

Mihabilly : 感情を考慮したリハビリテーション時の 声かけロボット

伊藤 哲平^{†1} 菅谷 みどり^{†1}

概要 : 介護現場での人手不足を補うものとしてロボットが期待されている。しかし、現状のロボットは、癒しなどの効果などは実現できても、人の気持ちに合わせた声かけなどは困難である。本研究では、生体情報から取得する情報をもとに、感情を推定し、その推定された気持ちに合わせて声かけを行う声かけロボット Mihabilly を提案する。Mihabilly は、相手の気持ちを見守り、それに合わせた声かけを行うことで、リハビリテーション時の意欲向上を目指す。本論文では、Mihabilly の設計と実装および、予備実験の結果について述べる。

Mihabilly : Voice Calling Robot for Rehabilitation According with the Emotion Estimation with Biological Information

TEPPEI ITO^{†1} MIDORI SUGAYA^{†1}

Abstract: Robots are expected to compensate for human labor shortage at nursing care sites. However, even though the current robot can realize effects such as healing, it is difficult for a robot to tailor to the feelings of people. In this research, based on information obtained from biological information, we propose Mihabilly, a voice-casting robot that estimates emotions and makes voice in accordance with the presumed feelings. Mihabilly aims at improving motivation at the time of rehabilitation by watching the other's feelings and making a voice in accordance with it. In this session, we describe the design and implementation of Mihabilly and the results of preliminary experiments.

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(以下、リハビリ)と呼ばれる。本リハビリは、介護者の負担が大きいつつ同時に、実施者にとっても、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。

介護者の不足に対して、ロボットなどを用いたセラピーなどが提案されている[3]。パロなどの動物型のロボットが、医療福祉施設の患者に対して、心理的、生理的、社会的に良好な効果をもたらすことはすでに実証されており、こうした方法を用いて現場の負担を減らすことが需要である。パロは触覚、視覚、聴覚、平衡感覚を内部のセンサにて実現し、これらの情報を統合することで名前や行動の学習を行うことができる。これにより相互作用を通じてパロのオーナーと関係を徐々に構築することができ、オーナーがパロに感情があるかのように解釈することが期待される。

しかし、パロの刺激-反応規則モデルでは、実際にはオー

ナーが現在どのような感情かを正確に理解しているわけではない。また鳴き声はアザラシであることから、リハビリなどの具体的な目的をもった場合において、具体的に意欲を促進する方法については考慮されていない。

そこで本研究では、リハビリという具体的な課題に対して、患者の気持ちを把握し、その結果から声かけを行うことにより、リハビリの促進意欲を向上させる方法について検討することを目的とする。実現のために、見守りとリハビリ促進の声かけを行う Mihabilly (ミハビリー) の設計と実装を行い、その結果を評価する。ロボットのプロトタイプを開発し、リハビリ実施時にロボットの行動がどのような心理的影響を与えるかを検証する。実証実験を通じて、心理的に効果的な声かけや動作などのフィードバックを検討する。

本論文では 2 節で提案、3 節で予備実験とその考察を、4 節でまとめと今後の課題について述べる。

2. 提案

2.1 設計方針

目的の実現に向けて本研究では、リハビリを促進するための声かけロボットである Mihabilly を提案する。本リハビリロボットは二つの特徴を持つ。

(1) リハビリ実施者に帯同して声をかける

^{†1} 芝浦工業大学 工学部 情報工学科
Faculty of Engineering, Computer Science and Engineering

(2) 声かけはリハビリ実施者の感情に従って行う

(1)について、木菱らは、リハビリにおいて声かけの内容で取り組み意欲が変わるとしており、リハビリ時に適切な声かけすることが実施意欲につながるということを明らかにした[3]。このことから、本研究では、声かけを行う必要があると考えた。

(2)の適切な声かけは、患者の気持ちに従っておこなうことでより効果的になると考えた。感情推定の方法は生体情報を用いた感情推定手法を用いる[5, 6]。池田らは、Russellの円環モデル[7]に、生体情報をマップさせ、簡易計測システムにより感情の分類手法を行い、成果を得ている。本研究では、池田らが行った生体情報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。

2.2 設計と実装

図1に声かけロボットの設計ブロック図を示した。まず、入力部では、リハビリ実施者に取り付けたセンサから、生体情報を入力し、ノイズ除去などの処理を行い、感情解析を行う。解析アルゴリズムは、池田らが提案した手法[8,9]を用いて解析を行った。解析結果をもとに、マイコンから出力となる、移動、声、表情を変化させる。

移動は、駆動部ではマイコンからモータを制御し、ICを用いて移動を可能とした。また、顔を表示する液晶画面と、声かけを行うためのアンプとスピーカを搭載し、感情に応じて適切な声を選択することで、声を出すことができるようにした。図2に実装したロボットを示した。

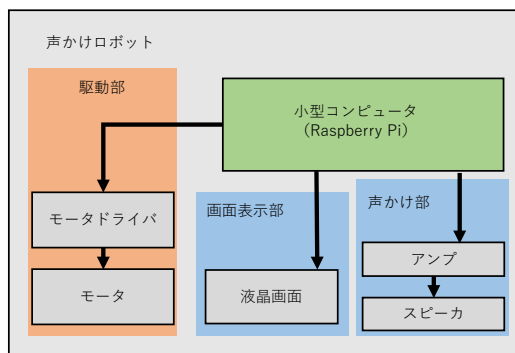


図1 声かけロボットの設計

Figure 1. Design of Voice Calling Robot

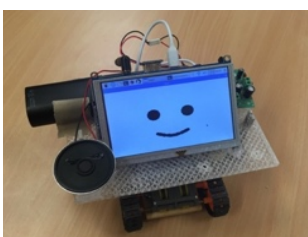


図2 声かけロボットの実装

Figure 2. Implementation of Voice Calling Robot

3. 予備実験

3.1 実験概要

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、まずは、生体情報を用いた感情推定手法のうち、心拍を用いたX軸の一軸で計測するものとした。X軸は、緊張状態などを評価するために、心拍の指標であるpNN50を用いた快/不快判定を用いる。pNN50では連続する心拍数から心拍のピークであるR波とR波の間隔をRR間隔としたとき、この隣接するRR間隔の差が50msを超える心拍数の割合を示す。一般的にRR間隔は呼吸や血圧の影響にて一定のゆらぎがあることが前提とされていることから、このRR間隔は50ms以上の割合が高いほど正常(快)状態とされる。このことからある一定時間に、この割合となる0~1.0の割合の値を算出し、その値を用いた。

また、リハビリ器具として誘導型歩行支援ロボット(以下、歩行支援ロボット)を使用した。測定機器は脈拍センサ[9]を用いた。

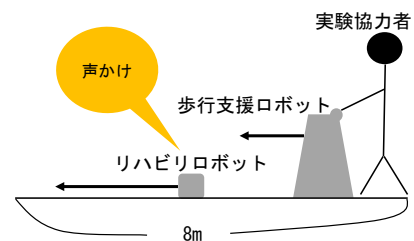


図3 実験環境と動作

Figure 3. Experiment Environment and Execution

3.2 実験方法

脈拍安定のため2分間の安静期間を設け、被験者が歩行支援ロボットを使用して8m歩行する。再び2分間の安静期間を設けた後、実験協力者と一定の距離を保ちながら動作する声かけロボットより声かけを受けながら、歩行支援ロボットを使用して8m歩行する(図2)。開始時・終了時は木菱らの調査を参考に、歩行開始時に声かけ(1)「今日も頑張りましょう」、歩行途中に声かけ(2)「もう少しだよ」、歩行終了時に声かけ(3)「この調子で少しずつやっていきましょう」をそれぞれ1回ずつ発音させた[3]。声かけ(3)の10秒後に実験を終了した。生体感情推定手法には脈拍から算出できるpNN50を用い、この値が0.3以上のとき、快状態と判定した[8]。

3.3 実験結果と考察

心理効果(pNN50値)の結果を図4に示した。声かけ(1)~声かけ(2)の直前までを区間A、声かけ(2)~声かけ(3)の直前までを区間B、声かけ(3)~実験終了時までを区間Cとする。各声かけ間のpNN50値の平均変化率は、区間A: +1.88%、区間B: +1.18%、区間C: +1.63%となった。

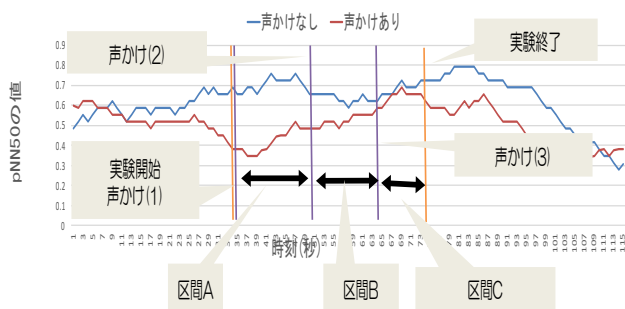


図 4 声かけあり／なしの結果比較

Figure 4. Comparison with Voice Calling Robot and without it

同じ区間で声かけなしの場合はそれぞれ、+0.44%、-3.93%、-1.43%となり、声かけの効果が認められた。しかし、値の絶対値では声かけがない場合の値が高く、要因を検討する必要がある。

3.4 MIHABILLY

予備実験の課題をもとに、設計の改善に取り組んだ。設計の改善項目としては(1)移動方法の改良、(2)筐体の見直し、(3)アンプの改良、(4)無線通信機能の追加を行った。

(1)の移動方法については、モータ用の変速機やクローラを模型用の組み立て式から既製品の密封型に換装することで、左右の駆動におけるハードウェアの誤差を軽減し、声かけロボットの直進性を高めた。また、Arduino を介さずに Raspberry Pi の GPIO ピンより直接制御できるよう、モータドライバ IC を追加した。さらに、Raspberry Pi の GPIO 制御ライブラリ、pigpio[10]を用いることにより、よりソフトウェア PWM 制御による速度調整や反転を柔軟に行えるようにした。

次に、(2)の筐体の見直しについては、電気回路や駆動部分が露出し、実験協力者に異なった印象を与える可能性があると考えられた。また、声かけロボットには誘導時の安定性が求められる。これらの要求に対して、白色の亚克力板を用いて滑らかな表面を実現し、安定性を考慮して筐体を製作した。

また、(3)のアンプの改良では、予備実験時に接触不良などで音量が不安定であったモノラルアンプを、既製品のステレオアンプに変更し、スピーカを 2 基にして、音量増加によって聞き取りやすさを向上させた。

最後に、(4)の無線機能の追加に関しては、予備実験時には統合されていなかった脈拍計とロボットの通信を実現するために、また追加で実験を行う際に実験協力者が歩行器を使用して歩行するため、その妨げにならないように無線化する必要性を考え、Xbee による無線化を実現した。

これらの設計および実装の改善により実現した Mihabilly を図 5 に示した。



図 5 Mihabilly の実装

Figure 5. Implementation of Mihabilly

また、3.4 節で改良を行った Mihabilly の設計ブロック図を図 6 に示す。図 1 の設計と異なるのはロボット側の駆動、画面表示、声かけといった制御が小型コンピュータのみで可能な点である。また、無線通信を用いた脈拍データのシームレスな取得にも着目し、実装した。脈拍センサからのデータの取得はマイコンで行なっているが、pNN50 の算出と記録は小型コンピュータ内で行なっている。

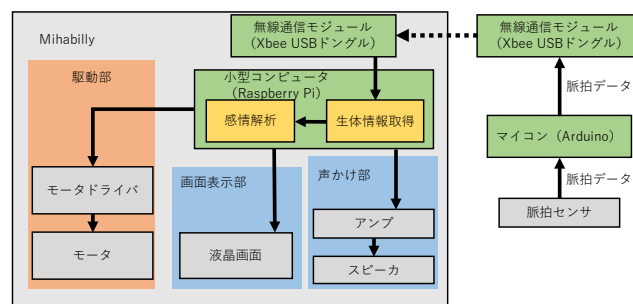


図 6 Mihabilly の設計

Figure 6. Design of Mihabilly

4. まとめと今後の課題

本論文では、声かけロボットのアイデアおよび設計、実装予備実験の結果を示した。予備実験では、声かけが生体を与える影響について調査できた。しかし、声かけ以外の要因が考えられることもあり、実験協力者を増やした統計的な分析が必要だと言えるため、今後検討と追加で実験を行う必要がある。引き続きロボットの声かけによる意欲への影響を調査し、より効果が発揮できる声かけロボット：Mihabilly を実現する。

謝辞

本研究に関して、芝浦工業大学大学院、保科篤志氏、また、インタラクティブ発表の紹介動画撮影に際して芝浦工業大学、武井祐一氏のご協力により実現したものである。この場を借りて感謝の意を表する。

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”. 医療法人溪仁会 札幌西門山病院. 2011, p.11
- 3) 柴田崇徳, 和田一義, “アザラシ型ロボット「パロ」によるロボット・セラピーの効果の臨床・実証実験について”. *日本ロボット学会誌*. 2011, vol. 29, no. 3, p. 246-249
- 4) 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.
- 5) Yuhei Ikeda, Ryota Horie, Midori Sugaya, Estimate Emotion with Biological Information for Robot Interaction, 21st International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems (KES-2017), Marseille, France, 6-8, Sep, *Procedia Computer Science*, 2017, vol. 112, p. 1589-1600.
- 6) Yuhei Ikeda, Midori Sugaya, Estimate Emotion Method to Use Biological, Symbolic Information Preliminary Experiment. *HCI* (13), 2016, p. 332-340.
- 7) James A. Russell. “A circumplex model of affect. it *Journal of Personality and Social Psychology*”, 1980, vol. 39, no. 6, p. 1161-1178.
- 8) Francesco Moscato, et al. “Continuous Monitoring of Cardiac Rhythms in Left Ventricular Assist Device Patients”. *Artificial organs*. 2014, vol. 38, no. 3, p. 191-198.
- 9) “心拍センサ”. スイッチサイエンス. <https://www.switch-science.com/catalog/1135/>, (参照 2017-12-25) .
- 10) “pigpio is a C library for the Raspberry which allows control of the General Purpose Input Outputs (GPIO).”. *GitHub*. <https://github.com/joan2937/pigpio>, (参照 2017-12-25) .