

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 13 日現在

機関番号：12612

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25280130

研究課題名(和文)ミスを犯す人間らしいゲームAIの研究

研究課題名(英文)Research on the game AI that makes human-like mistakes

研究代表者

伊藤 毅志 (Takeshi, Ito)

電気通信大学・情報理工学(系)研究科・助教

研究者番号：40262373

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ゲームにおける人間のミスに着目し、人間らしいミスを犯すゲームAIの構築を目指し、以下の研究成果を得た。

1) ゲームにおける人間の犯すミスの原因に着目した分類。2) 人間の生物学的成約を考慮したモデルを持ったゲームAIの構築。3) ゲームにおける技量を自動的に調整して良い勝負を演出できるゲームAIの提案と評価。4) 人間の思考の特徴である「流れ」を持たせ、人間らしいプレイを実現するゲームAIの提案。これらの研究の成果は、人間と対戦するゲームAIに「強さ」という方向性以外の新しい評価基準をもたらし、多様なゲームAIの指針となると考えられる。

研究成果の概要(英文)：In this research, we focused on mistakes of human. We got the following research results by aiming at making game AI that makes human-like mistakes.

1) Classification by focusing on the cause of a mistake in human playing games. 2) Proposal of a game AI with the model in consideration of human biological restrictions. 3) Proposal and estimation of a game AI that adjust the strength in a game automatically and direct to a good game. 4) Proposal of a game AI that realizes a human-like play by giving the "flow".

These research results bring new evaluation other than the directivity of "strength" to game AI and serve as new indicator to generate the various game AI.

研究分野：ゲーム情報学、認知科学

キーワード：人間らしさ 模倣AI ヒューマンエラー HAI

1. 研究開始当初の背景

コンピュータ将棋界では、2010年には「あから2010」が清水市代女流王将(当時)を破り[1]、2012年には「ボンクラズ」が米長邦雄元名人に勝利するなど[2]、既にプロ棋士に匹敵するレベルになってきた。また、コンピュータ囲碁も4子という置き碁のハンデ戦ながら、2012年に「Zen」が日本棋院プロ棋士、武宮正樹九段に勝利するなど、既にアマチュア高段者のレベルになってきている[3]。我々も、「あから2010」で用いられた合議アルゴリズムの研究を行い、コンピュータ将棋を強くする研究の一翼を担ってきた[4][5][6]。このように日本の伝統的なゲームである囲碁将棋のコンピュータプログラムは、既にアマチュアを凌駕するレベルに到達し、多くのプレイヤーにとっては強すぎる存在となっている。完璧すぎるシステムは、時に人間にとって違和感や脅威を与える対象となり、SFでも完璧すぎるシステムが暴走し人間を襲うというストーリーをよく見かける。一方、ミスをするシステムは人間にとって、安心感や親近感を与える傾向にあるようにも思われる。例えば、STAR WARSのC-3POやドラえもんなどは、完璧でなく弱点があることが親近感を高める効果をもたらしている。対戦相手としてのゲームAIも、人間らしいミスをする「弱さ」を持たせることで、対戦相手としての親近感を持たせることができるのではないだろうか。

近年の市販のコンピュータ将棋のプログラムは、弱いプログラムを作るために、探索の深さを制限するなどの独自の工夫を加えているが、棋力を落としたプログラムでも終盤では長手数詰みを一瞬で発見し、詰みを発見するとノータイムで手を進めるなど、コンピュータ特有の完璧さが残っており、ゲームとしての面白さを損なっている。この背景には、コンピュータ将棋や囲碁はそもそも人間の思考過程とは違う構造で作られていることも一因で、人間から見るとこうした歪な強さが対戦した時の違和感に繋がっていることが考えられる[7][8]。

我々も、これまで、思考ゲームに人間らしさを組み込む研究として、プレイヤーのプレイスタイルを模倣する研究[9][10]、相手のレベルに合わせて棋力を調節しようとするシステムの研究[11]、デジタルゲームのプレイログからエキスパートのプレイを模倣する研究[12]など種々の研究を行ってきた。これらの試みは、人間のプレイログ(棋譜など)を元に機械学習などを用いて人間プレイヤーの模倣を試みたり、探索方法に工夫を加えて強さを調整したりする手法であった。

しかし、このような手法では、強さを抑えることはできても、AIがミスをするといった概念は無い。人間はそもそもミスをする生き物であり、人間同士のゲームでは、このようなミスは織り込み済みであり、それがドラマを生み、ゲームとしての緊張感や面白さを紡

いでいると言える。

人間と人工物とのコミュニケーションに関する研究は、山本らが「しりとりに」を題材に研究を行っており、対戦相手が人間であると思うかどうかで、対戦の面白さに差が現れることが指摘されている[13]。また、小野らは、身体的な共創によって、ロボットとのコミュニケーションが円滑になることを示した[14]。しかし、人間のミスに焦点を当ててコミュニケーションの面白さを調べた研究は殆ど見られない。

2. 研究の目的

研究では、人間の行動原理の基本、および、身体性に着目し、**人間らしいミスを犯すAIのフレームワークのデザインを構築する**。さらに、そのように構築したAIが従来のAIに比べて、実際に人間らしさを感じさせ、楽しさを生み出しているのかを多角的な評価実験で検証していく。

3. 研究の方法

まず、人間の犯すミスの原因に着目して分類を試みる。そして、人間の生物学的限界や思考の性質に基づいたミスを犯すモデルを構築し、それを実装したゲームAIを提案する。さらに、実際にミスを犯すゲームAIを構築し、それをプレイした時、どのように感じるのかを評価する実験を行い、人間のミスを模倣するシステムの構築、及び評価を行っていく。

4. 研究成果

人間の犯すミスの性質を原因に着目して分類を試みた。その結果、大別すると以下の4種類があることが明らかになってきた。

1) 人間である以上避けられない生物学的制約としてのミス、2) プレイヤーの技量不足に基づくミス、3) 無意識的に犯してしまう過誤としてのミス、4) 意識的に犯す違反や手抜きとしてのミス、である。

上述のミスの分類に基づいて、様々な視点からミスを犯すゲームAIの構築を目指した。生物学的制約を導入した「人間らしい」振る舞いを伴うゲームAIの構築や、対戦相手のレベルに合わせてあえて最善手ではない手を選ぶ「接待将棋システム」、人間が自然に感じる乱数の生成、人間の思考の特性を考慮した「流れ」を組み込んだ思考ゲームAIの試作などを実現してきた。

さらに、弱くしたAIが対戦プレイヤーに与える認知的影響を調査して、自身のレベルに近いAIとの対戦は、対戦する面白さが増加することを示した。

これらの研究成果は、人間と対戦するゲームAIに「強さ」という方向性以外の新しい評価基準をもたらし、多様なゲームAIの指針となると考えられる。

<参考文献>

- [1]伊藤毅志:「あから 2010 勝利への道」1.対戦までの準備と当日の様、情報処理学会誌、Vol.52, No.2, pp.154-161 (2011).
- [2]米長邦雄ほか: われ敗れたり、中央公論新社(2012).
- [3]伊藤毅志ほか: 特集「コンピュータ将棋」、人工知能学会誌, Vol.27, No.5, pp.496-517 (2012).
- [4]瀧澤武信ほか: 人間に勝つコンピュータ将棋の作り方、技術評論社,(2012).
- [5]伊藤毅志、小幡拓弥、杉山卓弥、保木邦仁: 将棋における合議アルゴリズム - 多数決による手の選択 -、情報処理学会論文誌、Vol.52, No.11, pp.3030-3037 (2011).
- [6]杉山卓弥、小幡拓弥、斉藤博昭、保木邦仁、伊藤毅志: 将棋における合議アルゴリズム - 局面評価値に基づいた指し手の選択 -、情報処理学会論文誌、Vol.51, No.11, pp.2048-2054 (2010).
- [7]伊藤毅志: コンピュータの思考とプロ棋士の思考 - コンピュータ将棋の現状と展望 -、情報処理学会論文誌、Vol.48, No.12, pp.4033-4040 (2007).
- [8]伊藤毅志、高橋克吉、猪爪歩、加藤英樹、村松正和、松原仁: 人間とコンピュータの思考の違い~囲碁の次の一手問題による考察~、ゲームプログラミングワークショップ 2012, 発表予定(2012).
- [9]Satoshi Namai and Takeshi Ito: A trial AI system with its suggestion of Kifuu (playing style) in Shogi, The 2010 Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence, (2010).
- [10]澤宣成、伊藤毅志: 将棋における棋風を形成する要素に関する統計的分析、情報処理学会ゲーム情報学研究会、26-3 (2011).
- [11]池田心、Simon Viennot、モンテカルロ碁における多様な戦略の演出と形勢の制御 ~接待碁AIに向けて、第17回ゲームプログラミングワークショップ、(2012)
- [12]水上明、伊藤毅志: FPS ゲーム Warsow における人間的な AI プレイヤーの構築、第4回エンターテイメントと認知科学シンポジウム, pp.1-4, (2010).
- [13]山本吉伸、関一夫、松井孝雄、梅田聡、安西祐一郎: コミュニケーションそれ自体の楽しさ - シリトリプログラムとの対戦 -、日本認知科学会第10回大会論文集、pp. 114 - 115, 5(1993).

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計5件)

- 1) Takeshi Ito and Daisuke Takano: Changes in Cognitive Processes and Brain Activity while Becoming Proficient at Minishogi, ICGA Journal, 38, pp.209-223, (2015).(査読あり)
- 2) 池田心、Viennot Simon: 行動評価関数を用いたモンテカルロ木探索の重点化と見落としの制御、Vol.55, No.11, pp.2377-2388 (2014).(査読あり)
- 3) 伊藤毅志: UEC 杯コンピュータ囲碁大会と電聖戦 2014, Vol.29, No4, pp.311-315, (2014).(査読なし)
- 4) 伊藤毅志: 人間を超える思考ゲーム AI

コンピュータ将棋の挑戦と展望、電気学会誌,134,pp.293-296, (2014).(査読なし)

- 5) Kunihito Hoki, Seiya Ohmori and Takeshi Ito: Analysis of Performance of Consultation Methods in Computer Chess, Journal of Information Science and Engineering, 30(3),pp.701-712, (2014).(査読あり)
- 6) 伊藤毅志、松原仁: 羽生善治氏の研究、人工知能学会誌、54, pp.702-712,(2014).(査読なし)

〔学会発表〕(計19件)

- 1) H. Takino and K. Hoki: Humaan-like build-order management in StarCraft to win against specific opponent's strategies, 3rd International Conference on Applied Computing & Information Technology, (2015).
- 2) Naoyuki Sato, Kokolo Ikeda and Takayuki Wada: Estimation of Player's Preference for Cooperative RPGs Using Multi-Strategy Monte-Carlo Method, IEEE Conference on Computational Intelligence and Games, (2015).
- 3) Tetsuhiko Kinebuchi and Takeshi Ito: Shogi Program that Selects Natural Moves by Considering the Flow of Preceding Moves, 3rd International Conference on Applied Computing & Information Technology, (2015).
- 4) Takeshi Ito and Yuuma Kitasei: Proposal and Implementation of "Digital Curling", 2015 IEEE Conference on Computer Intelligence and Games, (2015).
- 5) 柘淵哲彦、伊藤毅志: 手の流れを考慮して自然な手を選ぶ将棋AIの試作,第31回ゲーム情報学研究会,(2015).
- 6) 小林寛季、伊藤毅志: コンピュータ将棋における局面評価の動的な変化に応じた表情表出システム、第9回エンターテイメントと認知科学シンポジウム,(2015).
- 7) 野村久光、Sila Temsirikkul、池田心: 不満を抱かせにくいゲーム用擬似乱数列の生成と利用、第9回エンターテイメントと認知科学シンポジウム,(2015).
- 8) Sila Temsirikkul, Hisamitsu Nomura and Kokolo Ikeda: Bias Random Sequence Generation for Making Common Player Believe it Unbiased, IEEE Games, Entertainment, and Media Conference, (2014).
- 9) Takeshi Ito: Contemporary Computer Shogi and the Future, Taiwan Computer Game Association 2014, (2014).
- 10) Haruhiko Katayose: Autonomously Acquiring "Human-like Behaviors" of

Agents with Biological Constraints – A Case Study of Constructing Computer Mario Player, 1st International Workshop on Computer Robotic Systems for Automatic Music Performance, (2014).

- 11) 伊藤毅志、河口恭平：アドバンスド将棋におけるコンピュータと人間の協調問題解決、2014 年度人工知能学会全国大会、(2014).
- 12) 仲道隆史、伊藤毅志：人を楽しませる接待将棋、2014 年度人工知能学会全国大会、(2014).
- 13) 浅田麻菜、伊藤毅志：メタ相手モデルが生体情報に与える影響について、2014 年度人工知能学会全国大会、(2014).
- 14) 杵淵哲彦、伊藤毅志：人間らしさを感じさせる将棋におけるミスの認知モデル、2014 年度人工知能学会全国大会、(2014).
- 15) 杵淵哲彦、伊藤毅志：将棋のミスの原因に基づく分類手法の提案、第 8 回エンターテイメントと認知科学シンポジウム、(2014).
- 16) 野村久光、テンシリリクンシラ、池田心：ゲームプレイヤにとって自然に見える擬似乱数列の生成法、ゲームプログラミングワークショップ 2013、(2013).
- 17) 田中悠、池田心：麻雀初心者のための状況に応じた着手モデル選択、第 31 回ゲーム情報学研究会、(2013).
- 18) Takafumi Nakamichi and Takeshi Ito: Cognitive Science Evaluation of Proposal Method for using Machine Learning to Regulate the Competency Level of a Shogi Computer Program, Computer Game and Intelligence Workshop, (2013).
- 19) 藤井叙人、佐藤祐一、中島洋輔、岩間弘典、風井浩志、片寄晴弘：生物学的制約の導入による「人間らしい」振る舞いを伴うゲーム AI の自律的獲得、ゲームプログラミングワークショップ 2013、(2013)

〔図書〕(計 1 件)

- 1) 諏訪正樹、伊藤毅志ほか(共著)：一人称研究のすすめ：知能研究の新しい潮流、近代科学社(2015)。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 毅志 (ITO TAKESHI)

電気通信大学大学院 情報理工学研究科
助教

研究者番号：40262373

(2) 研究分担者

保木 邦仁 (HOKI KUNIHITO)

電気通信大学大学院 情報理工学研究科

准教授

研究者番号：00436081

西野 哲朗 (NISHINO TETSURO)

電気通信大学大学院 情報理工学研究科
教授

研究者番号：10198484

棟方 渚 (MUNEKATA NAGISA)

北海道大学大学院 情報科学研究科 助教

研究者番号：30552351

片寄 晴弘 (KATAYOSE HARUHIRO)

関西学院大学 理工学部 教授

研究者番号：70294303

池田 心 (IKEDA KOKOLO)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 准教授

研究者番号：80362416