

# 間主観的インタラクションにおける 相互予測と飽きに関する研究

\*嶋本 正範, 片井 修

京都大学大学院 情報学研究科

〒606-8501 京都市左京区吉田本町

shimamoto@sys.i.kyoto-u.ac.jp,

katai@i.kyoto-u.ac.jp

**Abstract.** 本稿はインタラクションにおける人間の飽きの性質を明らかにすることを目的とした研究のポストペーパーとしての位置付けである。インタラクションにおける飽きの性質に影響を与えているのではないかと考える、インタラクションにおける時間的な随伴性と相互予測について述べ、実験概要について述べる。

## 1 はじめに

ロボットやエージェントなどが人間と共生するための問題の一つとして、それらの対象に対する飽きが挙げられる。実際、中田などはペット動物の対人心理作用能力を参考にして、飽きが来ない関係性が築けるロボットの構築の方法論を模索している [1]。

心理学などでは馴化、脱馴化と呼ばれる飽きに関する研究は見られる。しかし、心理学的な飽きの研究では被験者に対象を提示し、被験者が飽きたかどうかを判別する観察のみによる研究がほとんどである。ロボットやエージェントなどが人間と共生する場合を考えると、人間とのインタラクションは必須であると考えられる。それゆえ、観察だけによる飽きの性質だけでなく、インタラクションにおける飽きについて考察する必要があると考える。インタラクションにおいても、単調なパターンであれば、人間はすぐ飽きてしまうことは用意に想像がつく。では、対象が複雑な動きであれば、人間は飽きはこないのだろうか。このように、インタラクションにおける人間の飽きの性質を明らかにすることは、人間と共生するロボットやエージェントの設計の指針を得る上で有用であると考えられる。

そこで本研究では、インタラクションにおける行為者同士の相互予測ということに着目し、人間の飽きの性質との関連を調べる方法を探る。人間などの高度な動物は先のことを予測して行動できるという特徴をもっている。そのような高度な動物同士のインタラクションにおいては、自身も他者を予測し、他者も自身を予測するため、互いが互いを予測するという**予測の入れ子構造**が存在する。この入れ子構造が存在する相互予測においては、自身を予測する他者を予測すると言った再帰性があり予測が無限後退するため、他者に対する予測が完全になることはありえず、予測の不完全性が存在する。

この**予測の不完全性**が人間の飽きの性質に大きな影響を与えているのではないかと考える。つまり、他者に対してある程度、予測が成り立つ安定化（パタンの形成）の方向性と、予測の入れ子構造ゆえに予測が崩れる不安定化（パタンの崩れ）の方向性という、相反する二つの方向性が人間の飽きの性質に大きな影響を与えているのではないかと考える。

本論では相互追いかっこゲームという問題設定を考え、相互予測と人間の飽きの性質との関係を明らかにするための方法論を探る。

## 2 インタラクションにおける時間的随伴性

次に、なぜ本論でインタラクションにおける飽きについて着目したかを述べる。

著者らはこれまでネットワークを介して相互にネットワーク上のボタンを押し合うというインタラクションを通じて、相手が人間か、もしくは事前にプログラムされたコンピュータかを判断するという実験（図1の右側）を行ってきた [2]。その実験の結果の1つとして、実験条件を1「実験に参加して相手を判断」2「他の被験者の実験を観察し相手を判断」3「2の条件に加えて他の被験者の振る舞いを一定値置き換えたときを観察し相手を判断」という3つの条件で相手に対する判断に違いがあるかを調べたところ、条件1、2では有意な差はなかったのに対して、条件3では相手が事前にプログラムされたコンピュータでその振る舞いがランダムもしくは、他の被験者と同じ振る舞いを返すオウム返しのように、条件1、2に対してそれぞれ有意な差があった（図1の右側）。

この実験結果は相手の反応が被験者の振る舞いの変化に対してどのように変化しているかを参照できるならば、インタラクションの参加者と観察者では相手に対する判断に違いはないが、条件3のように他の被験者の振る舞いが一定値に置き換えられることによりインタラクションにおける時間的な随伴性が参照できない場合、相手の振る舞いからのみ相手を判断しなければならず、振る舞いが複雑（ランダムなど）であれば、相手を人間だと判断する傾向が見られた。このことは逆に、インタラクションにおいて相手との時間的随伴性が参照できる場合、相手の振る舞いがただ複雑だけでは、相手を人間だと判断するわけではないということが明らかになった。

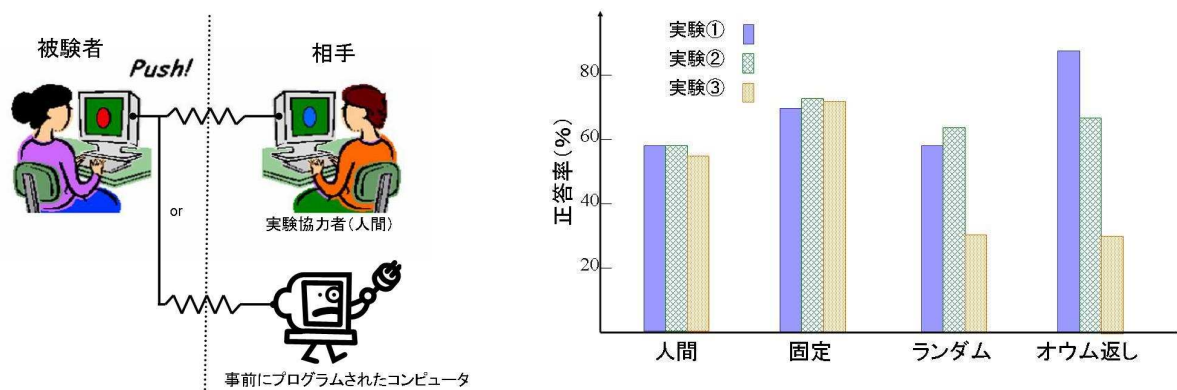


図1 実験概要と実験結果

発達心理学者の C. Trevarthen は幼児の早い段階で、このような相手が自身の振る舞いに対してどのように反応するかというインタラクションにおける時間的随伴性に非常に敏感であることを実験的に明らかにした [3]。Trevarthen は幼児と養育者を別々の部屋に分け、モニタやマイクを介してインタラクションさせる実験を行い、幼児に対して養育者の映像や音声（同時に）ライブで提示した条件と録画したものを提示した条件で幼児の反応を比較した。このとき幼児は、ライブで提示した条件では養育者と円滑にインタラクションできているのに対して、録画したものを提示した条件では幼児は明らかに困惑した表情を浮かべたことを Trevarthen は報告している。

このことは幼児の早い段階においてさえ、幼児は他者の振る舞いを予測するだけでなく、自身の振る舞いに対する他者の反応を予測しているということを示している。このように他者とのインタラクションにおいては、他者がどのように振る舞うかだけでなく、自身の振る舞いに対してどのように反

応するかということも非常に重要である。よって、人間の飽きの性質に関しても、ただ対象を一方的に観察して被験者の反応を調べるだけでなく、インタラクションにおける時間的随伴性に着目して飽きの性質を調べることは、人間の飽きの性質の側面を明らかにする上で重要であると考えられる。

### 3 相互予測

上述のように、人間などの高度な動物同士のインタラクションにおいては、他者がどのように振る舞うかという予測だけでなく、自身の振る舞いに対してどのように反応するかを予測することが重要である。このような予測を各主体が持つことにより、予測が入れ子構造になり、予測の不完全性が生じる。

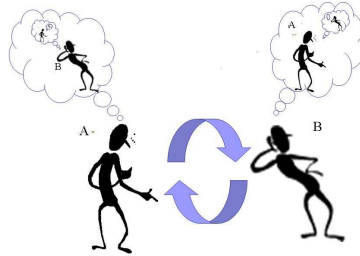


図 2 相互予測

Izuka と Ikegami は Coupled Dynamical Recognizer と呼ばれるリカレントニューラルネットワークを持つエージェント 2 体を相互作用させ、互いに追う-追われるという役割を相互に交代するシミュレーションを行っている [4]。彼らは相互予測によって生じる予測の不完全性が役割交代のときに影響を与え、安定化と不安定化を同時に織り込んでいくダイナミカルな構造がカオス的の遍歴を生み、全体として行動の多様性を供給するとしている。

このように相互予測を行っている間主観的なインタラクションにおいては、通常の機械学習で想定されているような「最適解」は存在せず、常に他者への予測が更新され、安定化と不安定化の方向性が同時に存在する。

しかし、このようなインタラクションが実際に人間の認知などにどのような影響を与えるかはわかっていない。そこで、本研究では相互予測という観点から、人間の飽きの性質との関連について調べることを目的とする。

### 4 実験設定

本研究では池上らの研究を参考にし、ネットワークを介して人間による相互追いかっけゲームを行うことを考えている (図 3)。

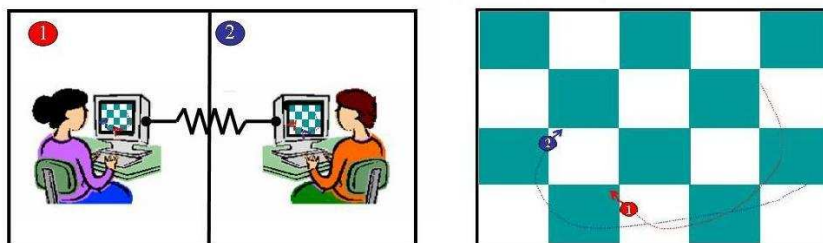


図 3 実験概要

人間同士による競争的インタラクションにおいては、機械学習のように漸増的に学習が進行するわけ

ではなく、相手の裏をかいて相手を欺こうとする（例えばフェイントなど）ため、実際にパタンのカオスの遍歴が現れるかはわからない。

しかし、単調なパターンでもなく、相手の振る舞いにまったく影響を受けないランダムな振る舞いでもない、パターン化という安定化の方向性とパタンの崩れという不安定化の方向性が同時に存在するインタラクシオンが人間の飽きに大きな影響を与えているのではないかと考えられる。

このような安定化と不安定化という相反する二つの方向性を同時に存在するインタラクシオンを考える上で、ベイトソンの論理階型論が参考になるのではないかと考える [5]。つまり、安定化の方向性はベイトソンの分類で言えば学習 I に当たり、反応が一つに定まる定まり方の変化であり、不安定化の方向性は学習 II の選択枝群そのものが修正される変化に当たると考えられる。このような、機械学習にはない学習の性質がインタラクシオンに対する人間の飽きに影響を与えているのではないかと推察する。

このような考えをもとに以下の 2 点について分析を進めていく。

- 片方のエージェントを単純な行動規則をもったエージェントに置き換え、そのインタラクシオンを人間同士のインタラクシオンとの比較
- ) 人間同士の相互追いかかけっこにおいて予測の入れ子構造によって生じる軌跡のパターン形成、崩れと人間の飽きの性質の関連について分析

このような実験を通して飽きないインタラクシオンの手がかりの基礎的なステップを探る。

## 5 おわりに

本論はインタラクシオンにおける人間の飽きの性質を調べる研究を進めていく上でのポストペーパーとして議論を進めてきた。インタラクシオンにおいては、対象を一方的に観察するだけでなく、時間的な随伴性が重要であることを指摘し、また相互に予測することによる予測の不完全性が飽きの性質に影響を与えているのではないかということ述べた。

今後、実証的に実験を進めていき人間の飽きの性質の一側面を明らかにすることが課題である。

## 参考文献

- [1] 中田 亨, 高 大成, 森 武俊, 佐藤 知正: 「人とロボットのインタラクシオンにおける生成印象と情報伝達効率の相関分析」, 日本ロボット学会誌, Vol.19, No.5, pp.667-675, 2001.
- [2] 嶋本 正範, 井上 寛康, 下原 勝憲, 片井 修: 「共同的行為におけるパターンの形成とヒトらしさへの認知的影響」, 計測自動制御学会, システム情報部門学術講演会 2005 (SSI2005) , pp.431-436, 2005.
- [3] C. Trevarthen: “The Self Born in Intersubjectivity -The Psychology of an Infant Communication-”, The Perceived Self, pp.121-173, 1993.
- [4] H. Izuka, T. Ikegami: “Adaptability and Diversity in Simulated Turn-taking Behaviour”, Journal of Artificial Life, Vol.10, No.4, pp.361-378, 2004.
- [5] G. Bateson: “Steps to an Ecology Mind”, University of Chicago Press, 1972. (佐藤良明訳: 「精神の生態学」(改訳版), 思索社, 1990.)