

# 身体的相互作用におけるコミュニケーションの創発と進化

## Emergence and Evolution of Communication system in Embodied Interaction

飯塚博幸<sup>1</sup> Davide Marocco<sup>2</sup> 安藤英由樹<sup>1</sup> 前田太郎<sup>1</sup>  
Hiroyuki Iizuka<sup>1</sup>, Davide Marocco<sup>2</sup>, Hideyuki Ando<sup>1</sup>, and Taro Maeda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>大阪大学大学院 情報科学研究科

<sup>1</sup>Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

<sup>2</sup>プリマス大学 計算数理研究科

<sup>2</sup>Graduate School of Computing and Mathematics, University of Plymouth

**Abstract:** In this paper, we investigate how communication can be established by recognising and separating communicative actions from other behaviours. To investigate such a process of communication emergence from embodied interactions, the separation of communicative behaviours must not be designed in advance. Our experiment's primary objective was to study the emergence of a communication system between two interacting subjects without predefined communication modalities, where the only possible interaction was very simple, non-directional, and embodied. As a result, we show how, from simple embodied interactions, the subjects created implicit structures that produced a dichotomy of communicative and non-communicative behaviours. Finally, we discuss how an emergent communication system allowed the subjects to incorporate new communication categories.

## 1. はじめに

ロボットやエージェントなどの人工システムがいかにして人とコミュニケーションをはかり、円滑な相互作用を成立させることができるか、人とのようなインタラクションを設計すべきなのかは、大きな課題である。そもそも人間同士がどのようにして円滑にコミュニケーションを相手と行い、相手の意図や感情を理解しているのかも明らかではない。

本論では、人同士のコミュニケーションを通常コミュニケーションとして使われていないモダリティにおいてコミュニケーションを形成させ、それを解析することによって我々の使っているコミュニケーションを理解する Experimental Semiotics[1]の方法をとる。特にコミュニケーションシステムが、身体の運動の相互作用の中で、いかにして単なる運動からコミュニケーションへと創発するかをみる。また、そのコミュニケーションシステムがどのようにして進化していくかを明らかにする。

## 2. 実験

通常、コミュニケーションとして使われていない触覚と運動を基礎とする相互作用の場を用意して実験を行う。実験では2人の被験者はそれぞれの机の上に置かれたレールの上を左右に200mmの長さの空間を自由に移動することができる。そのレール上

での位置はセンサにより検出され、コンピュータ上に作られた仮想空間でのアバタの位置を決定する。2者は直接見ることはできないが、この仮想空間において空間を共有しており、仮想空間において同じ位置を占めると衝突を意味する振動刺激が各被験者の爪上に固定された振動モータより与えられ、お互いの存在を知る。振動の周波数は一定であり、振動刺激の有り無しによって、相手と接触している、していないがわかる。それぞれの被験者は1次元の運動とオンオフの触覚刺激のみで相手と相互作用することになる。

### 2.1 タスク

運動と刺激が制限されたこの環境において被験者は、それぞれがモニタ上に写された図形が同じかどうかを判断する必要がある。図1に被験者に対して提示される図形を示す。被験者は同じ図形を見ていると判断したときには、お互いを接触状態で保ち続ける。また、異なる図形だと判断した場合にはお互いへの距離が最大になるようにする。教示のときには図形が何種類あるのか、など図形に関して一切の情報は与えられていない。

実験では16試行を1セッションとして行われ、初めは、SharpとSquareの2種類からランダムに選択され各被験者に提示される。各セッションの正答率が81.25%以上になったところで、未知の図形であるCircleがランダムに選ばれる選択しの一つとして加え

られる。

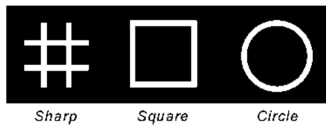


図 1:提示される図形

## 2.2 実験手続

まず、自分のアバタと黒いターゲットが見える。このターゲット初期位置をセットするためのものであり、各被験者が黒いターゲットに到達するとタスクはスタートする。それぞれモニターは真っ黒になり、図形のみが表示される。タスクがスタートすると30秒間が与えられ、自由に動き回ることができ、相手と接触すると振動刺激をうける。この30秒間でタスクを行い、提示図形が同じか異なるかを判断し、30秒の間に振動状態か、距離が最大になるように動く。30秒が終了すると、初期位置ターゲットが現れ、この実験を繰り返していく。

## 3. 結果

図2にセッション毎の正答率の変化を示す。8組中6組の被験者がタスクの正答率が実験を繰り返していくごとに上昇し、2 択の判別の閾値である81.25%を超え、コミュニケーションが成立しているのがわかる。点線の2組は閾値に達しなかったため4セッション目で終了した。新しい図形 Circle が導入された後も正答率が大きく下がることなくすみやかにコミュニケーションシステムにとりいれられている。

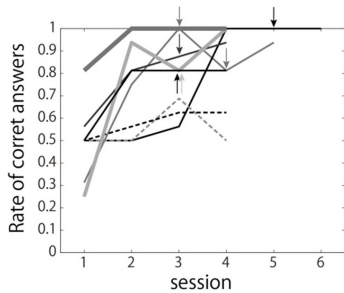


図 2:セッション毎の正答率。矢印は未知の図形 Circle が導入されたセッションを示す。

コミュニケーションが成立した組の振る舞いをみると、一方の被験者が動き、その間他方が静止しているという役割の分化が見られ、さらに、その役割がしばらくすると交代することが見られた(図3)。これは時間的役割の転換でターンテイキングと呼ばれる。そこで、ターンテイキングを一方が動いているときにもう片方が静止しているという状態とその転換を評価してターンテイキングパフォーマンスを定義し、計算した結果を図4に示す。左側のグラフをみるとトライアルが進むにつれてターンテイキン

グパフォーマンスが上昇しているのがわかる。また、閾値に到達しなかったペアを含む全ペアのセッション毎のターンテイキングパフォーマンスとそのときの正答率を図4(右)に示している。この両者の関係に相関がみられた( $r=0.55, p<0.05$ )。

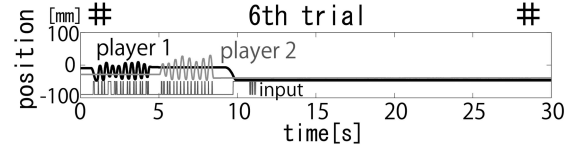


図 3:両被験者が Sharp を見たときの振る舞い

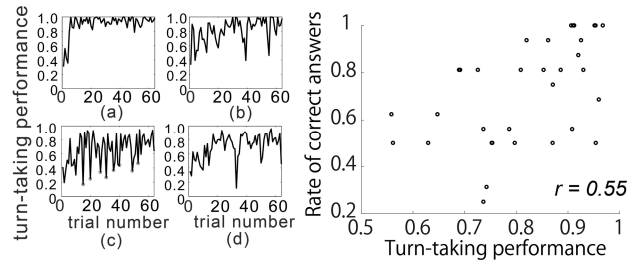


図 4:(a)-(d)各被験者ペアのトライアル毎のターンテイキングパフォーマンス (左) セッション毎の平均ターンテイキングパフォーマンスとタスク正答率

## 4. 考察

新しい図形 Circle を被験者に一切情報を与えずに、突然、提示図形に導入したとしても創発したコミュニケーションシステムが崩壊することなく、スムーズに導入されることがわかった。これは、両被験者が未知の提示図形を見たときに、振る舞いとして今までにない振る舞いをする事で相手に伝達しようとし、お互いにこの未知の知覚体験と相手の未知の行動をスムーズに結びつけることで、コミュニケーションシステムを壊すことなく、発展させることができたと考えられる。

今までの通常考えられてきた語彙の獲得は観測したものに特定の振る舞いを直接結び付けるということだけに焦点が与えられがちであるが、本研究では既にある語彙の集合に属さないという補集合的概念を利用することで語彙を増やしていくという新しい視点を導入した。

## 謝辞

本研究の一部は文部科学省グローバル COE プログラム(研究拠 点形成費補助金)「アンビエント情報社会基盤創成拠点」、科研費(22240008)の助成による。

## 参考文献

- [1] Galantucci, B.: Experimental Semiotics: a new approach for studying communication as a form of joint action. Topics in Cognitive Science, 1(2), 393-410. (2009)