

複合現実を用いた運転行動の改善を促すロボットシステムのための入力インターフェース

Input Interface for Robot System Using Mixed Reality that Encourages Retrospect of Driving

相川裕哉 *1
Yuya Aikawa

早瀬光浩 *3
Mitsuhiro Hayase

加納政芳 *1
Masayoshi Kanoh

田中貴紘 *2
Takahiro Tanaka

ジメネスフェリックス *2
Felix Jimenez

金森等 *2
Hitoshi Kanamori

*1 中京大学
Chukyo University

*2 名古屋大学
Nagoya University

*3 豊橋創造大学
Toyohashi Sozo University

In this research, we have been developing a robot system that encourages improvement of driving behavior at home. Mixed reality technology is used to implement driving reflection function for driving behavior improvement in this system. An existing mixed reality system uses a special input interface, therefore smooth operation is expected to be difficult. In this paper, we propose two interfaces that are made with reference to swipe behavior and laser pointer, respectively. The input interface that is imitated laser pointer indicated good performance in the experiments.

1. はじめに

近年、交通事故の発生件数は減少傾向にあるが、高齢者ドライバーの交通事故率は年々増加している。この問題に対し、高齢者が自身の運転について見直すことや、運転を振り返る機会が必要であると考えられる。現状、高齢者は教習所に行き運転講習を受けることで自身の運転行動を認識することができる。しかし、運転行動を改善するためには、自身の運転に対する問題点を繰り返し学ぶ必要がある。そのため、講習を何度も受ける必要があるが、決められた時間に教習所に行かなければならなかったり、拘束時間が長かったりと高齢者の負担が大きいことが課題である。また、運転時の問題点を学ぶ際には、指導者はその都度指示する必要があるため、指導する側のコストも大きくなってしまふ。これらのことから、教習所に行かずに高齢者が一人で運転行動の振り返りを行うことができるシステムが求められる。ここで、運転行動は指導によって改善するが、その効果は一時的であり、指導前の運転行動へすぐに戻る可能性がある [1, 2]。コーチング理論に基づくトレーニング手法 [3] では、ドライバーに自己の運転行動を認識させ、分析し、改善するというプロセスを繰り返し行う必要があるとされている。このプロセスを教習所の講習ではなく、ロボットが提示することができれば、高齢者は一人で運転行動の改善を行うことができる。本研究では、在宅時に運転行動の変容を促すロボットシステムを開発している。本システムでは、ロボットが高齢者の運転を解析して、危険な場면을提示し、高齢者がロボットから提示された場면을振り返ることで、運転行動の認識を行う。このとき、ロボットが危険な状況に対してどのような行動をとればよいのかなどの設問を含む会話を行うことで、高齢者は運転の教示を受けながら運転行動の分析と改善を行うことができる。このロボットによる運転の振り返りプロセスを自宅で行うことで、高齢者の負担を大きく減らすことができる。本システムでは、運転時の映像を見ながらロボットの教示を受け、設問に回答する機能を実装するため、複合現実の技術を用いる。ここで重要となるのが、与えられた設問に回答する際のインターフェース

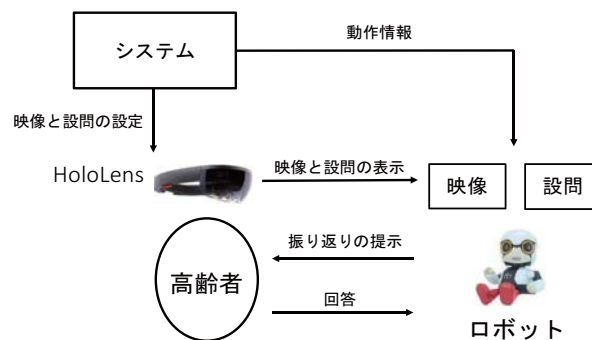


図 1: システム概要

スである。認知的負荷を可能な限り少なく運転の振り返りを行うためには、より簡単な入力インターフェースが求められるが、従来のインターフェースでは特殊な入力方法が採用されており、円滑な操作が困難であると予想される。そこで本稿では、ロボットシステムに複合現実を用いた際の二種類の入力インターフェースについて提案し、その評価を行う。

2. システム概要

本稿では、複合現実の環境構築に Microsoft 社製 HoloLens を使用する。HoloLens は頭部に装着するメガネ型の wireless 計算機デバイスである。視界前の透明なレンズに仮想空間を映し出すことができ、仮想と現実とを融合した世界が体験できる。

図 1 にシステムの概要を示す。システムはドライブレコーダーの映像から危険と判断した場面の映像と、その場面にとるべき行動を問題形式にして HoloLens に送信する。HoloLens は送られてきた映像と設問をレンズに表示する。また、表示される映像と設問の直感的な理解を促すために、ロボットへ動作の情報を送信する。高齢者は HoloLens に表示される映像を見ながら、ロボットからの教示を受け、設問に回答することで運転の振り返りを行う。

図 2 に高齢者の視点からロボットと映像を見たときのイメージ

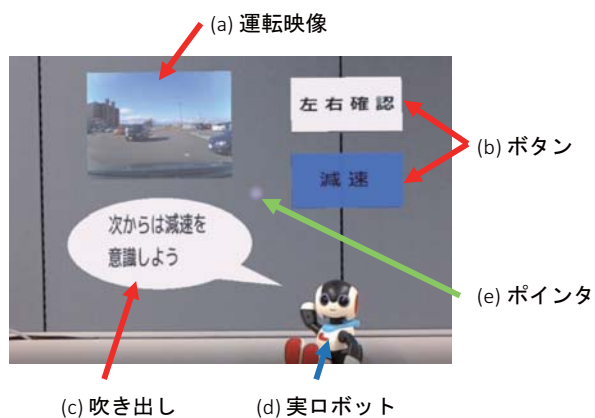


図 2: ユーザ視点からのイメージ図

図を示す。(a) 運転映像、(b) ボタン、(c) 吹き出しは複合現実によって提示する。これらはコンピュータグラフィックスで作成されている。高齢者は、(a) に提示された映像を見つ、ロボットの質問に対して、(b) に表示されているボタンを操作することで運転時の振り返りを行う。(c) の吹き出しは、高齢者がロボットの発話を聞き取れないときのための補助的な情報提示インタフェースである。(d) のロボットは提示している映像やロボットの発話内容、ボタンの押下状況をシステムと共有する。

3. インタフェース

本稿では、HoloLens に標準搭載されているインタフェースを「ジェスチャ」と呼ぶ。また、提案する二つのインタフェースを「スワイプ」「レーザー」と名付ける。各インタフェースによる本システムのボタン操作方法について説明する。

3.1 ジェスチャ

HoloLens を装着すると、装着者の頭部の向いている方向にポインタ (図 1 (e)) が設定される。デバイス、すなわち頭部を動かすと、このポインタも連動して動く仕組みになっている。ボタンを押すには、まず、ポインタをボタンの位置まで頭部を動かして移動させ、次に、視界内で親指と人差し指をつまむ動作を行う。このインタフェースには二つの問題点が考えられる。一つ目は、ポインタを移動させるために、頭部を回転させ、ポインタを合わせた後に固定し続けなければならない点である。この動作は視線を合わせるのではなく、頭部の中心位置にあるポインタを合わせるという普段の生活で行わない動作のため、慣れるまでに時間がかかる可能性がある。二つ目は、ポインタをボタンに当てた後に、手を一定の高さまで上げ続ける必要がある点である。ボタンを押すたびに手を挙げなければならず疲労する恐れがある。

3.2 スワイプ

この手法はタブレット端末の入力に用いられるスワイプを参考にしたインタフェースである。タブレット端末の普及により手を小さく動かす動作を行う機会が増えた。ボタンを直接触るような動作であれば、直感的な操作感覚が期待できる。この手法でボタンを押すには、選択するボタンに右手をかざし、その状態から腕を右に振る動作を行う。

3.3 レーザー

この手法はレーザーポインタを模したインタフェースである。レーザーポインタは指差しの要領でポインタを操作するこ

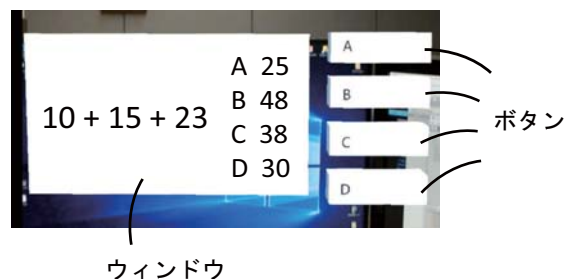


図 3: 実験環境

ボタンを押す動作は楽だった	
問題を解くことに集中できた	
ボタンを押す動作は慣れるまでに時間がかからなかった	
画面の切り替えは面白かった	
ボタンを押すために腕を動かすことは疲れなかった	

図 4: アンケート

とができる。このことから、頭部を動かすことよりも簡単にポインタを操作することができると思う。この手法では、腕からレーザーポインタが放出されている設定になっている。このポインタをボタンに合わせ、手の平を反す、もしくは拳を握ることでボタンを押す動作となる。

提案する二つのインタフェースを作成するにあたって、腕の動きを検出するために、アームバンド型のデバイスである MYO を使用する。MYO はユーザの上腕部に装着するデバイスで、ジャイロセンサによって腕の傾きを、内側の電極パッドにより腕の筋電を計測する。

4. 実験

本システムは、コンピュータグラフィックスで作成したウィンドウに表示される映像を見ながら問題に答えることで運転の振り返りを行うものである。実験ではこの状況と類似した環境を構築し、インタフェースを評価する。図 3 に実験環境中の視界に表示されるコンピュータグラフィックスを示す。被験者はウィンドウに表示される計算問題を解き、四つの選択肢の中から正解を選ぶ。図 3 の例では答えが「48」なので、B が正解である。被験者はウィンドウの隣にある B のボタンを押すことで回答を行う。被験者には 15 問の問題を解く課題をすべての手法に対して行う。手法を体験する順序は被験者ごとにランダムとし、カウンターバランスをとる。各手法の体験後にアンケートを行う。

図 4 に実験に使用したアンケートを示す。ボタン押下に関する質問 3 項目、システム評価に関する質問 2 項目で構成されており、7 段階リッカートスケールで評価する。被験者は大学生 20 人とする。

また、各手法体験中にボタンを操作するために必要な時間の指標として、(1) 計算問題を 15 問回答するまでに必要となった時間 (回答時間)、(2) 各手法のボタンが押せる状態にあった時間 (押下可能時間)、(3) 被験者が実験中にウィンドウの

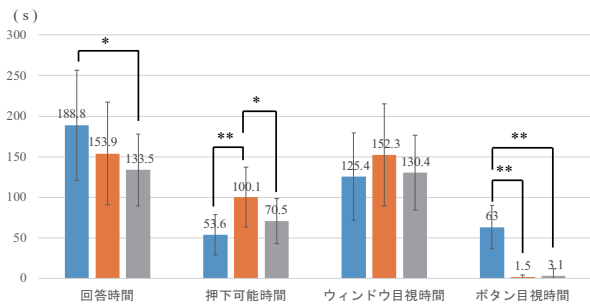


図 5: 計測結果

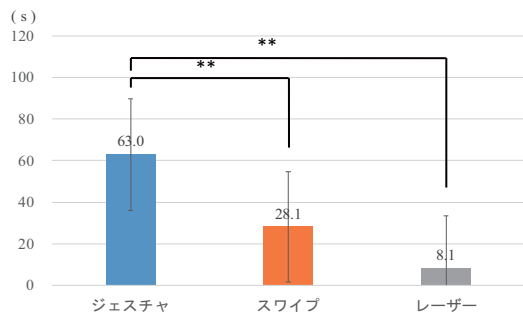


図 6: ボタン操作総時間の結果

方向を向いていた時間 (ウィンドウ目視時間)、および (4) ボタンの方向を向いていた時間 (ボタン目視時間) をそれぞれ計測した。

5. 結果と考察

図 5 に計測結果を示す。縦軸は時間 (秒) である。各項目に表示されているバーは左からジェスチャ、スワイプ、レーザーを示している。回答時間では、ジェスチャとレーザーの間に有意水準 5% で有意差が認められた。押下可能時間では、ジェスチャとスワイプの間に有意水準 1%、スワイプとレーザーの間に有意水準 5% で有意差が認められた。ウィンドウ目視時間は有意差は認められなかったが、ボタン目視時間はジェスチャとスワイプ、ジェスチャとレーザーの間に有意水準 5% の有意差が認められた。

まず、ボタン目視時間に注目する。ジェスチャはボタンを押す際、必ずボタンの方向を向く必要があるが、二つの提案手法は目視だけでもボタンを押すことができると考える。実際に、計測結果を見るとジェスチャの平均 63 秒に対し、二つの提案手法は非常に短い目視時間となっている。このことから、二つの提案手法ではボタンを目視して押下しているといえる。上記のことから、提案手法ではウィンドウ目視時間の中に、計算問題を解いている時間とボタンを操作している時間が含まれていることになる。そこで、ジェスチャのウィンドウ目視時間を回答時間 (125.4 秒) の基準と設定し、スワイプ、レーザーのウィンドウ目視時間から基準とした回答時間、すなわちジェスチャのウィンドウ目視時間を除くことで、ボタンを操作している時間 (ボタン操作時間) を測る。このボタン操作時間にボタン目視時間を加えることで、三つの手法におけるボタンを操作するために必要となった時間 (ボタン操作総時間) を比較する。

図 6 にボタン操作総時間を示す。ジェスチャが 63 秒に対し、スワイプは 28.1 秒、レーザーは 8.1 秒となりジェスチャとス

ジェスチャ	スワイプ	レーザー
92%	72%	95%

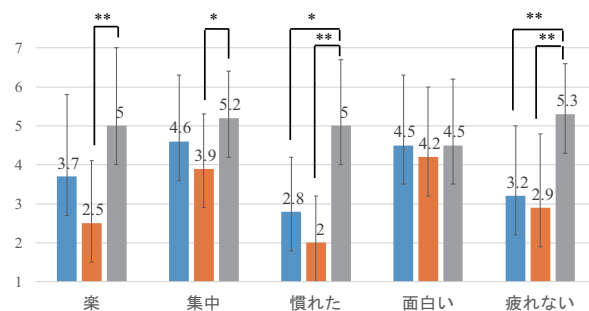


図 7: アンケート結果

ワイプ、ジェスチャとレーザーの間に有意水準 1% の有意差が認められた。このことから、二つの提案手法はジェスチャと比較し、有意に短い時間でボタンを操作できるといえる。

ここで、ジェスチャはデバイスの前にあるポインタをボタンに当てる解答方法のため、ボタンの押し間違えは起こりにくいが、二つの提案手法では腕の動作のずれによりボタンを押し間違えてしまう可能性があるため、正解のボタンを押すことができた回数を計測した。

表 1 に平均正答率を示す。本実験では単純な四則演算のみ出題したため、正答率が著しく低くなることは想定されにくい。にもかかわらず、スワイプの正答率が低くなっており、ボタンの押し間違えが多発したものと考えられる。一方、ジェスチャとレーザーはほぼ同程度の正答率となっており、レーザーは正確にボタンを操作できるといえる。

最後に、図 7 にアンケート結果を示す。すべての項目で提案手法のレーザーが最も高い評価を得ることができた。

以上の結果から、ボタン操作に適したインターフェースはレーザーであるといえる。

6. おわりに

本稿では、在宅時に運転行動の改善を促すためのロボットシステムについて報告した。本システムではロボットと複合現実映像を同一視界内で提示するが、その操作インターフェースとして二つの手法を提案した。実験の結果、レーザーポインタを模した手法が最も操作することに適していることが示された。今後は、ロボットシステムに複合現実を用いた際の影響について調査する。

本研究は、名古屋大学エージェントを介した運転支援プロジェクトの支援を受けた。

参考文献

- [1] T Tanaka et al.: Driver Agent for Encouraging Safe Driving Behavior for the Elderly, 5th International Conference on Human-Agent Interaction, 2017.
- [2] 田中 他: 高齢ドライバー支援エージェントの提案 - 運転指導員による指導方法の分析 -, 第 31 回ファジィシステムシンポジウム, 2015.
- [3] I. Edwards: ドライバーのための自分づくり教育 - コーチングのすすめ -, SMA サポート株式会社, 2014.