

信頼関係構築を目的とした雑談ロボット

Chat Robot for Building of Trust Relationship

神原 誠之*¹

Masayuki Kanbara

*¹奈良先端科学技術大学院大学

Nara Institute of Science and Technology

This paper proposes a chat robot to build a trust relationship between a user and a robot through a continuous interaction in usual daily life. In order to build the trust relationship, the interaction robot records daily activity of user by interaction sensing, and chats with user while watching a TV program together. The robot finally makes behavior modification for healthcare by using the information of daily activities and the trust relationship.

1. はじめに

高齢化社会の到来により、独居高齢者の増加が深刻になる中、独居によるコミュニケーション機会の減少などの生活環境の悪化による身体機能の低下や、社会的なコミュニケーションの断絶が大きな社会問題になっている。内閣府の平成23年版高齢社会白書では、65歳以上の独居高齢者の約3割が、会話機会が2-3日に1度以下であり、さらには1割の高齢者は一週間に1回程度のコミュニケーションに限られている調査結果が報告されており、これらは認知症や虚弱の原因となるばかりか、生活の質そのものを低下させる要因となっている。このような背景から、生活の質を低下させることなく、社会参加を続けながら年齢を重ねていくアクティブエイジングの実現が社会的課題となっている。

高齢者のコミュニケーション不足による活動の低下を避ける手段の一つとして、高齢者に積極的な会話を誘導する傾聴ボランティアなどによる活動が挙げられるが、人手不足が深刻な問題となっている。高齢者の社会参加を目的として、ICT技術を活用して高齢者用のソーシャルネットワークサービス(SNS)を運用するなどの試みが行われているが、サービスそのものに魅力を感じないことやデジタルデバイスなどの抵抗感から継続的に利用されず、コミュニケーション機会の増加には至っていない。そこで、人間とコミュニケーションを図る対話ロボットにより、日常生活支援や高齢者のコミュニケーション活性化を行う試みが注目されている [Takahashi13]。しかし、人同士の対話のような魅力的な(おもしろい)発話文を生成することは困難であるため、単純な対話内容に飽きてしまい、継続的な対話は実現されていないのが現状である。

2. アクティブエイジングを実現するロボットとの協働生活環境

前述のとおり、単に高齢者へのコミュニケーション機会の提供を目的としたロボット対話の実現を試みた場合においても、それを実現する技術的課題は山積している。しかし、真に高齢者の生活の質を低下させることなく社会参加を続けながら年を重ねることを意味する「アクティブエイジング」を実現するに

連絡先: 神原 誠之, 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科, 〒630-0192 奈良県生駒市高山町 8916-5, kanbara@is.naist.jp



図1: バーチャルロボットとの対話の様子

は、単なるコミュニケーション機会の増加のみならず、高齢者の習慣的な生活行動を改善する「行動変容」を実現する必要がある。一般に、この行動変容をロボットとの対話により実現するためには、1) 適切な改善行動内容の決定、2) 改善行動実現への説得、が必要となるため、実現への技術課題の難易度がより一層高くなる。そのため、ロボットとの対話を通じて行動変容を実現された例はなく、実現されれば社会的効果は大きいと考えられる。本研究では、図2に示す通り、アクティブエイジングに向けた行動変容を目的として、日常的生活環境において対話ロボットがパートナーとして共存する協働生活空間の実現を試みる。この環境では、対話ロボットによる行動変容を実現するため、以下の研究課題の解決を目指す。

研究課題1: 人とロボットの信頼関係構築

研究課題2: 詳細な生活行動記録

研究課題3: ロボット対話による行動変容

まず、高齢者とシステムの間でのデジタルデバイドの壁を取り除くため、複雑な操作が必要なくシステムの利用が可能となるように、ロボット対話を実現する必要がある。さらに、より魅力的な自分から対話したくなるような対話を実現することで、ロボット対話の継続につながり、最終的には人とロボットの間の信頼関係の構築を試みる。アクティブエイジングに向けた、正確な生活行動改善内容を決定するために、図1に示すように、ロボットとの対話通じたさりげない日常生活行動記録を行う。本研究では、通常用いられる環境に設置するセンサや、高齢者が装着するセンサのみならず、パートナーとして協働生活をおくるロボットとの対話を通じて日常行動情報を収集する。それらは、通常のセンサでは計測が困難な、日常の生活行動の

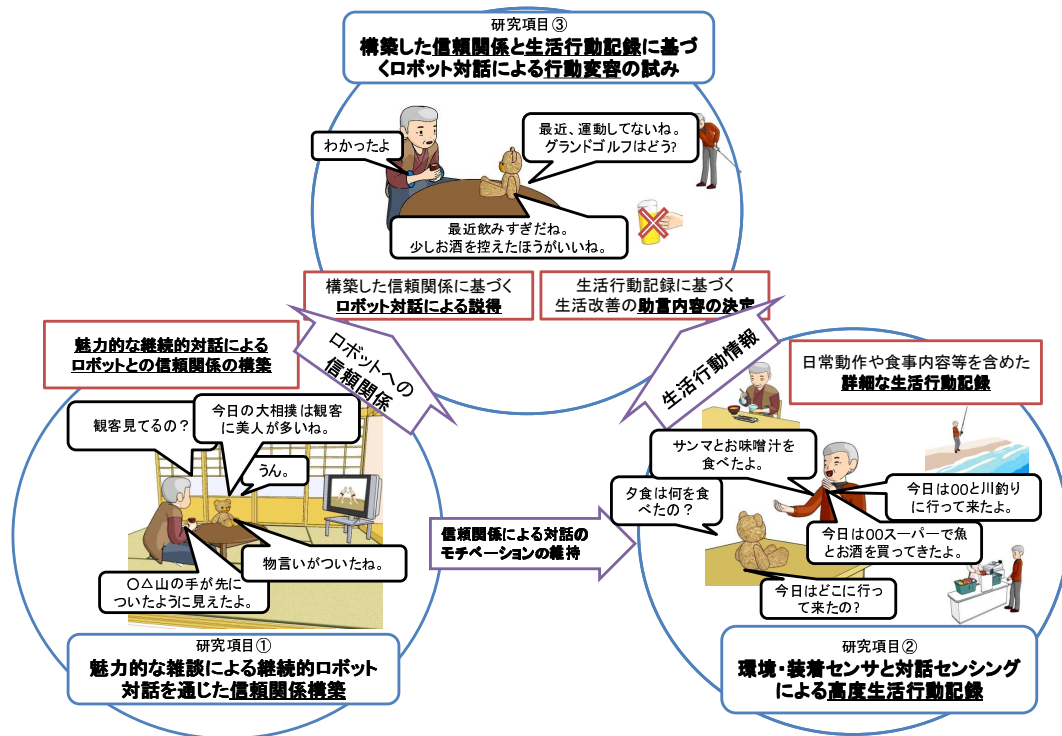


図 2: アクティブエイジングを実現するロボットとの協働生活環境

目的や内容、誰といたかなどの情報に加え、食事内容や味、さらには体調などをさりげない会話を通じて収集することが可能となる。

3. 人とロボットの信頼関係構築

現在、多くの対話ロボットが登場してきているが、自律的に雑談のような継続的対話を実現することは困難である。本研究では、図 3 に示すように日常生活において継続的に使用したくなるような雑談ロボット対話システムの継続的な利用を実現するために、ソーシャルメディアを利用した魅力的な発話文生成と、機械応答による応答性の高い対話を融合することで、機械応答のみでは実現困難な、思わず話したくなる魅力的な（おもしろい）対話システムを開発した [Minani 15]。人はスポーツのテレビ中継などのイベントと連携するソーシャルメディア（掲示板や SNS）の内容をもとに発話するロボットと対話を行う。人工的に生成した会話内容より魅力的で信頼性の高い内容で対話が可能となり、ロボットの人格形成を通して、人間とロボットの信頼関係の構築を試みた。

さらに、内容が魅力的であるが応答性が悪いソーシャルメディアを利用した発話文生成に加え、内容の面白さは低いものの、応答性の高い 3 種（反射反応、復唱、自動発話文生成）の機械応答を組み合わせることで、応答性と継続性（面白さ）を両立したロボット対話を実現した。平均発話数とアンケートによる主観的スコア（自然な対話ができただか、継続して対話したか）による評価実験より、提案システムを用いた場合の平均発話数の方が有意に多いことが示された。継続的なロボット対話を行った高齢者へのアンケートを通じて、システム（対話ロボット）との親しみ、信頼関係、ロボットによる説得に対する前向きな姿勢が生まれたことが確認された。

対話ロボットを用いて高齢者の意思の認識・改善行動の教示

を行うには、まず対話の継続を目的としたロボットの人格形成を実現し、その後、行動変容を目的とした改善行動の教示を実施する必要がある。本年度は、継続的な対話を想定した本学学生による対話実験および、習慣的な行動の変化を意味する行動変容を目的とした教示に関する基礎的検証を実施した。

継続的な対話を想定した本学学生による対話実験に関しては、ソーシャルメディアを用いた対話ロボットの人格形成と人との信頼関係構築に着手した。我々の研究グループは、これまでにイベント連携型ソーシャルメディアとして、スポーツのテレビ中継に連動した掲示板とデスクトップ型対話ロボットを利用した、発話機会を向上させる実証実験を行い、その結果、他人のコメントをあたかもロボットの意思のように発話することで、自然と発話機会が増えることが確認されており、システムの有効性が示されている。

まず、下記に述べる 2 つの方式の内、どの方式が最もロボットの人格形成の実現でき、人との信頼関係に貢献するかを明らかにすることを目標とする。本申請研究では、SNS を最大限活用し、発話機会を最大限引き出し高度な知識をもったかのようなロボットの振る舞いに関する実証実験を試みた。複数人存在する SNS の利用者のコメントを、いかに 1 台の対話型ロボットで表現し、ロボットに人格を形成するかが、自然な会話機会の提供の可否の重要な課題となる。本申請研究では、複数のユーザの意見を 1 台のロボットで表現するために、以下の 2 通りの振る舞いを検討し、主観評価実験により評価・考察を行う。

- 1) 読み上げ方式：SNS の内容をそのまま読み上げ
- 2) 複数台のロボットの利用

従来は単純な、予備実験では 1) 読み上げ方式で実験を行っており、発話機会の向上が確認されている。ロボットに人格を形成するために、上記表現方法を用いて実証実験を行い、発話回数の回数・頻度などの客観的なデータと、利用者の主観的な

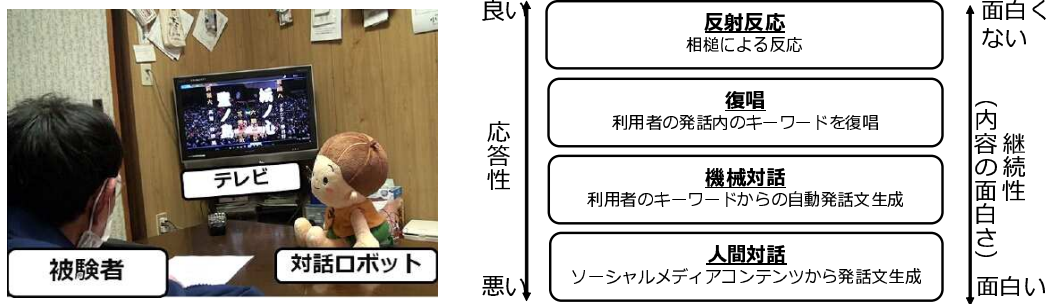


図 3: 左：対話ロボットを利用した雑談対話システムの例。右：対話ロボットを利用した雑談対話システムの例。ロボット対話の応答性と継続性（内容の面白さ）を両立するための、機械応答とソーシャルメディアの融合による対話。



図 4: 実験の様子（左から 1 人、単体ロボット、複数ロボット）

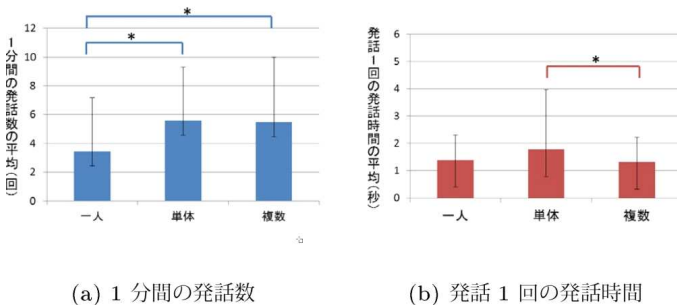


図 5: 単体・複数ロボットによるソーシャルメディア仲介の比較実験における被験者の 1 分間の発話数・発話 1 回の時間

意見を収集し、総合的に検証することで効果的な表現方法の検討を行う。これにより、人格が乗り移ったロボットとの継続的な会話によりあたかも人格が形成されたかのように意識され、信頼関係が生み出される予想される。

実験環境には、図 4 のような実験環境と同様の環境を用意する。20 代の本学学生 3 名を被験者として参加してもらい、被験者は普段通りテレビ番組を視聴しながら、提案システムを利用する。1 回の実験あたり 30 分間のテレビ番組視聴を行う。視聴中の様子を記録用にビデオカメラで撮影するが、撮影以外ではテレビ番組を自然に視聴できる環境を用意した。実験室内には、テレビ番組を視聴するためのテレビと机に対話ロボットを配置する。単体ロボットによるテレビ視聴には 1 台、複数ロボットによるテレビ視聴には 3 台の対話ロボットを用いる。

図 5 に、テレビ視聴形態の違いによる発話量の比較を行った結果を示す。テレビ視聴形態における 1 分間の発話数を分析す

るために分散分析を行った。その結果、一人・単体ロボット・複数ロボットでのテレビ視聴における 1 分間の発話数において有意な差であった。Bonferroni 法による多重比較を行った結果、単体ロボットが一人より有意に高く、複数ロボットが一人より有意に高かった。テレビ視聴形態における発話 1 回の発話時間では、一人・単体ロボット・複数ロボットでのテレビ視聴における発話 1 回の発話時間において有意な差があった。同様に Bonferroni 法による多重比較を行った結果、単体ロボットが複数ロボットより有意に高く、一人と単体ロボットの間、一人と複数ロボットの間には有意差が見られなかった。

比較実験では、単体ロボットによるテレビ視聴が最も発話量が良いことが分かる。これは、単体ロボットでは、被験者がロボットと一対一で対話するため、被験者に返事をしなければならないという強制力が働くことと考えられる。そのため、実験中の映像を確認すると、被験者が相槌を打つ場面が多く見られた。被験者が相槌しない場合は、ロボットが独り言を話しているだけだという印象を被験者に与えていることが考えられる。

一方、複数ロボットによるテレビ視聴では、ロボット同士のグループコミュニケーションに、被験者が参加する一対複数ロボット対話となる。ロボット同士が対話を勝手に行うことにより、被験者の発話の有無に関わらず、場の雰囲気が高まっているように被験者は感じることができる。その結果、被験者にポジティブな印象を与えている。しかし、ロボット同士で対話が終わってしまうことがあり、被験者の発話を促す強制力は単体ロボットよりも低いと考えられる。そのため、被験者の発話回数や無言の時間を確認し、一定期間発話が無い場合やロボットから疑問を投げかける場合に、ユーザに発話を促す動作を行うことで、単体ロボットの発話を促す強制力を持たせることができると推測される。その結果、単体ロボットのように被験者の発話を促しつつも、ロボット同士の対話によって場の雰囲気を良くすることができると思われる。

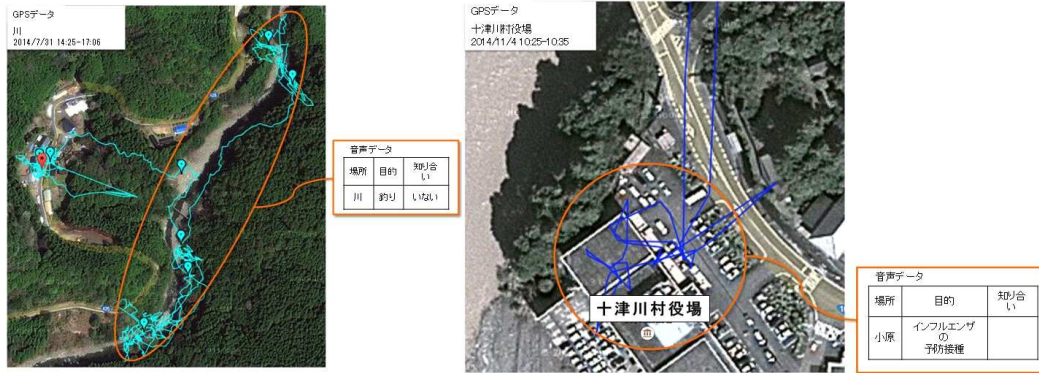


図 6: GPS 情報と対話センシングの併用による生活行動情報の高度化

ユーザ	日付	時間	場所	行動目的	知り合い
A	2014/6/15	17:00	裏の畑	じゃがいもを掘った	いない
A	2014/6/26	15:32	親戚の家	家の周りの下刈り	大勢の親戚
D	2014/6/27	13:43	コーナン	お買い物	
A	2014/7/27	8:42	ホテル昴	グランドゴルフ	たくさん
A	2014/7/31	14:25	川	釣り	いない
E	2014/8/23	17:53	十津川村高滝	お祭り	
E	2014/9/7	6:19	下市	野球観戦	
B	2014/11/4	10:57	小原	インフルエンザの予防接種	
A	2014/12/14	17:08	里芋の保存の ところ	里芋の保存するために穴を 掘った	いない
B	2014/12/30	0:02	クリーニング屋と 弟のところ	クリーニングの受け取り	いない
B	2015/1/6	18:56	樫原の病院		

図 7: 対話センシングによる外出行動情報の例

4. 詳細な生活行動記録

高齢者が装着したセンサによる GPS、加速度計測に合わせて、対話ロボットとしてスマートフォンに表示される CG エージェント（バーチャルロボット）による包括的な生活行動センシング手法を開発した。それにより、食事内容やそのおいしさ、誰が作ったのかなどのような食事情報、および外出の目的や誰と会ったのかなどのような日常生活における行動情報といった情報を包括的に記録することを試みた [Ishiguro 14, Hayashi 14]。「システムがロボットなどのエージェントを介して行ったユーザとの対話内容から、情報を得ること」を対話センシングと呼び、例えば、システムからの質問に対する回答や、雑談中のさりげない会話から情報を記録する。対話センシングを行う利点として、情報通信機器に不慣れな高齢者でも、複雑な操作を行うことなく、さらに、従来のようにセンサで取得できる情報のみならず、生活行動の内容や目的など、センサでは取得できない情報を取得し、キャラクターエージェントが高齢者に話しかけることで、意識せず包括的な生活行動記録を行うこと可能となる。

実験では、本研究で提案した生活行動記録システムを用いることで、高齢者がキャラクターエージェントと対話し、日常生活の状況や食事の状況など包括的に生活行動を記録することができるか検証を行った。被験者は奈良県吉野郡十津川村に住む 70 歳台から 80 歳台のスマートフォンを使用していない高齢者 5 名とし、1ヶ月から 7ヶ月（個人により期間差あり）の間、本システムを利用した。直接的な質問による情報収集と雑談機能を通じて得られた情報の件数は約 750 件で、そのうち、外出行動に関する記録を 190 件、食事行動に関する

記録を 135 件取得することが可能であった。図 6,7, に挙げるように、GPS などの装着センサだけでは推定困難である情報が取得可能であった。また実験結果から、それら情報のほとんどは直接的な質問の返答ではなく、雑談内の対話より得られるという結果となり、さりげない対話センシングが可能であることが確認された。

5. まとめと今後の課題

本研究では行動変容をロボットとの対話により可能とするために、1) 適切な改善行動内容の決定、2) 改善行動実現への説得を実現するために、人とロボットの信頼関係構築および、詳細な生活行動記録技術を紹介した。今後は、記録した生活行動記録に基づく改善すべき生活行動内容の決定、および、構築した信頼関係を利用した行動変容への説得を試みる。これにより、人間の生活習慣改善や高齢者の社会参加を目的とした行動変容を、対話ロボットで実現することが可能となり、ライフインベションを生む一助になることが期待できる。

参考文献

- [Takahashi13] 高橋 達, 神原誠之, 萩田紀博, “高齢者の発話機会の増加を目的としたソーシャルメディア仲介ロボット ~ 単体・複数台ロボットを利用したソーシャルメディア仲介実験 ~”, 信学技報, Vol. 113, No. 84, pp. 31-36, 2013.
- [Minani 15] 南 秀和, 川波 弘道, 神原 誠之, 萩田 紀博, “高齢者との対話継続を目的とした機械応答とソーシャルメディアを用いた対話ロボット”, 情報処理学会 研究報告エンタテインメントコンピューティング, pp. 58-61, 2015.
- [Ishiguro 14] 石黒景亮, 神原誠之, 萩田紀博, “食事行動予測に基づく食事情報記録支援と対話ロボットによる説得を利用したセルフモニタリング”, 信学技報, Vol. 113, No. 432, pp. 55-60, 2014.
- [Hayashi 14] M. Hayashi, M. Kanbara., N. Ukita. and N. Hagita “Physical Activity Estimation Using Accelerometer and Facility Information for Elderly Healthcare”, Proc. on 2014 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, pp. 673-677, 2014.