

認知症高齢者ケアのための人型ロボットを用いた コミュニケーションシステムの開発

Development of communication system using humanoid robot for elderly people with dementia

吉田 拓海^{1*} 高橋 泰岳¹ 高久 範江²
Takumi Yoshida¹ Yasutake Takahashi¹ Norie Takaku²

¹ 福井大学

¹ University of Fukui

² 福井市医師会看護専門学校

² Fukui-city Medical Association Nursing School

Abstract: This report introduces our development of a communication robot system between a humanoid robot and elderly people with dementia. In general, caregivers only communicate with an elderly person with dementia for 1% of their working hours. Isolation is one of the causes of depression. In this study, we developed a facescale measurement system, a motion recognition system using skeleton detection, a conversation system using speech recognition, and a care robot system combining them.

1 緒言

現在、日本では少子高齢化が進行しており、内閣府の発表によると日本人の27.7%が65歳以上の高齢者である。それに伴い要介護人口に対する介護人口が不足している。介護士が一人の認知症高齢者と会話する時間は就業時間の約1%であると言われている[1]。コミュニケーション不足により高齢者が感じる社会的孤立や不安はBPSDの原因となる。これらの症状が原因で介護士の負担がさらに大きくなるという悪循環が問題となっている。軽度の認知症には非薬学的治療[2]が推奨されており、介護士の負担を補い、さらにBPSDへの対策としてコミュニケーションロボットの導入が試行されており、例えば文献[3]で、その有用性が実証されている。従来研究ではロボットは単純な応答を行うか、人が裏でロボットを動かすWOZシステムが用いられることが多い。しかし、現在のWOZシステムはロボットの操作を全て操作者が行うため負担が大きい。一部でも自動化し、操作者の負担を軽減することが求められる。

本研究では小型ヒューマノイドロボットと認知症高齢者間の自律型コミュニケーションシステムの開発を行う。WOZシステムの一部を自動化するため、音声認

識を用いた会話システムやフェイススケールと骨格検出を用いた動作認識システムを開発し、それらを結合したロボットと認知症高齢者の会話システムを構築した。本報告では構築したシステムの紹介を行う。

2 フェイススケールと骨格検出による動作認識システム

非言語的コミュニケーションにおける認知症高齢者の表情と動作を識別する際の指標として、フェイススケールと骨格検出を用いる。フェイススケールは顔の特徴点座標、骨格検出は体の特徴点座標を入力データとして機械学習を用い、それぞれ表情のレベルと姿勢を分類する。特徴点の取得では、Leetenkiが公開しているChainer Realtime Multi-Person Pose Estimation[4]を採用した。表情は笑顔から泣き顔までの五段階、姿勢は「頷く」や「首を横に振る」を識別するために「正面を向いている」、「下を向いている」、「右を向いている」、「左を向いている」の四種類に分類する。学習はNeural Networkを用いて20代前半の男子学生の特徴点座標を入力として学習を行った。学習後に新たに20個のデータを入力した際の分類精度は表情が約6割、姿勢が約8割程度であった。システムの実装例を図1に示す。上部の文字は学習モデルを用いて分類した結果

*連絡先: 福井大学工学部機械システム工学科 ロボティクスコース
インタラクティブ・ロボティクス研究室
〒910-8507 福井県福井市文京3丁目9番1号
E-mail: tyoshida@ir.his.u-fukui.ac.jp

であり、赤色の文字が姿勢、緑色の文字が表情を示している。表情と姿勢はリアルタイムで分類する。

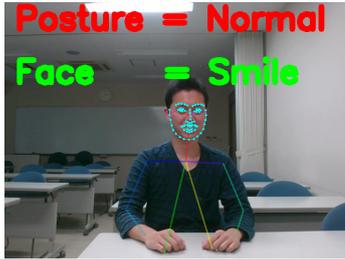


図 1: システムの実装例

非言語的コミュニケーションを識別するためには、「頷く」や「首を横に振る」などの動作を識別する必要がある。動作を識別するためには姿勢を時系列的に分類する必要がある。そこで、前述の分類結果の時系列データを取得し、再度 Neural Network を用いて機械学習することで認知症高齢者の動作を識別する。学習後に新たに 20 個の時系列データをを入力した結果、9 割程度の確率で「頷く」や「首を横に振る」などの動作を正しく識別することができた。

3 音声認識を用いた会話生成

このシステムは、認知症高齢者の発言内容を音声認識によって文字に変換し、それに対するロボットの発言を決定するシステムである。音声認識には Python の API である speech_recognition を採用した。会話システムの状態遷移の例を表 1 に示す。表 1 の各行はロボットの発言、各列は認知症高齢者の発言内容を示している。最初にロボットが「こんにちは」と発言する。次に音声認識を用いて認知症高齢者の発言内容を取得する。「こんにちは」の行の取得した認知症高齢者の発言内容に対応する列を参照し、その値を次のロボットの発言の行番号として、ロボットはその番号の発言を行う。これを繰り返すことにより、ロボットと認知症高齢者との言語的コミュニケーションを行う。

認知症高齢者の発言を取得する際に、従来のシステムでは音声を取得した後に文字起こしを行っていたため、文字起こしの最中は音声を取得することができず、認知症高齢者の発言を聞き逃す場面が多く見られた。そこで、並行処理により音声取得と文字起こしを同時に行うシステムを開発した。システムの概要を図 2 に示す。図 2 に示すように、音声は取得された順に配列に格納される。配列の先頭に格納されている音声に対し文字起こしを行い、生成された言葉を出力する。出力が完了した音声を削除し、次に取得された音声を配列の先頭とする。音声取得と文字起こしは並行処理を用いて同時に実行される。これにより文字起こしを

行なっている最中も音声取得が実行されるため、認知症高齢者の発言を聞き逃すことが少なくなる。

また、任意の内容の会話を実現するために、WOZ システムを用いた会話システムも導入している。これまでは操作者がロボットの発言を選択する際に発言内容の文字列をキー入力していた。しかし、キー入力に時間がかかるため、認知症高齢者への返答が遅れてしまう。この問題を解決するために、操作者の音声を文字に変換し、その文字列をロボットに発言させるシステムを開発した。これにより、操作者はキー入力を行う必要がなくなり、より短時間で返答が可能である。従来のシステムでは操作者の音声をロボットから出力していたが、それでは認知症高齢者に不快感を与えてしまうので、ロボットの声で発言することが重要である。

表 1: 音声認識を用いた会話システムの例 (導入部)

		認知症高齢者の発言			
		こんにちは	はい	いいえ	ありがとう
ロボ 発言	1. こんにちは	2	2	4	2
	2. お話しましょう	2	3	4	3
	3. ありがとう	Finish	Finish	4	Finish
	4. ごめんなさい	Finish	Finish	Finish	Finish

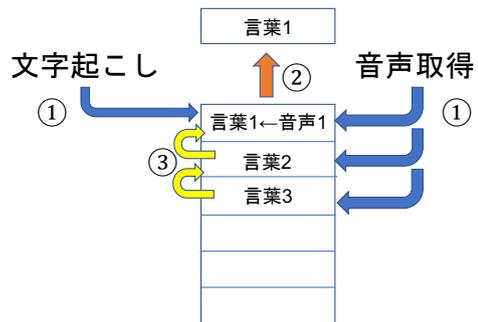


図 2: 並行処理を用いた音声認識システム

4 システムの結合

フェイスケール計測、動作認識、音声認識システムを結合し、認知症高齢者の音声と表情、「頷く」や「首を横に振る」などの動作を同時に取得するシステムを開発した。システムの概要を図 3 に示す。並行処理により得られた音声認識と動作認識、フェイスケール計測の結果のうち、音声認識を優先してロボットの次の発言を決定する。音声認識に失敗した場合に、動作認識結果を考慮し、「頷く」または「首を横に振る」以外であった場合はフェイスケール計測の結果を基に NAO の次の発言を決定する。

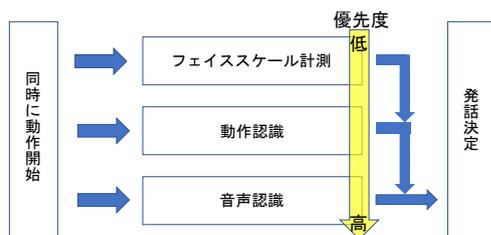


図 3: 会話システム概要

5 実験：認知症高齢者と NAO のインタラクション

介護施設で生活している認知症高齢者に対し、小型ヒューマノイドロボットである NAO とのインタラクション実験を行なった。実験の様子を図 4 に示す。被験者は認知症高齢者の中から自ら身体を動かすことが可能な人を選んだ。被験者は NAO と 1 対 1 でコミュニケーションを行った。コミュニケーションの内容は挨拶、昔の思い出、積み木遊び、おもちゃを使った遊び、お茶飲みのアクティビティなどである。

現時点ではコミュニケーションシステムの完全自律化はできていないので、WOZ システムを用いて NAO の発話や行動はオペレーターが被験者には見えない位置で操作している。昔の思い出話は認知症高齢者の気分を高め、コミュニケーションを改善する効果がある。積み木遊びやおもちゃを使った遊びは被験者に NAO に対して好意的な感情を持たせる可能性がある。1 対 1 のコミュニケーションは緊張感や集中力を引き出す可能性があり、ロボット側からの共感や感情を示す言葉、わかりやすい身振りなどを認知症高齢者のペースを考慮して取り入れ、会話やコミュニケーションの成功体験につながるような場の設定を行うことが、認知症高齢者の快の感情を引き起こす効果的な会話や動作であると示唆されている [5]。



図 4: 実験の様子 (介護施設)

在宅の認知症高齢者に対し、インタラクション実験を行った。実験の様子を図 5 に示す。介護施設での実験は、1 人の認知症高齢者に 30 分程度で行っていたが、この実験は 2 時間程度で行った。1 人の認知症高齢者に対し、長時間のインタラクションを行うことで、認知

症高齢者の特徴をより正確に把握することができ、介護施設での実験よりも認知症高齢者の記憶や快の感情を引き出すことができた。



図 5: 実験の様子 (在宅)

6 結言

本研究では、認知症高齢者と NAO のコミュニケーションの自動化を目指し、フェイスマスケール計測、動作認識、音声認識の 3 つを用いた自動会話システムを開発した。このシステムに関して、現段階では NAO が人間の反応に基づき、適切な発話を行うことができる確率は低い。今後の課題の一つとして、より反応の良い会話を実現したい。そのために、認知症高齢者の発言のボキャブラリーを増やす必要がある。また、認知症高齢者の発言の最中に頷きや、瞬きなどの相槌の動作をロボットに導入することが重要であると考えられる。引き続き認知症高齢者とのインタラクション実験を行い、適切な NAO の振る舞いを調査し、その結果を基により自然なケアを実現したい。

参考文献

- [1] Ryuji Yamazaki, Hiroko Kase, Shuichi Nishio, and Hiroshi Ishiguro. A Conversational Robotic Approach to Dementia Symptoms. In *Proceedings of 7th International Conference on Human-Agent Interaction*, pp. 110–117, 2019.
- [2] Eylem Şahin Cankurtaran. Management of Behavioral and Psychological Symptoms of Dementia. *Noropsikiyatri arsivi*, Vol. 51, No. 4, pp. 303–312, 2014.
- [3] 大川弥生. 介護分野における コミュニケーションロボットの活用に関する大規模実証試験報告書. Technical report, 国立研究開発法人 産業技術総合研究所, 2017.
- [4] Zhe Cao, Tomas Simon, Shih-En Wei, and Yaser Sheikh. Realtime multi-person 2d pose estimation using part affinity fields. In *The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, July 2017.
- [5] 高久範江, 高橋泰岳. 小型ロボットが認知症高齢者の精神面に与えた影響. みんなの認知症情報学会 第 2 回年次大会 (CIHCD2019), No. 7, September 2019.