

【文献調査】

Assessing Driver Cortical Activity under Varying Levels of Automation with Functional Near Infrared Spectroscopy

藤原 侑亮 廣安 知之 日和 悟

2017年08月19日

1 タイトル

様々なレベルの自動運転における fNIRS を用いた脳活動の検討

2 著者

Srinath Sibi, Stephanie Balters, Brian Mok, Martin Steinert, Wendy Ju

3 出典

Intelligent Vehicles Symposium(IV) 2017 IEEE, pp. 1509-1516, 2017

4 アブストラクト

運転者の精神状態に関する情報は、高度に自動化された車両のためのインターフェースの設計に不可欠である。機能的近赤外分光法 (fNIRS) は、参加者の脳活動を研究するために広く普及している神経イメージングツールであり、HCI 実験、特にドライビングシミュレータを用いた研究で用いられている。fNIRS のデータ解析は、繰り返し測定できるような実験設計が要求される。

本稿では、部分的に自動運転が可能な車両と完全に自動運転が可能な車両を運転しているドライバの車線変更時の脳活動についての研究を提示する。また、fNIRS 測定のニーズを満たす実験設計を採用し、その後の解析を行った。この研究には 28 人が参加し、ドライビングシミュレータで約 7 時間運転した。自動運転の各モードで 8 回車線変更操作を実施し、ビデオ録画、NASA TLX アンケート、fNIRS データを記録し、解析を行った。自動または手動で車線変更する間、同様に dorsolateral prefrontal cortex での活性化が見られた。

5 キーワード

attention, Distracted driving, fNIRS

6 参考文献

6.1 高速道路運転時の視覚情報が与える影響について

[1] J. Engström, E. Johansson, and J. Ståhl, “Effects of visual and cognitive load in real and simulated motorway driving,” *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 8, no. 2, pp. 97-120, 2005.

6.2 携帯電話使用中の運転時の安全性について

[2] D. Lamble, T. Kauranen, M. Laakso, and H. Summala, “Cognitive load and detection thresholds in car following situations: safety implications for using mobile (cellular) telephones while driving,” *Accident Analysis Prevention*, vol. 31, no. 6, pp. 617-623, 1999.

6.3 手動制御に最適な作業負荷について

[3] W. L. Verplank, “Is there an optimal work-load in manual control?” Ph.D. dissertation, Massachusetts Institute of Technology, 1978.

6.4 自動運転時の注意について

[4] D. Miller, A. Sun, M. Johns, H. Ive, D. Sirkin, S. Aich, and W. Ju, “Distraction becomes engagement in automated driving,” in Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, vol. 59, no. 1. SAGE Publications, 2015, pp. 1676-1680.

[5] M. S. Young and N. A. Stanton, “Attention and automation: new perspectives on mental underload and performance,” Theoretical Issues in Ergonomics Science, vol. 3, no. 2, pp. 178-194, 2002.

6.5 fNIRS を用いた脳認知活動に関連する血行力学的シグナルの検出について

[6] H. Ayaz, M. Izzetoglu, S. Bunce, T. Heiman-Patterson, and B. Onaral, “Detecting cognitive activity related hemodynamic signal for brain computer interface using functional near infrared spectroscopy,” in Neural Engineering, 2007. CNE '07. 3rd International IEEE/EMBS Conference on. IEEE, 2007, pp. 342-345.

[7] K. Utsugi, A. Obata, H. Sato, T. Katsura, K. Sagara, A. Maki, and H. Koizumi, “Development of an optical brain-machine interface,” in Engineering in Medicine and Biology Society, 2007. EMBS 2007. 29th Annual International Conference of the IEEE. IEEE, 2007, pp. 5338-5341.

6.6 側方前頭皮質内の空間作業記憶処理について

[8] A. M. Owen, A. C. Evans, et al., “Evidence for a two-stage model of spatial working memory processing within the lateral frontal cortex: a positron emission tomography study,” Cerebral Cortex, vol. 6, no. 1, pp. 31-38, 1996.

[9] N. Ramnani and A. M. Owen, “Anterior prefrontal cortex: Insights into function from anatomy and neuroimaging,” Nature Reviews Neuroscience, vol. 5, no. 3, pp. 184-194, 2004.

6.7 認知状態と負荷に対する fNIRS の感受性について

[10] F. A. Fishburn, M. E. Norr, A. V. Medvedev, and C. J. Vaidya, “Sensitivity of fnirs to cognitive state and load,” Frontiers in human neuroscience, vol. 8, 2014.

[11] K. Izzetoglu, S. Bunce, B. Onaral, K. Pourrezaei, and B. Chance, “Functional optical brain imaging using near-infrared during cognitive tasks,” International Journal of Human-Computer Interaction, vol. 17, no. 2, pp. 211-227, 2004.

6.8 NASA-TLX の開発について

[12] S. G. Hart and L. E. Staveland, “Development of nasa-tlx (task load index): Results of empirical and theoretical research,” Advances in psychology, vol. 52, pp. 139-183, 1988.

6.9 fNIRS を用いた HCI 実験について

[13] E. T. Solovey, A. Girouard, K. Chauncey, L. M. Hirshfield, A. Sassaroli, F. Zheng, S. Fantini, and R. J. Jacob, “Using fnirs brain sensing in realistic hci settings: experiments and guidelines,” in Proceedings of the 22nd annual ACM symposium on User interface software and technology. ACM, 2009, pp. 157-166.

6.10 fNIRS を用いた HCI 実験について

[14] T.-P. Jung, S. Makeig, M. Stensmo, and T. J. Sejnowski, “Estimating alertness from the eeg power spectrum,” Biomedical Engineering, IEEE Transactions on, vol. 44, no. 1, pp. 60-69, 1997.

6.11 EEG パワースペクトルを用いた警戒状態の推定について

[15] E. T. Solovey, B. Mehler, and B. Reimer, “Brain sensing with fnirs in the car,” in Adjunct Proceedings of the 4th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. Presented at the AutomotiveUI, vol. 12, 2012

6.12 fNIRS を用いた手持ち型および拡張現実ウェアラブルデバイスによるナビゲーションの違いについて

[16] R. Mckendrick, R. Parasuraman, R. Murtza, A. Formwalt, W. Baccus, M. Paczynski, and H. Ayaz, “Into the wild: Neuroergonomic differentiation of hand-held and augmented reality wearable displays during outdoor navigation with functional near infrared spectroscopy,” Frontiers in Human Neuroscience, vol. 10, p. 216, 2016.

6.13 感情の反応性の情動工学の基礎としての測定について

[17] S. Balters and M. Steinert, “Capturing emotion reactivity through physiology measurement as a foundation for affective engineering in engineering design science and engineering practices,” Journal of Intelligent

