

相互作用研究のためのアンドロイド開発

港隆史 (大阪大学) 石黒浩 (大阪大学)

Development of an Android Robot for Studying Human-Robot Interaction

*Takashi MINATO (Osaka University), Hiroshi ISHIGURO (Osaka University)

Abstract— Behavior or Appearance? This is an important and fundamental problem in robot development. However, there is no research approach to tackling this problem. In order to state the problem, we have developed an android robot that has exactly same appearance and several actuators generating micro behaviors. This paper proposes a new research direction based on the android robot.

Key Words: Robot development, Human-robot interaction, Android, Appearance

1. はじめに

近年、日常生活の中で人間と関わりながら活動する知能ロボットの実現に向けた研究開発が盛んになっている。これらのロボット開発では、専門的なタスクのみを行う工場用ロボットとは異なり、人間とのコミュニケーション機能が重視されている。一方、ロボットの知能は、人間との相互作用に現れる現象であり、故に、日常活動型ロボットの開発やその知能の実現には、人間-ロボット間および人間間のコミュニケーション、すなわち相互作用の原理の解明が不可欠である。

この問題に対して、例えば、神田らはヒューマノイドロボットを用いて、人間-ロボット間の相互作用の評価を行っている¹⁾。このような研究により、ヒューマノイドロボットの動作が人間-ロボット間の相互作用に与える影響が徐々に明らかになってきている。しかしながら、ヒューマノイドロボットと人間との相互作用においては、ロボットの動作以外にロボットの外観も重要な要素である。一般に、相互作用に影響を与えているのが、ロボットの動作なのか、ロボットの見かけなのかを区別することは難しい。そこで本研究では、見かけが人間とまったく同じロボットを製作し、ロボットの見かけの影響と動作の影響を区別しながら、人間-ロボット間および人間間の相互作用の原理の解明に取り組む。我々はこの見かけが人間とまったく同じロボットをアンドロイドと呼ぶ。本報告では、アンドロイドを用いた研究の目的とアプローチについて述べ、実際に製作したアンドロイドロボットを紹介する。

2. 研究の目的とアプローチ

本研究の目的は、人間とコミュニケーションできるロボットの実現においてロボットの見かけの作り方、ロボットの動作の作り方を明らかにすることである。ロボットの見かけや動作が、人間との相互作用に与える影響は、人間側の反応によって知ることができる。故に本研究では、人間の対人・対物に関する心理学・認知科学的知見により、ロボットの見かけや動作がコミュニケーションに与える影響に関する仮説を立て、アンドロイドを使って検証するというアプローチをとる。

ロボットの動作に関する研究では、神田らがヒューマノイドロボット“Robovie”²⁾を使って、人間との相互作用に必要なロボットの動作要素を部分的に明らかにし

ている¹⁾。しかし人間と異なる外観を持つ Robovie では、相互作用に与える影響が Robovie の動作に起因しているか見かけに起因しているかの判断が困難である。

人間の心理学的知見においては、Johnson et al. が、物体の見かけと動作がある特性を持つときに、その物体に対する幼児の注視動作を引き出すことができることを明らかにしている³⁾。具体的には、これまで見たことのないような新奇な物体を対象としたとき、その物体に顔特徴と随伴的なインタラクティブ動作が伴うときに、幼児はその物体に関心を示すという結果を得ている。この知見からも、人間との相互作用において、ロボットの見かけが影響を与えることは明らかである。

そこで人間と見かけがまったく同じであるアンドロイドを用いれば、ロボットの見かけの影響を排除して、ロボットの動作のみの影響を調べることが可能となる。これには2つの方法が考えられる。1つは、VICON⁴⁾等の精密モーションキャプチャシステムによって精密に人間の振る舞いを計測して、それをアンドロイドに実装し、見かけも動作も(微細な仕草に限定されるが)人間にきわめて近いアンドロイドから、一つ一つ考える動作要素を削除しながら、自然なコミュニケーションが維持できる境界線をトップダウンに探る方法である。もう一つは、動作がない状態から、動作を徐々に加えながら検証するボトムアップの方法である。

この結果を、従来のヒューマノイドロボットにおける実験結果と比較すれば、人間とコミュニケーションできるロボットに重要な動作要素をより精密に抽出できるだけでなく、見かけと動作のバランスを取りながら、ロボットを設計することができる。これまでのロボット研究では、見かけはアーティストによるデザインに頼ることが多かった。しかしながら、コミュニケーションの設計という立場では、見かけもロボットの機能の一つであり、工学的な方法論によって見かけを決定することができると期待される。

また、人間の反応を評価するためには定性的・定量的評価方法が考えられる。前者としては、ロボットと人間のコミュニケーションにおいて、SD法により人間の心理学的評価を行った研究がある⁵⁾。しかしSD法を用いた方法では、意味がある結果を得るためのアンケート項目を用意することが非常に困難である。

それに対して、人間の反応を定量的に評価する研究

が行われている。たとえば松田らは、非侵襲型脳機能計測装置を用いて、ロボットと人間のコミュニケーションにおける人間の脳活動を調べている⁶⁾。また神田らは、モーションキャプチャシステムおよび視線計測装置を用いてロボットと人間のコミュニケーションにおける人間の反応動作を定量的に評価している⁷⁾。これらの報告から、脳機能計測装置、モーションキャプチャシステム等を用いた人間の反応動作の定量的評価が可能であると考えられ、本研究においてもこれらの研究に従った定量的評価方法を導入する。

3. 製作したアンドロイド

本研究でプロトタイプとして開発したアンドロイドを Fig.1 に示す。見かけを人間に可能な限り近づけるために、実際の人間から型どりを行って表面の形状を製作した。またアンドロイドに触れた時の感触を人間に近づけるために、皮膚はシリコン、内部の骨格と皮膚の間を数種類のウレタンで製作した。シリコン、ウレタンの材質も触れたときの感触を考慮して選定した。皮膚とその内部を Fig.2 に示す。図の左側がアンドロイド全身を覆う皮膚であり、図の右側が内部の体である。体の肉付きはウレタンで構成されている。

このプロトタイプは首から上が9自由度、左肘1自由度の合計10自由度のアクチュエータを有している。自由度の内訳は以下になっている。

- 左右眼球のパン軸 各1自由度
- 左右眼球のチルト軸 1自由度
- 左右瞼の開閉 各1自由度
- 口開閉 1自由度
- 首 3自由度
- 左肘 1自由度

左右の目に合計5自由度を持たせることにより、目を用いた多様なコミュニケーションが可能となる。

また左腕にはひずみ速度測定方式の高感度皮膚センサを、皮膚の下に4箇所配置している。この4箇所のセンサで左腕の表面のほぼ全域を測定範囲とすることができる。この皮膚センサは接触、非接触の2状態だけでなく、接触の強さも測定可能である。このセンサにより触覚による人間との相互作用も可能となる。

製作したアンドロイドの見かけは5歳程度の子供とした。この程度の年齢の見かけであれば、人間を相手とした心理実験を行う場合に、人間側が抵抗なく相手とすることが可能であると考えられる。既存のヒューマノイドロボットは、身長が120cm程度に設定される場合が多いが、これは人が恐怖感を持たずに接することができるロボットの最大限のサイズと言われる。これらのロボットと比較検討するためにも、5歳児の体型とした。

ここで紹介したアンドロイドロボットはプロトタイプであり、次の段階での試作では、人間とほぼ同じ関節自由度と全身皮膚、視覚、聴覚センサを埋め込む予定である。

4. おわりに

本報告では、人間-ロボット間の相互作用の原理解明のために、人間と見かけがまったく同じであるアンドロイドを用いる新たなアプローチを提案した。本報



Fig.1 Android robot



Fig.2 Skin and internal body of the android

告で示した仮説を検証するための実験方法のデザインが早急な課題である。

参考文献

- 1) 神田崇行, 石黒浩, 小野哲雄, 今井倫太, 中津良平. 人間と相互作用する自律型ロボット robovie の評価. 日本ロボット学会誌, Vol. 20, No. 3, pp. 315-323, 2002.
- 2) 神田崇行, 石黒浩, 小野哲雄, 今井倫太, 前田武志, 中津良平. 研究用プラットフォームとしての日常活動型ロボット "robovie" の開発. 電子情報通信学会論文誌 D-I, Vol. J84-D-I, No. 3, pp. 380-389, 2001.
- 3) S. C. Johnson, V. Slaughter, and S. Carey. Whose gaze

will infants follow? features that elicit gaze-following in 12-month-olds. *Developmental Science*, Vol. 1, pp. 233–238, 1998.

- 4) Vicon motion systems home page.
<http://www.vicon.com/>.
- 5) 神田崇行, 石黒浩, 石田亨. 人間ロボット間相互作用に関する心理学的評価. 日本ロボット学会誌, Vol. 19, No. 3, pp. 362–371, 2001.
- 6) 松田剛, 開一夫, 有田亜希子, 嶋田総太郎, 亀割一徳, 神田崇行, 石黒浩. 人間とヒューマノイドロボットの行動観察における脳活動計測. 情報処理学会関西支部大会講演論文集, pp. 87–88, 2002.
- 7) 神田崇行, 石黒浩, 今井倫太, 小野哲雄. 人-ロボット相互作用における身体動作の数値解析 -協調的動作の重要性-. インタラクション 2003, pp. 247–254, 2003.