

実用性と親和性を融合するロボットインタフェース

- 模倣行動による親和性の検討 -

Behavior Fusion in a Robotic Interface for Practicality and Familiarity
-Approach by Imitations for Familiar Behaviors-

山本 大介[†] 土井 美和子[†] 松日楽 信人[†] 上田 博唯[‡] 木戸出 正継^{††}
Daisuke Yamamoto[†] Miwako Doi[†] Nobuto Matsuhira[†] Hirotada Ueda[‡] Masatsugu Kidode^{††}

1. はじめに

近年、ブロードバンドの普及に伴い家庭内でも情報機器をはじめとするホームネットワークの構築が進んでいる。さらに、これらの情報機器と各種センサが融合したユビキタスネットワークに関する研究も盛んである。しかし、これら情報機器のユーザインタフェースは、必ずしも使いやすいものとは言えない。それは各機器が多量の便利な機能を持ち様々な使い方ができるようになる一方、その多様さがゆえに、ユーザの欲する機能を実行するために複雑な入力が強いられるためである。この問題を解決するために、機器とユーザとの仲立ちとなり、簡単に操作できるインタフェースとして、音声で応答し親しみやすい身体性を持つロボット用いたインタフェースが注目されている(Fig.1)。本研究では、これまでに、このようなロボットインタフェースには、ユーザの欲する機能の確実な実行(実用性)に加えて、ユーザの出す曖昧な要求を理解する、もしくはロボットとのやり取りを通して要求を明確にしていくコミュニケーション能力(親和性)が必要であると考え、この2つを融合するフレームワークを提案している。そして(独)情報通信研究機構オープンラボ UKARI プロジェクトで構築した様々なネット家電と多数のカメラ・センサが設置されたユビキタスホームにおいて、予備実験を行っている¹⁾。本稿では、この実用性と親和性を融合するロボットインタフェースの親和性の実装にあたり、人間の発達過程にとる模倣行動に着目し、乳幼児の注視・発話・移動動作における親和的動作に触れ、その実装方法について述べる。

2. ロボットインタフェースの親和性

人間共存型ロボット研究専門委員会は、人間共存型ロボットに必要な技術として、物理的、情動的、情緒的、環境・経済的の4つ親和性を挙げ、その技術課題を検討している²⁾。この中で物理的な作業を伴わないロボットインタフェースでまず考慮すべき親和性は、情動的親和性と情緒的親和性の2つと考えられる。情動的親和性は、人がロボットを意のままにあやつるための相互理解を深めることで、情緒的親和性は、人の心的状態を理解するとともにロボットが自身の心的状態を表出することである。本研究では、この実現にあたり、2つの親和性を兼ね備える人間、中でも親しみを感じやすい幼児を参考にしている。これは、幼児の、人の指示を理解しようとする情動的親和性に当たる面と、やさしく接したくなる情緒的親和性に当たる面を取り入れようという考えからである。具体的には、幼い子供の優れた情緒的親和性を取り入れロボットが子供のようにふるまうことで、親の立場に立ったユーザは、自然と明確な分かりやすい指示を行うようになる。また親が子供の過ちを許すように、ユーザはロボットの誤認識を容認し、繰り返し指示を出す労を厭わない。さらに指示を繰り返すうちにロボットはユーザとの情報獲得機会が増えを増やし、共有する情報を増やすことができる。結果、情動的親和性も増し、子供がだんだんと親の言うことを理解し、それに適した行動をとるように、ユーザの曖昧な指示に適した機能を見つけることができるようになることを期待している。

3. 発達心理学における模倣行動

では、乳幼児の親和行動とは何であろうか。発達心理学において、ピアジェは子供の発達過程を4つの段階に分け、最初の1段階を感覚運動的段階(0~1歳)と名づけている。この段階では、初めは生得的な反射行動が見られ、自らの感覚と運動を“見る・聞く・触る”といった動作から獲得していく。その中で直前の相手の行為を模倣する同時模倣(オム返し)が行われる。そしてこの段階の終わり(2歳頃)には、相手の行為とその再生までに時間的なずれがある延滞模倣が行われる³⁾。本研究では、この2つの模倣行動を組み合わせることによって情動的・情緒的親和性を“演出する”ことを検討している。同時模倣では、ロボットがユーザの指示をどのように認識したのかを示すことで、ユーザの意図を理解した感(情動的親和性)を演出することができる。また延滞模倣では、過去のユーザの行動を、ロボット自身の行動として出力することで、あたかも自分自身の内的状況の表出(情緒的親和性)しているかのように演出することができる。

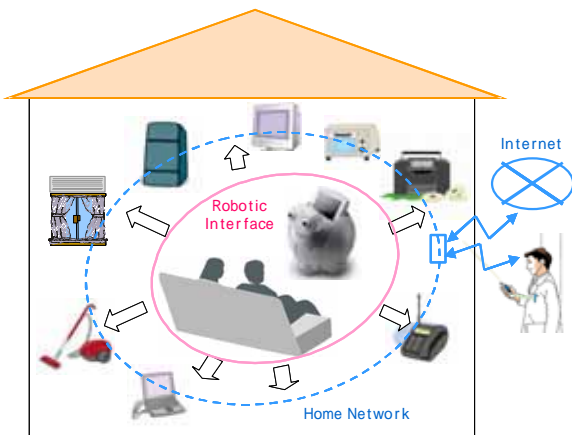


Fig.1 Home environment in the near future

[†] (株)東芝 研究開発センター,
TOSHIBA Corporate Research and Development Center
[‡] (独)情報通信研究機構, NICT
^{††} 奈良先端科学技術大学院大学, NAIST

4. ロボットインタフェースへの実装

これらの親和行動を、(株)東芝が開発中のロボット情報家電 ApriAlpha(Table1, Fig.2)⁴⁾に実装する。本ロボットは、人と身体性は異なるが、乳幼児で最初に表れるコミュニケーション動作と言われる注視・発話動作においては類似した動作が可能である。またこの動作は、対応する感覚器(視覚・聴覚)との関係が深く、感覚器と共に発達する。ロボットのセンサは乳幼児の感覚器に比べて劣るが、本研究では、ユビキタスホームに設置されている各種センサによって得られる情報を蓄積・処理する分散環境行動DB⁵⁾と連携し、ロボット自身のセンサでは得られない情報を取得し補完する。また運動系の発達に伴って表れる移動動作も可能である。以下に各動作に対して、乳幼児の発達過程⁶⁾とロボットへの実装方法、その想定月齢について述べる。

・**注視動作**：乳幼児には、視線追従(共同注意)という母親と同じ物を見る動作がある。この動作は意図理解に繋がる重要な動作と考えられている。生後6ヵ月頃は、母親と同じ方向を見るが同じ物を見るには至らないが、12ヵ月頃にはかなり正確に(精度 $\pm 30^\circ$)で同じ物を見られるようになり、18ヵ月頃には、自分の視野にない物(例えば自分の後ろの物)でも首の向きを変え見られるようになる。ロボットでは、部屋に設置された複数のカメラによる顔方向推定結果⁷⁾を分散環境行動DB経由で取得、顔方向追従をすることで、生後6ヵ月相当の意図理解を演出している。(Fig.3)。また乳児が顔(特に目)を好んで見ることも知られている。これは視線追従のためとも言われるが、見られた側にはかわいらしく感じられる。そこでロボットも顔が検出されたらその方向を注視する機能を実装し評価する。

・**発話動作**：生後3ヵ月頃に喃語(「アー」「ウー」等)を、7ヵ月頃に音韻を模倣して発話する。この頃は乳児の発声獲得・聴覚獲得行動と考えられる。11ヵ月頃に一語文(「マンマ」等)、18ヵ月頃には二語文(「マンマイナイ」等)と発達し、会話らしくなる。ロボットでは、この一語文発話期を想定し、ユーザの発話を一単語認識し、認識されれば同時模倣により認識された単語を発話。されなければ音韻模倣を行い、まず発話内容の理解度をユーザに示す。その後、延滞模倣を入れ変化を加えていく。これは乳幼児に話しかける際、母親語(motherese)と呼ばれるゆっくりと短い単語を繰り返すことを利用し、一語文発話でも簡単なコミュニケーションがとれる期待している。

Table1 Specifications of a Robotic Information Home Appliance "ApriAlpha"

寸法	直径 350mm 高さ 380mm
質量	約 9.5kg
ユーザインタフェース	CCD カメラ マイク, スピーカ 液晶モニタ (タッチパネル付)
移動速度	約 0.5m/s
通信	無線 LAN(IEEE802.11b)
電源	リチウムイオンバッテリー (駆動時間 連続2時間)



Fig.2 Overview of "ApriAlpha"

・**移動動作**：生後6ヵ月頃には這い這いを、12ヵ月頃には歩き始める。乳幼児にとっての移動は、身体動作の発達の表れであり、活動範囲も急速に広がり、動くものや見馴れないものを見るとそちらへ行こうとする探索動作が表れる。ロボットにおいてもまずこの探索動作を取り入れる。しかし、ロボットの車輪による移動は、乳幼児とも、模倣対象となるユーザとも、身体性が大きく異なる。そのため、動作についても動作変換を含めた検討が必要であろう。

おわりに

本稿では、実用性と親和性を融合するロボットインタフェースの親和性に対して、発達心理学の知見に基づき、ユーザの動作を模倣することを検討した。そして、注視・発話・移動動作について実装方法を示した。今後は、この親和行動を実装しその親和性を評価するとともに、実用性との融合をはかり、本研究の提案する実用性と親和性を融合するロボットインタフェースの実現を目指す。

謝辞

本研究を進めるにあたり、UKARIプロジェクト サービスWGで、視線追従に用いた顔方向推定の担当をして頂いている和歌山大学和田俊和氏、NICT 佐藤哲氏、及び貴重な意見を頂いているWGメンバー各位に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 山本他:実用性と親和性を融合するロボットインタフェースへのアプローチ,日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 04 講演論文集,2P2-H-36,2004.
- 2) 人間共存型ロボット研究専門委員会:人間共存型ロボットシステムにおける技術課題,日本ロボット学会誌 Vol.16 No.3,pp.288-pp294,1998.
- 3) J.ピアジェ:模倣の心理学,黎明書房,1998.
- 4) 山本他:ロボット情報家電コンセプトモデル"ApriAlpha"の開発 - 機能概要および移動制御について -, 第 21 回日本ロボット学会学術講演会予稿集,1E27,2003.
- 5) 土井:分散環境行動DBと場モデルに基づくユビキタスインタフェース設計--UKARI プロジェクト報告 No.3--,情報処理学会第 66 回全国大会,2004.
- 6) 子安:心の理論,岩波書店,2000.
- 7) 佐藤他:非線形写像学習アルゴリズム PaLM-tree を用いた顔方向推定,第 3 回情報科学技術フォーラム,2004.



Fig.3 Looking to same direction