ディストラクション量の評価実験

5.1 試作

提案方式の効果を確認するため、試作を行った。Figure 4 に本試作のハードウェア構成を示す。カーナビゲーションを模擬するため、10inch のタッチパネル式モニターを使用した。ドライバーの手の近づきを検知するために、近接赤外線センサを図のようにタッチパネルの右側に設置した。センサ値は専用のセンサーボードから PC へと出力される。また、カーナビゲーションの案内音や操作の効果音を出力するため、外部出力用のスピーカーを接続した。画面に出力する GUI や、各種操作に対する処理は PC 内のソフトウェアが処理を行う。

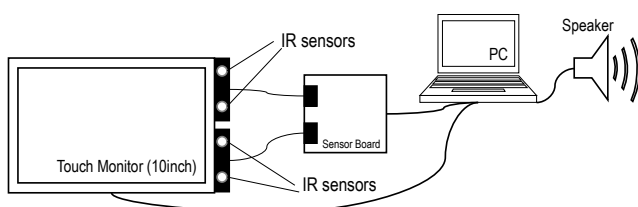


Figure 4 Hardware spec of prototype.

赤外線センサを用いたドライバーの手の位置の認識について、Figure 5 にアルゴリズムを示す。画面の右側に設置した 4 個のセンサは画面に対して、垂直方向に存在する物体の距離に応じてセンサ値が変動する。センサ 1 と 2 の値が大きくなった場合は、ナビボタンを押す動作とみなし、ナビメニューを展開する(a)。一方、センサ 3 と 4 の値が大きい場合は、AV ボタンを押す動作とみなし、AV メニューを展開する(b)。また、手の近づきによって、スピーカー一部から効果音を発し、メニューが展開されたかどうかを音でも確認できるようにした。

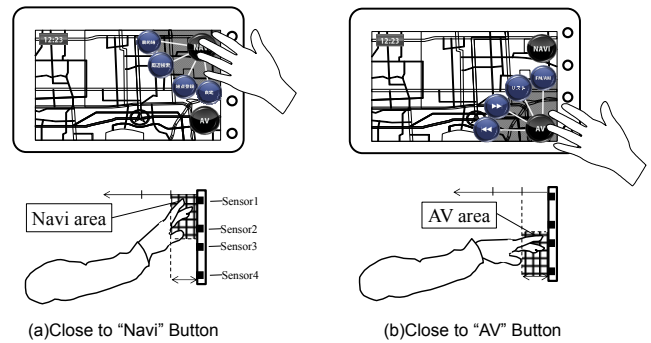


Figure 5 Driver's gesture recognition algorithm.

5.2 評価条件

ディストラクション量の評価は、メインタスクである運転操作とサブタスクであるカーナビゲーション操作を同時に行う二重課題法を行い、各操作方式におけるサブタスク実施時のディストラクションに関する各種情報を計測して行った。計測した情報は以下の通りである。

- (1) 1.5 秒以上の連続した視線逸脱(正面方向以外の注視)の発生回数
 - (2) 運転車両の白線をまたいだはみ出しの発生回数
- (1)に関しては、視線検知モジュールを用いてドライバーの視線を追跡し、視線逸脱発生時間を計測した。(2)ではサブタスク実施時の運転車両の道路上の白線からはみ出し度合いを、目視で確認して計測を行った。

Figure 6 に、評価実験環境を示す。メインタスクとなる運転操作は、ドライビングシミュレータによる高速道路運転を採用した。前面の大型モニターに走行画面が表示され、ハンドルとアクセル、ブレーキペダルなどを用いて運転操作を行う。サブタスクを実施する試作は、被験者の左方に設置した。被験者の顔の前方に視線検知モジュールを設置し、ドライバーの運転操作とサブタスク操作、走行中画面が映るようビデオをドライバーの左後ろに設置した。被験者には、20 代から 40 代の運転免許を所持する 6 名を選定した。サブタスクを実施する回数は、それぞれの被験者で 1 方式につき 6 回であり、高速道路運転の運転負荷が比較的低いと思われる直線走行時において既定の位置でサブタスクを実施するように指示をした。メインタスクの操作と各操作方式によるサブタスクの操作は、事前に練習を行い、それぞれの操作に十分慣れている状態とした。

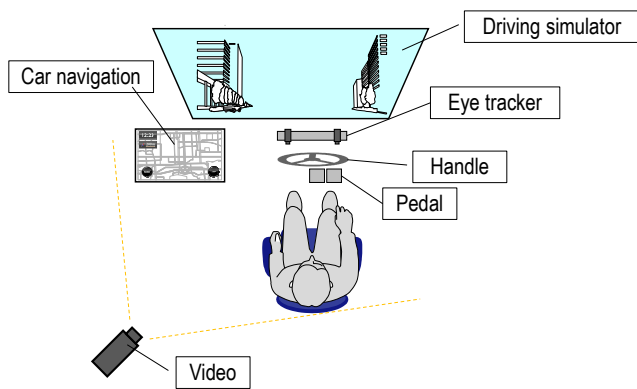


Figure 6 Experimental environment.

5.3 評価結果

Table 2 に本実験の評価結果を示す。

Table 2 Experimental results.

Evaluation item	Method		
	Conventional	Proposed1	Proposed2
(1) Percentage of glance (> 1.5 sec)	22.2 %	30.6 %	5.6 %
(2) Percentage of large stagger	16.7 %	2.8 %	2.8 %

(1) 視線逸脱は、全被験者における全てのサブタスク実施回数に占める 1.5 秒以上の連続した視線逸脱の発生回数の割合を求めた結果である。従来方式では 22.2%発生していたのに対して、提案方式 1 では 30.6%, 提案方式 2 では 5.6%であった。提案方式 1 の UI は、ステップ 1 とステップ 2 を続けて行う必要があり、操作を完了するためには、連続した視線逸脱が発生してしまうことが本結果に現れている。一方で、提案方式 2 では、ステップ 1 の操作とステップ 2 の操作の間で、運転行動に戻ることが可能なため、連続した視線逸脱の発生が効果的に抑えられている。このことから、提案方式 2 の UI の特徴である、操作過程を保持する設計は、連続した視線逸脱の発生の低減に対して、効果的であることが確認された。

(2) 運転車両の車線逸脱は、全被験者における全てのサブタスク実施回数に占める、サブタスク実施時に運転車両の車線をまたいでみ出した回数の割合を求めた結果である。実験全体を通して、従来方式では 16.7%発生していたのに対して、提案方式 1 と 2 ではどちらの場合も、2.8%の発生にとどまった。これは、手の近づき検知を利用したステップ 1 の操作の改善と、GUI レイアウト変更によるステップ 2 の操作の改善が、サブタスク操作にともなう運転操作への影響を低減できていると言える。

以上の評価結果から、提案方式 2 の UI を用いることで、サブタスクの実施にともなう視線逸脱の発生と、運転操作

への悪影響の両方の課題について、効果的に低減できることを確認した。

6. 考察

6.1 提案方式 2 による視線逸脱発生の低減効果の検証

評価実験によって、提案方式 2 が検討対象のユースケースにおいて、ディストラクション量を効果的に削減できることがわかった。本節では、提案方式 2 による連続した視線逸脱発生の削減効果の考察について述べる。

Figure 7 にサブタスクを 1 回実施するのに伴って発生する視線逸脱時間の総計を集計した結果を示す。

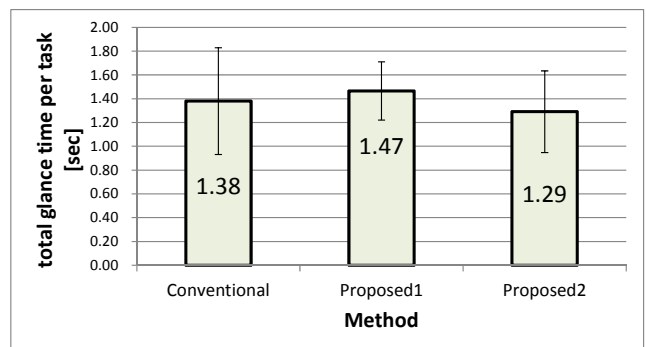


Figure 7 Total glance time per one subtask.

視線逸脱時間の総計では、提案方式 1、従来方式、提案方式 2 の順で減少しているが、その差は最大で 0.18 秒と、大きな違いは生じていない。この結果を考慮すると、提案方式 2 の UI では、操作に必要な視線の切り替えを、ユーザが都合が良いタイミングで行えていると考えられる。Figure 8 に上述した考察の傾向を顕著に表す実験結果の 1 例を示す。

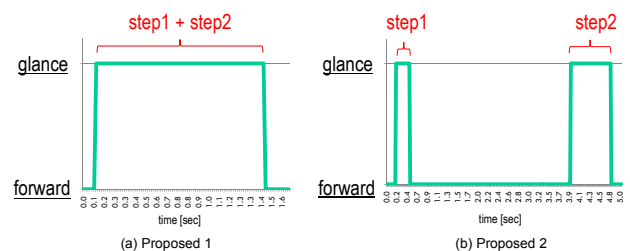


Figure 8 Example results of eye state in experiment.

図は被験者の 2 種類の視線状態(前方方向と視線逸脱)の様子を時系列で示したものである。(a)提案方式 1 の操作においては、ステップ 1 とステップ 2 の操作を続けて行うため、連続した視線逸脱が発生している様子がわかる。一方、(b)提案方式 2 の操作では、ステップ 1 においては、メニュー選択操作の結果を確認するなどの最低限の視線逸脱が発生しており、その後、空白期間をおいてから、ステップ 2 の操作のための視線逸脱が発生している。従来方式の UI においても、仕組み上では、ステップ間での操作を中断す

ることは可能であるが、連続した視線逸脱は発生している。これは、従来方式では一回のステップの操作負担が大きいため、ステップ1で一度タッチするために伸ばした手をそのままに、次のステップも続けて操作しようとしているためだと考える。実験中の被験者の観察でも、従来方式において、ステップ1とステップ2を続けて操作する行動が見られた。これに対して提案方式2では、ステップ1の操作の負担は小さく、ステップ1実施後の操作の中断と運転行動への復帰がしやすいものと考えられる。

これらのことから、提案方式2の特徴である運転操作にいつでも戻れるUI設計は、連続した視線逸脱の発生を低減するために非常に重要な要因であることがわかる。

6.2 主観評価

提案方式の有効性について、操作者に与える印象への効果を確認するため、主観評価を実施した。評価内容は各実験を終えた後に、アンケート方式でそれぞれの操作方式について点数付けをもらった。質問内容は「サブタスクの操作により、メインタスクに支障が出たか?」という問いに対して、[1(かなり支障が出た)~5(支障が出なかった)]の基準で回答をもらった。Table 3に結果を示す。従来方式では2.8のスコア、標準偏差が0.6であるのに対して、提案方式1と2では、それぞれ3.8と3.9のスコア、標準偏差がそれぞれ0.23と0.2という結果であった。この結果から、提案方式1もしくは2の操作UIを採用することで、運転操作への支障が少ない印象を与え、またそのバラつきが小さくなることがわかった。これは、Table 2の(b)運転操作への影響の結果に示されている傾向とも、提案方式1と2の操作UIにおける影響は小さいという点で一致している。

Table 3 Results of subjective assessments.

	Method		
	Conventional	Proposed1	Proposed2
Mean score	2.8	3.8	3.9
Standard variation	0.60	0.23	0.20

7. まとめ

運転中の車載情報機器の操作の際に生じるドライバー・ディストラクションを低減するため、操作時の視線逸脱の発生と運転操作への悪影響を防ぐ、低ディストラクション操作技術を開発した。カーナビゲーションでのメニュー操作をディストラクション低減の検討対象ユースケースとし、提案する操作UIが動作する試作を行い、被験者によるディストラクション量の評価実験を行った。その結果、以下の結果を得た。

(1) 手の近づきを検知してメニュー展開を行い、タッチ操作対象のGUIを、ドライバーの側に大きく表示して配置

することで、カーナビゲーション操作に伴う運転操作への悪影響を従来方式で運転車両のブレが16.7%発生していたのに対し、提案方式では2.8%に低減できることを確認した。(2) (1)における操作UIの特徴に加えて、手を遠ざけてもメニュー操作の操作過程を保持するUIとすることで、1.5秒を超える連続した視線逸脱の発生割合を従来方式の22.2%から5.6%に削減できることを確認した。

今後は、本研究で得られた知見を、操作に伴うディストラクションが少ない車載情報機器の開発へ活用することをめざしていく。その際は、適用先の製品GUIの仕様やデザイン面でのコンセプトに即して、本研究の知見を最大限発揮できる形に適用させていく必要がある。また、ドライバーの手の動きを認識するためのセンシング技術についても、低コストのセンサで、ユーザにとって違和感のない認識アルゴリズムの確立が検討課題となる。

参考文献

- 1) Michael A. Regan, John D. Lee, Kristie L. Young: DRIVER DISTRACTION Theory Effects and Mitigation, CRC Press (2009).
- 2) NHTSA: TRAFFIC SAFETY FACTS Distracted Driving 2011 (2013).
- 3) 日本自動車工業会: 画像表示装置ガイドライン 画像表示装置の取り扱いについて 改訂第3.0版 (2004).
- 4) NHTSA: Visual-Manual NHTSA Driver Distraction Guidelines For In-Vehicle Electronic Devices, Department of Transportation NHTSA Docket No. NHTSA-2010-0053 (2012).
- 5) 美記陽之助: 車両ヒューマンインターフェイス開発における人間工学的手法の応用の実際, 日本自動車技術会シンポジウムテキスト 2009年8月 no.01-09, pp.26-31 (2009).
- 6) 北崎智之, 田中兼一, 美記陽之助, 柳島孝幸: 車載HMIの現状と展望, 自動車技術会誌, Vol.64, No.10, pp.12-17 (2010).
- 7) 藤原明広, 古江彩, 島田高志, 松尾純太郎, 石橋基範, 大池太郎: ヘッドアップコックピットの開発, マツダ技報, No.31, pp.29-33 (2013).
- 8) 吉次律俊, 伊藤敏行, 美紀陽之介, 於永充浩: 音声インタラクションがドライバーのメンタルワークロードに与える影響, 自動車技術会論文集, Vol.35, No.1, pp.205-208 (2004).
- 9) パイオニア エアジェスチャー
http://pioneer.jp/carrozzeria/rakunavi/avic-mrp009_avic-mrp008/details/interface-design/interface/
- 10) Masaki Tada, Fumiyasu Konno, Junichi Yukawa.: Evaluation method for estimating workload of operating In-Vehicle system focused on brain resource, Review of Automotive Engineering 30, pp. 417-422, (2009).
- 11) 古井貞照, 小林哲則, 矢頭隆, 大淵康成, 河村聡典, 三木清一, 庄境誠: 音声認識実用化技術の展開 (総合報告), 電子情報通信学会誌, 93(8), pp.725-740 (2010).
- 12) ボンダンスティアワン, 松原孝志, 松本和己, 徳永竜也, 中島一州: テーブル型端末への3次元ジェスチャー操作適用, 映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集, 11-11-1 (2011).