在宅リハビリテーション：測定およびロボット感情分析手法の応用の検討

保科 篤志[†1]　Siriwat Limwattana[†2]　武井 祐一[†1]
伊藤 哲平[†1]　菅谷 みどり[†1]

概要：高齢者に対するリハビリテーション(以下:リハビリ)の支援において，リハビリ対象者の意欲の維持・向上を目指すことが重要である．本研究では生体情報(脳波，心拍)を用いた感情分析手法を用いて，それをリアルタイム解析してロボット制御にフィードバックすることで，使用時の満足感やリハビリへの効果への影響を高める手法を提案する．具体的には，感情分析のための生体情報(脳波，心拍)を小型計算機上に収集する仕組みと，音源定理を行う.また，在宅リハビリテーションに向けた測定，声がけロボットについて述べる．

1. はじめに

近年,少子高齢化の影響によって高齢者が増加しており，2025 年には高齢者人口が全体人口の約 30%に達するなど超高齢化社会の進行している [1]. 高齢者の増加に伴い，65 歳以上の高齢者の増加と介護負担の増加が顕著である [2]. 介護の一つとして，理学療法士による身体機能回復訓練(歩行訓練等)がある．これは，身体機能の衰えた人達に対して運動能力の回復を目的としており，リハビリテーションと呼ばれる．本リハビリは身体機能回復のために重要な介護であるが，実際に自宅等で実施する場合,リハビリテーションは，面倒，習慣がない，終わりが見えないなど，意欲の維持が困難であるという問題が生じる．

継続意欲の向上は，リハビリテーション促進にとり，重要な課題である．こうした課題に対して，ロボットが人の特徴を学習し，人に合わせた学習により適応的な動作や仕組みを提供することによる解決方法が考えられる．特に，機械による能動学習[3] (Active Learning)は，対象者に質問しながら分類器を学習させる方法であることから，人の気持ちを質問により取り込み,それを機械が学習することで，その人が安心して利用できる使用感を提供するものと期待できる．しかし，心理学分野では，人は正しく自分の主観，特に機械の使用時に関する不快感を，言葉で表現することや,的確な行動選択に反映できるとは限らないとも言われ，また，仮に表現できたとしても，歩行中に福祉器具の動作に対して，正確に困難さを感じている気持ちを随時，リアルタイムな操作で伝えるのは難しいといえる．

一方,生体情報を用いた感情分析手法が池田らにより提案されている，提案方式では，本人が表現できない場合であっても感情を推定することができると報告されている[5].

そこで,本研究では生体情報(脳波，心拍)を用いた感情分析手法を用いて，それをリアルタイム解析してロボット制御にフィードバックすることで，使用時の満足感やリハビリへの効果への影響を高める手法を提案する．本方式は，今後の超高齢社会でのリハビリの負担軽減と普及促進において極めて重要性が高いといえる．

2. 感情分析およびフィードバックシステム

2.1 システム概要

本研究開発は，生体情報から得られる情報をもとに操作を変更する ECI(Emotion Computer Interface)を開発するものとする本提案システムの概要を図 1 に示す．

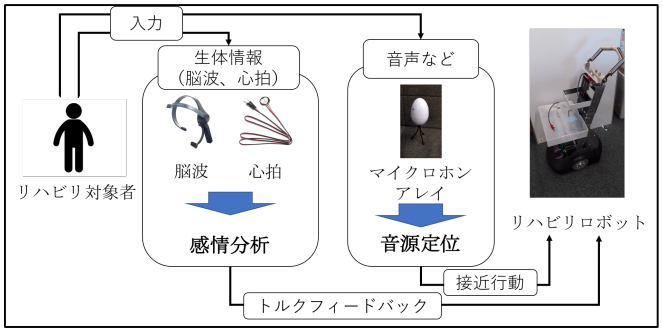

図 1 リハビリロボットシステム概要

本システムでは，感情分析と，音源定位という２種類のデータをリハビリロボットの制御にフィードバックする手法を応用し，これらの機器の研究開発を行う．具体的には，感情分析した結果に基づいて，リハビリロボットを制御する機能，および，感情に影響を及ぼすと考えられる自律移動を追加できるものとする．感情推定の応用方法としては例えば，推測された感情が「恐怖」と判定された場合は，トルクを制限する,「リラックス」と判定された場合はトルクの出力を上げるなど,感情に応じたトルクの制御を行う．また，愛着を感じるためには，その人の近辺に移動し，つねに見守るなどの機能が検討できる．

2.2 感情分析システム

生体情報を用いた感情分析を行うに際し，リハビリロボットが動作する Linux 環境で動作する感情分析システムを

†1 芝浦工業大学
Shibaura Institute of Technology University
†2 モンクット王トンブリー工科大学
King Mongkut's University of Technology, Thonburi

ⓒ 2017 Information Processing Society of Japan

作成した．図 2 に，システムの設計図を記す．Raspberry Pi 上に心拍情報と，脳波情報を統合する仕組みとなっている．

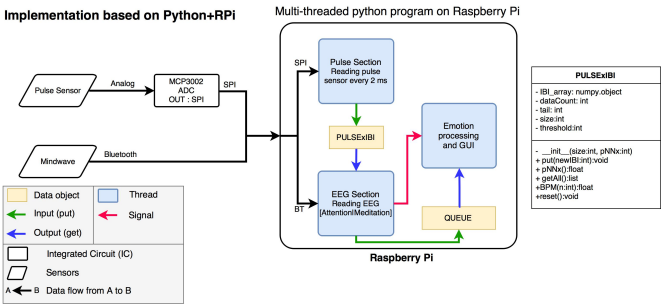

図 2 感情分析システムの設計

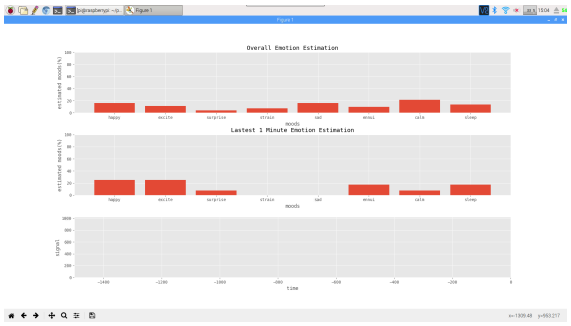

図 3 感情推定値の可視化ツール

図 2 に感情分析システムの設計を示した.感情分析には，池田らが提案した Russell Model に基づく感情推定手法を用いた[5]. Russell Model では，X 軸に脳波センサ，Y 軸に心拍センサを対応づけ，感情を推定するものとした.実装では，Thread Model を用いた実装を行い，性能の良いデータの収集を目指した．さらに，図 3 に示した可視化ツールでは感情の変化をグラフを出力することで，実際に生体情報を目で観察可能とした．

2.3 リハビリ効果測定および声がけ効果の測定

本研究では，今後，高齢者が単にリハビリサービスを病院で受けるだけではなく自助や施設外でリハビリを行うことが必要となることを想定した仕組みを検討している．

図 4 在宅リハビリモニタリングシステム概要

(1) 効果の簡易測定手法

使用者は筋電位センサ，加速度センサ，心拍センサを装着する．筋電位センサから筋肉の運動参加量，3 軸加速度センサからは歩幅，心拍センサから PCI（physiological cost index）と運動強度を取得，PC 上で解析を行う方法で，有用性を検証する．

(2) 声がけロボットによる意欲促進

リハビリという具体的な課題に対して，患者の感情を生体感情推定手法により測定し，その結果から声がけによるリハビリの促進意欲を向上させる方法について検討した．

ロボットの「声かけ」という動作が人に与える心理的影響を，生体感情推定手法により測定し，その効果を検証した(図 5)．開始時・終了時は木菱らの調査[6]を参考に，歩行開始時，歩行途中，歩行終了時に声かけを行なった．

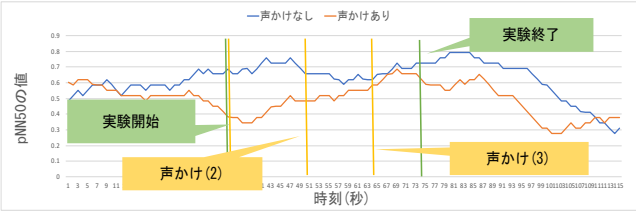

図 5 快不快感情の比較（声がけあり/無し）

各区間の声かけ後は pNN50 が増加し，効果が認められた．

3. まとめと今後の課題

本発表では，リハビリロボットへの感情分析の応用および，在宅リハビリに向けた検討を行った.今後の課題としてリハビリロボットを使用した際の感情の変化を比較する．また，実証実験の環境などについて議論を行う．

謝辞：本研究は，人間総合科学大学，保健医療学部，リハビリテーション学科，藤本鎮也助教，医療法人社団仁愛会東埼玉総合病院，社会医療法人 JMA 東埼玉総合病院 リハビリテーション科，また独立行政法人科学技術振興機構（JST）の研究成果展開事業「センター・オブ・イノベーション（COI）プログラム」及び名古屋 COI 拠点，サステナブル基盤部門，サステナブル基盤グループ），山田和範氏，横矢真悠氏のご協力により実現いたしました．感謝申し上げます．

参考文献

[1] 荻原平八郎ほか．“理学療法士の看護師との連携における情報交換”．Journal of the Tsuruma HEALTH SCI. MED. KANAZAWA UNIV．2004，p.127-134
[2] 馬場 晶子ほか．“意欲低下のために作業療法の介入に難渋した一例”．医療法人渓仁会 札幌西円山病院．2011，p.11
[3]Settles, Burr (2010), "Active Learning Literature Survey" (PDF), Computer Sciences Technical Report 1648. University of Wisconsin–Madison, retrieved 2014-11-18
[4] James A. Russell. “A Circumplex Model of Affect. Journal of Personality and Social Psychology”. 1980, vol. 39, no. 6, p. 1161-1178.
[5] Yuhei Ikeda, Midori Sugaya. “Estimate Emotion Method to Use Biological. Symbolic Information Preliminary Experiment”. HCI. 2016, vol. 13, p332-340.
[6]木菱由美子，高橋由美子，佐々木和人．“リハビリテーションにおける患者様への効果的な声かけについて”．専門リハビリテーション / 専門リハビリテーション研究会．2004，第 3 巻，p.25-29

ⓒ 2017 Information Processing Society of Japan