

機関番号：33501
 研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20500493
 研究課題名(和文) 患者が主体的に関わるロボットセラピー環境の構築と評価に関する研究
 研究課題名(英文) Design and evaluation of robot therapy systems
 leading to patients' positiveness
 研究代表者
 永沼 充 (NAGANUMA MITSURU)
 帝京科学大学・こども学部・教授
 研究者番号：70319086

研究成果の概要(和文)：動物を模したエンタテインメント用ロボットを遠隔操作することにより、高齢認知症患者のリハビリテーションをメンタルな側面からサポートするシステムを提案し評価した。療法士が操作するシステムではタイムリーなレスポンスにより患者との間に関係性を築くことにより生き物感を醸成し、患者自身が操作するシステムではリハビリに対する患者の自発性を誘発することに狙いがある。いずれも、高齢者施設での試行によりその有効性が示された。

研究成果の概要(英文)：From the view points of mental aspect, the robot therapy systems that support the rehabilitation of aged dementia were proposed and examined in the field. Commercially available animal imitated robots were remotely controlled by co-medicals or patients. In the case controlled by the co-medicals, a timely reaction of robot to human becomes possible and builds relationship like a human-animal bond. The patients are expected to be positive toward the rehabilitation program through the experience of driving a robot by themselves. The usefulness of the systems was shown by field trials at the aged persons home and hospital.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：人間機械共生科学

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：ロボットセラピー、リハビリテーション、医療・福祉、モニタリング、人間生活環境

1. 研究開始当初の背景

超高齢社会を迎えて爆発的に増大する高齢者のケアは重要な社会問題となっている。高齢者ができるだけ長く社会の構成員として一線で活動できることが望ましいが、加齢による心身の機能低下を免れることはできない。物理的機能低下を補助する方法につい

ては多くの研究が行われ、それなりに成果を上げている。一方、高齢者の「こころ」の問題については著についたばかりである。研究代表者はロボットという機械システムが「こころ」の問題解決にどの程度貢献できるかという課題を設定し、アニマルセラピーの実績がある分担者とともに研究に着手した。

2. 研究の目的

本研究は、人と共生するロボットの制御技術を活用した、高齢者のリハビリテーション環境の構築に関するものである。リハビリテーションを身体的側面、精神的側面、社会的側面に分けたとき、身体的側面においては既にロボット技術が現場に導入され成果を上げているが、精神的・社会的側面に関しては人の手に頼らざるを得ないのが現状である。

本研究は我々が長年にわたり進めてきた高齢者に対するロボットセラピーの研究成果を踏まえ、「患者自身がリハビリテーションプログラムに主体的に関わることにより患者と介在者のバリアを除く」というコンセプトのもと、患者自身がロボットを制御することの可能性を追求し、新しいロボットセラピーの形を提案することを目的としている。

3. 研究の方法

本研究ではロボットを製作することやこれを制御するハードウェアを製作することが主たる目的ではない。ユーザーができるだけ入手しやすい既存のロボットや周辺機器を用い、ソフトウェア的手段により、機械システムが患者の内面に生きものに似た共感と呼び起こし得るかを明らかにすることにある。

患者に的確に対応できるような人工知能を備えた自律制御型ロボットはまだ出現していない。そこで、本研究では人の脳がこれを代替し遠隔制御によりロボットを制御する。高齢者施設で働く療法士自らが操作できるようなシステムを構築し、さらに発展した形として患者自身がオペレータとなることが可能なシステムを開発する。

まず、療法士が日常の介在活動で使用できるよう、操作の簡略化と端末の小型化をはかる。身体機能や認知機能の衰えた患者自身が操作する場合は、さらに操作の単純化をはかるためにゲーム機の端末やタッチパネル等の制御端末を導入する。

4. 研究成果

(1) 療法士が操作可能なシステム構築

パソコンとキーボード、マウスで行っていた従来のロボット操作では療法士が患者を介在しながらロボットに任意の動作を生起することは困難であった。この問題を解決し療法士が現場でロボットを操りながら患者に接し得るように、小型の携帯情報端末上で操作する方法を試行した。具体的には、リハビリテーションプログラムの構成に必要なロボット動作を再評価し、必要な動作を立つ、座る、頷く、歩く、回転するなど基本動作 20 種類以下に絞り込み java 言語を用いて操作端末に組み込んだ。さらに、療法士が観察し

た患者の状態を数種類に分類してリアルタイムに記録できるような操作画面を併設した。これによりロボットの動作とこれに対する反応を患者毎に“その場”記録でき、試行後まとめてダウンロードし解析することが可能となった。

開発したプロトタイプシステムを複数の高齢者施設で試験的に使用し、現場での 10 分程度の説明により療法士が使いこなせることを確認した。入所者の平均介護レベルの異なる 3 カ所の高齢者施設においてロボット介在活動の一部に導入し患者の反応のレベルを評価した結果、図 1 に示すように患者の積極性が平均介護レベルの傾向と一致していることが確認された。

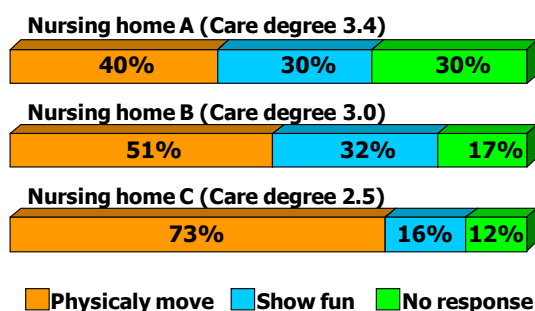


図 1 介護度と患者の積極性の相関

(2) 患者自身によるロボットの操作—タッチパネル方式—

認知機能・運動機能が低下している高齢者が扱えるためには、極めて簡単なマン・インターフェースが必要となる。前項で開発した操作端末上のレイアウトを 17 インチサイズのタッチスクリーン上に展開し、制御コマンドもさらに単純化した。操作は①立つ、座る、前進、後退などの文字情報を介して行うタイプと②円や直線などの図形描画によるストロークタイプの 2 種類を開発した。多くの高齢者において文字情報を介した方が図形描画を介した操作より習熟が早く的確な操作が可能であった。このことは長期記憶の形で生得している意味情報の方が、短期的な学習で習得したストローク情報より有効であることを示している。

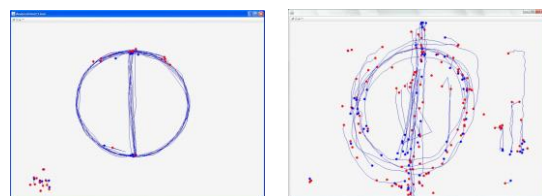


図 2 ストローク軌跡の比較
左：小児、 右：高齢者(93歳女性)

図 2 はログデータとして記録された小児と

高齢者のストローク軌跡を比較している。前方あるいは手前への直線ストロークはそれぞれロボットの前進と後退、左右周りの円ストロークは左右折に対応している。明らかに小児の方がストロークは安定しており、高齢者の肉体的な機能低下が現れている。

(3) 患者自身によるロボットの操作—バランスボード方式—

患者の歩行動作とロボットの歩行を結びつけることによって比較的単純にロボット操作が可能となり、かつ、物理的なりハビリテーションにも展開できる。本研究ではテレビゲーム機の操作端として任天堂から市販されている Wii バランスボードを用いた。バランスボードは原理的に重心動揺計と同機能を有し、ロボットを操作している間の重心の動きを図3のように記録することができる。

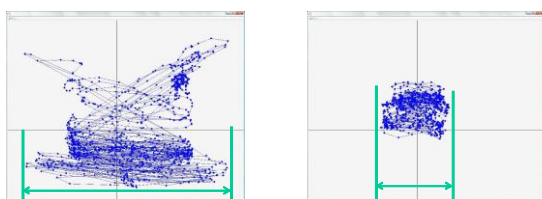


図3 重心移動軌跡の比較 左：健常成人(27歳男性)、 右：高齢者(86歳女性)

さらに、身体機能が衰え車椅子を使用するようになった患者の歩行訓練にも適用できるシステムを目指した。その結果、座位で足踏みをする程度でも患者の一步をロボットの一步に対応させることができた。また、座面にセンサーボードを置き上体の重心移動による操作も試みた。重心移動の軌跡は 0.1 秒毎に csv 形式で保存されるため個々の患者の身体機能の改善状態を解析できる。複数の特養施設で試行したところ通常の歩行訓練に比べて多くの入所者で積極性の発現が見られた。

(4) ソーシャルロボットによる対話試行

本研究では身体機能のリハビリのみならず、アニマルセラピーと比較しつつ、メンタルな側面に重点を置いたロボットセラピーも重要な研究目標としている。そのためには、ロボットのビヘイビアや会話のバリエーションが重要になる。市販のエンタテインメントロボットではユーザーがロボットのビヘイビアを自由にプログラムすることには限界があるので、研究開発中の対話型ソーシャルロボット(富士通研究所)を用い、開示された開発環境上でロボットのビヘイビアを制作し高齢者の反応を解析した。定量評価の手段としては指尖および頭部(前頭前野)の血流変化を観測した。個々のビヘイビアに対するレスポンスを切り分けて観測するには至

っていないが、活動中に心身状態が改善されていると評価できるケースも多く見られた。以上の結果はいずれも患者自身が参画するロボットセラピー環境構築の有効性・重要性を示している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 11 件)

(1) 宇津木亮祐、大久保英一、鉄井俊宏、加藤範子、木村龍平、永沼 充、“バランスボードを用いた高齢者自身によるロボット操作システムの提案”、リハビリテーションネットワーク研究、査読有、Vol18、No1、pp49-55、2010

(2) 村田秀和、鉄井俊宏、三浦和宏、大久保英一、川上優太、宇津木亮祐、加藤範子、木村龍平、永沼 充、“ロボット介在リハビリテーション用簡易操作端末の研究”、帝京科学大学紀要、査読有、Vol16、No1、pp. 33-39、2010

(3) 大久保英一、鉄井俊宏、永沼 充、“遠隔操作ロボットを用いたロボット介在リハビリテーションの試み”、帝京短期大学紀要、査読有、Vol16、No1、pp. 129-134、2010

(4) 石坂奈々、横山章光、“動物とのふれあいが子どもに与えるもの”、チャイルドヘルス、Vol13(8)、pp. 11-14、2010

(5) 横山章光、古荘純一、“成人期アスペルガー症候群と多頭飼育との関連についての考察”、臨床精神医学、査読有、Vol139(9)、1209-1216、2010

(6) 鉄井俊宏、村田秀和、大久保英一、加藤範子、木村龍平、永沼 充、“PDA および Wii リモコンを操作端末とするロボット介在活動・療法の試行”、リハビリテーションネットワーク研究、査読有、Vol17、No1、pp. 47-51、2009

(7) 横山章光、石坂奈々、“アニマル・セラピー”、精神科治療学、Vol124 増刊号 pp. 97-99、2009

(8) 大久保英一、鉄井俊宏、丸山直司、伊藤翼、若林丈晃、加藤範子、木村龍平、永沼 充、“小型操作端末を用いた遠隔制御ロボットによるロボット介在活動・療法の検討”リハビリテーションネットワーク研究、査読有、Vol16、No1、pp70-76、2008

(9) 村田秀和、鉄井俊宏、大久保英一、加藤範子、木村龍平、永沼 充、“遠隔制御エンタテインメントロボットを用いたロボット介在リハビリテーションの試み”、“ヒューマンインターフェース学会研究報告集、Vol. 10、No. 6、pp. 69-72、2008

(10) 横山章光、“精神疾患と動物：特に擬人化の視点から”、動物観研究、査読有、Vol113、pp. 3-6、2008

(11) アンドレア・ビーツ、横山章光、“獣姦

と動物性愛(対談)、ヒトと動物の関係学会誌
Vol20, pp.29-37, 2008

[学会発表] (計 32 件)

- (1) M. NAGANUMA and T. Hamada, "Robot Therapy in Japan (Invited)", Mensch-Roboter-Interaktionen aus interkultureller Perspektive: Japan und Deutschland im Vergleich, 2010.12.8, Berlin, Germany
- (2) 加藤 範子、永沼 充、他 7 名(2 番目)、“当院におけるロボット・セラピー(第 2 報, 招待)” 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会、2010 年 12 月 25 日、東北大学川内キャンパス、仙台
- (3) 三浦和宏、大久保栄一、加藤範子、木村龍平、永沼 充、“子ぐま型ソーシャルロボットの加速度脈波・脳血流による評価”、計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会、2010 年 12 月 25 日、東北大学川内キャンパス、仙台
- (4) 木村龍平、三浦和宏、永沼 充、“高齢者を対象にしたロボット介在活動における他者性を高めたロボット行動のロボット介在効果に与える影響”、計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会、2010 年 12 月 25 日、東北大学川内キャンパス、仙台
- (5) E. OHKUBO, K. MIURA, H. MURATA, T. TETSUI, R. KIMURA, N. KATO, and M. NAGANUMA, "Proposal and Trial of Robot Assisted Rehabilitation System using Remote Controlled Robotic Pet", SICE Annual Conference 2010, pp.1410-1413, 2010.8.20, Taipei, Taiwan
- (6) R. KIMURA, K. MIURA, H. MURATA, A. YOKOYAMA, and M. NAGANUMA, "Consideration of Physiological Effect of Robot Assisted Activity on Dementia Elderly by Electroencephalogram (EEG)", SICE Annual Conference 2010, pp.1418-1422, 2010.8.20, Taipei, Taiwan
- (7) A. YOKOYAMA, Hakata M., "The effect of the distance between human and robot in RAA setting", Proceedings of SICE Annual Conference 2010, pp.1423-1425, 2010.8.20, Taipei, Taiwan
- (8) 木村龍平、村田秀和、鉄井俊宏、横山章光、永沼 充、“脳機能活性度による認知症高齢者を対象にしたロボット介在活動の評価”、日本機会学会 ROBOMEC2009 予稿集、1A1-J01、2009 年 5 月 25 日、福岡国際会議場、福岡
- (9) 三浦和宏、鉄井俊宏、村田秀和、大久保栄一、木村龍平、渡辺一郎、永沼 充、“幼少的存在感をねらったロボットによる高齢者セラピーの試み”、第 10 回 SICE-SI 部門講演会予稿集、pp.1428-1429、2009 年 12 月 26

日、芝浦工業大学、東京

(10) 木村龍平、村田秀和、鉄井俊宏、横山章光、永沼 充、“認知症高齢者を対象にしたロボット介在活動の脳波測定による定量的評価”、第 10 回 SICE-SI 部門講演会予稿集、pp.1436-1437、2009 年 12 月 26 日、芝浦工業大学、東京

(11) M. NAGANUMA, T. Tetsui, E. Ohkubo, R. Kimura, N. Kato, and S. Sato, "Trial of robot assisted rehabilitation using robotic pet." Tech. Digest. 6th Int. Conf. International Society for Gerontechnology, PaperNo.94-4, 2008.6.4, Pisa, Italy

(12) 鉄井俊宏、大久保英一、村田秀和、深渡瀬亮、米岡利彦、木村龍平、永沼 充、“ロボット介在活動における様々な市販ロボットの比較”、第 9 回 SICE-SI 部門講演会予稿集 pp.712-713、2008 年 12 月 6 日、長良川国際会議場、岐阜

(13) 佐藤真一、有泉宏紀、鷹左右由紀、木村龍平、永沼 充、“遠隔操作を利用したロボット介在療法における皮膚電気反射と唾液アミラーゼからの検討”、第 9 回 SICE-SI 部門講演会予稿集 pp.724-725、2008 年 12 月 6 日、長良川国際会議場、岐阜

(14) T. Tetsui, E. Ohkubo, H. Murata, N. Kato, T. Wakabayashi, R. Kimura, and M. NAGANUMA, "Design and evaluation of simple control console usable by therapist and elderly people in nursing home for robot assisted activity / therapy", Proc. SCIS & ISIS 2008, pp.720-723, 2008.9.20, Nagoya Univ., Nagoya

(15) 木村 龍平 鉄井 俊宏 永沼 充、“幼児はペット型ロボットとどのように関係し認識するか”、日本機会学会 ROBOMEC2008 予稿集 2P1-D09、2008 年 6 月 6 日、ビッグハット、長野

[図書] (計 3 件)

(1) 横山章光、“アニマル・セラピー。くすりに頼らない認知症治療Ⅱ－非薬物療法のすべて－”、ワールドプランニング(東京)、pp.15-26, 2009

(2) A. YOKOYAMA, "The relation between psychiatric disorders and human-animal interactions: A Japanese perspective on animal abuse and mental health", The international handbook of animal abuse and cruelty : Theory, Research, and Application(Ascione F.R.(edt.)), Purdue University Press, p441-471, 2008

(3) 横山章光、“医療と動物の関わり：アニマル・セラピー”、ヒトと動物の関係学 3 ペットと社会 森祐司・奥野卓司(編)、pp.198-226、岩波書店、2008

6. 研究組織

(1) 研究代表者

永沼 充 (NAGANUMA MITSURU)
帝京科学大学・こども学部・教授
研究者番号：70319086

(2) 研究分担者

横山章光 (YOKOYAMA AKIMITSU)
帝京科学大学・生命環境学部・准教授
研究者番号：20245591

(3) 連携研究者

()

研究者番号：