

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 30 日現在

機関番号：14101  
 研究種目：若手研究(B)  
 研究期間：2014～2016  
 課題番号：26750222  
 研究課題名(和文) 会話型ロボットを用いたロボットセラピーにおける認知症進行度の評価システムの開発  
  
 研究課題名(英文) Development of Dementia Evaluation System for Robot-assisted Therapies Using Conversational Robot  
  
 研究代表者  
 川中 普晴(Kawanaka, Hiroharu)  
  
 三重大学・工学研究科・准教授  
  
 研究者番号：30437115  
  
 交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：現在、高齢者人口の増加傾向にともない、認知症を患う高齢者の人口も増加すると予測されている。そのため、認知症の予防・改善は必要不可欠な課題である。そこで本研究では、これまでの研究成果を活用し、会話型ロボットとの日常会話を利用した認知症評価システムについて、研究開発を進めた。本研究課題では、(1)ロボットセラピーにおいて利用者に意識されることなく認知症の進行度を計測・評価するシステムの試作機開発、(2)高齢者が描いた図形や文字列から認知症のタイプや進行度を識別する方法の開発と実装、(3)介護現場での恒常的利用を目指した県内の介護福祉施設における評価実験に焦点を絞り、研究開発を行った。

研究成果の概要(英文)：Recently, the number of elderly persons with dementia has been increasing, and this trend will become one of the biggest social (and medical) problems in Japan. Some national reports show that preventing and alleviating dementia is important. To solve the problem, we proposed conversational content recognition for robot-assisted therapies and proposed a dementia evaluation system using daily conversations. However, the current system is not ready for practical use because it cannot evaluate all abilities for evaluation progression of dementia. Some methods to assess other orientations and functions are required as well. This project developed a dementia evaluation system using a conversational robot for practical use. Also, new methods for dementia evaluation methods with (1) image recognition techniques, (2) facial expression recognition using AU values and Microsoft Kinect. The developed system was evaluated in welfare facility to validate the effectiveness of the scheme.

研究分野：医療情報学，福祉情報工学，パターン認識

キーワード：認知症評価

## 1. 研究開始当初の背景

現在、高齢者人口の増加傾向にともない、認知症を患う高齢者の人口も増加すると予測されている。この傾向は社会的・医学的に大きな問題となっており、認知症の予防・改善は必要不可欠な課題である。また昨今では、2025年問題に関する報道も数多見られるなど、認知症高齢者の増加は現代日本の社会において大きな問題となっている。認知症の予防と改善は早期解決すべき課題であることは言うまでもない。

このような課題を解決するため、現在、認知症に関する多くの研究開発が進められている。特に最近では、ロボットなどを用いた介入療法（ロボットセラピー）が様々なところで注目を集めており、そのための基礎研究も盛んである。ロボットセラピーとは、動物介入療法（アニマルセラピー）において用いる犬やネコなどの動物の代わりにロボットを用いた介入療法であり、高齢者の認知症の進行抑制や防止あるいは長期療養者のメンタルサポートを目的として用いられている。例えば、産総研が開発したアザラシ型ロボット Paro をはじめとする動物型のロボットや、ifbot のような簡単な会話が可能なロボット、また最近では Pepper のような人型ロボットが用いられることが多い。さらに近年では、ロボットを用いた際のセラピー効果に関する検証や高齢者の生活改善を目的としたコミュニケーションロボットによるアクティビティ（Robot Assisted Activity: RAA）プログラムの開発に関する研究なども報告されている。

研究代表者は、これまでに会話型ロボットを用いたロボットセラピーにおいて、ロボットとの日常会話から認知症の進行度を評価するための基礎研究を進めてきた。例えば研究代表者らの研究グループでは、介護福祉施設での日常会話の内容（話題）を概念空間中の距離を用いて認識する方法を開発した。また、日常会話の内容から認知症の進行度を評価する方法についても研究を進めてきた。さらに、進行度を評価するための設問（話題）に誘導するための会話誘導法や、文字・図形認識技術についても研究を進めてきた。上記の技術は現在、実機に実装できる水準に到達しており、理論構築や提案レベルから、システム試作と介護現場での評価試験・実用化研究の段階となっている。

## 2. 研究の目的

本研究では、これまでの研究成果を活用し、会話型ロボットとの日常会話を利用した認知症評価システムを開発することを目的とする。本研究課題では、以下に述べる3点にテーマを絞り、実用化に向けた研究開発を進めた。

- (1) これまでの研究成果を市販の会話型ロボットに実装し、ロボットセラピーにおい

て利用者に意識されることなく認知症の進行度を計測・評価するシステムの試作機を開発する。

- (2) 高齢者が描いた図形や文字列から認知症のタイプや進行度を識別する方法について研究し、試作機へ実装する。
- (3) 介護現場での恒常的利用を目指し、県内の介護福祉施設において評価実験を実施し、システムの改良を進める。

## 3. 研究の方法

### (1) システムの概要

図1に、研究代表者が開発を進めてきたシステムの概要を示す。従来、認知症の進行度を評価するためには、改訂長谷川式簡易評価スケールやミニメンタルステート検査といった対面会話式の評価方法が用いられる。これらのチェックテストを定期的に行うことにより、認知症の進行度を数値的に評価できるとともに、その経時変化も観察できる。しかしながら、これらのチェックテストは対面式であるがゆえ、被験者がテストを受けていると意識してしまい、正しい評価が得られないケースが多い。また、定期的なテスト実施は、実施者にとっても大きな負担となる。

そこで本研究では、介護施設にて毎日実施される機能訓練やリクリエーションにて得られる種々の情報を活用し、被験者が「気にすることなく」かつ「継続的」に認知症の進行度を評価するためのシステム開発を進めた。開発したシステムでは、会話型ロボットとして（株）ifoo の「よりそい ifbot」を、モーションセンサには Microsoft Kinect を用いていた。よりそい ifbot（以下 ifbot）はコミュニケーションロボットと呼ばれるものであり、内部に搭載されたマイクと音声認識エンジンにより簡単な会話や計算問題、クイズなどを行うことができる。また、ifbot は返答の内容に応じて、図2のように顔の表情を変化させることも可能である。

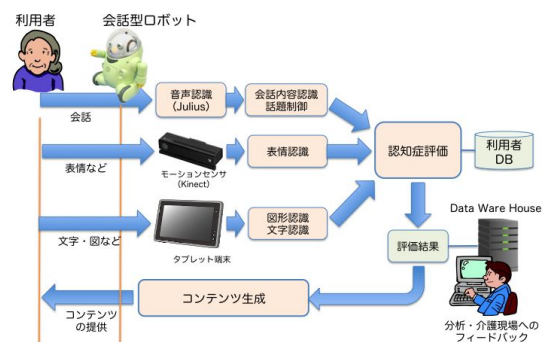


図1 システムの概要

また、Kinect は Microsoft 社により開発されたモーションセンサであり、人間の表情や動作をリアルタイムに取得することができる。本システムでは、上記に加えてタッチパネルやタブレット端末も用いることにより、文字や図形、パネルへのタッチの速度といっ



図2 ifbot の表情 (一例)

た情報もリアルタイムに取得することができる。これらデバイスから得られる画像や表情、動作パターンなどの情報はサーバに蓄積され、認知症進行度の評価に用いられる。

(2) 図形を用いた認知症進行度の評価

一般的に、認知症の進行度やタイプによって描かれる絵や図形の特徴や傾向は異なると言われている。また、改訂長谷川式簡易知能評価スケールに代表されるような会話形式の評価テストの場合、時間的・地理的見当識や記憶能力については評価できるものの、視空間機能や遂行機能について評価することは難しい。

そこで本課題では、ifbot の横にタッチパネルディスプレイを設置し、高齢者が描いた時計や幾何学図形から認知症のタイプや進行度を評価する方法についても研究を進めた。ここでは、現在までに培ってきた文字認識の技を活用し、英国 Cardiff 大学と共同で時計の図から認知症の進行度やタイプを判別する方法について研究を進めた。

図3に本手法の概要を示す。ここでは、図形や文字からの特徴抽出法として加重方向指数ヒストグラム法を用いた。加重方向指数ヒストグラム法では、描かれた時計の図を  $n \times n$  の小領域に分割し、各領域内の方向指数ヒストグラムを作成する。方向指数は、各領域内の黒画素部分をトレースすることにより作成されるヒストグラムであるため、各領域内の図形の形状特徴がヒストグラムの形状に反映される。さらに、ノイズなどによる影響を軽減するため、得られた方向指数ヒストグラムに対して空間フィルタを適用し、特徴ベクトルを作成した。

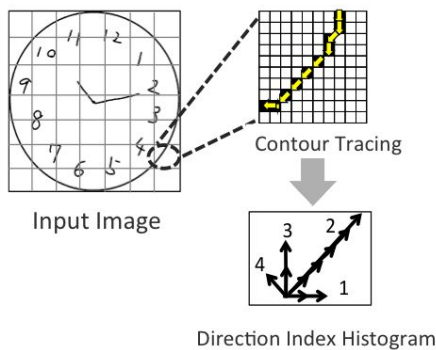


図3 図形からの特徴抽出

作成された特徴ベクトルは、サポートベクターマシン (Support Vector Machine: SVM) に入力し、認知症の有無を検出した。

(3) モーションセンサを用いた表情検出に関する基礎的検討

一般的に、認知症が進行すると表情が乏しくなり、無表情に近くなるといわれている。そこで本研究課題では、レクリエーション時のユーザの動きをモーションセンサにより計測し、そこから表情の変化を数値化することにより、認知症の評価に活用する方法について基礎的検討を行った。ここでは、顔の表情を表す測度として AU (Animation Units) を用いた。AU は、顔の各部分に応じて AU0 から AU16 までの計 17 種類の値が定義されており、これらを用いることにより顔の表情を数値化することが可能である (図4)。例えば、AU1 は口の開き具合を表現しており、口を開くにつれてその値は 0 から 1 に近づく値をとる。本研究では、2 台の Kinect を用いてユーザ (高齢者) の動作と顔の表情を計測し、AU 値を用いた表情検出について基礎的検討を行った。

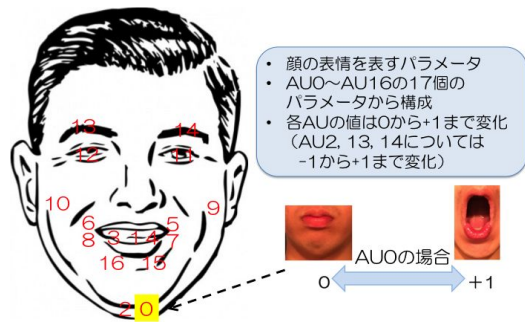


図4 AU 値の概要

4. 研究成果

(1) 図形からの認知症評価法

図5に開発したシステム (タブレット使用部分) を、表1に健常者 110 人と認知症患者 100 人によって描かれた時計の絵を用いた判別実験の結果を示す。

図5 開発したシステム (タブレット部分)



表1 判別結果

# of sub-regions	Sensitivity	Specificity	Accuracy
4 x 4	0.96	0.95	95.7%
5 x 5	0.97	0.97	97.1%
6 x 6	0.95	0.98	96.7%
7 x 7	0.89	0.99	93.8%

実験の結果、本手法を用いることにより 97% の精度 (n=5 の場合) で認知症患例を検出することに成功した。現段階では図のような市タブレットで描かれた時計の図を絵としてシステムに取り込み、判別を行っているが、開発したシステムではペンの位置に加えて、筆圧やペンの傾きといった情報もリアルタイム計測し、時系列データとして保存することができる。今後は、これら描画の際に得られる時系列情報を積極的に活用し、さらに機械学習の種々の技術も取り入れることにより、詳細かつ高精度な進行度評価ができるシステムの開発を進める。

## (2) AU 値を用いた表情検出法

図 6 に、無表情 笑顔 怒りと表情へ変化させた場合における各 AU の値を示す。図からもわかるように、各 AU 値は表情によって大きな違いが現れた。実験の結果より、AU 値を用いることにより、利用者の表情を計測できる可能性が示された。一般的に、認知症が進むにつれて笑顔が少なくなる傾向があるとされている。そのため、健常者と認知症患者の口周辺の AU 値を比較することにより、認知症評価のための指標として活用できると考えられる。

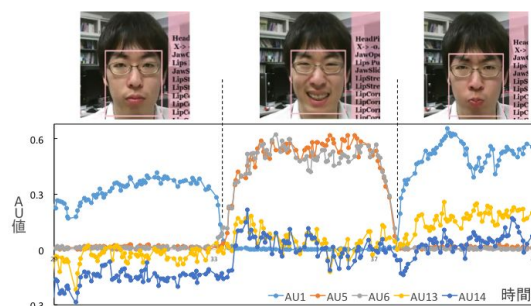


図 6 表情と AU 値の変化

またさらに、本研究では上記の表情認識機構をシステムに搭載し、介護施設でのシステム評価実験を行った。図 7 は、実際の介護施設において 20 人の施設利用者に対して実施したシステム評価の様子である。図では、施設利用者がスクリーン上の仮想キャラクタを操作することにより、簡単な計算ゲームを行っている。本研究では、松阪市にある社会福祉法人にて、システムの使用感や表情認識に関する評価を行った。



図 7 介護施設でのシステム評価の様子

実験の結果、ユーザからは「次回もやってみたい」、「面白い」、「他のゲームも作って欲しい」といった前向きな意見が得られた。また、手が不自由な高齢者は他の高齢者に介助してもらいながら手を動かそうとしている場面も見受けられた。このようなことから、開発しているシステムは機能訓練の一部として活用できる可能性が高い。

その一方、動作認識においてしばしば誤認識が発生していた。またユーザからの意見としては、文字を大きくしてほしい、目が疲れるといった意見も寄せられた。今後は、動作認識機構の改良を進めるとともに、本システムの継続的な使用を目指し、インタフェースについても改良を進めていく。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

(雑誌論文)(計 7 件)

- 1) 林翔太, 川中普晴, 高松大輔, “タブレット端末による図形描画を用いた認知症評価システムの開発に向けて”, 地域ケアリング, Vol.18, No.2, 2016, 64 – 67 (査読なし)
- 2) S. Hayashi, H. Kawanaka, H. Takase, S. Tsuruoka, A Study on Side Segmentation Method for Dementia Evaluation Using Graphics Drawing Test, Prof. of International Workshop on Regional Innovation Studies, 2016, 46 – 49 (査読あり)
- 3) 重盛友章, 中村海斗, 高松大輔, 川中普晴, 認知症の進行度評価ならびに機能訓練を目的としたレクリエーションシステムの開発と介護福祉施設での評価実験, 地域ケアリング, Vol.18, No.1, 2016, 52 – 55 (査読なし)
- 4) 川中普晴, “会話型ロボットとモーションセンサ, タブレット端末を活用した認知症の進行度評価システムの開発”, 地域ケアリング, Vol.17, No.12, 2015, 82 – 87 (査読なし)
- 5) T. Shigemori, K. Nakamura, H. Kawanaka, H. Takase, A Study on Dementia Evaluation Using Facial Expression Recognition, Proc. of the 7th International Workshop on Regional Innovation Studies, 2015, 5 – 8 (査読あり)
- 6) T. Shigemori, Z. Harbi, H. Kawanaka, Y. Hicks, R. Setchi, H. Takase and S. Tsuruoka, Feature Extraction Method for Clock Drawing Test, Procedia Computer Science, Vol.60, 2015, 1707 – 1714 (査読あり)  
DOI: 10.1016/j.procs.2015.08.280
- 7) T. Shigemori, H. Kawanaka, H. Takase, S. Tsuruoka, Development of Dementia Evaluation System Using

Conversations and Drawing Tests, Prof. of the 6th International Workshop on Regional Innovation Studies, 2014, 43 – 46 ( 査読あり )

[ 学会発表 ] ( 計 15 件 )

- 1) S. Hayashi, H. Kawanaka, H. Takase, S. Tsuruoka, A Study on Side Segmentation Method for Dementia Evaluation Using Graphics Drawing Test, 8th International Workshop on Regional Innovation Studies, Oct.13, 2016, Mie University, (Mie, Tsu)
- 2) 林翔太, 川中普晴, 高瀬治彦, 鶴岡信治, 図形描画を用いた認知症評価のための図形分割法に関する検討, 平成 28 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, 2016 年 9 月 12 日, 豊田工業高等専門学校 ( 愛知県・豊田市 )
- 3) 林翔太, 川中普晴, 高瀬治彦, 鶴岡信治, “ 図形描画テストを用いた認知症評価のための図形分割法に関する一検討 ”, 2016 映像情報メディア学会年次大会, 2016 年 8 月 31 日, 三重大学 ( 三重県・津市 )
- 4) 重盛友章, 川中普晴, Z. Harbi, R. Setchi, Y. Hicks, 高瀬治彦, “ 時計描画テストを用いた認知症進行度の推定方法に関する一検討 ”, 三重大学アカデミックフェア 2016, 2016 年 2 月 12 日, 三重大学 ( 三重県・津市 )
- 5) 川中普晴, 福祉施設における介護の実際とニーズ～ICT の活用事例～, 医療健康情報技術研究センター 2015 年度第 4 回講演会, 2016 年 2 月 3 日, 兵庫県立大学 ( 兵庫県・姫路市 )
- 6) 川中普晴, 福祉・介護分野における情報 ( 工 ) 学の可能性～認知症評価のためのシステム開発と介護現場の実際, ACM SIGMOD 日本支部第 61 回支部大会, 2015 年 12 月 12 日, 東京大学 ( 東京都・目黒区 )
- 7) 重盛友章, Z. Harbi, 川中普晴, Y. Hicks, R. Setchi, 高瀬治彦, 鶴岡信治, “ 介護施設における職員支援のための取り組みについて ”, 第 5 回地域イノベーション学会 2015 年 12 月 5 日, 三重大学 ( 三重県・津市 )
- 8) T. Shigemori, Z. Harbi, H. Kawanaka, Y. Hicks, R. Setchi, H. Takase, “ A Study on Scoring Method for Clock Drawing Test ”, The 7th International Conference on Emergin Trends in Engineering & Technology, Nov.18, 2015, Kobe Convention Center (Hyogo, Kobe)
- 9) T. Shigemori, K. Nakamura, H. Kawanaka, H. Takase, A Study on Dementia Evaluation Using Facial Expression Recognition, 7th International Workshop on Regional Innovation

Studies, Oct.15, 2015, Mie University (Mie, Tsu)

- 10) 重盛友章, 川中普晴, Z. Harbi, R. Setchi, Y. Hicks, 高瀬治彦, 鶴岡信治, “ 時計描画テストを用いた認知症タイプ分類のための一検討 ”, 平成 27 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, 2015 年 9 月 28 日, 名古屋工業大学 ( 愛知県・名古屋市 )
- 11) T. Shigemori, Z. Harbi, H. Kawanaka, Y. Hicks, R. Setchi, H. Takase, S. Tsuruoka, Feature Extraction Method for Clock Drawing Test, Knowledge based and Intelligent Information & Engineering Systems 19th Annual Conference, Sep.7, 2015, Singapore (Singapore)
- 12) 重盛友章, 川中普晴, Z. Harbi, Y. Hicks, R. Setchi, 高瀬治彦, “ 加重方向指数ヒストグラム法を用いた時計描画からの特徴抽出に関する一考察 ”, 第 31 回ファジィシステムシンポジウム, 2015 年 9 月 2 日, 電気通信大学 ( 東京都・調布市 )
- 13) T. Shigemori, H. Kawanaka, H. Takase, S. Tsuruoka, Development of Dementia Evaluation System Using Conversations and Drawing Tests, 6th International Workshop on Regional Innovation Studies, Oct.16, 2014, Mie University (Mie, Tsu)
- 14) 重盛友章, 川中普晴, 山本皓二, 高瀬治彦, 鶴岡信治, “ 認知症評価システムのための特徴抽出法に関する一検討 ”, 平成 26 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, 2014 年 9 月 8 日, 中京大学 ( 愛知県・名古屋市 )
- 15) 重盛友章, 川中普晴, 高瀬治彦, 鶴岡信治, “ 会話型ロボットによるレクリエーションを利用した認知症評価システムに関する基礎的検討 ”, 第 30 回ファジィシステムシンポジウム, 2014 年 9 月 1 日, 高知城ホール ( 高知県・高知市 )

[ 図書 ] ( 計 0 件 )

[ 産業財産権 ]

出願状況 ( 計 0 件 )

取得状況 ( 計 0 件 )

## 6 . 研究組織

### (1) 研究代表者

川中 普晴 ( KAWANAKA, Hiroharu )  
三重大学・大学院工学研究科・准教授  
研究者番号 : 30437115

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし

### (4) 研究協力者

なし