

ゲーム研究の新展開と認知科学

Novel Development and Cognitive Science on Game Research

伊藤毅志¹, 松原仁², 山本雅人³, 狩野芳伸⁴, 大澤博隆⁵

Takeshi Ito, Hitoshi Matsubara, Masahito Yamamoto, Yoshinobu Kano, Hirotaka Osawa

¹電気通信大学, ²はこだて未来大学, ³北海道大学, ⁴静岡大学, ⁵筑波大学

The University of Electro-Communications, Future University Hakodate, Hokkaido University, Shizuoka University,
University of Tsukuba

¹ito@cs.uec.ac.jp, ²matsubar@fun.ac.jp, ³masahito@complex.ist.hokudai.ac.jp, ⁴kano@inf.shizuoka.ac.jp,
⁵osawa@iit.tsukuba.ac.jp

概要

ディープニューラルネットワークを用いた AlphaGo の登場によって、近年ゲームを題材とした研究は大きな転換期を迎え、二つの方向性に分化を始めている。一つは、人間を超えるほどのゲーム AI と人間との付き合い方を考える研究分野であり、もう一つは、現在の AI 技術を以てしても困難なゲームを模索する研究である。どちらも人間の知のメカニズムである認知科学の分野と密接な関係を持つ新しい課題を投げかけている。

本オーガナイズドセッションでは、近年のゲーム AI 研究に起こっていることを振り返り、認知科学におけるゲームの新しい研究分野について議論する。

キーワード：ディープラーニング、ゲーム AI、人と機械のコミュニケーション

1. 趣旨

パズルやゲームを題材とした研究は、問題解決や社会心理学といった認知科学の分野において重要なベンチマークとして機能してきた。これらの知見は、人工知能の分野でも応用され、人間の思考と人工物の思考の比較や相互作用について議論するツールとしても重要な役割を果たしてきた。

近年、ゲーム AI の分野では Alpha Go が登場し[1]、その直後に Alpha Zero の論文[2]が著された。この研究成果は、ほとんどの二人完全情報確定ゼロ和ゲームで人間を上回るパフォーマンスの AI が実現できる可能性を示している。これは、ゲーム AI の研究に、非常に大きなインパクトを与えた。これ以降、ゲーム研究は大きく二つの方向性に分化し始めている。

一つは、まだ人間の知能に及ばない不確定ゲームや不完全情報ゲームなどのより実環境に近いゲームを対象にしたゲーム AI の研究を模索する動きであり、もう一つは、人間を超えるレベルに十分に強くなったゲーム AI を学習支援や理解促進などの分野に応用しようとする研究である。

前者の研究としては、「人狼」に代表されるような高度なコミュニケーション能力を必要とするゲームや

「カーリング」のように実環境に対する体感と戦略的思考を組み合わせたゲームなどが挙げられる。これらの研究分野では、プレイヤーの発話や仕草に焦点を当てた研究やプレイ中に体感したことを戦略に活かしていく高度な身体的スキル獲得に関する研究もおこなわれている。

後者の研究分野においては、AI が導く思考過程をどのように人間のプレイヤーにわかりやすく提示するのか、人間と高度な AI とのコミュニケーションに求められる新しい認知的な課題をもたらしている。

本セッションでは、上述の人狼やカーリングなどの新しいゲーム研究を例に挙げて、近年のゲーム AI の発展に伴う新たな認知科学的研究テーマについて議論していく。また、広い意味でのゲームを題材とした認知科学研究についても展望していく。

2. 構成と概要

当日は、以下のような構成で進行する予定である。

1. 企画概要説明 (15分) 伊藤毅志
2. OS 内関連一般発表 3 件 (15分×3件)
3. パネル討論 (90分) 司会：伊藤毅志
 - 話題提供 (15分×4名)
 - 松原仁、山本雅人、狩野芳伸、大澤博隆
 - 全体討論 (30分)

2.1. 企画概要説明

まず、本企画責任者である伊藤毅志から、ゲームやパズルが認知科学の研究において、どのような役割を果たしてきたのかについて説明する。そのうえで、ゲーム AI の進化に伴って顕在化した新たな認知科学的課題について説明する。

2.2. 公募発表 3 件

引き続き、本 OS に応募してきた以下の 3 件の口頭発表を行う。

- 1) メッセージ付きジレンマゲームにおけるコミュニケーションシステムの実験的検討：井上直紀（静岡大学）、森田純哉（静岡大学）
- 2) 非言語的コミュニケーションゲーム「DREAMS」の提案と研究計画：浅野吾吾（電気通信大学）、伊藤毅志（電気通信大学）
- 3) 複数台の人狼ゲームロボットを用いた多人数会話における視線影響の調査：汪博豪（筑波大学）、大澤博隆（筑波大学）

2.3. パネル討論

最後に、オーガナイザーによるパネル討論を行う。それぞれ、以下のような話題提供を行う予定である。いずれも人工知能分野からのゲーム研究の現状と現在取り組んでいる研究について語っていただく。

ゲーム AI 研究として、現在直面している認知科学的課題についてそれぞれの立場から議論を交わし、今後当該分野において考慮すべき認知科学的テーマを整理し、この分野の研究の展望についてフロアを巻き込んだ討論を行っていきたい。

2.3.1. 話題提供 1：松原仁

AI の研究が 1950 年後に始まって以来チェスを中心としたゲームはずっと AI の研究の中心的な題材であった。1997 年にチェスでコンピュータが世界チャンピオンに勝ち 2010 年代に相次いで将棋と囲碁で同じことが起きた[3]。思考ゲームのほぼすべてでコンピュータが人間を超えた今ゲーム AI はどういう状況なのかを述べる。

2.3.2. 話題提供 2：山本雅人

サイコロや乱数などを用いる不確定な要素をもつゲーム AI の研究は、深層学習（ディープラーニング）技術の革新的発展によって進んできている[4]。さらに、選手の技量やプレイの不確定性などをうまく扱うことが可能であれば、ゲーム AI の技術はスポーツの世界へも応用可能である。その具体的一例として、カーリングにおける戦術支援をモンテカルロ木探索やディープラーニングによって可能とする

手法について紹介し、実践例などの分析や観戦支援に応用可能であることを示す。

2.3.3. 話題提供 3：狩野芳伸

人狼知能プロジェクトでは、会話ゲーム「人狼」の自動プレイヤー構築を行っている[5]。人狼には隠された役職があるため不完全情報ゲームであるなどさまざまな側面があるが、会話という点では相手を騙し、嘘を見抜き、説得し信頼を勝ち取る高度な知的タスクが要求される。一方で既存の対話システムはそもそも対話が十分に成立するといえるレベルに達しておらず、その発展にはよい評価尺度が必要である。対話システムの評価という観点から、自動人狼エージェント構築の現状と課題を実際の自動対戦の様子を紹介しつつ議論する。

2.3.4. 話題提供 4：大澤博隆

本発表ではコミュニケーションゲーム Hanabi における、非言語コミュニケーション特徴の役割について検討する[6]。Hanabi や人狼や不完全情報ゲームの中で、相手の意図が確定しない状況での推論を言語・非言語交えて行う必要があるゲームである。本発表では Hanabi における思考時間が相手の推論に与える効果や、人狼ゲームの非言語情報から得られる特徴を発表する。

3. 関連する認知科学的話題と展望

自動運転に代表されるように、我々の日常に高度な認知能力を備えた AI 技術が入り込んでくるのが現実味を帯びている。本 OS では、高度に進化しているゲーム AI 技術と人間との関わり方について考察することで、高度な知能を持つ AI と人間の新しい関わり方について考察を深めていく。

松原氏の話題提供にあるように、ゲーム AI の世界では一足先に人間を超える AI がゲームと人間の付き合い方を大きく変えている。ゲームの世界で起こっていることは、将来我々の日常に入り込む AI によって起こることの一種のテストベットになっていると考えることもできる。

人間の能力を超える AI の示す評価は、しばしば人間の理解の範疇を超えることがある。そもそも、人間と AI の思考には大きな隔たりがあり、人間に理解しやす

い形で AI の思考を可視化する技術が求められている。

一方で、現在の AI では解決困難な課題も浮き彫りになってきている。山本氏が話題提供するカーリングというゲームでは、刻々と変化する氷の状態やプレイヤーのスキルや疲労などの要因が大きく影響を与える。このような状況の変化に臨機応変に対応することは、現在の AI では難しい課題の一つである。このような不確定な問題を乱数によって定式化して、カーリングをプレイする AI の研究は進化している。AI の示す候補手の思考過程を可視化する試みを紹介し、人間が AI を用いて知を拡張する可能性について議論する。

狩野氏の話題提供する人狼や大澤氏の話題提供する Hanabi などのゲームでは、これをプレイするプレイヤーは高度なコミュニケーション能力を必要とする。他者との駆け引きや相互理解を必要とするようなゲームにおいては、AI はまだ人間の能力に及ばない。昨今の AI ブームを支えているディープラーニングの手法の限界に挑む AI の研究は、人間と機械の違いを際立たせている。人間特有の高度なコミュニケーション能力に関する認知科学的研究の必要性は高まってきている。

これらの認知科学的課題に興味のある研究者は、是非このオーガナイズドセッションに足を運んで、本セッションのパネル討論に加わっていただければ幸いである。

文献

- [1] David Silver, Aja Huang, et al. (2016) "Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search", Nature 529, pp.484-489.
- [2] David Silver, Thomas Hubert, et al. (2018) "A general reinforcement learning algorithm that masters chess, shogi, and Go through self-play", Science, Vol.362, Issue 6419, pp.1140-1144.
- [3] 松原仁, (2017) "コンピュータ将棋・囲碁の今後", 数学セミナー, 56(11), pp.32-36.
- [4] 伊藤毅志, 榎井文人, 宮越勝美, 他, (2015) "カーリングを科学するプロジェクト", 信学技報, 115(118), pp. 5-10.
- [5] 山本雅人, 伊藤毅志, 榎井文人, 松原仁, (2018) "カーリングと AI", 情報処理, 59(6), pp.500-504.
- [6] 狩野芳伸, 稲葉通将, (2018) "人狼知能大会第一回自然言語部門の開催", 人工知能学会全国大会論文誌, JSAI2018, 1H2OS13b03.
- [7] 佐藤栄介, 大澤博隆, (2019) "相手の思考時間の長短によって推定の信頼度を変更する協力ゲーム Hanabi のエージェントの開発及び評価", 人工知能学会全国大会論文集 JSAI2019, 3F4OS14b01