

# 意図的人工物

寺田和憲

岐阜大学工学部応用情報学科

〒 501-1193 岐阜市柳戸 1-1

terada@info.gifu-u.ac.jp

<http://www.elf.info.gifu-u.ac.jp/ST/terada>

**Abstract:** 我々は日常的に他人の振る舞いに対して意図を付与することによって振る舞いを理解している。人間が機械に対しても意図を帰属させて振舞を理解することができれば人間-機械の関係はより自然なものになると考えられる。本研究では人工物(立方体)のリアクティブな動きが意図帰属に影響を与えるかについて心理実験を行った。実験の結果、リアクティブな振舞いは意図スタンスの採用に寄与することが確認された。また、リアクティブな振舞が目的帰属に寄与することが確認された。これらのことから、人間が一旦機械(例え立方体であっても)を意図を持つ存在として仮定すると、自動的に目的を付与して振舞を理解することが示された。

## 1 はじめに

我々はどのような対象を意図的な存在だと認識するのだろうか。朝、空の皿の前で鳴く猫を見ると、その猫が自分に対して餌を要求していると思うだろう。しかし、音楽を鳴らしているステレオに対して、それが自分に対して音楽を聴かせようとしているとは思わないだろう。また、突然落下してきた木の枝が頭に当たったとしても、木の枝が自分に対して攻撃ようとしているとは思わないだろう。Tomaselloら [7]によると、意図とは達成したい目標の心的表象とそれに至る行為系列のことである。対象の振舞に対して意図性を付与することを意図帰属 (intention attribution) と言う。また、他者の振舞の原因を願望や信念などの心的状態に帰属させる認知機能は心の理論 (Theory of Mind) として知られる。我々は日常的に他人の振る舞いに対して意図を付与することによって振る舞いを理解している。この能力が自閉症において欠落していることは、それが当然のように存在する能力ではないことを意味し、乳児が早期に意図帰属が可能であることを示した研究は、この能力が先天的に脳に埋め込まれた機能であることを示唆する。意図帰属を引き起こす要因について発達心理学、社会心理学の分野多くの研究が行われており、合理性 (rationality)[3]、目的志向性 (goal-directedness)[5]、自発動作 (self-propelled motion)[1][6][4]、同結果性 (equifinality)[2] などが報告されている。

人間-機械のコミュニケーションにおいて発生する齟齬は、多くの場合、機械の振舞を意図のレベルで理解できないことに原因があると考えられる。心の理論を用いた意図の推論システムは高速かつ直感的に働く。我々是对人コミュニケーションにおいて相手の意図を論理的に推論しているのではないのだ。人間が機械に対しても意図を帰属させて振舞を理解することができれば人間-機械の関係はより自然なものになるだろう。単純な図形の振舞に対してさえ意図帰属が可能であるという実験結果 [4][3] は、人間と機械の間で意図レベルのコミュニケーションが可能であることを示唆する。我々はこのような観点からこれまでに、動く椅子と人間とのインタラクションを観察することで、人間-機械のインタラクションにおいて心の理論の利用可能性について検討してきた。そこで分かってきたことは、人間が一旦機械(例え椅子であっても)を意図を持つ存在として仮定すると、自動的に意図を付与して振舞を理解してしまうことである。人間が機械を意図的な存在だと認識すると、人間-機械のコミュニケーションにおける多くの問題が解決する。重要なことは、機械が実際に意図を持つことではなく、意図を持っていると人間に思わせることである。

我々のこれまでの実験で、能動的人工物が人間に対して注意を向けることが意図帰属に影響を与えることが示された [8]。本稿では注意のより暗黙的な表現方法としてリアクティブな動きが意図帰属に影響を与えるかについて心理実験を行った結果を報告する。

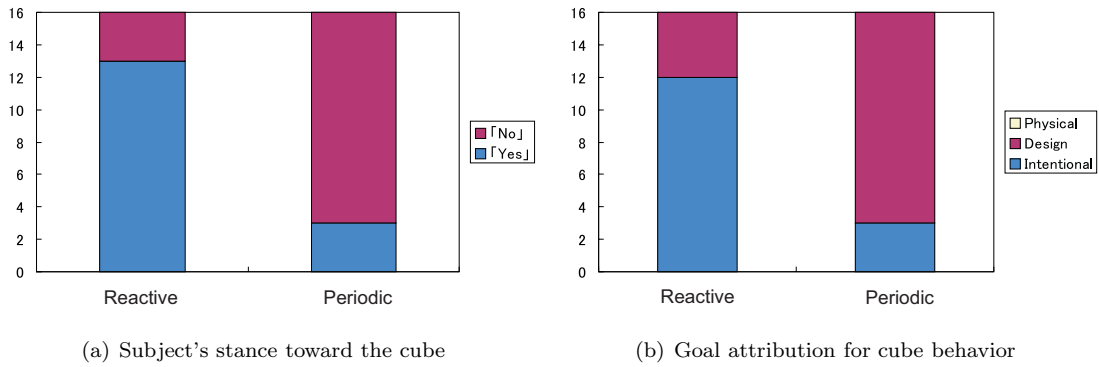


図 1: Stance and goal attribution toward cube behavior

## 2 実験方法

21 歳から 24 歳までの大学生が実験に参加した。どの被験者も実験の内容を知らず、実験に使用される機材についての知識も持っていなかった。

実験に使用した人工物はモータ付き車輪によって駆動される一辺 45cm の立方体である。実験は刺激となる人工物以外存在しない空間において、被験者に人工物の動作系列を提示することによって行った。実験を行った空間はパーティションで区切られた部屋の半分の領域 (6m × 5.5m) を用いた。被験者はその空間の中で自由に動くことを許された。

立方体の動作はあらかじめ決められており、実験条件によって 2 パターン用意した。実験条件はリアクティブ、周期 (統制) の 2 条件の被験者内 1 要因計画であった。リアクティブ条件では椅子は被験者の動作直後 (本実験では 0.5 秒後) に動作を出力した。被験者の動作はカメラからの映像に閾値以上のオプティカルフローが検出された場合と定義した。周期条件では椅子は 5 秒間隔で動作した。生成する動作系列はあらかじめランダムに生成された系列であるが、どちらの条件においても同一であり、生成するタイミングだけが異なる。生成される動作要素は 6 種類であり、前進、後退、回転等の単純なもので、持続時間は 1 秒または 2 秒である。

被験者の動作は次の基準に従って 3 つのカテゴリーに分類した。(1) Observing: 関心を持って椅子を見ていたり観察する動作。(2) Interrupted: 椅子の動作によって影響を受けた被験者の動作。(3) Probing: 椅子がどのような反応を示すか試す動作。

また、被験者が椅子ロボットに対して Dennett の提案する 3 つのスタンスのうちどれを採用したかについて質問した。

## 3 実験結果

McNemar 検定によって立方体の振舞に対して採用したスタンスに条件間で有意な差があることが認められた ( $\chi^2_{(3)} = 9.00, p < 0.05$ )。リアクティブな動作を提示された被験者の方が周期的な動作を提示された被験者より意図スタンスを採用する傾向にあったことがわかった。いずれの条件でも物理スタンスを採用した被験者はいなかった。

リアクティブ条件の 81% の被験者が立方体の動作に目的があると回答した一方で、周期条件では 19% であった。ただし、McNemar 検定の結果、リアクティブ条件の被験者は周期条件の被験者よりも有意に目的帰属する傾向にあった ( $\chi^2_{(1)} = 8.10, p = 0.01$ )。

リアクティブ条件の被験者のうち、立方体の動作に目的があると答えた被験者はその目的を具体的に「動くものに反応していた」、「人の動きに合わせて動いていた」、「人の興味引くように動いていた」、「何か伝えようとしていた」等と答えた。周期条件の被験者は「プログラムされた通り動いていた」、「気を引くため

表 1: Relationship between the stances taken by participants and goal attribution.

Stance	goal attribution	reactive	periodic
Intentional	Yes	12	3
	No	0	0
Design	Yes	1	0
	No	3	13
Physical	Yes	0	0
	No	0	0

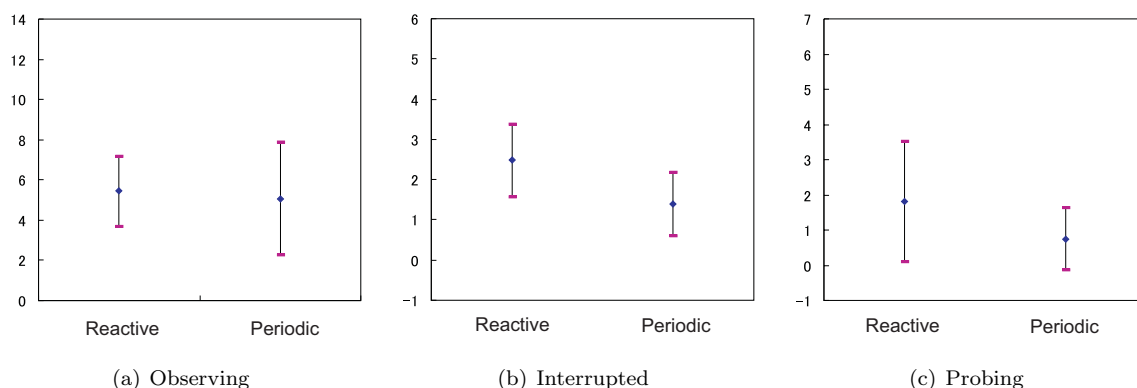


図 2: Motion analysis result for human-chair interaction.

に動いていた」;「ある程度追従して、遠まきにすると逃げる」等と答えた。周期条件における回答の「プログラムされた通りに動いていた」以外は周期条件であってもなんらかの目的を帰属させていることを意味する。

両条件の被験者について、採用したスタンスと目的理解度の関係を表 1 に示す。立方体の振舞に対して目的帰属を行わなかった被験者は全て設計スタンスを採用している。一方で目的帰属を行った被験者は一人の被験者をのぞいて (92%) 全員意図スタンスを採用している。周期条件において、目的帰属を行わなかった被験者全てが設計スタンスを採用し、目的帰属を行った被験者全てが意図スタンスを採用している。これは周期条件であったとしても、意図スタンスを採用することによって立方体の動きに目的帰属を行ったことを意味する。

動作分析の結果に対して t 検定を行った結果、いずれの動作についても条件間で動作頻度に有意な差が見られた (observing actions:  $t = 0.43$ ,  $p = 0.67$ ; interrupted actions:  $t = 4.27$ ,  $p < 0.01$ ; probing actions:  $t = 2.25$ ,  $p < 0.05$ (図 2 参照)。これは、リアクティブな動作が人間の活発な動作を誘発したものと考えられる。

## 4 考察

リアクティブな振舞いは意図スタンスの採用に寄与することが確認された。また、リアクティブな振舞いは目的帰属に寄与することが確認された。しかし、両条件を通じて意図スタンスを採用した被験者が目的帰属を行ったことを考えると、意図スタンスの採用が目的帰属を誘発したと考えることができる。リアクティブな動作は意図スタンスの採用に寄与したのであり、目的帰属は意図スタンスの採用によって誘発されたものと考えられる。

## 5 おわりに

人間が機械を意図的な存在だと認識すると、人間-機械のコミュニケーションにおける多くの問題が解決する。本稿では、人間が一旦機械(例えば椅子であっても)を意図を持つ存在として仮定すると、自動的に目的を付与して振舞を理解すること示した。重要なことは、機械が実際に意図を持つことではなく、意図を持っていると人間に思わせることである。

## 参考文献

- [1] Simon Baron-Cohen. The eye direction detector (edd) and the shared attention mechanism (sam): Two cases for evolutionary psychology. In Chris Moore and Philip J. Dunham, editors, *Joint Attention: Its Origins and Role in Development*, chapter 3, pp. 41–59. Lawrence Erlbaum Associates, 1995.
- [2] Gergely Csibra, György Gergely, Szilvia Bíró, Orsolya Koós, and Margaret Brockbank. Goal attribution without agency cues: the perception of ‘ pure reason ’ in infancy. *Cognition*, Vol. 72, No. 3, pp. 237–267, 1999.
- [3] G. Gergely, Z. dasdy, G. Csibra, and S. B. Taking the intentional stance at 12 months of age. *Cognition*, Vol. 56, No. 2, pp. 165–193, Aug 1995.
- [4] Fritz Heider and Marianne Simmel. An experimental study of apparent behavior. *The American Journal of Psychology*, Vol. 57, No. 2, pp. 243–259, 1944.
- [5] D. Premack and A. J. Premack. Motor competence as integral to attribution of goal. *Cognition*, Vol. 63, No. 2, pp. 235–242, May 1997.
- [6] David Premack and Ann James Premack. Moral belief: Form versus content. In *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*, pp. 149–168. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- [7] Michael Tomasello, Malinda Carpenter, Josep Call, Tanya Behne, and Henrike Moll. Understanding and sharing intentions: The origins of cultural cognition. *BEHAVIORAL AND BRAIN SCIENCES*, Vol. 28, p. 675–735, 2005.
- [8] 寺田和憲, 社本高史, 伊藤昭. 心の理論の枠組を利用した人工物から人間への意図伝達. *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, Vol. 9, No. 1, pp. 23–22, 2007.