

特集 「人工知能と Emotion」

感情でつながる，感情でつなげる ロボット対話システム

Robot Communication System That Connects Humans and Robots with Emotions

小川 浩平
Kohei Ogawa

大阪大学大学院基礎工学研究科
Graduate School of Engineering and Science, Osaka University.
ogawa@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp, <http://www.irl.sys.es.osaka-u.ac.jp>

住岡 英信
Hidenobu Sumioka

国際電気通信基礎技術研究所石黒浩特別研究所
Hiroshi Ishiguro laboratories, Advanced Telecommunications Research Institute International.
sumioka@atr.jp, <http://www.geminoid.jp>

石黒 浩
Hiroshi Ishiguro

大阪大学大学院基礎工学研究科，国際電気通信基礎技術研究所石黒浩特別研究所
Graduate School of Engineering and Science, Osaka University. /
Hiroshi Ishiguro Laboratories, Advanced Telecommunications Research Institute International.
ishiguro@sys.es.osaka-u.ac.jp, <http://www.irl.sys.es.osaka-u.ac.jp/>

Keywords: android, human robot interaction, emotion.

1. はじめに

人とロボットが共存する社会では，ロボットと人はどのような関係性を築いているのだろうか。また，そのときロボットは人間社会において，どのような役割を担っているのだろうか。ロボットは，すでに現実の日常生活に入り込んでいる。例えば，お掃除ロボットの Roomba [iRobot 02] や，スマートフォンのロボホン [Sharp 株式会社 16] など製品として，すでに実際に市場で販売され，普及しつつある。特に，Softbank の Pepper [Softbank 株式会社] はこれまでと比べると極めて安価なヒューマノイドロボットであり，現在では店頭やショッピングモールなどで案内ロボットとして利用されている。最近では，町中を歩けばいつでも Pepper を見かける，という状況になってきた。Pepper が発売される前まではヒューマノイドロボットがこれほど社会に普遍的に存在する状況は誰も想像できなかっただろう。このように，ロボット技術は今後さらに社会への応用が進み，我々にとってより日常的な存在になっていくことが予想される。

人は社会的な動物であるがゆえに，常に他者との関わり合いを必要としている。これはインターネットに代表されるように，新たに開発された技術は常に何らかの形で人のコミュニケーションに応用されることから理解することができる。そのため，ロボット技術においても，今後人のコミュニケーションに関わる事柄に応用される

と考えられる。その際，従来までの対話メディアとは違いロボットは自らの身体性を利用した関わり合いの中で，人と共生できる存在になる可能性を秘めている。しかし，現在，我々の日常生活に存在しているロボットの多くは，人の仕事を代わりに担ってくれる便利な存在としては認められているが，人と共生する社会的な存在としては扱われていない。今後の人間社会において，ロボットは人とどのような形で関わり合いをもつことになるのだろうか。また，その際，どのような機能が役割がロボットに必要とされるのだろうか。

2. 感情でつながる，感情でつなげる

人同士のコミュニケーションにおいては，お互いが相手についてどういう印象を抱いているのかすべてを言語化し相手に逐一伝えなくても，円滑な関係性を保つことができる。これは，対話相手の発するさまざまなモダリティーからの情報を解釈し，相手の内部状態を想像することができる，人の能力によるものである。

相手の内部状態を想像することは，コミュニケーションの効率を上げるのみならず，人の社会性を担保する重要な能力の一つである。それゆえ，人は，解釈の余地があるものに関して，自らの中において一貫性を保つような理由付けを無意識のうちに働かせる性質がある。また，その際人は自分の都合の良いポジティブな想像を働かせる傾向にある。例えば，これまでのサポートセンターに電話をかけたときのことを思い浮かべてもらいたい。そ

のとき聞こえてきた声の持ち主を想像したとき、どういった容姿をしていただろう。おそらく、多くの方が、自分にとって好意的に思える姿を想像するのではないだろうか。

人はコミュニケーションにおいて、対話相手に対してポジティブな想像を働かせないと、他人と関わるのが難しくなる。例えば、ある言葉を他人に投げかけた場合、相手が嫌な思いをすると常に想像してしまう人は、おそらく、他人とのコミュニケーションを困難に感じるだろう。そのため、人のもつポジティブにバイアスされた想像力の働きをロボットに応用することができれば、ロボットは人間社会に調和的に存在することができる可能性がある。

人はある対象を認識する際、機械として捉えるか、何らかの意図をもつ主体であると捉えるかいずれかの判断を行う [Dennett 89]。もし、人がロボットを機械であると捉えた場合、上記で述べたようなポジティブな想像を働かせることはないだろう。なぜなら、単なる機械に対して人は対象がもつ内部状態の推定のために、自分の内的な心的モデルを帰属しないからである。そのため、ロボットとの対話において人の想像力を利用するためには、まず人にもロボットにも自分と似通った、何らかの内部状態の存在を感じてもらわなければならない。そのためにロボットによる感情表現は重要な役割を果たすのではないかと考える。言い換えると、感情によって人とつながることで、人のポジティブな想像力を喚起でき、これを利用することでこれまで提案されてきたコミュニケーションメディアとは異なるさまざまな影響力をもつことができる可能性がある。つまり、社会において人と調和的に共存できるロボットは、人の想像力を利用しながら、人と感情でつながる、または、人を感情でつなげることができる機能をもつ必要があると考える。

我々はこれまで、上記の仮説を踏まえ、さまざまな人と関わるロボットを開発してきた。具体的には、自律的に人と関わることにより社会的な役割を果たすロボットと、人と人をつなぐロボットである。本稿では、人と感情でつながる、また、人同士を感情でつなげるロボットをどのように設計すればよいか、またその際、ロボットは人間社会において具体的にどのような役割を果たすことができるかについて、具体的な研究事例をあげながら議論を行う。

3. ショウウィンドウに佇むアンドロイド

本章で述べる本実験では、女性型アンドロイド、Geminoid F をショウウィンドウの中に設置することで、言語によらない、動きと表情による感情表現に対して、来場者がアンドロイドをどのような主体として捉えるか、また、来場者がアンドロイドに対してどのように振る舞うかについて検証した (図 1)。本研究に関しては、[渡辺 15b] の論文に詳しい。



図 1 ショウウィンドウに設置されたアンドロイド

3.1 実装システム

本実証実験に際し、我々はアンドロイドが備えるべき、いくつかの基本的な機能を実装した。ここでの基本的な機能とは、特定の状況に強く依存しない、人らしく振る舞いつつ、基本的な感情表現が可能な機能である。実装にあたり、基本機能には、以下の三つをあげた。一つ目は、アンドロイドと人との関わりがない場合における基本機能であり、まばたきや呼吸動作、微細な全身運動がこれにあたる。二つ目は、人との関わり合いの中における基本機能である。誰かが近寄って来たり、手を振ったりするなど、注意を引くような動作をアンドロイドに向けた場合、それに対して注視行動を取る。三つ目は、感情表現における基本機能である。人は感情状態により、反応に違いがある。例えば、落ち込んでいるときと元気なときであれば、注視行動や表情に違いが出るべきである。以上三つの基本的機能を満たす自律システムを実装した。本システムは大きく分けて、Sensor モジュール、Idle モジュール、Emotion モジュールの三つのモジュールからなる。これら三つがレイヤ構造となっており、各モジュール間で通信し合うことで自律的な自然な動作を実現した。Sensor モジュールでは、顔認識システムによりアンドロイドの周りにいる来場者の数、顔の座標、距離、動作量を取得する。Idle モジュールは Sensor モジュールからの情報を統合し、あらかじめ実装されたいくつかの動作と組み合わせることで、最終的な動作の決定を担うモジュールである。Emotion モジュールは、E-Idle モジュールによって決定された行動に対して Russel の Circumflex モデルをもとにした感情状態に従った表情を付与するモジュールである。

3.2 実験状況設定

本実験では、Geminoid F をショウウィンドウの中に設置し、自律的に来場者と言語によらない関わりをもつ、という状況を設定した。ショウウィンドウの中にガラスを挟んで設置した理由は、音声対話の発生を自然に回避することができるからである。また、本実験は新宿タカシマヤのバレンタインイベントとして、「アンドロイドも恋をする。—アンドロイドはあなたを待っている—」というテーマを設定した。このテーマから、センサ情報から生成するアンドロイドの動作に、「近づいて来た人

が待っている人かどうか確かめるためにそちらを見る。でも待っている人と違ったので、またはかなげに下を向く」といった、動作や感情表現方法に対しての、一定の設計指針を設けることができた。

3.3 観察の結果と考察

本実験は百貨店というプライバシーが尊重される公共性の高い施設にて実施したため、質問紙によるアンケートの実施や複数台のカメラを設置することが困難であった。そのため、来場者の振舞いを数値として定量的に分析することができなかった。そこで本論文ではショウウィンドウの前のみを撮影したカメラの映像、来場者の会話、およびインタビューの結果から、来場者がアンドロイドに対してどのような反応を示したか、また、アンドロイドをどのような存在として捉えていたかを観察によって分析した。

来場者の多くは、2 m 程度離れた場所から観察している際はアンドロイドを動くマネキンのように捉え写真や動画を撮っていた。しかし、アンドロイドに近づき表情やアイコンタクトなどの振舞いに気付いたとき、さまざまな方法で対話をしようという試みが観察された。例えば、一度離れてもう一度近づいてみる、手を振ってみる、ウィンドウをノックしてみる、といった行動である。興味深い行動として、言語ではなくジェスチャにより、写真をとってよいかどうかの許可をアンドロイドに向かって試みる来場者が数多く観察された。また、インタビューの結果、多くの来場者から「さみしそうだった」、「多くの人に囲まれてかわいそう」、「しつこく前に長時間いる人に嫌な表情をしているのを見て共感した」など、アンドロイドの感情について言及していた。

以上の結果から、人らしい見掛けをもつアンドロイドの場合、言語を用いなくても、状況を限定し、その状況に合致した感情を含むさまざまな振舞いを行うことで、人はアンドロイドの感情状態を理解しようと試み、解釈し、自分なりの意味付けを行っていたことがわかった。これは、来場者がアンドロイドを単なる機械としてではなく、人のような内部状態をもつ社会的な存在であると捉えていたためであると考えられる。

4. 販売員としてのアンドロイド

本実験では、アンドロイドが来場者との対話を通じて百貨店において衣服を販売できるかどうかについて検証する(図2)。百貨店における対面販売は、オンラインショッピングが普及している現代においても依然として一般的である。その理由は、洋服やアクセサリなど、購買に至る判断基準が明確でない商品の購入においては、社会的な存在である販売員からの主観的な情報が、客観的な情報よりも重視されるからである。つまり、対面販売では主観的な情報がより重要性をもち、顧客の購



図2 タッチディスプレイを通じたアンドロイドとの対話の様子

買における意思決定に影響を与えていると考えられる。

そこで我々は、アンドロイドからの主観的な情報提供により来場者の購買行動が観察できた場合、アンドロイドからの主観的な情報を来場者が受容し、説得に応じたとみなすことができると考えた。実験では、後述するタッチディスプレイを用いた会話システムを用いて、アンドロイドが販売員として来場者に12種類の紳士シャツを販売する。価格は6,000～22,000円程度である。本研究に関連した研究については、[Watanabe 15a, 渡辺 16]を参考されたい。

4.1 タッチディスプレイを用いた会話システム

本実験では、アンドロイドは顧客とタッチディスプレイを通じて会話を行う(図2)。実環境における音声会話システムには、精度の高い音声認識システムが必要である。近年、音声認識の精度は向上し、Siriなどに代表される多くの音声会話システムが提案されているが、その見掛けから、人間と同程度の会話能力を期待されるアンドロイドに搭載できるレベルには達していない。そこで、本システムでは、アンドロイドとの会話にタッチディスプレイを採用し、会話に破綻の生じないシステムを構築する。本会話システムでは、アンドロイドからの発話に対して、顧客はディスプレイ上に複数表示された発話項目の選択と、ディスプレイからのフィードバックの音声出力により返答を行う。ここで、ディスプレイからのフィードバックの音声出力は、顧客の発声の代わりに意味する。また、本システムはあらかじめ対話シナリオを用意するため、システム側が対話の流れを決定することができる。また、状況に応じて選択肢の提示方法を変化させることで、誘導的な対話を実現できると考える。その具体的な提示方法を以下に詳述する。

ユーザの発話を誘導するため、状況や発話内容に応じて以下のように選択肢の提示方法を使い分ける。選択肢の提示方法は4種類(異議の複数選択肢の表示・単一の選択肢の表示・回答の自動読上げ・同義の複数選択肢の表示)に分類する。本実験で取り扱う対話は、販売という状況におけるものであるため意思決定を伴うことが想定される。そこで、一連の対話を「情報の収集」、「意思決定に向けた意思表示」、「関係の構築」、「意思決定」の四つのフェーズに分け、それぞれの対話に適切な選択肢の

提示方法を以下に提案する。

1) 異議の複数選択肢の表示 (情報の収集)

ユーザに関する情報を収集する場合、意味の異なる複数選択肢を表示し選択させることにより行う。その際、ユーザ自身に当てはまる事柄が、その選択肢の一つには必ず合致するよう文言を設計する。例えば「どこから来ましたか」という質問に対しては「大阪です」、「兵庫です」、「京都です」、「遠くから来ました」などである。

2) 単一の選択肢の表示 (意思決定に向けた意思表明)

意思決定を行う対話では、最終的に説得したい方向にユーザを誘導する必要がある。後の意思決定に影響を与える問いかけに対して、特定の方向の意思表明をさせるために、回答の選択肢を一つに限定することで、強制的にシステム側が想定する方向にユーザを誘導することが可能である。例えば、ユーザ(顧客)にある商品を購入させたい場合、「お客様とってもお似合いです。気に入っていただけましたか?」に対して「はい、気に入りました」と意思表明させることにより、その後の意思決定をシステムが想定する方向に誘導することができる。

3) 回答の自動読上げ (関係の構築)

ユーザとの関係を深めるために効果的な方法として、互いに好意をもっているなど感情を表現し確かめ合うことは有効であると考えられる。しかし、感情とは認識が困難であり曖昧である。そこで、タッチディスプレイが適切なタイミングであらかじめ用意された文言を自動的に読み上げるにより、定義が曖昧で認知しづらい感情を、自分の感情であると認定させることが可能であると考えられる。例えば、「なんだかとっても嬉しそうですね」というアンドロイドの問いかけに対して、「あなたと話せて楽しいんです」といった返答を自動的に読み上げる。その際ディスプレイ上に、読み上げた内容を提示する。

4) 同義の複数選択肢の表示 (意思決定)

ユーザが最終的に意思決定する際、同義の回答を複数表示し、複数の中から一つを選択させる。最終的な意思決定を行うことは、「意思決定に向けた意思表明」や「関係を深める」フェーズでの選択よりも、より重い責任が生じ、熟慮が必要とされる行為である。そのため「自動的に読み上げる」や「選択肢を一つだけ提示する」といった方法では、ユーザが自身で意思決定した感覚を与えることが困難であると考え、同義の選択肢を複数提示する手法を採用する。

4.2 結果と考察

13日間のフィールド実験の結果、アンドロイドは295名の顧客と接客し、34枚のシャツを売り上げた。売上の総額は61万円であった。また、アンドロイドが販売していた売場と同じフロアの紳士販売場で販売していた

女性販売員24名の売上成績と比較したところ、アンドロイドの売上は第6位であったことがわかった。

実験結果より、アンドロイドは販売員としてタッチディスプレイを用いて顧客と対話し、顧客に商品が販売できることが示された。また、同フロアの女性販売員と比較し、取扱い商品が約10分の1であり、またアンドロイドは移動できない状況であるにもかかわらず、販売実績は19名の販売員より優れていることが示された。

本実験を通じて、二つのことが明らかになったと考える。一つ目は、適切な感情表現を行うことによりアンドロイドの主観的な情報を来場者は受容し、実際に購入に至ることができるという点である。これは、先に述べたように、アンドロイドを社会的な存在として認定していた可能性を示すものであると考える。二つ目は、対話メディアとしてのタッチディスプレイの可能性である。タッチディスプレイを用いた会話は、普段の人同士の対話の形態とは異なるものであり、一見奇異に思えるだろう。しかし、音声のフィードバックと、一定の法則に則った方法で提示することで、来場者は会話システムに誘導されていることに異議を唱えず、自分の自由意思により会話を行ったと考えることが明らかになった。さらに、その選択が個人の購買の意思決定に影響するものだけでなく、自らのその時点の感情状態の認定にまで影響を与える可能性が示された。つまり、タッチディスプレイを用いた会話システムを用いることにより、対話者はアンドロイドおよび自らの感情を、自らの自由意思により認定したと信じることを示している。

ここで、我々は、本会話システムが対話者の意思決定に影響を与えることができる理由について、複数の選択肢から選択したことによる認知的不協和の解消により説明できると考えるが、これについての詳述は誌面の都合上割愛する。

5. 人を感情でつなげるロボットメディア： テレノイドからハグビーへ

我々は人と相対しているとき、その相手の姿形、動き、声、肌触り、臭いなど、さまざまな情報を自身のモダリティーを通して知覚し、そうした情報を併せて相手を認識している。これまで紹介してきた研究では人が内部状態を推定し、感情を共有しやすい究極のインタフェースとして人の存在感をもつアンドロイドの効果を確認してきた。では、人が内部状態を推定し、感情を共有できるインタフェースとして、どの程度の人らしさがあればよいのであろうか? 最低限いくつの人の情報を提示すれば人らしさを感じられるのだろうか? 呈示する情報を削ることは、その欠けた部分について想像を働かせる必要があることを意味する。人の想像力がポジティブにバイアスされていることを考えると、より少ない情報を提示するロボットのほうが実際の人と相対するよりもポジ

タイプな関係を構築できる可能性がある。

このように最低限の人らしさのみを提示し、人のポジティブにバイアスされた想像力によって補う人型ロボットのデザインアプローチを我々は「人のミニマムデザイン」と呼んでいる。以降ではこのアプローチに基づき開発した遠隔操作型アンドロイド「テレノイド」とその基本機能をより単純化した「ハグビー」についての研究を紹介し、これらのロボットが人と人の感情的な強いつながりをもたらす可能性を示す。

5.1 テレノイドによる高齢者会話支援

テレノイド (図3 (A)) は遠隔コミュニケーションのために開発された遠隔操作型アンドロイドである。人間に見えるが、性別や年齢は対面した人が声や動作から想像できるように中性的にデザインされた外見をしており、全長は約 50 cm、重量は約 3.5 kg (構成により異なる) と 1 歳の乳児程度の大きさである。ソフトビニル性の柔らかい外皮に包まれているため、他の硬く大きなロボットでは難しい抱っこや抱擁といった触合いが可能である。テレノイドの操作は非常に簡単であり、操作者が専用のヘッドセットを装着し、ノートパソコンの画面に向かって話しかけるだけで、テレノイドの頭が操作者に同期して動き、唇が発話に応じて動く (図3 (B))。GUI のボタンを押すことでハグするといったジェスチャも可能である [Sumioka 14]。

我々がショッピングモールなどで人々にテレノイドとの対話を実際に体験してもらい、テレノイドに対する人々の受容性について調査した結果、参加者 (多くが 20 歳代) の 70% 以上が電話でのコミュニケーションよりもテレノイドを好むことがわかった。また、初めその見た目に違和感を感じた参加者も、実際に会話を行うとテレノイドに対してポジティブな印象をもった。特に高齢者はテレノイドを好む傾向があり、その多くがテレノイドに対して肯定的な評価をしていた [Ogawa 11]。そのため、テレノイドを特別養護老人ホームへ導入し、認知症高齢者を対象とした会話実験を行ったところ、テレノイドは認知症高齢者に非常に好まれることがわかった [西尾 13]。興味深いことに、テレノイドを別室でなじみの介護士に操作してもらい、そのままテレノイドから介護士の声が聞こえるような状況であっても、対面した

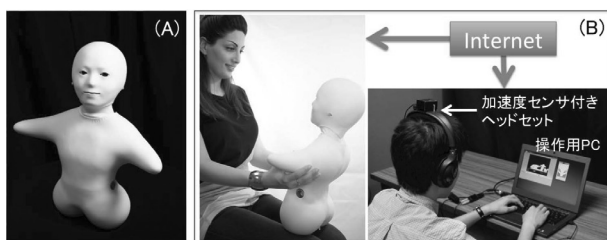


図3 テレノイド (A) と操作システム (B)。テレノイドには操作者の音声と頭の動きが反映される。操作画面中のボタンによってテレノイドの腕を前に動かすことができる

高齢者によってテレノイドをどのような存在と捉えるかは異なる。ある人はテレノイドをその介護士として扱うが、別の人にはテレノイドをその介護士とは別の成人のように扱う。またある人は赤ん坊や子供のように扱う。つまり、認知症高齢者はテレノイドから得られる情報に従って、テレノイドを人とみなし、欠けた情報はそれぞれの高齢者が接したい存在を想像することで補完しているといえる。こういったテレノイドに対する高い受容性は日本国内だけでなく、デンマークなどの国外でも確認されており、いずれにおいても普段介護士とは長時間会話しない高齢者が、テレノイドに対しては操作者が疲れて静止しないといつまでも話しているかのようにテレノイドとの対話を楽しむ様子が確認されている。

5.2 コミュニケーション支援メディア、ハグビー

テレノイドとの会話において、多くの人がテレノイドに対して抱擁 (ハグ) することが観察され、人はコミュニケーションにおいて、会話と物理的な触合いを強く求めていることがわかってきた (図4)。ハグビーはこの知見をもとに会話と触合いに特化して開発された抱擁型コミュニケーション装置である。人型のビーズクッションであり、内部に動作機構はなく、抱きしめて使うため、顔は存在しない。使用者は頭部にあるポケットに携帯電話などの通信器を差し込み、ハグビーを抱きしめながら通話する。人とのコミュニケーションではなかなか起こり得ない「相手を抱きしめながら会話する」という状況を簡単につくり出す。

抱擁は人に強い安心感をもたらす。驚くことに、ハグビーを通した通話にも、携帯電話での通話に比べてストレスを軽減することが血中・唾液中のコルチゾールの減少によって示されている [Sumioka 13]。さらに、ハグビーは落ち着いて人の話を聞くことを促進することも明らかになっている [Nakanishi 16]。複数の就学前の児童にハグビーを通して絵本の読み聞かせてみると、元気があり余ってなかなか落ち着いて話を聞けない子供達がじっと集中して話に聞き入る。同様の現象は高齢者に対しても起こることがわかってきている。

抱擁は親しい相手に対して行うものだが、ハグビーを抱くことが、逆に通話相手に対する親近感を高めること



図4 ハグビー。頭部ポケットに携帯電話など通信器を入れ、抱きながら通話を行うことで相手の存在を感じることができる

もわかっている [中西 16]. 男性被験者がハグビーを通して女性の実験協力者とデートの計画を行った際, 突然女性が自分への好意を男性へ確認すると, ハグビーを抱いている男性は抱いていない男性よりも早く回答する.

このようにハグビーによる抱擁を基本とした新たなコミュニケーションは我々の心的状態に強く働きかけ, 人と感情でつながることを可能にする. ハグビーは単純なデザインであるがゆえに, さまざまな場面での応用が期待される.

6. 結 論

本稿では, アンドロイドを用いたフィールドでの対話事例を紹介し, 人の想像力を利用することで, これまでの対話メディアでは実現が難しかった, 「感情で人とつながる」および「感情で人と人をつなげる」ことができるロボットの実現可能性について述べ, 人との対話が成り立つための要素や条件について議論を行った. 例えば, テレノイドやハグビーの事例では, 人との対話に用いるロボットのもつべき機能は, 必ずしも実際に人が具備している能力と同一のものが必要ではなく, むしろ, 対話に用いるモダリティを制限したうえで, 状況に合致した適切な要素の組合せが重要であると述べた. また, モダリティの制限だけではなく, 対話の方法そのものを, これまでにはなかった全く別の方法によって置き換えることも可能であることを述べた. 先述したアンドロイドとのタッチディスプレイを用いたシステムは, 普段の人同士の対話の形態とは異なるものである. しかし, 音声のフィードバックと, 一定の法則に則った方法で発話内容を選択肢として提示することで, 来場者は会話システムに誘導されていることに異議を唱えず, 自分自身のもつ自由意思により会話を行ったと感じることが明らかになった.

このように, 本研究では, いくつかの特定の状況において対話が成立する条件について, 対話に含まれるモダリティ制限や置換え, 削除などの観点から議論を行った. しかし, それが成立する明確な理由や一般性に関して, さらに精緻な実験が必要であり, 今後, さらに研究を深めていく必要がある.

対話研究においてロボットや情報技術を用いることの利点は, 対話モダリティの統制, 置換え, 削除など, 人が対象では実現できない対話状況において研究を進めることができるためである. これにより, これまでには存在しなかった全く新規な対話方法を試みることを通じて人の対話の本質の理解をさらに進めることができるのではないかと考える.

◇ 参 考 文 献 ◇

- [Dennett 89] Dennett, D. C.: *The Intentional Stance*, MIT Press (1989)
[iRobot 02] iRobot: Roomba (2002)

- [Nakanishi 16] Nakanishi, J., Sumioka, H. and Ishiguro, H.: Impact of mediated intimate interaction on education: A huggable communication medium that encourages listening, *Front. Psychol.*, Vol. 7, No. 510 (2016)
[中西 16] 中西惇也, 桑村海光, 港 隆史, 西尾修一, 石黒 浩: 人型対話メディアにおける抱擁から生まれる好意, *信学論*, Vol. J99-A, No. 1, pp. 36-44 (2016)
[西尾 13] 西尾修一, 山崎竜二, 石黒 浩: 遠隔操作アンドロイドを用いた認知症高齢者のコミュニケーション支援, *システム/制御/情報*, Vol. 57, No. 1, pp. 31-36 (2013)
[Ogawa 11] Ogawa, K., Nishio, S., Koda, K., Balistreri, G., Watanabe, T. and Ishiguro, H.: Exploring the natural reaction of young and aged person with telenoid in a real world, *J. Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, Vol. 15, No. 5, pp. 592-597 (2011)
[Sharp 株式会社 16] Sharp 株式会社: ロボホン (2016)
[Softbank 株式会社] Softbank 株式会社: Pepper (2014)
[Sumioka 13] Sumioka, H., Nakae, A., Kanai, R. and Ishiguro, H.: Huggable communication medium decreases cortisol levels, *Scientific Reports*, Vol. 3, No. 3034 (2013)
[Sumioka 14] Sumioka, H., Nishio, S., Minato, T., Yamazaki, R. and Ishiguro, H.: Minimal human design approach for sonzai-kan media: Investigation of a feeling of human presence, *Cognitive Computation*, Vol. 6, No. 4, pp. 760-774 (2014)
[Watanabe 15a] Watanabe, M., Ogawa, K. and Ishiguro, H.: Can androids be salespeople in the real world?, *Proc. 33rd Annual ACM Conf. Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, ACM (2015)
[渡辺 15b] 渡辺美紀, 小川浩平, 石黒 浩: 公共空間における情報提供メディアとしてのアンドロイド (〈特集〉デジタルミュージアムの展開), *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, Vol. 20, No. 1, pp. 15-24 (2015)
[渡辺 16] 渡辺美紀, 小川浩平, 石黒 浩: ミナミちゃん: 販売を通じたアンドロイドの実社会への応用と検証, *情処学論*, Vol. 57, No. 4, pp. 1251-1261 (2016)

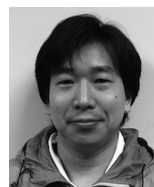
2016年8月12日 受理

著 者 紹 介



小川 浩平

1982年愛知生まれ. 2010年, 公立はこだて未来学博士後期課程卒業. 2013年大阪大学基礎工学研究科およびCOデザインセンター助教. ヒューマンロボットインタラクションに関する研究に従事.



住岡 英信

2008年大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了. 博士(工学). 日本学術振興会特別研究員, スイス, チューリッヒ大学シニアアシスタントを経て, 2012年より国際電気通信基礎技術研究所石黒浩特別研究室の研究員となる. 現在, 国際電気通信基礎技術研究所石黒浩特別研究所存在感メディア研究グループグループリーダー. 人の存在感をもつミニマムロボット

システムの研究開発. 触覚に注目した人間とロボットの相互作用, 神経内分泌系に注目した相互作用の評価に興味をもつ.



石黒 浩 (正会員)

1963年滋賀県生まれ. 大阪大学大学院基礎工学研究科システム創成専攻教授 (特別教授), 国際電気通信基礎技術研究所石黒浩特別研究所石黒浩特別研究所客員所長 (ATR フェロー), 工学博士. 2011年大阪文化賞 (大阪府・大阪市) 受賞. 2015年文部科学大臣表彰受賞.