

共感するロボットとのインタラクション

Interaction with a Sympathetic Robot

西田 亮輔¹ 長井 隆行² 大森 隆司³ 尾関 基行⁴ 岡 夏樹⁴
Ryosuke Nishida¹ Takayuki Nagai² Takashi Omori³
Motoyuki Ozeki⁴ Natsuki Oka⁴

¹ 京都工芸繊維大学工学科学部

¹ School of Engineering and Design, Kyoto Institute of Technology

² 電気通信大学知能機械工学専攻

² Dept. of Mechanical Engineering and Intelligent Systems, The University of
Electro-Communications

³ 玉川大学工学部

³ School of Engineering, Tamagawa University

⁴ 京都工芸繊維大学大学院工学科学研究科

⁴ Graduate School of Science and Technology, Kyoto Institute of Technology

Abstract: Sympathy gives a great boost to interaction, and leads to a lively and long-lasting conversation. The goal of this study is to build a robot that can create sympathetic relations with a human. In order to realize this, we plan to make a robot that is equipped with the intensity of its sympathy. The intensity varies according to the action of the interaction partner, and has an effect on its own actions. This paper describes our overall research plan and its first step.

1 はじめに

共感とは、他者と自分の感情を共有することである。例えば、自分が対話している相手が悲しい表情をすると自分も悲しくなったりなど、他人のことをまるで自分のことのように感じ、相手と同様の行動をとるのがその共感にあたる。実世界の例でいうならば、バラエティ番組を見ているときの笑いや、他者が泣きながら話す悲しい話を聞いているときの笑い泣きなどがこの共感にあたる。

共感というものは、両者が他方に影響しあい歩み寄るものであるため、「共感」を持ったロボットが、人間と学習やインタラクションを行えば、より円滑にコミュニケーションを行うことができる。またこれは、人間とロボットのより長期的なコミュニケーションにもつながる。

近年注目されているミラーニューロンシステムは、共感にも密接にかかわっている可能性が高い。ミラーニューロンとは、霊長類の頭頂葉など脳の一部において、他者の行動を見たときに、まるで鏡のように自分が行動しているかのように活発化する神経細胞（ニューロン）のことを言う。現在、細胞単位でその存在が確認されている動物はマカクザルのみである [1]。しかし、

Fadiga らによる、ヒトが他者の行動を観測したとき、脳のミラーニューロン領域と強くつながっている運動野も活動することを、経頭蓋磁気刺激法（TMS）により明らかにした研究 [2] や、Iacoboni らによる、ヒトが他者の行動を観測したとき、自身が実際に行動したときとの両方で上頭頂葉と下前頭回が活動することを、機能的核磁気共鳴画像法（fMRI）により示した研究 [3] もあり、ヒトの脳にもミラーニューロンは存在すると考えられている。また、前頭葉に存在する下前頭回の大脳皮質などの、ミラーニューロンが存在しているとされる脳領域は、自身の情動だけでなく他者の情動を観察する際にも反応を示すという研究 [4] がある。これらのことから、ミラーニューロンシステムは行動面でも感情面でも、共感と密接にかかわっていると考えられる。

人は相手のどのような行為に対して共感するかについては、先に述べた笑い泣きや、相手と同じ行動をして互いに一体感を持つことなどがそれに当たると考える。また小嶋らは乳幼児とロボットのインタラクション実験を行い、実験を行うにつれて子どもたちはロボットの行動が自身の行動に随伴していることに気づき、それにより、より深く共感的コミュニケーションに入っていくことを示した [5]。

2 研究目的

本研究の目的は、共感の度合い（共感度）に応じて相手の行動を模倣するロボットを作成すること、またそのロボットを用いて人とのインタラクション実験を行い、ロボットの共感度の変化の仕方や、共感機能が人とのインタラクションに与える効果を明らかにすることである。

3 関連研究

日下らは、RNN（リカレントニューラルネットワーク）を備えた2体のロボット間における、身体性に基づいた動的コミュニケーションの創発方法を提案した[6]。日下らの研究では、コミュニケーションに用いるサインをあらかじめ用意しておくのではなく、動的にその行為と解釈を獲得させる手法が示されている。この実験は、他者行為の模倣を実験で扱ったという点と、またその行為の解釈にミラーニューロンシステムを用いている点で、本研究と非常に関連が深いと考えるが、共感に着目していない点、ヒューマンロボットインタラクションではなくロボット間のやりとりを分析したという点で、本研究と異なっている。また鳴海らは、人間がロボットと共感した際、ロボットの意図、目的をよりの確に理解する傾向があることを明らかにした[7]。ロボットが人間に対し共感を誘う発話を行い、人間がロボットの行動をより理解しやすい状態になることを目指したもので、共感を起こしやすい「感覚的発話」を行ったとき、共感を起こしにくい「情報発話」を行った時よりも人間はロボットとのインタラクションに引き込まれ、ロボットの意図や目的をより理解しやすくなったことを示している。しかしこれは、人間側がロボットに共感した場合を調べた実験であり、ロボット自身に共感を獲得させているものではなく、両者の感情が互いに近づくという「共感」を目指すものとしては、十分ではないと考える。

これらを踏まえ、本研究では、共感するメカニズムをロボットに組み込み、インタラクションを通じて、人とロボットの間共感状態を作り出すことを目指す。

4 提案手法

4.1 全体構想

ロボット内部に共感の度合い（共感度）を設定し、この共感度が高まると相手の行動（発話も含む）と同じ行動をロボットがとる傾向が増し、また、相手の行動に対するロボットの随伴的応答が増加するように設計する。

ロボットの共感度は、次の諸要因により変化するとする。

1. 相手がロボット（自分）の動作を模倣する度合い
2. ロボット（自分）の動作に対する相手の動作（発話も含む）の随伴性
3. アイコンタクトの度合い
4. 相手の発話における終助詞「ね」（共感を誘発させる用法）の使用頻度
5. 相手の発話の韻律情報として表れた心的態度

共感度が高まったロボットは、相手の行動（発話も含む）に現れた上記3.、4.、5.の性質も模倣することになる。人の側の共感度も上記の1.から5.と類似した要因により変化すると仮定すると、共感度の高まりによるロボット側の行動変化は人の側の共感度を上げる方向に働くことになる。こうして生じる人の側の行動変化は、さらに、ロボット側の共感度を上げる方向に働くはずである。そのイメージ図を、図1に挙げる。

4.2 研究の第一段階の進め方

研究の第一段階は次のように進める。まず、ロボットはNao（上半身のみ）を使用し、人の動きはKinectで検出する。よって、主な動作の対象は、頭と腕の向き、角度とする。また、ロボット内部に設定する共感度は、2. ロボット（自分）の動作に対する相手の動作（発話は含まない）の随伴性—だけによって決まるとする。これは、ロボットの動作開始から、または、ロボットの動作終了から、人の動作開始までの遅れ時間を計測し、随伴性の指標とするものである。これには、人の微細な動きは除外する必要があるため、ある程度の大きさを超える動作を対象に、人の動作開始時刻を判定する。ロボットの共感度が高まると相手の行動（発話は含まない）と同じ行動をロボットがとる傾向が増すように設計する。模倣以外の自発的なロボットの行動は、あらかじめ適宜定めておく。また、人間の動きを単純に模倣するロボットとの違いを表すため、共感度が高まりきった状態でも、100% 模倣してしまうことはないように設計する予定である。この第一段階では、相手の行動に対するロボットの応答の随伴性は変化させない。

人とのインタラクション実験に用いるタスクは、次のようなものを計画している。実験協力者には、「バンザイやガッツポーズをロボットに教えてください」と伝える。ロボットの共感機能については、実験協力者

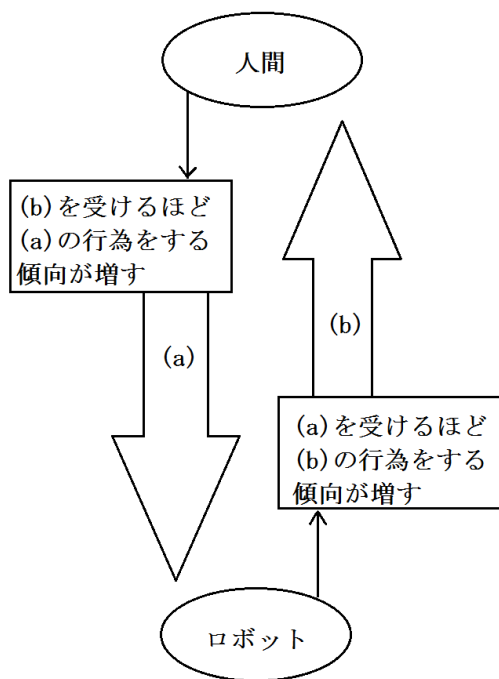


図 1: 相互に共感度を高めあうやりとり

には伝えない。予備実験の結果に応じて、何らかの対話をするタスクなど他のタスクへの変更や、それらとの比較実験も計画する。

5 今後の展望

本稿では、共感するロボットの作成と、それをを用いたインタラクション実験に向けた計画を述べてきた。今後の課題として、ロボットが相手の人側の行動を模倣した際、それが模倣とわかるようなロボットの行動設計と実験設定を考える必要がある。相手が右手を上げたら自分は左手を上げる鏡像模倣が適切か、右手に対し自分も右手を上げる解剖模倣が適切かなどについてや、ロボットの動きに対する人側の随伴的な動きを共感度の変化の要因とする際の、適切な遅れ時間についても調べたい。

参考文献

- [1] Rizzolatti, G., Craighero, L.: “The mirror-neuron system”, *Annual Review of Neuroscience*, Vol. 27, pp. 169–261,(2007)
- [2] Fadiga, L., Fogassi, L., Pavesi, G., Rizzolatti, G.: “Motor facilitation during action observation: a magnetic stimulation study”, *J Neurophysiol*, Vol. 73, No. 6, pp. 2608–2619 (1995)
- [3] Iacoboni, M., Woods, R.P., Brass, M., Bekkering, H., Mazziotta, J.C., Rizzolatti, G.: “Cortical Mechanism of Human Imitation”, *Science*, Vol. 286, No. 5449, pp. 2526–2528,(1999)
- [4] Singer, T., Seymour, B., O’Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R.J., Frith, C.D.: “Empathy for Pain Involves the Affective but not Sensory Components of Pain”, *Science*, Vol. 303, No. 5661, pp. 1157–1162,(2004)
- [5] 小嶋 秀樹: ことばの前/下のインタラクション: ヒトの場合・ロボットの場合, 第 24 回 人工知能学会 AI チャレンジ研究会, pp. 73–77,(2006)
- [6] 日下 航, 尾形 哲也, 小嶋 秀樹, 高橋 徹, 奥乃 博: RNN を備えた 2 体のロボット間における身体性に基づいた動的コミュニケーションの創発, 日本ロボット学会誌, Vol. 28, No. 4, pp. 532–543 (2010)
- [7] 鳴海 真理子, 今井 倫太: 共感に基づく人間とロボットのインタラクション, 日本認知科学会第 21 回大会, pp. 12–13 (2004)