

8K カメラによる複数人のストレス同時計測とその可視化についての検討

竹田 滉¹, 高橋 凌², 徳永 留美¹, 真鍋 吉仁³, 津村 徳道⁴千葉大学国際教養学部¹, 千葉大学大学院融合理工学府²,
アストロデザイン株式会社³, 千葉大学大学院工学研究院⁴

1. 研究の背景

近年, 日本における医師数の不足は諸外国に比べても深刻である. 経済協力開発機構 (OECD) における人口 1000 人当たりの医師数の平均は 3.5 人であるのに対し, 日本における医師数は, 2.4 人となっている [1]. 超高齢化社会の日本において, 諸外国に比べて医師数が少ないことは, 今後増加していく患者に医師数が対応できなくなる可能性も考えられ, 対策を講じる必要がある. 限られた医師で効率よく診察を行うには, 医者と患者の円滑なコミュニケーションと意思疎通が必要不可欠である. 円滑なコミュニケーションをサポートする手段として, 患者のストレス状態を可視化し, コミュニケーション時のストレスの状態を定量的に示すことがあげられる. ストレスの状態は, 非接触型の脈波測定, およびストレス状態に関連する数値である Low Frequency/High Frequency (LF/HF) を用いて会話時のストレス状態, 情動を測定することが可能である.

本研究では, 特に日常場面を想定して, 8K カメラを用いた複数人の同時計測によるストレス状態の可視化を試みた. この際, 顎台を使用しない簡略的な方法で顔を固定して撮影を行い, その状態でも測定が可能かについても検証した.

2. 原理と解析手法

2.1. HRV 解析と自律神経

ストレス状態を取得するために, 心拍の変動 (Heart rate variability) を用いる. これを解析することは HRV 解析と呼ばれており, 心拍の変動は自律神経の働きと関係があるといわれている [2]. 自律神経とは, 内臓や体温, 代謝などの働きを調整する神経であり, 活動的な際に活発になる交感神経と, リラックスしている際に活発になる副交感神経の二種類が存在する. HRV 解析を行う際の解析手法として, 心拍の変動を周波数に変換して周波数別の割合を算出する方法がある [2] [3]. 0.04 ~ 0.15Hz を低周波数帯 (LF), 0.15 ~ 0.4Hz を高周波数帯 (HF) とし, LF/HF で交感神経, 副交感神経のバランスを推定する [2] [3]. この時, LF が交感神経, HF が副交感神経の働きを表すといわれており, LF/HF が低ければ副交感神経が優位であり, 高ければ

交感神経が優位であるといえる. 自律神経は体の様々な器官の働きをつかさどる神経であり, ストレスによりこの神経が縁鵜になると体調を崩す [4]. ストレスが影響して自律神経のバランスが崩れるため, このバランスの変化を測定することで, ストレスをどの程度感じているのか確認することができる.

2.2. 解析手法

はじめに, RGB 動画像から時間単位のヘモグロビン成分平均画素数を原信号として算出した. 次に, この原信号にノイズ処理を施し, 正規化し, 時間単位の正規化されたヘモグロビン成分の画素数を導き, 脈波とした. 脈波の周波数分布から LH と HF を求め, LF/HF を算出した.

3. 実験手法と結果

3.1. 実験環境

図 1 が実験時の環境を上から見た図である. 被検者と実験者は隣り合った椅子に座り, それぞれが対面するように顔を横に向けた. その状態で暗幕を張った壁に顔を押し付けて顔を簡易的に固定した. この状態で二人を同一の画角に入れて 8K カメラを使用し 60FPS で撮影を行った. また, 今回使用した 8K カメラだけでは音声収録できないため, iPad により音声を記録した. なお, この際使用した 8K カメラは, 一般的な web カメラとは違い, 一定のフレームレートを保証する, 固定フレームレート (CFR) での撮影が可能であり, のちの解析についても産業用カメラで撮影した動画と同様に解析できた.

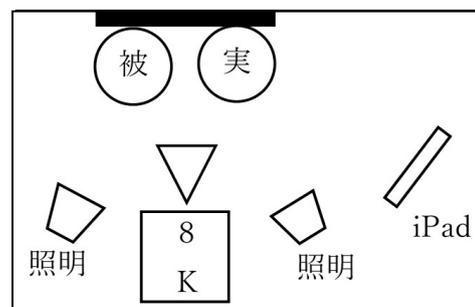


図1 実験環境(被:被検者, 実:実験者)

4.2. 実験手順

LF/HF の計測時間は被験者によって異なり, 30 ~ 60 秒の雑談と 60 ~ 90 秒の思考問題で合計 120 秒実施した. 図 2 に実験の流れを示す. 問題は, 水平思考問題といわれる問題である. この問題は, 限られた情報から推理をして真相を導く必要があり, 出題者に質問をしながら推理するので, コミュニケーションが必須となる. この問題形式により, コミュニケーションをとっている際の LF/HF の計測が可能になると期待した. 被検者 7 名が 1 試行に参加した.



図 2 実験の流れ

4.3. 結果

データを正常に取得できた 4 人の被験者における, 被検者, および実験者の思考問題実施時の LF/HF と雑談時の LF/HF の差の結果を, 図 3 に示す. 全施行において, 被験者は, 雑談時よりも実験時の LF/HF が高く, 実験者はその逆の傾向になった. また, 顎台を使用しない計測においても心拍を測定することは可能であった. ただし, 8K カメラで撮影した動画は容量が大きくなるため, 解析には 1 試行につき 2~3 時間かかった.

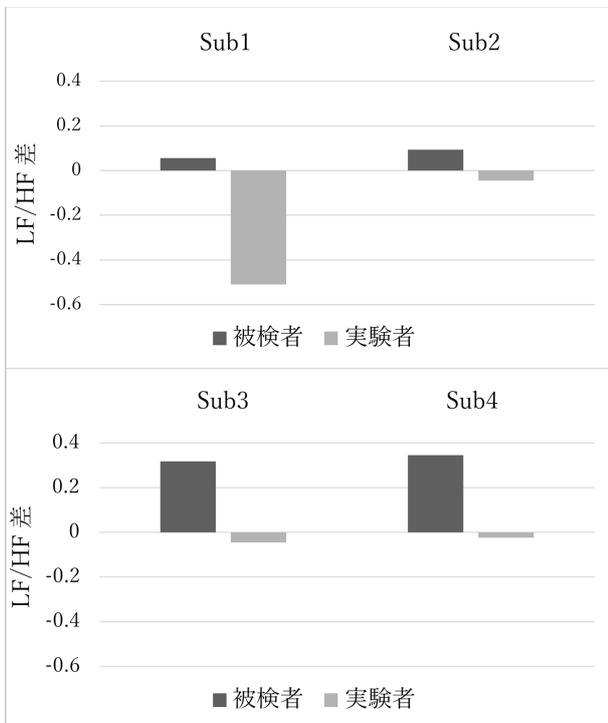


図 3 実験結果

5. まとめ

8K カメラで撮影した複数人の動画からストレス状態の可視化に成功した. その際, 顎台を使用しない状態でも, LF/HF を算出することができた. 8K カメラで撮影した動画で LF/HF を算出できたのは今回使用したカメラが固定フレームレートを採用していることが理由の一つだ. フレームレートを一定に保てなければ, 脈波ピークにずれが生じてしまい, LF/HF の計算が不確かなものになってしまうからだ.

今後の課題としては, 解析時間の短縮が挙げられる. ソフトウェアの面では, 解析手法の効率化により余分な計算やデータの書き出しにかかる時間を削減できる. また, ハードウェアの面ではデータの転送速度, ストレージへの読み出し, 書き込み速度が遅いことが問題であり, これがより高速になれば, 大幅な時間短縮が見込める. ここに関しては今後の技術進歩により, 可能となると期待できる.

参考文献

- [1]前田由美子. (2019). 医療関連データの国際比較—OECD Health Statistics 2019—. 日本医師会総合政策研究機構.
- [2]井上博. (2001). 循環器疾患と自律神経機能. 第 2 版. 東京: 医学書院.
- [3]Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996). Heart rate variability -Standards of measurement, physiological interpretation-, and clinical use. *European Heart Journal*, 17, 354-381.
- [4]厚生労働省. (日付不明). 自律神経失調症. 参照日: 2020 年 1 月 2 日, 参照先: e-ヘルスネット: <https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/dictionary/heart/yk-082.html>

Application of an 8K camera in the visualization of the stress of multiple people

Koh TAKEDA¹, Ryo TAKAHASHI²,
Rumi TOKUNAGA¹, Yoshihito MANABE³,
Norimichi TSUMURA⁴

1 College of Liberal Arts and Sciences, Chiba University

2 Graduate School of Science and Engineering,
Chiba University

3 ASTRODESIGN, Inc.

4 Graduate School of Engineering, Chiba University