

棒を媒体とした相互作用が可能な壁の穴を用いた心の解明

石川 永哲^{1,a)} 寺田 和憲¹

概要: 心はセンサ入力と行動出力の対応関係についての抽象表現である。主にエージェントの振舞いの理由を説明するために用いられている。心は非ゼロ和ゲーム的状况において認知資源を節約し協力的行動と搾取への対抗を実現するために進化的に獲得されたと考えられている。一般に心は当たり前のように存在しているとされるが、実際のインタラクシオンの中で心がどのように認識されているかは明らかではない。そこで、我々は非ゼロ和ゲーム的状况におけるミニマムモダリティを通じたインタラクシオンダイナミクスの中で心が認識されるプロセスを明らかにするために、棒を媒体として用いた相互作用を行うことができる壁の穴を開発した。

A Study of Mind using a Stick-Mediated Interactive Hole

EITETSU ISHIKAWA^{1,a)} KAZUNORI TERADA¹

Abstract: Mind is abstract representations of relationship between sensory input and motor output. Mind is used to explain cause of agent's behavior. Mind is assumed to be evolutionarily acquired so as to reduce cognitive load and realize both cooperation and avoiding being exploited in a non-zero-sum game situation. People believe existence of mind. However, it is not clear that how mind is recognized in interaction dynamics. We developed a stick-mediated interactive hole to investigate the process in which people attribute mind to an entity through minimum modal interaction in a non-zero-sum game situation.

1. はじめに

ペットロボットが人に受け入れられるのは人が機械に対しても心を感じる能力を有するからである。心とはセンサ入力と行動出力の対応関係についての抽象表現であり [1], [2], [3], 主にエージェントの振る舞いの理由を説明するために用いられている [4], [5], [6]。また、心は非ゼロ和ゲーム的状况において認知資源を節約し協力的行動と搾取への対抗を実現するために進化的に獲得されたと考えられている [7]。

心を感じるための要因として外見 [8], [9], 自己推進性 [10], [11], [12], 随伴性 [13], 目的志向性 [14], 等終極性 [15] などが知られているがインタラクシオンダイナミクスの中で心がどのように認識されるかについては不明な点が多い。

ミニマムモダリティを用いたインタラクシオンダイナミクスの中で発現する他者性に注目した研究として飯塚らの研究 [16] と坂本らの研究 [17] がある。飯塚らは指先に対する接触という単純な刺激を用いて研究を行い、インタラクシオンダイナミクスにおける他者の発見において模倣やターンテイキングが関係していることを示した [16]。一方が動き、一方が静止するという基本単位であるターンが発生し、交わされる情報に齟齬がないか、ターンの切り替えのタイミングが当事者間で共有できているかなど予測される要因は多くあるが、模倣やターンテイキングが人と人工物の間のインタラクシオンにおいて関係の構築に意味を持ちうるということである。同様の知見は竹内らの研究によっても指摘されている [18]。

一方で坂本らはコミュニケーションが始まる前の無意識な身体レベルのインタラクシオンに着目した [17]。人と人のコミュニケーションでは、相手が手を振る、声をかける等の行動を行ったときに人は相手に注意を向け、コミュニケーションが開始される。それらの行動が観測されない限

¹ 岐阜大学工学部電気電子・情報工学科
Department of Electrical, Electronic and Computer Engineering, Faculty of Engineering, Gifu University
^{a)} tetsu@elf.info.gifu-u.ac.jp

りはコミュニケーションは発生しない。町ですれ違う人々全員に注意を向けることはないことを思えば納得しやすい。坂本らによれば、人は外部のものとの関係を持つ際、対象が自分とインタラクション可能かどうかを判定し、対象物に注意を向けることでコミュニケーションを行うのだという。この判定の期間を0次過程として、その過程の間にある特定の振る舞いによって対象に注意が向けられるのではという仮説を立てた。坂本らの研究、実験の結果、互いの動作タイミングの一致、または交互に動作することがインタラクション開始の要因である可能性が示された。

他者性の知覚における模倣、ターンテイキング、同期は心を感じるための必要条件と考えられるが、心が非ゼロ和ゲーム環境におけるサバイバルを実現するために獲得されてきたことを考えると、心の発現を研究する上で、ミニマムモダリティを用いたインタラクションにおいても非ゼロ和ゲーム的要素を導入することが重要である。非ゼロ和ゲーム的状况とは、協力すればより高い利益が得られるが、相手の協力的行動を搾取することによってさらに高い利益が得られる状況である。そこで我々は、棒を媒介して押し引きインタラクションが可能な壁の穴を開発した。この装置において利得は明示的に示されない。しかし、協力的動作と敵対的、搾取的動作を表現可能である。協力的動作は押し引きインタラクションにおいて操作者の消費エネルギーを少なくするような動作である。例えば、引っ張ろうとすればそれをアシストするような動作である。一方で敵対的、搾取的動作とは操作者の消費エネルギーを増大させるような動作である。例えば引っ張ろうとしているのに反対方向に引っ張ろうとするような動作であったり、棒を引っ張ろうとして手を近づけたのに棒が引っ込んでしまうような動作である。

2. 装置

装置はピッチングマシン型棒駆動部とセンサーによって構成される。以下にそれぞれの詳細を示す。

2.1 ピッチングマシン型棒駆動部

装置の概略図を図1に示す。装置の垂直面には棒を差し込むための穴が空いている。穴から差し込まれた棒の位置と引き込み、押出の力は垂直面の裏側に装着されたゴムローラ付きの二つのDCモーターによって制御される。使用しているモーターはmaxon社製ブラシレスモーター(EC-max22, 25W)、装着したギヤヘッドは同社の低騒音プラネタリギヤヘッド(減速比:82:1)である。実際に作成した装置の図を図2に示す。穴から差し込まれた棒はベアリングを備えた9.5cmの棒によって上下から支持されることによってぶれることなく安定して動作する。モーターの先には硬度50のゴムローラーを装着している。モーターの動作、制御にはmaxon社製モーションコントローラー

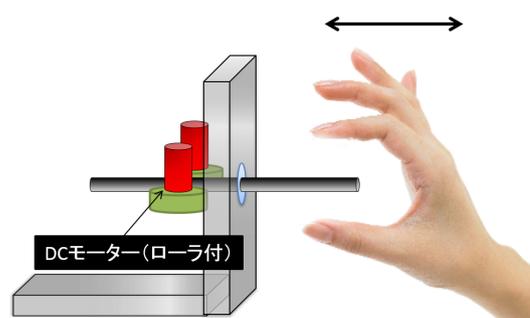


図1 棒を媒体とした相互作用が可能な壁の穴の概念図

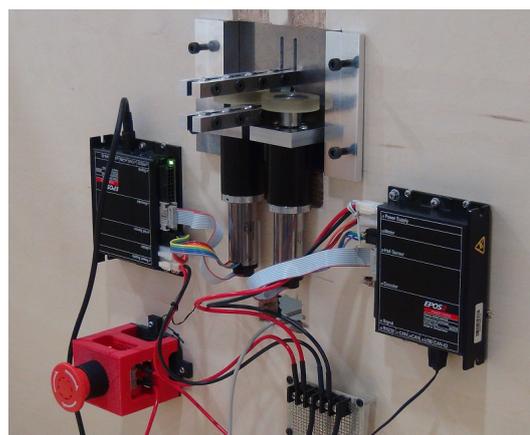


図2 駆動部の仕組み

であるEPOS2 24/5を採用している。なおモーター本体とギヤヘッドは棒を動作させた際に最大秒速30cm、トルクは片側1N・mを出力可能である。

これらの構成部品を図3に示すような壁に取り付けた。壁の大きさは前面部が1200×900×22(mm)であり、左右それぞれの側面部は30×90×24(mm)である。前面部中央には直径15mmの穴があり、下部には後述するLeap Motionを格納するためのアクリル板が装着してある。

2.2 センサー

穴周辺での手の状態を計測するために穴の下部にLeap Motionを装着した。Leap Motionは指の本数や手に持つ道具、特定のジェスチャーの検出が可能である。Leap Motionはコネクタ部を含めて長さ約10cm、幅約3cm、厚み約1cmのデバイスであり、物体の最大検出距離は約25cmである。検出精度はセンサー部から離れるほど落ちるため、運用の際にはできるだけ手と近づける必要がある。本研究では前述した壁の一部に備えたアクリルの薄い箱の中にLeap Motionを格納した。実験参加者から視認されないようにLeap Motionの上にスモークフィルムを張ったアクリル板を重ねている。なお格納の際は検出精度を上げるため、センサー部が壁に対して65°角度がつくように設置した。



図 3 装置の全体像

3. おわりに

本稿ではミニマムモダリティを用いたインタラクションダイナミクスの中で心が認識されるプロセスを明らかにするために棒を媒体とした相互作用が可能な壁の穴を開発した。この装置ではこれまでの研究で考慮されていなかった非ゼロ和ゲーム的状况を棒の押し引き（駆け引き）としてインプリシットに実装することで、利害が一致／対立する状況における心の発現プロセスを明らかにすることを目指している。

今後は心理実験を行い、実際に心が発現する過程を明らかにする。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 15H02735 の助成を受けたものである。記して感謝する。

参考文献

- [1] Whiten, A.: When does smart behaviour-reading become mind-reading?, *Theories of theories of mind* (Carruthers, P. and Smith, P. K., eds.), Cambridge University Press, pp. 277–292 (online), DOI: 10.1017/CBO9780511597985.018 (1996).
- [2] Kozima, H.: Cognitive granularity: A new perspective over autistic and non-autistic styles of development, *Japanese Psychological Research*, Vol. 55, No. 2, pp. 168–174 (online), DOI: 10.1111/jpr.12006 (2013).
- [3] 綾屋紗月, 熊谷晋一郎: 発達障害当事者研究, 医学書院 (2008).
- [4] Gergely, G., Nádasdy, Z., Csibra, G. and Bíró, S.: Taking the intentional stance at 12 months of age, *Cognition*, Vol. 56, No. 2, pp. 165–193 (online), DOI: 10.1016/0010-0277(95)00661-H (1995).
- [5] Gergely, G. and Csibra, G.: Teleological reasoning in infancy: the naïve theory of rational action, *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 7, No. 7, pp. 287–292 (online), DOI: 10.1016/S1364-6613(03)00128-1 (2003).
- [6] Dennett, D. C.: *The Intentional Stance*, Cambridge, Mass, Bradford Books/MIT Press (1987).
- [7] Byrne, R. W. and Whiten, A.(eds.): *Machiavellian Intelligence: Social Expertise and the Evolution of Intellect in Monkeys, Apes, and Humans*, Oxford Science Publications (1988).
- [8] Krach, S., Hegel, F., Wrede, B., Sagerer, G., Binkofski, F. and Kircher, T.: Can Machines Think? Inter-

- action and Perspective Taking with Robots Investigated via fMRI, *PLoS ONE*, Vol. 3, p. e2597 (online), available from <doi:10.1371/journal.pone.0002597> (2008).
- [9] Takahashi, H., Terada, K., Morita, T., Suzuki, S., Haji, T., Kojima, H., Yoshikawa, M., Matsumoto, Y., Omori, T., Asada, M. and Naito, E.: Different impressions of other agents obtained through social interaction uniquely modulate dorsal and ventral pathway activities in the social human brain, *Cortex*, Vol. 58, pp. 289–300 (online), DOI: 10.1016/j.cortex.2014.03.011 (2014).
- [10] Baron-Cohen, S.: *Mindblindness: An Essay on Autism and Theory of Mind*, The MIT Press (1995).
- [11] Heider, F. and Simmel, M.: AN EXPERIMENTAL STUDY OF APPARENT BEHAVIOR, *The American Journal of Psychology*, Vol. 57, No. 2, pp. 243–259 (online), DOI: 10.2307/1416950 (1944).
- [12] Premack, D. and Premack, A. J.: Moral belief: Form versus content, *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*, Cambridge University Press, pp. 149–168 (1994).
- [13] Bassili, J. N.: Temporal and Spatial Contingencies in the Perception of Social Events, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 33, No. 6, pp. 680–685 (1976).
- [14] Dittrich, W. H. and Lea, S. E. G.: Visual perception of intentional motion, *Perception*, Vol. 23, No. 3, pp. 253–268 (online), DOI: 10.1068/p230253 (1994).
- [15] Heider, F.: *The Psychology of Interpersonal Relations*, Lawrence Erlbaum Associates (1958).
- [16] 飯塚博幸, 安藤英由樹, 前田太郎: 身体的相互作用におけるコミュニケーションとターンテイキングの創発, 電子情報通信学会論文誌 (A), Vol. J95-A, pp. 165–174 (2012).
- [17] 坂本孝丈, 竹内勇剛: 身体的なインタラクションを通じた他者性認知過程のモデル化, HAI シンポジウム 2015 (2015).
- [18] 竹内勇剛, 杉江舞子: 踊るエージェントを通じた相互作用による対人認知過程, 情報処理学会研究報告 (知能と複雑系), No. 109, pp. 9–14 (オンライン), 入手先 (<http://ci.nii.ac.jp/naid/110002973160/>) (2005).