

心拍と発汗を用いた車椅子ロボット搭乗者のストレス状態推定

野村 亮太^{†,††} 橋本 稜平^{†,††} 浮田 宗伯^{†,††} 神原 誠之^{†,††}
 池田 徹志^{††} Yoichi Morales^{††} 篠沢 一彦^{††,†††} 萩田 紀博^{†,††}
 † 奈良先端科学技術大学院大学 †† 国際電気通信基礎技術研究所
 ††† NTT コミュニケーション科学基礎研究所

1. はじめに

車椅子ロボット搭乗者の安心を考慮した自律走行の実現に向けた研究がなされている。Morales ら[1]は、車椅子走行の安心度という概念を提案し、直線の通路走行を対象とした実験結果から環境内の場所毎の安心度を定式化した。しかし、この手法は環境内の静的な障害物と車椅子との距離関係と移動速度に注目した指標であるため、移動物体が存在する実環境での使用には不向きである。また、安心を感じる基準は搭乗者ごとに異なるため、より正確な安心度を得るためには搭乗者に応じた学習が必要となる。これらの課題を解決するために、心拍と発汗を用いて、車椅子ロボット搭乗者が安心かどうかをオンラインで推定することを提案する。心拍や発汗はストレス状態に応じて変化を示すことが分かっており[2]、これらの生体情報を用いることで、搭乗者や環境に応じた学習をせずともストレス状態をより正確に認識できるようになると考えられる。

2. 心拍・発汗を用いたストレス状態の推定

人間はストレス状態にあるとき、心拍間隔変動の低周波(LF: Low Frequency, 0.05~0.15Hz)成分と高周波(HF: High Frequency, 0.15~0.40Hz)成分の比であるLF/HF と、精神性発汗を電氣的に測定する指標である皮膚コンダクタンス(SC: Skin Conductance)が安静状態と比べて増加する[2]。そこで、LF/HF と SC から抽出した特徴量を用いて、SVM(Support Vector Machine)による学習を行う。特徴量は、まず注目フレームから 32 フレーム(LF/HF は 4 秒, SC は 6.2 秒)前を基準点とし、基準点からの変化量を注目フレームまでの各フレームで求め、それらを連結して用いる。搭乗者が主観的にストレス状態であったかどうかを記録しておき、それを正解ラベルとして用いる。本稿では、①LF/HF のみを学習させた場合、②SC のみを学習させた場合、③LF/HF・SC の両方を学習させた場合の推定精度を比較する。

3. 予備実験

実験参加者は心拍・発汗センサを装着した状態で車椅子ロボットに搭乗し、他者の遠隔操作によりオフィス通路を走行した。実験に使用した車椅子ロボットを図 1 に示す。実験の際には、人とのすれ違いや飛び出しなど、実環境で起こりうるイベントを提示した。また実験環境にはゴミ箱や消火器など、一般的な通路に存在する

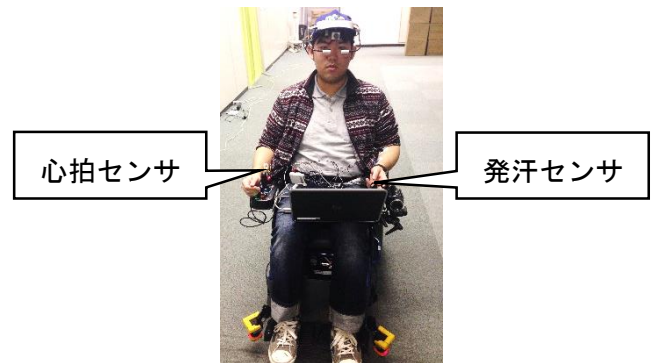


図1. 実験に使用した車椅子ロボット

と考えられる障害物を設置し、できるだけ実環境に近づけるようにした。どの場面でストレスを感じたかを記録するために、実験参加者には、ストレスを感じた場合にはジョイスティックを傾けるよう教示を行った。

4. 実験結果

実験結果を表 1 に示す。

	再現率
①LF/HF のみ	0.085
②SC のみ	0.504
③LF/HF・SC 両方	0.722

表 1. 実験結果

心拍や発汗を単独で用いるよりも、2 つの生体情報を併用したほうがストレス状態推定の再現率が向上した。これは、ストレス状態にあっても LF/HF, SC の一方しか変化を示さない場合があったためであると考えられる。

5. まとめと今後の展望

本稿では、心拍と発汗を用いた車椅子ロボット搭乗者のストレス状態推定の実現に向け、3 つの場合の推定精度を評価した。今後、さらなる推定精度向上のために、様々な特徴量の抽出手法に対して同様の評価を行い、高い推定精度が得られる手法の特定を目指す。その後、推定結果を用いた車椅子ロボットの制御手法に関して検討していく。

謝辞

本研究は総務省委託研究「脳の仕組みを活かしたイノベーション創成型研究開発」により実施したものである。

参考文献

- [1] Y. Morales, et al., "Human-comfortable navigation for an autonomous robotic wheelchair," IEEE/RSJ IROS, 2013.
- [2] 日本自律神経学会, 自律神経機能検査 第 4 版, 2007.