車載表示器によるドライバの違和感の推定

○清水 俊行, 紙透 義治, 棒谷 英法, 松下 泰宏, 吉畑 友太, 佐久間 壮,
佐藤 茂樹, ギョルゲ ルチアン (日産自動車(株)総合研究所)

Measurement of driver's disaccord for in-vehicle display

Toshiyuki SHIMIZU Yoshiharu KAMISUKI Hidenori BOTANI Yasuhiro MATSUSHITA

Yuta YOSHIHATA Satoshi SAKUMA Shigeki SATO Lucian GHEORGHE

(Nissan Motor Co., Ltd. Research Division)

1. はじめに

車載の表示や入力自動化はドライバの利便性を向上させ、運転リソースを増やすことが期待できる。しかしながら、雑音環境下の車載では、稀にドライバの期待とは違う表示や不必要な情報が提供されてしまい、時に煩わしく感じてしまうこともある。いま自動で提供される車載表示がドライバの期待とは異なり違和感が生じる場合、システムが自ら表示を修正する機能について考える。

期待とは異なるイベントに対し、発生する脳波のエラー関連電位 (Error related potential) を用いて、フィードバック制御させる研究が報告されており、BCI (Brain computer interface)¹⁾ やリハビリテーション機器へ応用²⁾ されている。

本稿では、車載の表示ディスプレイを模擬し、表示に対する違和感において、エラー関連電位が検出できるか調べ、さらに脳波を使ってドライバの違和感が推定できるか検証を行った。

2. 方法

本稿で扱う実験は、日産自動車(株)実験倫理委員会の審査を受け、承認を得た内容であり、実験参加者からインフォームドコンセントを得た上で実施したものである。実験参加者は、普段から車の運転を行っている男性7名 (30-50代) である。

車載表示を模して、期待どおりの表示と期待とは違う表示を設定し違和感の再現を行った。図1に示すセンターパネルを模して、画面中央上側に方向指示マーク「L」(left) と「R」(right) が点灯するようにする。実験参加者は、通常の運転ポジションと同じ着座姿勢で、ディスプレイを正面に配置した。刺激の提示は、図2に示すように、最初に音声案内でどのマークを表示するか案内を行い、3秒後にマークを0.3秒点灯させた。案内内容と対応する点灯は次のように設定した。

- ・「右へ曲がります」→「R」点灯
- ・「左へ曲がります」→「L」点灯
- ・「停止します」→「R」と「L」を点灯

このとき音声案内と対応して期待どおりにマークが点灯される場合をCorrect試行と呼び、音声案内とは違う点灯がされる場合をError試行と呼ぶ。すなわち、Correct試行では違和感がなく、Error試行で違和感が誘発させるようにコントロールした。CorrectとErrorは、ランダムに提示し200回の試行を繰り返した。CorrectとErrorの割合は7対3とした。またError試行が提示されたときには、期待とは違うことを強く意識してもらうことを予め教示しておいた。

図1 車載センターパネルの模式図

図2 刺激提示の手順

3. エラー関連電位

脳波は、BIOSEMI社製のアクティブ電極を使い、2048Hzでサンプリングを行い、認知活動との関係が深い頭頂部に注目し、国際10-20法における32

箇所 (Fp1, AF3, F7, F3, FC1, FC5, T7, C3, CPz, CP5, CP1, P3, Pz, P03, O1, Oz, O2, P04, P4, P8, FC2, CP6, CP2, C4, T8, FC6, FCz, F4, AF4, Fp2, Fz, Cz) の脳波を計測した。脳波は、4次のButterworth filterを使い、1Hzから10Hzのバンドパスフィルタを適用したあと、256Hzにダウンサンプリングを行った。次に200回の試行のうち、Correct試行とError試行を分け、それぞれ加算平均を行った。代表的なサンプルの脳波を図3に示す。破線がCorrect試行で、黒太線がError試行である。ディスプレイにマークが点灯されたタイミングを0秒に置いた。

図3 平均脳波 (Fz, FCz, Cz, CPz)

0.3秒から0.6秒あたりにCorrectとErrorの乖離がみられ、P300の直後に陰性波が現れ、エラー時の誘発電位と考えられる。

4. 違和感の判別分析

全試行の80%を使い線形判別学習 (Linear discriminate analysis)を行い、残り20%の試行でCorrectとErrorが正しく判別できるかテストを行った。Error試行を正しく判別した割合 (TPR: True positive rate) とCorrect試行を間違って判別した割合 (FPR: False positive rate) をもとめ、さらに Correct試行とError試行を合わせた正解率 (ACC: Accuracy) を計算した。学習に用いた特徴量は、脳波 (Fz, FCz, Cz, CPz) の振幅値で、マークの点灯から等間隔に10点をサンプリング (39msごと) し、正答率の計算を行い、さらに99%オーバーラップさせながら640msまでの間で繰り返し計算を行わせ、最も正答率が良い特徴量を選別した。テストは、CV法 (Cross validation method) を使い、全試行をランダムに並べ替え学習とテストを10回繰り返し、それぞれのACC, TPR,

FPRの計算を行って、その平均値をもとめた。その結果、TPR-FPRプロットを図4に示す。7名のサンプルを○でプロットし、平均値を◇でプロットした。

図4 TPR-FPRプロット

このとき全実験参加者の平均値は、ACCは0.670, TPRは、0.713, FPRは、0.214であった。

5. 考察

今回、エラー関連電位を使って期待とは違う車載器の表示がドライバの違和感として推定できるか検証を行った。その結果、違和感のある車載表示において、ドライバの頭頂部位の脳波からエラー関連電位が誘発されていることが確認できた。さらに脳波を使って違和感があるかどうかの判別分析を行ったところ、ACC は0.67であり高い正解率を得ることができた。いま判別分析の手法はサポートベクターマシンや深層学習など新しい手法が開発されている。脳波を使った推定にも適用例があり、正解率はさらに上げられると考えている。今後ニューロフィードバックのアイテムとして車載応用に検討を進める。

参考文献

- 1) Ferrez, P.W. and Millán, J.d.R.: Error-Related EEG Potentials Generated during Simulated Brain-Computer Interaction. IEEE Trans. on Biomedical Engineering, 55:pp. 923-929, 2008.
- 2) Philips, J., Millán, J.d.R., and et al.: Adaptive Shared Control of a Brain-Actuated Simulated Wheelchair. 10th IEEE Int. Conf. on Rehabilitation Robotics. 2007.