3ZA-02

リハビリテーション促進のためのロボットによる声かけ支援

伊藤 哲平† 菅谷 みどり†
芝浦工業大学工学部情報工学科†

1．研究の背景と課題，目的

近年，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が実証されている[1]．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し，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．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，リハビリテーション（以下，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，患者の心理状況を快/不快判定により測定し，その結果から声かけを行うなどの方法により，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．

2．提案

目的の実現に向けて本研究では，リハビリを促進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．実験を通じて，心理的に効果のある声かけや動作などのフィードバックを検討する．

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，快/不快判定により測定し，その効果を調査する．

3．2 開発概要

図 1 の声かけロボットを開発した．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(SFE-SEN-11574)を用いた．

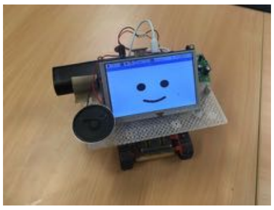

図１ 声かけロボット

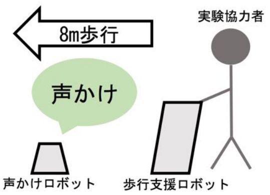

図２ 予備実験の様子

†Teppei Ito †Midori Sugaya
†Department of Information Science and Engineering, College of Engineering, Shibaura Institute of Technology

3．3 実験方法

脈拍安定のため 2 分間の安静期間を設け，実験協力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帯同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[2]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．声かけ(3)の 10 秒後に実験を終了した．快/不快判定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[3]．

3．4 実験結果と考察

実験結果を図 3 に示す．

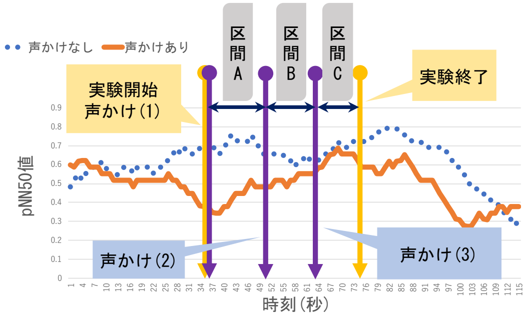

図３ 予備実験で得られた pNN50 値の比較

心理効果(pNN50 値)の結果を図 4 に示した．また，その結果を時系列で 3 つの区間に分割した．
区間 A：声かけ(1)～声かけ(2)の直前まで
区間 B：声かけ(2)～声かけ(3)の直前まで
区間 C：声かけ(3)～実験終了時まで

各区間の 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，声かけ以外の要因が考えられるため，今後検討する必要があると考えた．

4．声かけロボットの改良

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)では iRobot Create2 を使用し，直進性と安定性を向上させた．(2)は厚紙でボディ部分を作り，より整った外見を実現した．(3)については音声を聞き取り易くし，(4)では無線化することにより，歩行者から遠隔で脈拍データを取得でき，声かけにフィードバックできる．本シス

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

テムでは，pNN50 値が 0.23 以上のとき快と判定し[4]，快状態では共感するような声かけを，不快状態では元気づける声かけを，木菱らの調査を参考に行なった．改善した声かけロボットの外観を図 4 に，設計を図 5 に示す．

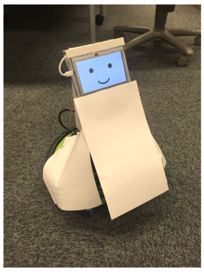

図４　改善した声かけロボット

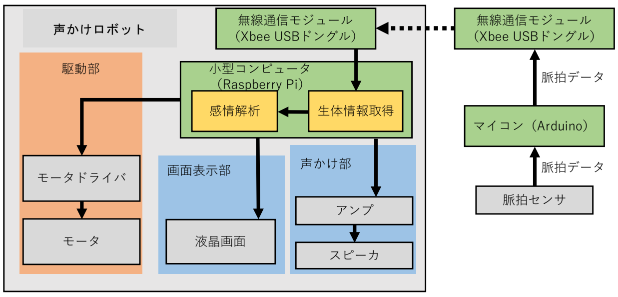

図５　声かけロボットの設計

５．実験

５．１　実験概要

3 節の予備実験で声かけが及ぼす影響を調査できたため，4 節で開発した声かけロボットを用いて実験協力者を増やし，再度実験を行なった．また，直進するだけでなく途中で歩行者を心配し，戻ってくる動作により歩行者に安心感を与えられると考え，これを「フォローアップ」と定義し，本実験では声かけに加え，フォローアップも比較対象とした．

５．２　実験方法

実験は各パターン前に 60 秒間の安静時間を設けた後，声かけロボットの誘導を受けながら歩行器を用いて 6m歩行する．歩行終了の 10 秒後に 1 パターンを終了した．実験パターンは声かけロボットの動作によってそれぞれ次のものを行なった．

Ⅰ：直進のみ
Ⅱ：直進＋声かけ
Ⅲ：直進＋フォローアップ
Ⅳ：直進＋声かけ＋フォローアップ

の 4 パターンである．ⅡとⅣの声かけは，それぞれ(1)歩行開始時，(2)歩行途中，(3)歩行終了時と 3 回ずつ行った．各パターンの順序は手順効果を考慮し，乱数発生関数によって決定した．

５．４　実験結果と考察

声かけロボットによる声かけ効果，フォローアップ効果を確かめるため，各パターンの pNN50 の平均変化率に対して次のような組み合わせで，t 検定を行なった．ⅠとⅡ，ⅠとⅢ，ⅠとⅣ，ⅡとⅣ，ⅢとⅣの 5 種類をそれぞれ検定したところ，ⅢとⅣについてのみ，有意傾向が見られた（p<.10）．（図 7）これは，直進とフォローアップがあった上で，声かけがあると pNN50 の変化率に有意な差が見られることを示す(図 6)．ⅠとⅡやⅠとⅢの声かけのみの効果やフォローアップのみの効果においては有意差が見られなかった．

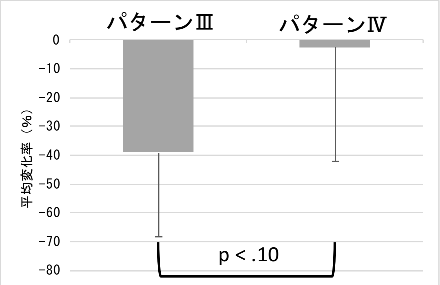

図６　パターンⅢとⅣの pNN50 の平均変化率の差

また，パターンⅠからⅣを行った際の pNN50 の変化率と各パターンへの主観評価との相関分析を行ったところ，パターンⅠで 0.96 と強い正の相関を示し，パターンⅡ，Ⅳでもそれぞれ-0.29，-0.22 と弱い相関が見られた．

６．まとめと今後の予定

今回は 7 人の実験協力者に対して実験を行い，全 4 パターンのうち，3 パターンは pNN50 値と主観評価との相関を得ることができた．今後は実験協力者数を増やして 2 元配置分散分析や重回帰分析を行うことにより，実験協力者の属性による生体情報や主観評価への影響なども評価できると考えられる．

また，将来的には歩幅に応じた誘導など，在宅リハビリにおける「見守り」機能を含めたロボットとしての開発をするとともに，ロボットの声かけや誘導による意欲への影響を引き続き調査し，より効果が見込める声かけロボットを実現する．

参考文献

[1] 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
[2] 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
[3] 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.
[4] Elizâng Ela Márcia De Carvalho Abreu，Rani De Souza Alves，Ana Carolina Lacerda Borges，Fernanda PupioSilva Lima，Alderico Rodrigues De Paula Júnior，Mário Oliveira Lima．“Autonomic cardiovascular control recovery in quadriplegics after handcycle training”． The Journal of Physical Therapy Science，2016，J. Phys. Ther. Sci，28，pp.2063–2068

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.