

円滑な発話交代のための車載音声 UI の発話タイミング提示

寺尾道哉^{†1} 岡本真也^{†1} 福田悠人^{†1} 岩瀬勉^{†1, †2}
 三国司^{†2} 町田紀人^{†2} 鳥居武史^{†2} 松尾典義^{†2} 荻原浩^{†2}
 群馬大学^{†1} 株式会社 SUBARU^{†2}

1. はじめに

自動車における車載システムの進化に伴い、運転者が行う各種機能や機器の操作負担は増加している。特に運転中にカーナビゲーションシステムなどの機器操作により、運転のパフォーマンスが低下するドライバディストラクションの問題がある。そのため、運転者への負荷低減を目的とした機器操作を支援するユーザインタフェース (User Interface, UI) が必要である。車載 UI としては、助手席に人がいるかのように運転者の意図を汲み取り、支援することが理想的だと考えるが、人と車の間での人同士のようなコミュニケーションの達成に向けては未だ課題が多く残されている。

運転者の負荷低減に関する研究は多く行われている。佐々木らは、視線逸脱の減少などを目的としタッチディスプレイ上で利用できる物理的なリング型インタフェースを提案した[1]。内藤らは、運転者に車載音声 UI に対して愛着を持ってもらうための、対話プロトコルの検証を行い、音声 UI が運転者の行動や嗜好などを理解していると分かるような対話戦略をとることが愛着醸成の要因となる可能性を示した[2]。また、川口らは音声 UI において視線というモダリティを追加することで、音声 UI の操作性と対話感が向上することを示した[3]。

本研究では、運転者の負荷低減のため音声 UI の活用を検討している。音声 UI の課題として、発話開始タイミングや利用者に発話交代する (音声 UI が発話を終了する) タイミングの予期の難しさがある。人同士の対話では、視線や表情、ジェスチャなどによって話者の交代がスムーズに行われている。人と音声 UI の対話ではそういった非言語的な情報が失われているため、円滑に発話交代を行うことは難しい。そこで、このような発話タイミングの予期の難しさを解消することができれば、音声 UI の使用負担が小さくなり運転者と音声 UI のコミュニケーションを支援できると考えた。

本稿では、発話の開始タイミングや発話の終了タイミングを提示可能な音声 UI を開発し、ドライビングシミュレータ環境で実験的にその有効性について検討した。提示方法として視覚、聴覚、触覚などモダリティの違いにより、提示の効果として差異があるかについても調査した。また、本研究は群馬大学大学院理工学府人を対象とした研究倫理審査委員会の承認を受け実施している。

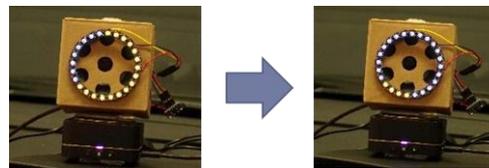


図1 音声 UI による発話の終了タイミング提示



図2 コックピットモック型ドライビングシミュレータを用いた実験の様子

2. 車載音声 UI による発話タイミング提示

発話タイミングを提示可能な音声 UI を開発した。音声 UI には、Google AIY Voice Kit V2 (以下、Voice Kit) を利用した。本音声 UI は基盤として Raspberry Pi Zero WH を採用している。Voice Kit は機能として音声認識や音声合成があり、スマートスピーカとして利用することができる。本研究ではそれらの機能は利用せず、マイクやスピーカ、電子機器の制御のみに用いている。また、音声 UI は、ネットワーク接続した PC からの制御が可能になっている。

音声 UI の発話開始タイミングを提示する方法として、発話を行う前に予備動作として、視覚、聴覚、触覚の3種類の提示動作をとる方法を構築した。視覚による提示では、Voice Kit を回転可能な台座に設置し、回転台座を発話開始時に制御し、音声 UI 自体が首振りを行うように予備動作を提示する。聴覚による提示では発話前にプッシュ音を再生した。触覚による提示では発話前にシートの背中の中に取り付けた振動モータを動作させた。それぞれの手法の提示時間は2秒間に統一した。

発話終了タイミングを提示する手法ではリング型 LED を利用した。リング型 LED を1回の発話量の進行度に応じて点灯させることで、話し終わりを予期可能な構成としている (図1)。音声 UI による発話は、事前に作成した合成音声の音声ファイルを音声 UI 上で再生させ、発話させた。

Study on voice UI behavior that assists a driver in predicting its next utterances
 †1 Michiya Terao, Shinya Okamoto, Hisato Fukuda, Tsutomu Iwase,
 Gunma University.

†2 Tsutomu Iwase, Tsukasa Mikuni, Norihito Machida, Takeshi Torii,
 Noriyoshi Matsuo, Hiroshi Ogiwara, SUBARU Corporation.

3. 発話タイミング提示実験

発話開始タイミングと発話終了タイミングの提示の効果を検証する実験を行った。どちらの実験もともに、図2で示したドライビングシミュレータを使用した。ドライビングシミュレータのソフトには CARLA Simulator [4]を使用した。実験参加者は著者の所属機関で募集した 10 名（平均年齢 31.8 歳，男性 10 名）に実験に参加してもらった。実験中の実験参加者と音声 UI と音声 UI の対話は，Wizard of Oz 法を用いて行った。

発話の開始タイミング提示実験では，音声 UI が行う走行指示に従い運転してもらった。実験参加者には，予備動作 4 パターン（視覚/聴覚/触覚/提示無し）による発話開始タイミング提示を体験してもらい，各パターンの実験後に以下の 5 項目について 7 段階の官能評価アンケート

（7. 非常にそう思う，1. 全くそう思わない）に回答してもらった。

- Q.1.1) 音声 UI の発話が聞き取りやすかった
- Q.1.2) 音声 UI が話始めるタイミングを予測できた
- Q.1.3) 音声 UI を利用しながら運転することが難しかった
- Q.1.4) 安心して車を運転することができた
- Q.1.5) 音声 UI の挙動が煩わしく感じた

発話の終了タイミング提示実験では，前方車に追従運転するタスクを実施してもらいながら，実験参加者に音声 UI の対話や雑談といった話しかけに対して返答してもらった。実験参加者には，2 パターン（提示有り/提示無し）による発話終了タイミング提示を体験してもらい，各パターンの実験後に以下の 6 項目について 7 段階の官能評価アンケート（7. 非常にそう思う，1. 全くそう思わない）に回答してもらった。

- Q.2.1) 音声 UI の発話が聞き取りやすかった
- Q.2.2) 音声 UI が話終わるタイミングを予測できた
- Q.2.3) 音声 UI にスムーズに返答できた
- Q.2.4) 音声 UI を利用しながら運転することが難しかった
- Q.2.5) 安心して車を運転することができた
- Q.2.6) 音声 UI の挙動が煩わしかった

発話開始タイミング提示実験の Q.1.2 の設問の回答結果を図 3 に示す。図 3 より，予備動作の有無により異なる回答の傾向が得られた。この結果からどのモダリティを用いても予備動作を提示することで，発話の開始予期がしやすくなることが確認できた。この音声 UI の発話開始を予期しやすくなることは円滑な発話交代を支援する要因になると考えられる。

発話終了タイミング提示実験の Q.2.2 の設問の回答結果を図 4 に示す。図 4 より，提示の有無により異なる回答が得られる傾向があった。この結果から，発話終了タイミング提示により，音声 UI の発話終了の予期がしやすくなることを確認できた。Q.2.3 のような円滑な発話交代に関する直接

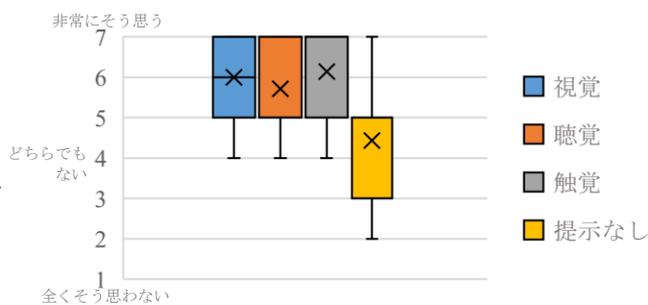


図 3 予備動作提示実験の官能評価結果

(Q.1.2 : 音声 UI が話始めるタイミングを予測できた)

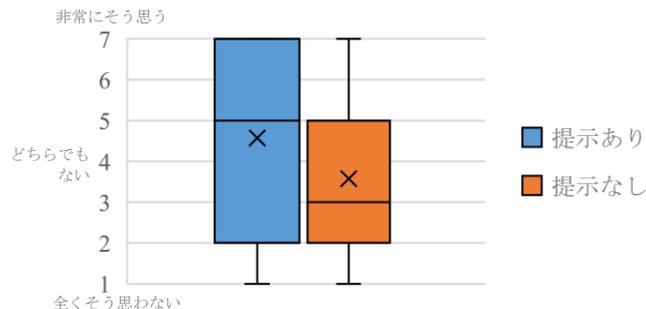


図 4 発話終了タイミング提示実験の官能評価結果

(Q.2.2 : 音声 UI が話終わるタイミングを予測できた)

的な設問では差を観測することはできなかったが，この音声 UI の発話終了を予期しやすくなることは円滑な発話交代を支援する要因になると考えられる。

4. おわりに

本稿では，車載音声 UI の発話開始タイミングや発話終了タイミングを複数のモダリティを用いて提示する手法を提案し，提案手法の効果を確認した。今後の計画としては，高齢者を対象として同様な実験を行い，今回の実験結果との比較，検証を行うことを検討している。

本研究を推進するにあたり，株式会社 SUBARU 様には多大なる協力を頂きました。大変感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 佐々木ら， Knob on Display : リング形状の可動式ダイヤルを用いた車載センターディスプレイ向けインタラクティブデバイスの開発，情報メディア学会誌研究速報， Vol. 73, No. 6, pp. 1156-1159, 2019.
- [2] 内藤ら，車載音声対話エージェントの愛着醸成にむけたインタラクティブシステムの研究，情報処理学会研究会報告， Vol. 2019-HCI-181, No. 12, 2019.
- [3] 川口ら，スマートスピーカーにおける注視入出力を用いたインタラクションの効果，ヒューマンインタフェース学会論文誌， Vol. 21, No. 3, pp. 269-278, 2019.
- [4] A. Dosovitskiy et al., CARLA: An Open Urban Driving Simulator, In Proc. of the 1st Annual Conference on Robot Learning, pp. 1-16, 2017.