

アンドロイドによる高齢者のコミュニケーション支援

株式会社国際電気通信基礎技術研究所 石黒浩特別研究所 主幹研究員 にしお しゅういち
西尾 修一

株式会社国際電気通信基礎技術研究所 石黒浩特別研究所 研究員 みなと たかし
港 隆史

大阪大学大学院 基礎工学研究科 教授 いしくろ ひろし
石黒 浩
株式会社国際電気通信基礎技術研究所 石黒浩特別研究所 所長

1. はじめに

昨今の高齢者に関する「無縁社会」報道に代表されるように、高齢者の孤立化が社会的な問題となっている。高齢者の孤立化は生きがいの低下に加え、犯罪や孤立死など様々な問題を引き起こす原因となり得る。孤立化を防止することは、日本が世界に先駆けて直面している超高齢社会において安全・安心な社会を築く上でも重要である。また高齢者が他者と対話する機会を増やすことは、軽度認知障害 (MCI) も含めて450万人以上と推計され、今後も増加が予想される認知症の早期発見と、進行の抑制を図り、健康寿命を延長する上でも重要と言える。この対策として、地域の見守り活動などの方策が厚生労働省などにより推進されているが、社会構造の変化により地域社会の空洞化が進む現状では限界がある。

独居でなく、家族との同居や施設に入居している高齢者についても、労働力不足から、家族やスタッフと高齢者がコミュニケーションを十分に行うことは難しい。傾聴ボランティアが施設などを訪問して対話を行うこともあるが、頻繁に訪問し、時間を費やすことは困難である。まとまった時間がとれない、近くに施設がない、などの物理的な制限によって、ボランティア行動への意欲があっても従事できないケースも多いと考えられる。他者との交流の減少により、

高齢者は対話能力の衰退や認知症が進み、ますます対話を行うことができなくなっていく。コミュニケーションができないことから、高齢者のことが分からず、介護者の意欲が失われ、高齢者・介護者双方のQOLが低下する、という悪循環が生じていくと考えられる。

このような悪循環を解消するためには、従来の地理的近傍の人々による支え合いにとどまらず、情報通信技術による地理的な制約を超えた支援や、更には人工知能技術による新たな形のコミュニケーション支援が必要と考えられる。本稿では、遠隔操作型アンドロイド・ロボット「テレノイド®」による高齢者のコミュニケーション支援と、自律対話アンドロイドの研究を紹介する。

2. 遠隔操作型アンドロイドによる対話支援

テレノイドは人に似た外観を持ち、シリコン、ソフトビニルなどの柔らかい外皮で包まれた、全長約80cm、重さ約3kgのロボットであり (図1 (a))、遠隔地の人により操作される。抱きかかえて使用することで、遠隔地の他者と非言語的、身体的なコミュニケーションを可能とし、他者の存在を間近に感じられるテレノイドを用いることで、多くの人に短時間でも在宅でボランティアに参加する機会を提供することができる。このことによって、高齢者のコミュニケーション



(a) テレノイド



(b) 対話の様子



(c) デンマークでの様子

図1. 遠隔操作型テレノイドとその対話の様子



の機会を増やすことができるとともに、介護福祉士や家族など周辺の負担を軽減することができる。

テレノイドは、うなずく、発話にあわせて口を開閉するなど、コミュニケーションを行う上で必要最小限の動作に限定されており、また遠隔操作システムは、情報通信技術、音声処理技術などを駆使し、ロボットやパソコンなどの機器に不慣れな人でも簡単に操作できるものとなっている。このことで、簡易な操作で効果的に意図を伝えることができ、同時にロボットの軽量化、低コスト化、運用性の向上を実現している。ヘッドセットをかぶり、ノートパソコンの画面に向かって話しかけるだけで、テレノイドの頭が動き、唇は発話に応じて動く。インターネット接続さえあれば、いつでも、どこからでも操作できる。テレノイドの奇妙な外観に、初見ではとまどいを感じる人も多いが、テレノイドを介した対話を行うにつれて、急速に順応することが分かっている^[1]。高齢者の場合、この傾向は更に著しく、初見からテレノイドに対する高い親和性を示すことも分かっている。特にアルツハイマー型の認知症高齢者は、初見からテレノイドを抱きしめ、対話に熱中する、予定時間を過ぎててもテレノイドを離そうとしない、など強い愛着を示すことが多い。これまでの国内の高齢者施設での実験では、うつ傾向で介護スタッフの直接対面での呼びかけにも無反応な人が、テレノイドを前にと自ら話しかけるようになったり、暴言や介護への抵抗など、認知症の周辺症状(BPSD)を示す人が、テレノイドとの対話が進み、関心を増してくるにつれて次第に穏やかになるケースなど、テレノイドを介した対話を通じて態度変容が数多く見られている。

このようなテレノイドの効果は、日本だけではなく、欧州でも確認されている。日本と同様に社会の高齢化と医療・介護費の増大という問題を抱えるデンマークでは、高齢者の生活の質の向上と費用の抑制の双方の観点から、多くの先進的な福祉政策が実施されており、日本の福祉政策への影響も大きい。また、デンマークでも高齢者の孤独が問題になっている。大規模施設からの転換がその一因になっているとも言われるが、人口の大都市への集中などの近代化や、個人々の強い独立性などの民族的な性質などもその背景にあると考えられる。

我々はデンマークでも、複数の介護施設や独居高齢者宅にてテレノイドを設置し、介護スタッフらの協力の下でテストを行ってきたが、高齢者の反応は日本での様子とほとんど変わらず、テレノイドを抱きかかえて会話を楽しんでいる^[2]。例えば、介護施設に併設されたアパートで一人暮ら

しの元国語(デンマーク語)教師のP氏(75歳)は、テレノイドに本を見せながら書籍や詩集について熱心に話したり、一緒にテレビを見たりしていた。認知症ではない90歳のV氏は、テレノイドと話しながら、ピアノを弾いて聞かせたり、花瓶の花を見せたりしていた(図1(c))。いずれの場合も、独居宅では会話が数十分にも及び、操作者が疲れて制止しないと、いつまでも話している様子がしばしば見られた。

3. 自律対話アンドロイドを目指して

これまで述べてきたように、遠隔操作型アンドロイドは、人との親和性の高いコミュニケーションメディアとなることが明らかになってきた。人々がアンドロイドを対話相手として受け入れることから、ロボットの発話が操作者によるものか、自律的に生成されたものかの区別がつかないのであれば、自律的な対話機能を有するアンドロイドも対話相手として受け入れられると考えられる。遠隔操作型アンドロイドは、既存のメディアよりも人々の対話意欲を引き出すなどの効果を有するが、遠隔操作を行うヒューマンリソースは常に必要である。アンドロイドが自律的に人々と対話できるならば、ヒューマンリソース的に更に効果的なメディアとなる。

そこで、次の課題は、人と自律的に対話可能な人型ロボットの実現となる。歩行や様々な作業が人型ロボットによって実現できるようになってきている現在、人との対話能力が大きな課題である。人と言語的対話を行うエージェントシステムとしては、IBMの「Watson」^[3]のようにビッグデータを利用した対話システムの研究が進んでいるが、そのほとんどは一問一答の対話にとどまっていたり、複数ターン続く対話を実現するシステムも、ほとんどはバスの運行案内^[4]などのある目的に向かって行われるタスク対話にとどまっており、高齢者とテレノイドとの対話のようなオープンな雑談対話を続けることができるシステムは、十分に研究が進んでいるとは言えない。近年になって、NTTドコモの「しゃべってコンシェル」^[5]のように、ビッグデータを利用して雑談対話を行うシステムが実現されつつあるが、人とロボットの自然なコミュニケーションを実現するには、言語情報だけでなく、非言語情報の両者を利用したマルチモーダルなシステムを開発しなければならない。例えば、既存の雑談システムの出力を音声に変換してロボットに発話させるだけでは、自然な対話やロボットとの対話感を十分に実現することはできない。人型ロボットで対話機能を実現するメリッ

トは、ロボットによるジェスチャや表情の表出など、多様な非言語情報が利用できることであるが、それが故に、多様な非言語情報の表出を含めて人らしく人と関わる自律型ロボットの実現がチャレンジングな課題となる。

現在、著者らの研究グループは、人に酷似したアンドロイドロボットを用いて、自律対話可能なロボットの実現に取り組んでいる。人のような柔軟な運動を可能にするアクチュエータの開発や、人らしい対話を実装するためのシステム開発など様々な課題に取り組んでいるが、対話機能においては、a) 対人場面及び、b) 社会的場面における自然な対話の実現を課題として取り組んでいる。

3.1 対話生成の階層モデル

対人場面における自然な対話の実現における困難な問題の一つは、上述したように、自然言語を用い、かつ非言語情報も含めて、複数ターン続く自然な対話を実現することである。そのために、遠隔操作によってアンドロイドが人間として自然に振る舞う中で対話パターンの収集を行う。その際、感情表現、視線行動、ジェスチャなどの非言語情報も同時に収集し、それら大量のデータに基づいて、対話生成を行うシステムを構築する。完全にオープンな雑談的対話を実現することは困難であるため、まずは状況(対話内容)を限定することで言語・非言語的に人らしく対話できるアンドロイドの実現を目指す。しかし、単にビッグデータに基づく対話生成だけでは、人との対話のような、より複雑で人間らしい行動や発話を生成することができないと考えている。そのため、より人間に近い仕組みとして、基本的欲求とそれから発生する意図、更に意図から発生する言語・動作というように、対話生成においても従来の移動ロボット研究等で利用されてきた行動決定の階層モデルを

導入する(図2)。この階層モデルに従って、収集したデータを機械学習によって分類し、言語生成における問題を解決するとともに、意図を感じさせる人間らしい対話が可能な自律型ロボットを実現する。

3.2 欲求・意図モデルを利用した社会的対話

対人場面における対話を実現するだけでは、ロボットは十分に人らしくはならない。人がより人らしくなるのは、複数人が関わり合う社会的場面である。対人場面と社会的場面における最も大きな違いは、安定な人間関係の形成において、相手の意図や欲求を推定する必要があることである。対人場面では、言語を用いた対話を円滑に行うために、自らの意図に基づき対話を生成する階層モデルが必要であるが、社会的場面では、相手が用いる階層モデルに表現されている、相手の意図や欲求をその振る舞いから推定することが必要となる。この研究では、ロボット自らが持つ階層モデルと相手の振る舞いから、相手の意図や欲求を推定する機能を実現することを目指す。

逆に、安定な関係が一旦形成されれば、発言内容や振る舞いに曖昧性があっても対話が円滑に進むことがある(例えば、自分と同意見の第三者が相手の話に同意しているのを見ると、自分も同意している気になって話を進めてしまうように)。したがって、複数のロボット間の関係をうまく操作することによって、人と複数ロボットの対話を円滑に進めることができると考えられ、社会性を利用した対話の円滑化原理についても研究を進めている。

4. おわりに

本稿では、高齢者のコミュニケーション支援に寄与し得るものとして、遠隔操作型アンドロイド「テレノイド」と、ア

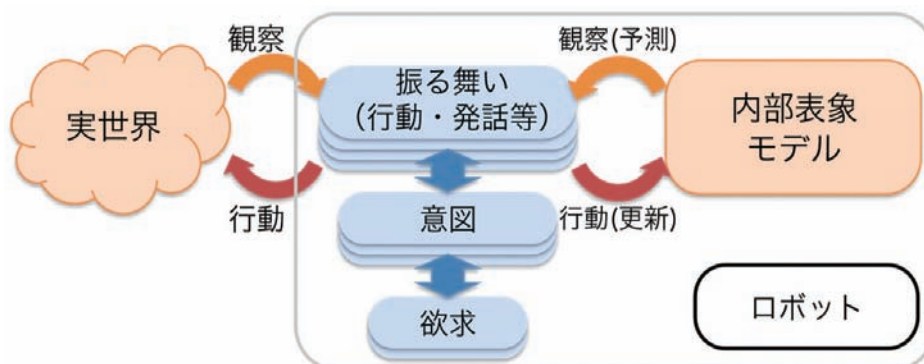


図2. アンドロイドの対話生成における欲求・意図・行動モデル



ンドロイドに自律的な対話機能を持たせようとする研究を紹介した。テレノイドはすでにコミュニケーション・サービスの事業化が発表されており、国内でのサービス開始が間近となっている。またデンマークにおいても、サービス化の検討が始まっている。

テレノイドは現状では遠隔操作が必要なため、24時間いつでも対話できるわけではない。高齢者に対話のきっかけを与え、対話したいという意欲を向上させることが主目的となる。一方、自律対話可能なアンドロイドの研究が進むことで、いつでも対話を楽しむことができるようになり、またアンドロイドが高齢者の会話を支え、他の人とのコミュニケーションを仲立ちするなどの活用も考えられる。アンドロイドが外見の人らしさだけでなく、欲求、意図、感情、知性、社会性という内的な人らしさをも理解できるようになることで、単なる情報の伝達だけではなく、真に人らしいコミュニケーションに寄与できることが今後期待される。

本研究の一部はJST, CREST及びJST, ERATOの支援により行われたものである。

※「テレノイド」は株式会社国際電気通信基礎技術研究所の登録商標である。

参考文献

- [1] Ogawa, K., Nishio, S., Koda, K., Balistreri, G., Watanabe, T., & Ishiguro, H. (2011). Exploring the natural reaction of young and aged person with telenoid in a real world. *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, 15, No. 5, 592-597., July.
- [2] Yamazaki, R., Nishio, S., Ishiguro, H., Nørskov, M., Ishiguro, N., & Balistreri, G. (2014). Acceptability of a teleoperated android by senior citizens in danish society : A case study on the application of an embodied communication medium to home care. *International Journal of Social Robotics*, 6, No. 3, 429-442.
- [3] David Ferrucci, Eric Brown, Jennifer Chu-Carroll, James Fan, David Gondek, Aditya A. Kalyanpur, Adam Lally, J. William Murdock, Eric Nyberg, John Prager, Nico Schlaefer, Chris Welty, Building Watson : An Overview of the DeepQA Project, *AI Magazine*, Vol. 31, No. 3, pp. 59-79, 2010.
- [4] 安達史博, 河原達也, 奥乃博, 岡本隆志, 中嶋宏, VoiceXMLの動的生成に基づく自然言語音声対話システム, 情報処理学会研究報告, SLP-40-23, pp. 133-138, 2002.
- [5] 大西可奈子, 吉村健, コンピュータとの自然な会話を実現する雑談対話技術, NTT DoCoMoテクニカル・ジャーナル, Vol. 21, No. 4, pp. 17-21, 2014.
- [6] Hideki Kozima, Cocoro Nakagawa, Yuriko Yasuda : Interactive Robots for Communication-Care : A Case-Study in Autism Therapy. *Proc. of IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, pp. 341-346, 2005.