

科学研究費助成事業「新学術領域研究（研究領域提案型）」 研究概要
〔令和3年度中間評価用〕

令和3年6月30日現在

機関番号：14401
領域設定期間：令和元年度～令和5年度
領域番号：8105
研究領域名（和文）人間機械共生社会を目指した対話知能システム学
研究領域名（英文）Studies on intelligent systems for dialogue toward a human-machine symbiotic society
領域代表者
石黒 浩（ISHIGURO Hiroshi）
大阪大学・基礎工学研究科・教授
研究者番号：10232282
交付決定（予定）額（領域設定期間全体）：（直接経費）692,900,000円

研究の概要

近未来においては様々な家電製品やロボットが自律的に活動するようになるとともに、意図や欲求を持ち、意図や欲求を持つが故に、それらを利用する人間との間で、言語を用いながら互いの意図や欲求を理解し合い、共生していくという関係を築くことができるようになる（図1）。このような世界がまさに、情報化社会の次にくる、人間ロボット共生社会なのだと考える。意図や欲求を持つロボットについては、2014年から始まった、JST ERATO 石黒共生ヒューマンロボットインタラクションで研究に取り組んできた。本研究はその成果を受けて、新たな学術領域を創成するものである。



図1 意図や欲求を持つシステムとの対話

研究分野: 情報工学, ロボット工学, 人工知能, 自然言語処理, 哲学, 法学

キーワード: 自律ロボット, 対話システム, 実証実験, 行動決定モデル, 社会規範

1. 研究開始当初の背景

スマートフォンは移動中の通信メディアとしては、いわば究極の姿である。話ができる場所では電話として使え、声を出して話をしにくい場所でも、チャット用いれば簡単に通信ができる。また複数の人間とも簡単にメッセージをやりとりすることができる。一方で、スマートフォンと並ぶ家庭内での究極の通信メディアとはどんなものであろうか。その探求のもとに浮かび上がるのが、スマートスピーカーと呼ばれる音声認識を用いたデバイスである。家の中では、スマートフォンやパソコンを持ち歩くことが少ない。それゆえ、声を使った通信メディアの利用が期待されている。日本では、エアコンや炊飯器等すでに多くの家電製品が音声での案内を行うようになっている。しかし問題はスマートスピーカーが本来期待されていた機能を実現できていないことにある。

ホームページに正確に情報を入力する目的においては、音声認識デバイスだけでは不十分なのである。言語には常にその解釈に曖昧性がつきまとい、文脈を無視して、その言葉の意味を解釈すると大きな勘違いが頻繁に引き起こされる。人間同士の対話では、その高い認知能力で相手の意図や欲求を推定しながら、言語による曖昧な表現を補完しながら話を進めている。すなわち、言語を用いた通信メディアには、人間のように意図や欲求を推定するこうした機能が必要なのである。逆に言えば、人間の

意図や欲求を推定する機能を持つメディアでなければ、言語を用いた情報交換はできない。

また、一方で人間も家電などの機械の意図や欲求を推定するのが望ましい。なぜなら機械の側も言語を用いて対話するのであるから、その意図や欲求を推定することは人間側にも必要となる。すなわち、言語を通して互いの意図や欲求を推定し合う、いわゆる「対話」の機能が必要となるのである。

2. 研究の目的

本領域研究では、様々な家電製品やロボットが自律的に活動するようになるとともに、意図や欲求を持ち、意図や欲求を持つがゆえに、それらを利用する人間との間で、言語を用いながら互いの意図や欲求を理解し合い、共生していくような関係を築けるようになるための研究を展開する。そのために、4つの研究グループ(図2)が、対話ロボット等を共有しながら、以下に示す目的を持って研究開発に取り組んでいる。

A01 対話継続関係維持研究グループ: 特に音声認識が難しい高齢者とのコミュニケーションを想定して、対話を継続させるためのメカニズムの解明と実現を目指している。どの

ような対話プロトコルによれば、対話内容が理解できなくても対話継続が可能か、あるいは、意図理解が不十分であっても対話継続を通じた関係構築が可能か、その原理を明らかにする。

A02 対話理解生成研究グループ: モジュールが疎結合している現在の対話システムの構成を見直し、対話システム全体の効用を最大化できるようにモジュールを連動させることのできる対話システム基盤の構築を目指している。各モジュールの性能は対話全体の効用を最適化するように改善できる。これにより、対話システムの性能が最大化される。モジュール連動のためのプロトコルや設計指針は一般に公開し、構築されるシステムについては、社会実装を通じてその有効性を検証する。

A03 行動決定モデル推定研究グループ: 人が対話システムに自律的思考の存在を感じるには、対話システムが観測した事象や取り得る行動の価値を自律的に判断することが必要である。そして、人の社会的欲求を充足するためには、思考・行動の自律性に加え、対話システムに対する印象や人の価値判断モデルを推定する能力も必要となる。「所与の目的に対し自律的に行動を決定する対話システムの実現方法」を明らかにするとともに、「対話システムは人の社会的欲求を充足可能か」という問いに回答を与える。

A04 人間機械社会規範研究グループ: ロボットによる対話メディアの社会実装において生ずる問題への抜本的な対応と、社会的受容を目指す上で必須となる倫理・社会制度の新知見を提示し、その基礎となる新しい社会規範の原則をまとめたロボット法の確立を目指す。そのため、社会制度(倫理・社会的受容性)、法制度(法・倫理)、ELSI(Ethical, Legal and Social Issues)の3つの観点から、人間と機械が共生する社会に必要な新しい社会規範に関する研究を実施している。

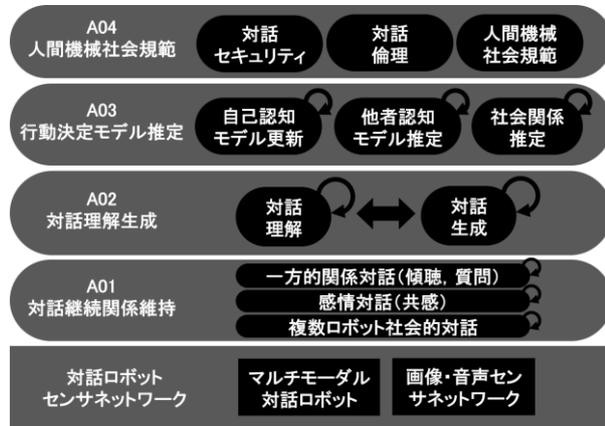


図2 本研究領域の研究体制

3. 研究の方法

本研究領域が目指すのは、現在の道具に囲まれた世界を、機械と共生する世界に変えるということである。そのためには、従来の縦割りの研究分野を再編する必要がある。本研究領域全体では、従来の縦型機能分化に基づく研究分野を排し、図3に示すように、対話のレベルに応じ、状況や目的別に必要となる機能、対話レベルの階層に基づいた新たな複数の横断的分野を設定している。

上記の横断的研究体制を実現するため、技

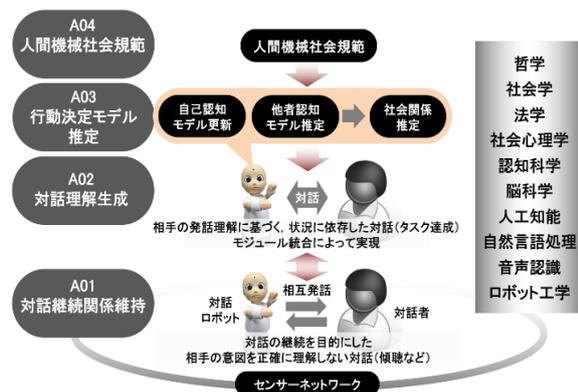


図3 本研究領域の概要

術開発を推進する研究計画 A01～A03 班では対話の状況・目的ごとに分かれた研究項目を設定しており、それぞれの班に様々な専門家が研究分担者、協力者、公募班の研究代表者として参画している。A04 班は、実証実験を通して、意図や欲求を持つロボットの人々への影響を研究するとともに、ロボット共生社会における社会規範を提案する研究を行う。これは、A01～A03 班のすべての研究に関連するため、タウンミーティングなどの公開イベントを通して各班のメンバと議論する機会を設けている。

これら横断的研究体制を有機的に結びつけている実証実験は、本研究領域の最も重要な研究プロセスである。実証実験に共に取り組むことにより、4 つの計画班は互いに連携しながらシステムを開発するだけでなく、新たな研究課題を発見することができる。また実証実験は、システム開発を担う若手研究者によって行われることが多く、若手研究者が、関連分野の研究者と連携しながら自ら新たな研究課題を探索する、学びと成長の場にもなっている。

4. 研究の進展状況及び成果

研究はおおむね順調に進展している。新型コロナウイルスの影響で中止をやむなくされた実験やイベントもあるが、各々の工夫により十分な成果を得ている。本学術領域の特徴は、実証実験を通して計画班間融合を図り、新たな問題に取り組み、若手を育成することにある。実証実験としては、アンドロイドを用いた対話ロボットコンペティション形式の実証実験や、複数のロボット CommU を用いた実証実験に取り組んだ。また、コロナ禍においても実証実験を実施できるよう、Web ブラウザベースでロボット、システム開発者、被験者の 3 拠点からビデオ通信・制御指令通信が可能な遠隔対話実験システムや、仮想空間上で半自律的に動作するアバタを用いて会話できる半自律社会的 CG アバタルーム「CommU-Talk」を開発し、複数の研究者で共有利用した。これらの活動の効果もあり、6 に述べるような研究成果をあげることができた。

5. 今後の研究計画

今後の研究推進において重要なのは実証実験を進めることである。コロナ禍においても実験が進められるよう、バーチャルリアリティ空間において、CG のロボットを用いて対話実験が進められるようにする。また、Zoom などの遠隔対話システムと、自律対話アンドロイドを組み合わせ、対面せずともアンドロイドを用いた対話実験が進められるようにする。もちろん、新型コロナウイルスの感染拡大が落ち着き次第通常の実証実験を再開するが、コロナ禍対策のために開発したこれらのシステムも併用することによって、より効率的な実証実験を推進できるようにする。さらに、市民とのミーティングも 2021 年度は来場型とオンライン型を組み合わせより活発に取り組んで行く。

6. 主な発表論文等(受賞等を含む)

- T. Uchida, N. Lair, H. Ishiguro, P. Ford Dominey, A Model of Online Temporal-Spatial Integration for Immediacy and Overrule in Discourse Comprehension, *Neurobiology of Language*, Vol. 2, pp. 83-105, 2021.
- Y. Nishimura, Y. Nakamura, H. Ishiguro, Human interaction behavior modeling using Generative Adversarial Networks, *Neural Networks*, Vol. 132, pp. 521-431, 2020.
- Seaborn K, Miyake NP, Pennefather P, Otake-Matsuura M: Voice in Human-Agent Interaction: A Survey, *ACM Computing Surveys*, Vol. 54, Issue 4, Article No. 81, pp 1-43.
- C.T. Ishi, R. Mikata, H. Ishiguro (2020). Person-directed pointing gestures and inter-personal relationship: Expression of politeness to friendliness by android robots. *IEEE Robotics and Automation Letters* 5(4), pp. 6081-6088, October, 2020.
- 新保史生, AI原則は機能するか? -非拘束の原則から普遍の原則への道筋-, *情報通信政策研究*, 3 (2), 2020.
- H. Narimatsu, H. Sugiyama, M. Mizukami, T. Arimoto, Rationale for Using Chat-Oriented Dialogue System's Experience to Convey Empathy, *The Sixth Linguistic and Cognitive Approaches to Dialog Agents*, 202, 1 (Best Social Paper Award).

ホームページ等

- 対話知能学 <https://www.commu-ai.org/index.html>