

# ユーザにロボットの機能を気づかせるインタラクション設計

## Interaction Design for Noticing Robot's Function

小林 一樹\*<sup>1</sup>      山田 誠二\*<sup>1\*2</sup>  
Kazuki KOBAYASHI      Seiji YAMADA

\*<sup>1</sup>総合研究大学院大学      \*<sup>2</sup>国立情報学研究所  
The Graduate University for Advanced Studies      National Institute of Informatics

In this paper, we design an interaction in order for users noticing robot's functions. The noticing is defined as "to find relationship between user's acts and robot's acts" under the situation of human-robot cooperation. The idea is to lead the user to perform a specific act corresponding to a robot's act. To realize the idea, the robot needs to represent some kind of information for the user. Therefore, we first investigate the effects of modalities for nonverbal information represented by the robot such as LED lights, sounds and actuators. In the experiment, the ease of leading a user's act is compared among these modalities.

### 1. はじめに

近年、家庭用の実用ロボットが登場してきた。Roomba[Roomba]のような掃除ロボットをはじめとして、家事を行う様々なロボットの普及が予想される。このようなロボットは、現状の家電製品と同様に、高機能化や多機能化していくことが見込まれる。しかし、ロボットの高機能化、多機能化に伴い、ユーザビリティに関する弊害がでてくる。1台のロボットに様々な機能を搭載するため、ユーザに混乱が生じやすく、全機能を把握することは難しい。また、多機能ロボットを使いこなそうと考えたときには、膨大なマニュアルに目を通さなくてはならず、特に導入初期においてユーザに大きな負担がかかる。

そこで、本研究では、ユーザがロボットとのインタラクションを通じて、自然に無理なくそのロボットの機能に気づき、理解できるようになるためのインタラクション設計を行う。これまでの家電製品とは異なり、自律的に動作するロボットは多様な表現手段を持つ。特に、アクチュエータによる本体や一部分の駆動は、これまでの家電製品にはない特徴である。よって、ロボットの持つ機能を気づかせるための情報の伝達手段として、ロボットの動き(モーション)を用いた表現の利用が有効である。

ここでは機能に気づくことを「ユーザの行為とそれに反応したロボットの行為との対応関係の発見」と定義する。そこで、ロボットの機能に気づかせるために、ユーザにある行為を行わせるように誘導することを考える。ユーザを特定の行為に導くためには、ロボットからユーザに対して何らかの情報提示が必要であり、そのときのモダリティとしては、光、音、モーションが考えられる。したがって、本研究では、ユーザにロボットの機能を気づかせるための第1段階として、ユーザの行為を誘導する手段に着目し、表現の違いによる行為の誘導しやすさへの影響を調査する。実験により、光、音、モーションを用いた表現に関して比較を行う。

### 2. 機能に気づかせるための設計

#### 2.1 人間の行為の誘導

上記のように、本研究では、機能に気づくことを「ユーザの行為とそれに反応したロボットの行為との対応関係の発見」と

連絡先: 小林一樹, 国立情報学研究所 大学院,  
〒101-8430 東京都千代田区一ツ橋 2-1-2,  
Tel:03-4212-2681, E-mail: kazuki@grad.nii.ac.jp

定義する。これは、ロボットが人間の行動に合わせて自律的に行動する、協調的な行動をとることを前提としている。多くの家電製品の操作においては、機能の数だけボタンを付けたり、メニューを表示することが一般的であるが、ユーザと同じ環境を共有する家庭用ロボットを考えたとき、人間との協調は不可欠な要素であると考えられる。よって、人間が何らかの行為を行ったときに、ロボットが即座に、その行為に対応した機能を達成するための行動を行うことで、その対応関係に気づかせることが可能である。したがって、ある機能をより気づきやすくするためには、機能に対応した人間の行為を誘導すればよい。本研究では、ロボットからの情報提示によって、ロボットの機能に対応した人間の行為を自然に誘導する方法について検討する。機能に気づかせるためには、人間の行為をいかに自然に無理なく誘導するかが重要である。

#### 2.2 ノンバーバルな情報提示

ロボットが情報提示を行うとき、言葉を用いた人間への提示が考えられるが、言語に依存し、初心者には馴染みのない専門用語などの問題もある。たとえば、携帯電話を用いてメールを書く場面を考えたとき、ある機種ではメールの本文を「改行」するために「通話ボタン」を1.5秒以上「長押し」という仕様になっている。説明書で改行方法を調べるときは、「改行」という用語を事前に知っている必要がある。場合によっては「長押し」の説明がなされている別のページを参照する必要がある。したがって、ロボットとのやりとりの中で、説明書と同様の情報を音声やディスプレイを用いて提示するのは、機能が複雑化するほど非現実的な方法がある。そこで、本研究では、言語を用いない、ノンバーバルな情報を人間に提示することで行為を誘導することを考える。

#### 2.3 擬人化の促進による誘導

ユーザのある行為を自然に誘導するためには、ユーザが自発的に行為を行うのが理想的である。これには、ユーザによるロボットの内部状態の推定が有効である。内部状態の推定により、ロボットの意図や志向を理解して、ロボットが直面している問題を解決するためにユーザが何らかの行為を行う可能性がある。Onoら[Ono 00]は、Theory of Mind[Baron-Cohen 95]に基づく発話理解モデルを提案し、携帯端末上で親和性を確立したソフトウェアエージェントがロボットに移動することで、不明瞭な発話であってもロボットの意図を理解し、障害物を移動するという行為にユーザを導いている。

本研究では、機能に気づく人間の行為を促すためのロボッ

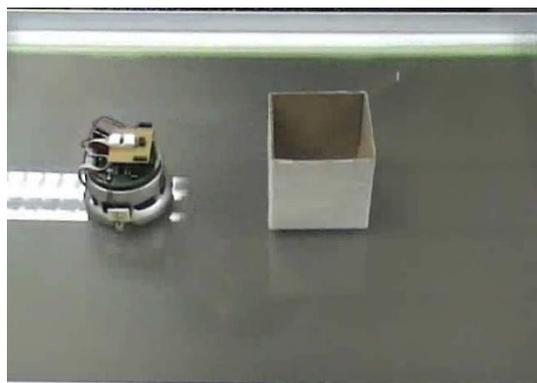


図 1 実験環境

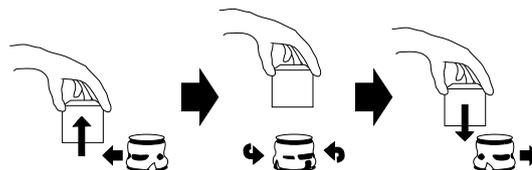


図 2 ロボットの優先掃除機能

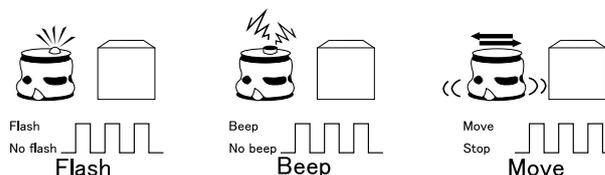


図 3 光、音、モーションによる表現

トの行動設計方法として、Modality Overlapping for Mind Overlapping(MOMO)を提案する。これは、ユーザに、ロボットの表現と人間や動物の表現とを重ねさせる(オーバーラップさせる)ことで、ロボットの内部状態とユーザの内部状態とのオーバーラップを促進させる手法である。つまり、表現に着目して擬人化を促進することを考える。行為、あるいは行動を擬人化する方法は一般的な方法だが、機能の気づきにも有効であることを示した研究はこれまでにない。これにより、ロボットの意図はユーザの意図に重ねられることになり、結果的にユーザの行為を導きやすくなると考えられる。したがって、ロボットによる情報の表現として、人間や動物などが用いる表現と同じものを用いる方が、人間の行為を促進しやすいと予想される。ノンバーバルな情報で考える場合、光や音による表現よりも、モーションを用いた表現の方が人間の表現に近い。オーバーラップさせやすく、その結果、人間の行為を促しやすい。人間の行為を促すことにより、最終的には、ロボットの未知の機能に気づきやすくなると考えられる。

### 3. 実験

実験の目的は、モーションによる表現と音による表現、光による表現の3つによってユーザに情報を提示するとき、どの手法が最もユーザの行為を促進しやすいかを調査することにある。

#### 3.1 実験環境とロボット

実験環境は図1に示すように、環境中に1つの箱と1台のロボットが配置される。ロボットは小型移動ロボットであるKheperaIIを用いる。KheperaIIは掃除ロボットという設定であり、移動に伴って床の掃除を行うものとする。ここでは、ユーザに気づかせる機能を「物体の下を優先的に掃除させる」と設定する。これは、図2のように、ユーザが物体を持ち上げている間、ロボットがその物体の下の領域のみを掃除する機能である。また、ロボットは環境内をランダムな反射によって自律的に移動する。

#### 3.2 ユーザが行為を行うまでの時間を測定

ユーザに、物体の下を優先的に掃除する機能を気づかせるためには、ユーザが自発的に物体を持ち上げる行為を行う必要がある。ここでは、機能を気づかせる第1段階として、物体の持ち上げ行為の誘導しやすさについて、光、音、モーションによる表現の違いによる影響を調べる。

ロボットは実験開始とともに動作を開始し、環境内をラン

ダムな反射を繰り返して移動する。このとき、ロボットは物体や壁の手前で図3に示す3つの表現のいずれか1つを行う。被験者1名に対して1つの表現がランダムに決定される。それぞれの表現方法は、光の場合はLEDの点滅を、音の場合はBEEP音のON/OFFを、モーションの場合は動作/停止を図3の下部にそれぞれ示すように、一定の間隔で周期的に繰り返すものとする。また、ロボットは物体が持ち上げられた後、少し前進し、物体が置いてあった場所付近で停止する。ロボットの頭上に物体が検出されるまで停止し、頭上に物体がある間、その下の領域で反射を繰り返して優先掃除を行う。

実験では、ロボットが物体の手前で各表現を行ったタイミングにおける、被験者の物体を持ち上げるまでの時間を測定する。被験者は実験環境の前に立ち「ロボットに触れたり、物体を押し当てたりする以外は何を行ってもよい」という条件のもと、ロボットの未知の機能を発見するように指示される。

### 4. おわりに

現在、ロボットへのハードウェア実装中であり、被験者実験の計画を進めている。実験において、物体が持ち上げられた後、物体の下を優先的に掃除する機能に気づかせるための表現については詳しく議論していないが、頭上に物体が検出されたときに動き出し、そのまま物体が頭上に保持されない場合には再び停止したり、音や光を用いた表現についても検討している。また、ユーザに機能を気づかせる設計は、ロボットに多数の機能が実装されている場合に有効である。したがって、どの機能を気づかせるために、どのタイミングで、ユーザに情報提示を行うかが問題となるが、それに関しては今後の課題とする。

### 参考文献

- [Baron-Cohen 95] Baron-Cohen, S.: *Mindblindness: An Essay on Autism and Theory of Mind*, MIT Press (1995)
- [Ono 00] Ono, T. and Imai, M.: Reading a Robot's Mind: A Model of Utterance Understanding based on the Theory of Mind Mechanism, in *Proc. of Seventeenth National Conference on Artificial Intelligence*, pp. 142-148 (2000)
- [Roomba] <http://www.irobot.com/consumer/>