

チューリングテストに基づく自動相槌システムの研究

A Research for the Automatic Nodding System based on Turing Test

宇野 弘晃^{*1}
Hiroaki Uno

田中 一晶^{*1*2}
Kazuaki Tanaka

中西 英之^{*1}
Hideyuki Nakanishi

^{*1} 大阪大学大学院工学研究科 知能・機能創成工学専攻
Department of Adaptive Machine Systems, Osaka University

^{*2} 科学技術振興機構 CREST
CREST, Japan Science and Technology Agency

In this study, we investigate a method to give an autonomous robot a human likeness in reference to a remote control humanoid robot reproducing a person's body movement in real time. We focused on nodding as physical movement in talking and built the automatic nodding system which automatically performs making nods for person's utterances to be used as an autonomous robot. We conducted experiments to talk only with the autonomous robot and experiments talk with the autonomous robot after talking with a remote control robot. As a result, the experience of talking with a remote control robot strengthened the sense felt by subjects who is talking with the autonomous robot as if he/she talks with a person.

1. はじめに

近年、人と対話できる自動システムの研究開発が進んでいる。その一例として人に酷似した外見を持つロボットや、携帯電話などに搭載されている音声認識を行い適切な答えを返す対話エージェントなどがある。このように外見や対話のクオリティを上げることで、自動システムとの対話で人と話しているかのような感覚を得ることができると考えた開発が多く行われているが、本研究では自動システムのクオリティの向上ではないアプローチで人と話している感覚を得る方法を探る。

自動システムではないが、ロボットを人のように感じさせる遠隔操作ロボットがある。遠隔操作ロボットとは遠隔対話メディアのひとつであり、遠隔地にいる対話相手の身体動作を伝達することで音声のみの通話より対話相手の存在感を強化することが分かっている[Sakamoto 07][Tanaka 12]。このことはロボットと対話相手を同一視することで起こっていると考え、これを応用しロボットを人のように感じさせればロボットが自動で動いていても人と話している感覚になるのではないかと考えた。

2. 自動相槌システムの構築

2.1 ヒューマノイドロボット

本実験では遠隔操作ロボットおよび自律ロボットとして Telenoid R2[Ogawa 11]を使用した。このロボットの腕部は人の腕と比べて短く左右それぞれ 1 自由度しかないため、操作者の身体動作の再現が困難なことから、本研究では相槌に注目することで頷きの動作に腕部の動きは大きな影響を持たないことを理由に腕部は取り外している。また、人の眼球の動きを取得することが難しいため、ロボットの眼球は固定している。そのため、全体としては口:1、首:3 の合計 4 自由度となっている。本研究ではコミュニケーションメディアとして利用するため、被験者が自然な対話を行えるよう灰色の服を着用させている。

遠隔操作ロボットとして使用する際は、顔追従システム Face API を用いて操作者の顔の傾きや口の開き具合などを検出しその動きを反映させた。自律ロボットとして使用する際は、後述す

る自動相槌システムを用いた。

2.2 自動相槌システム

本研究では会話中の身体動作を含む行動として相槌に着目し、実験を行うために自動相槌システムを構築した。頷きのタイミングに関しては多く研究されているが[Lee 10][Ogawa 00][Watanabe 04]、ユーザの発話を音圧で検出し、音圧の途切れを発話の途切れとみなして相槌を行うシステムを設計した。

頷きのモーションは予め作成したモーションを再生するものとし、相槌の音声は実験者の音声を録音したものをを用いた。

2.3 モーションチューリングテスト

自動相槌システムの評価には、本研究室の提案するモーションチューリングテストを用いた。通常のチューリングテストはテキストチャットによる対話を行い、その相手が人か機械かを判断する。モーションチューリングテストは身体動作を含む対話を行い、その相手が人か機械かを判断する。予備実験として自動相槌システムのモーションチューリングテストを行い、システムの評価および改良を行った。

3. 実験

3.1 仮説

遠隔操作ロボットを用いた対話は音声通話よりも相手と対面で話している感覚を強化する[Sakamoto 07][Tanaka 12]。しかし遠隔操作ロボットは、その動きが本当に対話相手の身体動作を再現しているかどうか分からないため、対話相手の身体動作を再現するロボットであることが分かっていたら、人の身体動作に似せた動きを再現することで、自動で動いていても人のように感じられると考え、次の 2 つの仮説を立てた。

仮説1 遠隔操作ロボットであることが分かっていたら、それが自動で動いていても人のように感じることができる。

仮説2 自律ロボットとの対話において、ロボットを人のように感じることができれば、音声のみの自動システムとの対話より人と話している感覚が強化される。

3.2 実験方法

前節の仮説は2つの要因を含んでいる。

実体要因:実体要因は目の前に身体動作を提示する実体, すなわちロボットの有無である。実体なし条件ではロボットの代わりにマイクを置きマイク条件とした。

経験要因:経験要因はロボットが遠隔操作ロボットだと分かっているかどうかである。経験あり条件では実験の前に遠隔操作ロボット経験フェイズを設けて, 遠隔操作ロボットを用いた対話を経験させる。

これらの要因を調べるために, 次の4つの条件を設定した。

**経験なしマイク条件, 経験なしロボット条件,
経験ありマイク条件, 経験ありロボット条件**

遠隔操作ロボットを用いた対話経験の有無による差異は同一被験者で調べることができないため, 経験なしマイク条件と経験なしロボット条件を行う実験 A と, 経験ありマイク条件と経験ありロボット条件を行う実験 B の2つの被験者実験を行った。被験者は大学の近くに住む大学生を対象にし, 実験 A を6名, 実験 B を5名に対して行った。

実験の様子を図1に示す。被験者は椅子に座りタスクを行う。本研究では相槌に着目しているため, 被験者が1分半から2分程度の意見を述べ, それに対して相槌が返されるというタスクを設定した。マイク条件では被験者の前にマイクが置かれており自動相槌システムから音声のみの相槌が行われる。ロボット条件では被験者の前にロボットが置かれており, 音声の相槌と同時にロボットが頷き動作も行う。

実験 A ではそれぞれの被験者にマイク条件でのタスクとロボット条件でのタスクを1回ずつ実施し, 各タスク後にアンケートに回答させた。各条件のタスクを行う順番は偏りが出ないように計画した。

実験 B ではそれぞれの被験者に遠隔操作ロボット経験フェイズを実施した後, マイク条件でのタスクとロボット条件でのタスクを1回ずつ実施し, 各タスク後にアンケートに回答させた。各条件のタスクを行う順番は偏りが出ないように計画した。

3.3 遠隔操作ロボット経験フェイズ

経験要因を比較するため, 経験ありマイク条件, 経験ありロボット条件を行う実験 B では実験の前に被験者に遠隔操作ロボットを用いた対話を経験してもらう遠隔操作ロボット経験フェイズを設けた。

遠隔操作ロボット経験フェイズでは, ロボット条件の実験と同じ環境で被験者に「別の部屋にいる実験者が意見を聞いておりロボットは実験者の動きを反映して相槌を行う」と説明しタスクを行うロボット経験ステップと, マイク条件と同じ環境で被験者に「別の部屋にいる実験者が意見を聞いており相槌を行う」と説明しタスクを行うマイク経験ステップを実施した。各ステップの順番は, その後に行う実験と同じ順番で行った。

本実験では各実験間での相槌のクオリティを統制するため, 遠隔操作ロボット経験フェイズでも遠隔操作ではなく自動相槌システムを用いてロボットに相槌を行わせた。

3.4 アンケート

アンケートでは実験に関して被験者が抱いた印象の度合いについて質問した。全7段階のリッカート尺度を用い, 1:全くあてはまらない, 2:あてはまらない, 3:ややあてはまらない, 4:どちらともいえない, 5:ややあてはまる, 6:あてはまる, 7:非常に



図1 実験の様子

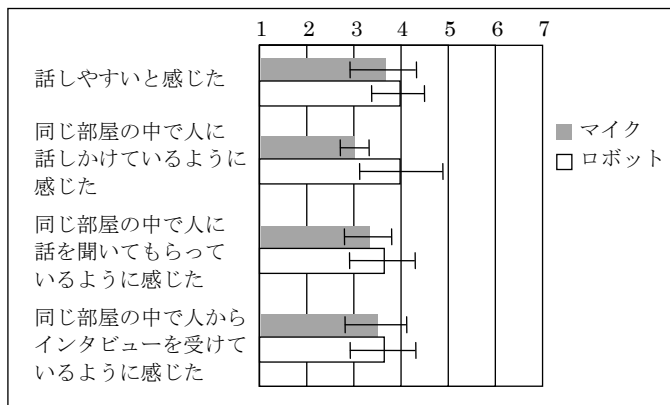


図2 経験なし条件のアンケート結果

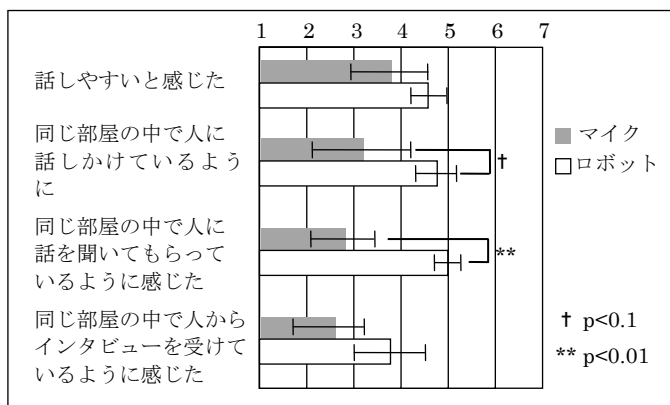


図3 経験あり条件のアンケート結果

あてはまる, に対応させた。アンケートの項目は以下の通りである。

- 話しやすいと感じた。
- この質問では, 被験者が話しやすさを感じたかどうかを調べた。
- 同じ部屋の中で人に話しかけているように感じた。
- 同じ部屋の中で人に話を聞いてもらっているように感じた。
- 同じ部屋の中で人からインタビューを受けているように感じた。

これらの質問では, 被験者が実際に同じ部屋の中で人と対話しているような感覚になったかを調べた。

4. 結果および考察

アンケートの結果を図2, 3に示す。

経験なし条件では, すべての項目で実体あり条件の平均が実体なし条件の平均より高くなっているが, これを対応のある t 検定で分析した結果, どの項目にも有意な差は見られなかった。経験あり条件でもすべての項目で実体あり条件の平均が実体なし条件の平均より高くなっている。同じく対応のある t 検定で分析した結果, 「同じ部屋の中で人に話を聞いてもらっているよ

うに感じた」の項目に有意な差が見られた($t(4)=-5.8797, p<.01$). また「同じ部屋の中で人に話しかけているように感じた」の項目は有意傾向であった($t(4)=-2.3591, p<.1$).

これらのことから、遠隔操作ロボットを用いた対話を行っていただければロボット条件とマイク条件に差はないが、遠隔操作ロボットを用いた対話を行っていただければロボット条件において人と話しているような感覚が強化されたことが分かった。これは遠隔操作ロボットを用いた対話の経験が自律ロボットとの対話で人と話している感覚を強化していることを示しており、仮説を支持する結果である。

遠隔操作ロボット経験フェイズにおいて、被験者には遠隔操作ロボットを用いた対話であると伝えて実際には自動相槌システムを用いたが、経験フェイズ後に実施した「先ほどの実験では、別の部屋に人がいて、あなたの話を聞いていた」という項目を「はい」または「いいえ」で答えさせるアンケートにおいて「いいえ」と答えた被験者はいなかった。また、実験後のインタビューにおいても経験フェイズにおける違和感があったかを尋ね、デブリーフィング後にも再度確認を行ったが、経験フェイズで自動相槌システムを用いていたことに気付いていた被験者はいなかった。このことから経験フェイズにおいて自動相槌システムを用いた影響はなく、自動相槌システムは人が行っている相槌だと思わせる相槌を行えることが分かった。

5. おわりに

本研究では、自律ロボットとの対話で人と話しているように感じさせる方法として、同じデザインの遠隔操作ロボットを用いて一度ロボットと人を同一視させる方法を提案し、検証する実験を行った。その結果、遠隔操作ロボットを用いた対話の経験が、同じデザインの自律ロボットとの対話で人と話している感覚を強化することが分かった。

謝辞

実験に協力していただいた塩崎恭平氏に深く感謝する。本研究は、若手研究(A)「テレロボティックメディアによる社会的テレプレゼンスの支援」、基盤研究(S)「遠隔操作アンドロイドによる存在感の研究」、JST CREST「人の存在を伝達する携帯型遠隔操作アンドロイドの研究開発(研究領域:共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築)」、グローバルCOEプログラム「認知脳理解に基づく未来工学創成」からの支援を受けた。

参考文献

- [Sakamoto 07] D.Sakamoto, T. Kanda, T. Ono, H. Ishiguro and N. Hagita: "Android as a Telecommunication Medium with a Human-like Presence", Proceedings of the ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction, HRI '07, pp. 193-200, (2007).
- [Lee 10] J. Lee, Z. Wang, S. Marsella: "Evaluating models of speaker head nods for virtual agents", Proceedings of the 9th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems: volume 1 - Volume 1, AAMAS '10, pp. 1257-1264, (2010).
- [Ogawa 00] H. Ogawa, T. Watanabe: "InterRobot: a speech driven embodied interaction robot," Robot and Human Interactive Communication, 2000. RO-MAN 2000. Proceedings. 9th IEEE International Workshop on , vol., no., pp.322,327, (2000)
- [Ogawa 11] K. Ogawa, S. Nishio, K. Koda, K. Taura, T. Minato, T. Carlos Ishii, and H. Ishiguro: "Telenoid: Tele-presence android for communication", ACM SIGGRAPH 2011 Emerging Technologies, SIGGRAPH '11, 15:1-15:1, (2011).
- [Watanabe 04] T. Watanabe, M. Okubo, M. Nakashige, R. Danbara: "InterActor: Speech-Driven Embodied Interactive Actor", INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMAN-COMPUTER INTERACTION, 17(1), 43-60, (2004)
- [Tanaka 12] 田中一晶, 山本健太, 尾上聡, 中西英之, 石黒浩: "「実体」は存在感を強化するか: ロボット会議がビデオ会議を代替する可能性", 情報処理学会研究報告, (2012).