

B-6 ウェアラブルデバイスを用いた心理的負荷の推定 Stress Estimation Using Wearable Devices

武本 歩美[†]
Ayumi TAKEMOTO

山崎 託^{†,††}
Taku YAMAZAKI

國澤 龍之介^{††}
Ryunosuke KUNISAWA

三好 匠^{†,††}
Takumi MIYOSHI

新津 善弘^{††}
Yoshihiro NIITSU

[†] 芝浦工業大学システム理工学部電子情報システム学科
College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

^{††} 芝浦工業大学大学院理工学研究科
Graduate School of Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

1. まえがき

不安や焦りなどの心理的負荷は、注意が散漫になるなど人々の行動に影響を与える。心理的負荷は生体反応に基づき推定できることが知られており、ウェアラブルデバイスを用いてリアルタイムに推定することで、負荷に基づく様々な制御が可能となると考えられる。

本稿では、環境的な要因と精神的な要因の二面に着目し、ウェアラブルデバイスから得られる心拍間隔と脳のヘモグロビン濃度に基づく心理的負荷の推定と解析を行う。

2. 心理的負荷を推定する手法

心拍間隔を用いる手法では、心電計を用いて測定した心拍変動に基づき心理的負荷を推定する [1]。心拍変動を周波数解析することで得られる高周波 (HF) 成分からは副交感神経の活性度、低周波 (LF) 成分からは交感神経と副交感神経両者の活性度を抽出できる。ここで、交感神経が活性化している場合には緊張状態、副交感神経が活性化している場合にはリラックス状態を表す。つまり、LF/HF を求めることで交感神経の活性度を得ることができ、心理的負荷を推定することができる。

ヘモグロビン濃度を用いる手法では、NIRS センサを用いてヘモグロビン濃度を計測し、濃度の変化に基づき心理的負荷を推定する [2]。NIRS センサでは、意思決定や短期記憶を司る前頭前野の血液に含まれるヘモグロビン濃度を計測できる。なお、ヘモグロビンには、オキシヘモグロビンとデオキシヘモグロビンが存在する。心理的負荷によって脳の活性度が低下すると、オキシヘモグロビンと総ヘモグロビンが増加し、デオキシヘモグロビンが減少する。つまり、それらの濃度を測定することで脳の活性度を得ることができ、心理的負荷を推定することができる。

3. ウェアラブルデバイスを用いた心理的負荷の推定

本稿では、ウェアラブルデバイスにより得られる心拍間隔とヘモグロビン濃度から心理的負荷を推定する。ここで、心電波形の計測には hitoe ウェア、脳内のヘモグロビン濃度の計測には NIRS センサである HOT-1000 をそれぞれ用いる。

心電波形に基づく心理的負荷推定では、まず、hitoe ウェアから定期的に生体情報を取得し、一定間隔で直近の一定時間の心電波形から心拍間隔を抽出し、ウェーブレット変換を行う。なお、基本波形には局所的な周波数解析に強いガボールウェーブレットを用いる。得られた解析結果から LF/HF を算出し心理的負荷として用いる。ヘモグロビン濃度に基づく心理的負荷推定では、NIRS センサから定期的に総ヘモグロビン濃度を取得し、得られた値の一定時間の平均値を心理的負荷として用いる。なお、今回使用する NIRS センサでは、総ヘモグロビン濃度のみを得ることができるため、総ヘモグロビン濃度のみを用いて推定を行う。

4. 心理的負荷の評価実験

2 種類の生体情報から得られる心理的負荷の評価実験を行った。心理的負荷を与える課題には、環境的な要因として工事現場の騒音と精神的な要因として内田クレペリン検査に準ずる計算の 2 種類を用いる。被験者は hitoe ウェアと NIRS センサを着用し着座した状態で休憩 10 分、課題 10 分、休憩 10 分の合計 30 分間のデータを計測した。なお、測定値は直前 180 秒間のデータとする。

実験結果を図 1 と図 2 に示す。図 1 では、騒音下では LF/HF が増加しているが、反映されるまでに遅延が生じている。これは、個人差による影響や心理的負荷として生体反応が生じるまでの遅延による影響などが考えられる。図 2 では、ヘモグロビン濃度は計算負荷により変化をしているが、LF/HF は減少している。これは、計算に集中すること、負荷が十分でなかったため、交感神経と副交感神経の両方が抑制されたためであると考えられる。

5. むすび

本稿では、ウェアラブルデバイスを用いることで心拍間隔と脳のヘモグロビン濃度の両者から心理的負荷の推定を行った。今後は両者を併用した心理的負荷推定手法の検討や心理的負荷に基づく動的な制御を検討する予定である。

文献

- [1] 佐久間大輝, 神田尚子, 吉見真聡, 吉永 努, 入江英嗣, “座位状態での心拍測定を用いたリアルタイムなストレス緩和システム,” DI-COMO 2013, vol. 2013, no. 2, pp. 1188–1195, July 2013.
- [2] 松田康宏, 小野弓絵, “非侵襲生体信号の処理と解析-V-NIRS 信号の処理と解析,” システム/制御/情報, vol. 62, no. 10, pp. 435–440, Oct. 2018.

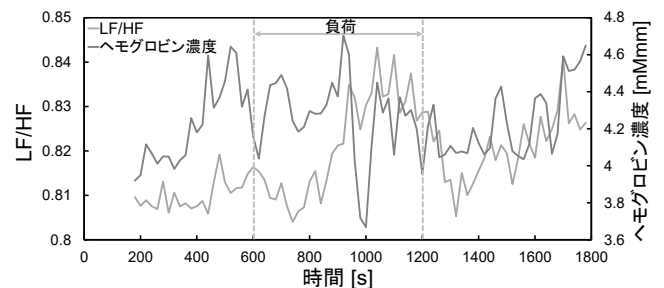


図 1 騒音下での実験結果

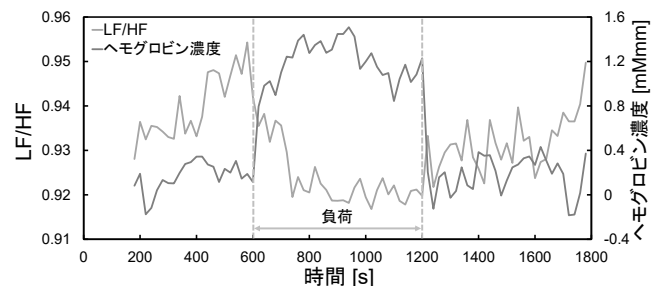


図 2 計算を用いた実験結果