

認知主体に依存した認知モデルの複雑度変化

Changes in Complexity of Cognitive Models Depending on Cognitive Subjects

栗野嘉隆^{1*} 山田誠二^{2,3,4} 寺田和憲⁵
Yoshitaka Awano¹ Seiji Yamada^{2,3,4} Kazunori Terada⁵

¹ 東京工業大学 情報理工学院 情報工学系 知能情報コース

¹ Tokyo Institute of Technology

² 国立情報学研究所

² National Institute of Informatics

³ 総合研究大学院大学

³ the Graduate University for Advanced Studies(SOKENDAI)

⁴ 東京工業大学

⁴ Tokyo Institute of Technology

⁵ 岐阜大学

⁵ Gifu University

Abstract: 人間の認知過程をモデル化するには、記憶の誤りや先入観などの認知バイアスに関する知見が重要である。先行研究において、人間とエージェントとのインタラクションにおける人間の認知バイアスは、エージェントの擬人的特性に依存することが示唆されている。そのため、人間とエージェントとのインタラクションにおける人間の認知過程をモデル化するには、エージェントの擬人的特性と人間の認知バイアスの関係性を考慮する必要があると考えられる。本研究では多重マルコフ過程である系列学習および有限状態オートマトンの学習に焦点を当て、エージェントとのインタラクション形式で人間が学習を行う際の、エージェントの擬人的特性と人間の認知バイアスの関係性を実験的に検証する。本研究では3種類のエージェントを独立変数として設定し、エージェント間の差異が人間の学習速度に与える影響に注目する。

1 はじめに

人間の認知過程をモデル化する為には、記憶の誤りや先入観などの認知バイアスに関する知見が重要である。人間は日常生活の中で、あらゆる学習場面に遭遇する。それらの多くは多重マルコフ過程に相当し、人間は認知機能を働かせることで学習を遂行する。その際に生じる認知バイアスに関する知見を得ることで、学習時の認知過程のモデル化が可能となる。また、例として認知モデルは、インタラクションデザインに応用される。例えば階層メニューは、認知バイアスに基づいて階層深度の上限が設定される。

一方、人間とエージェントとの競争状況内で人間がエージェントの行動戦略に適応する際に生じる認知バイアスは、エージェントの擬人的特性によって異なる

*連絡先：東京工業大学 情報理工学院 情報工学系 知能情報コース

〒152-8550 東京都目黒区大岡山 2-12-1
E-mail: awano.y.ab@m.titech.ac.jp

事が知られている [1][2]. [2] では人間とエージェントが行うシンプルな2人対戦ゲームにおいて、ゲーム途中にエージェントの行動戦略が変化する状況を対象とし、ゲーム途中ごとのプレイヤーの勝率を記録した。対戦相手として熊型ロボット, NAO(アルデバラン社製), ラップトップPC, 人間の4種類のエージェントを用いた。結果、人間エージェントと対戦した際、他の3種類のエージェントの場合よりも、エージェントの行動戦略が変化した後のプレイヤーの勝率が低下した。これより、人間とエージェントとのインタラクションにおける人間の認知過程をモデル化するには、認知対象であるエージェントの擬人的特性と人間の認知バイアスとの関係性を検討する必要があると考えられる。この関係性を解明することで、人間の学習効率を向上させるエージェントやインタラクションデザインに指針を与えることが期待できる。

これらの背景から、本研究では多重マルコフ過程とし

て系列学習 [3] および有限状態オートマトンの学習に焦点を当て、人間がエージェントとのインタラクション形式で学習を行う際の、エージェントの擬人的特性と認知バイアスとの関係性を実験的に検証する。本実験では、独立変数として3種類のエージェントを設定し、その差異が人間の学習速度に与える影響に注目する。

2 マルコフ過程および認知バイアス

本節では、マルコフ過程および認知バイアスについて、簡単に説明する。

2.1 マルコフ過程

マルコフ過程とは、マルコフ性を持つ確率過程を指し、単純マルコフ過程とも言う。すなわち、次の状態が現在の状態および行動にのみ依存する確率過程であり、時刻 $(t+1, t, \dots, 0)$ における状態 s 、行動 a を用いて、以下の条件付き確率で表される：

$$p(s_{t+1}|a_t, s_t, a_{t-1}, s_{t-1}, \dots, a_0, s_0) = p(s_{t+1}|a_t, s_t) \quad (1)$$

これに対し、多重マルコフ過程では次の状態 s_{t+1} が現在の状態 s_t および行動 a_t だけでなく、過去の時刻 $t+1-n$ (n は定数, $2 \leq n \leq t+1$) までの各時刻における状態および行動全てに依存し、以下の条件付き確率で表される：

$$\begin{aligned} p(s_{t+1}|a_t, s_t, a_{t-1}, s_{t-1}, \dots, a_0, s_0) \\ = p(s_{t+1}|a_t, s_t, \dots, a_{t+1-n}, s_{t+1-n}) \end{aligned} \quad (2)$$

2.2 認知バイアス

人間は認知を行う際に、記憶の誤りや先入観などにより、インプットの正確さが歪められてしまうことがある。これらを総称して認知バイアスと呼び、人間の認知過程を正確にモデル化する上で、認知バイアスに関する理解は不可欠である。認知バイアスは人間が学習を行う際にも発生し、学習効率を低下させる原因となる。

3 人間の学習プロセスのモデル化

本研究では人間とエージェントのインタラクションとして、多重マルコフ過程に相当する同一パターンの問題をエージェントが出題し、人間が解答する形式を採用する。エージェントの出題および人間の解答を繰り返す、その中で人間はエージェントの出題モデルを推定できる。

3.1 学習プロセスのモデル

人間の学習プロセスは、学習が行われている状態と、学習が完了した状態とに分けられる。2つの状態における人間の正答率を簡略化したグラフを図1に示す。通常、エージェントが同一パターンの問題を複数出題する場合、人間は相手の出題モデルを同定し、それに応じて自身の解答を決定する。この為、初めは出題に対する人間の正答率は低いが、問題をこなしていく中で出題パターンを学習し、それに応じて正答率が次第に上がっていく。やがて出題パターンの学習が完了すると、人間は出題パターンを完全に把握するため、正答率が100%に収束する。ここで、学習を開始してから学習が完了するまでに必要なラウンド数 τ (図1)の逆数 $\frac{1}{\tau}$ を、人間の学習速度とする。

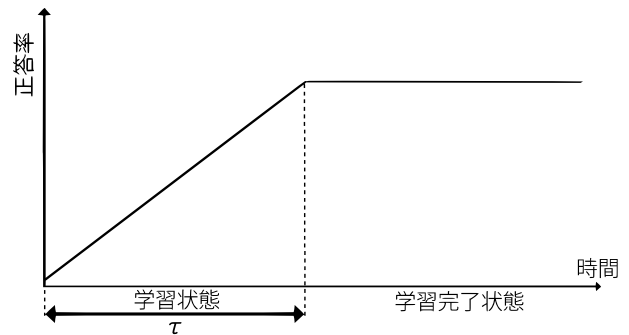


図1: 学習状態および学習完了状態での正答率

3.2 対象の違いによる学習速度の違い

先行研究 [1][2] では、人間とエージェントとの競合ゲームにおけるエージェントの行動戦略に対する人間の適応速度と、エージェントの擬人的特性との関連性が実験的に検証され、人間がエージェントの行動戦略への適応を試みる際にエージェントの擬人的特性に応じた認知バイアスが生じることが示唆されている。

これに基づき、本研究における人間とエージェントとのインタラクションにおいても、エージェントの擬人的特性に応じた認知バイアスが生じ、人間の学習速度に変化が生じると仮定する。

4 評価実験

本研究では、多重マルコフ過程として系列学習および有限状態オートマトンの学習に焦点を当て、エージェントとのインタラクション形式で人間が学習を行う際の、エージェントの擬人的特性と人間の認知バイアスとの関係性を実験的に検証する。

4.1 系列学習

系列学習は、数列や文字列などの系列について、その各要素の配列パターンを学習し、現在与えられている要素の次の要素を推測する学習である。学習対象となる系列は、ある1つの要素列の繰り返しによって構成されており、1つの要素列に含まれる要素数が、多重マルコフ過程の多重性、すなわち式(2)における定数 n の値に相当する。

本研究ではエージェントが数列を出題し、人間がその配列パターンを学習する参加者実験を行う。数列全体は、ある n 桁の数列の繰り返しによって構成されており、参加者は出題された数列について、その最終桁の1つ後の桁の数字を推測して解答する。例えば、数列 12341234 が出題された場合、これは4桁の数列 1234 の繰り返しによって構成されているため、正答は「1」である。また、この場合は4重マルコフ過程の学習に相当する。

4.2 有限状態オートマトンの学習

有限状態オートマトンの学習では、与えられた有限状態オートマトンについて、その状態および遷移のパターンを人間が学習する。オートマトン中に存在する状態数が、多重マルコフ過程の多重性、すなわち式(2)における定数 n の値に相当する。

本研究では系列学習と同様に、エージェントが有限状態オートマトンを出題し、人間がその状態および遷移を学習する参加者実験を行う。

4.3 実験条件

実験はWebサーバーと接続したiPad(アップル社製)のWebブラウザ上において、オンラインで行う。

本実験における系列学習の概略を図2に示す。Webブラウザ上には出題者であるエージェントの動画および問題が表示される。エージェントは動画上で数列を読み上げ、読み上げられた数字が順に画面上に表示される。同Webページの問題の下に0から9の数字を入力するフォームがあり、参加者は1つの数字を入力し解答する。有限状態オートマトンの学習においても、同様の設計のWebページを用いる。

1回の出題および解答を1ラウンドとし、参加者は複数回のラウンドを行う。出題される問題は各ラウンドごとに異なる。

本実験では人間、NAO、ラップトップPCの3種類のエージェントを用い、これらが3水準の独立変数となる。NAOおよびラップトップPCはAIによって駆動され、AIが問題の作成および出題を行うが、図2に示すWebブラウザ上の動画では、NAOおよびラップトップ

PCがそれぞれ意志を持って自律的に問題の作成および出題を行なっているかのような動作をする。



図2: オンライン実験での系列学習の概略

4.4 評価方法

各ラウンドごとの参加者全体での平均正答率を算出して、本実験の評価を行う。正答率が100%に達するまでに要したラウンド数、すなわち参加者の学習速度を各エージェントごとに比較し、エージェントの擬人的特性と参加者の認知バイアスとの関連性を考察する。

5 むすび

本研究では、人間がエージェントとのインタラクション形式で多重マルコフ過程の学習を行う際の、エージェントの擬人的特性と人間の認知バイアスとの関係性の検証を目的とする。

今後は、実験に用いるWebページを作成した上で参加者実験を行い、エージェントの擬人的特性と人間の認知バイアスとの関係性を検証する予定である。

参考文献

- [1] Kazunori Terada, Seiji Yamada, Akira Ito: Experimental Investigation of Human Adaptation to Change in Agent's Strategy through a Competitive Two-Player Game, In Proceedings of the 30th Annual CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2012), pp.2807-2810, Austin, USA (May 2012).
- [2] Kazunori Terada and Seiji Yamada: Mind-Reading and Behavior-Reading against Agents with and without Anthropomorphic Features in a Competitive Situation, frontiers in Psychology, 07 July (2017).

- [3] Ron Sun and C. Lee Giles: Sequence Learning: From Recognition and Prediction to Sequential Decision Making, IEEE Intelligent Systems, 16(4), 2001, pp.67–70.