

第35回ゲーム情報学研究会（発表件数13件）

日時：平成28年3月8日(火),9日(水)  
場所：電気通信大学 新C棟203  
182-8585 東京都調布市調布ヶ丘1丁目 5-1  
<http://www.uec.ac.jp/about/profile/access/>  
主査：伊藤毅志 幹事：篠田正人, 大久保誠也, 保木邦仁, 横山大作  
会場担当：西野順二

---

[プログラム]  
一般講演(30分)：発表 25 分 + 質疑応答 5 分

平成28年3月8日  
[10:30 -- 12:00] ゲームプレイの補助や学習支援 (3件)  
[13:30 -- 14:30] 解説の自動生成 (2件)  
[15:00 -- 17:00] 探索などによる二人零和ゲームの合理的な戦略探求 (4件)

平成28年3月9日  
[10:00 -- 12:00] ゲーム状態の評価および行動価値の推定と機械学習 (4件)

<併設イベント>  
GAT2016@UEC (平成28年3月9日13:00-)  
詳細は、以下のページを御覧ください。  
[http://minerva.cs.uec.ac.jp/gat\\_uec/wiki.cgi?page=FrontPage#p6](http://minerva.cs.uec.ac.jp/gat_uec/wiki.cgi?page=FrontPage#p6)

---

平成28年3月8日  
[10:30 -- 12:00] ゲームプレイの補助や学習支援 (3件)

1. 初期配置が指定された場合に適した数独問題生成手法の提案および実装  
○座間 翔, 篠埜 功 (芝浦工業大学大学院)

問題集などに掲載される数独の問題は、初期配置が図や模様を描くように配置されているものがある。そのような視覚的なデザインを考慮した初期配置を持つ問題を生成する際には、既存の推論規則を用いた素朴な問題生成手法は必ずしも有効ではない。そこで本研究では、初期配置を問題製作者に指定させ、それに従って問題生成を行う生成手法を提案し、実装する。この手法では、指定されたマスに数字を置く際に、解探索によって初期配置以外の各マスで絞り込まれる数字の候補が少なくなるように数字を置くことで、唯一解を持つ問題生成の成功率を高める。また、生成した問題が人間が解くのに適した問題になっているかどうかの判定を行うために、人間が通常用いる解法を反映した解探索を行う。解探索にはFish解法や浜田ロジックといった高度な解法も使用し、難易度が高い問題生成も可能にする。また、解探索時にバックトラックを1段行う処理を試験的に導入した。

2. コントラクトブリッジ実践的教授法の研究(8)  
A Consideration about Practical Teaching Method of Contract Bridge (8)  
○並木 亮, 清水 映樹, 滝沢 武信 (早稲田大学ゲームの科学研究所)  
Namiki Ryo, Shimizu Eiki, Takizawa Takenobu (Game Sciences Laboratory, Waseda University)

コントラクトブリッジはオークションとプレイの2段階で成り立っているゲームである。コントラクトブリッジをまったく知らない人に教える場合でも、最初から複雑なビディングシステムを覚えさせなければならぬ。早稲田大学では比較的短期間でも教えられる新たな実践的方法を提案し、実際に入門者向けセミナーで試みた。本稿では、その継続として開講した授業の7年度目の事例を報告する。

Contract bridge is a game consisted of two stages of the auction and the play. Even when telling people who don't know contract bridge at all, it's necessary to make them remember complicated bidding system from the beginning. We proposed the new and short practicing way and experienced a seminar for actually guiding newcomers. In this article, the authors discuss a case study of the course (the 7th year) that is continuance of the seminar at Waseda University.

3. 隠れマルコフモデルを用いたソーシャルゲームユーザの分類  
○河津 裕貴, 鳥海 不二夫 (東京大学工学系研究科)  
高野 雅典, 和田 計也, 福田 一郎 (株式会社サイバーエージェント)

ソーシャルゲームは、ソーシャルネットワーキングサービス (SNS) 上で提供されるオンラインゲームであり、SNSの拡大を背景に急激に普及した。ソーシャルゲームは多くの人が所有するモバイル端末に対して提供されるため、ユーザ層は幅広く大きな市場を持つ。そのゲームでは、明確なゴールが設定されていない事が多いため、ユーザの楽しみ方は多岐にわたる。ところが、ユーザがどのような楽しみ方をしているのかを定量的に明らかにした研究はない。本研究の目的は、ユーザの行動ログの分析に基づき、ソーシャルゲームにおけるユーザの楽しみ方を検出する手法の構築である。ゲーム上でユーザがとる行動は、潜在的な趣向を基に行われるものだと考えられる。そこで本研究では隠れマルコフモデルを用い、潜在状態を考慮してユーザの行動から特徴を決定する。そして特徴を基にユーザを分類し、ゲームの楽しみ方について考察を行う。

[13:30 -- 14:30] 解説の自動生成 (2件)

#### 4. 「一見良い手」を含めた初心者向け詰将棋解説文生成の提案 (その2)

○石脇 滉己, 小川 直希 (群馬工業高等専門学校専攻科生産システム工学科)

荒川 達也 (群馬工業高等専門学校電子情報工学科)

Ishiwaki Koki, Ogawa Naoki (Department of Advanced Production Systems Engineering Course, National Institute of Technology, Gunma College)

Arakawa Tatsuya (Department of Information and Computer Engineering, National Institute of Technology, Gunma College)

近年, コンピュータ将棋の実力はプロ棋士と肩を並べるまでになった. このコンピュータ将棋の強さを活かして, 将棋解説の自動化を目標とした研究がいくつか行われている. しかし, これらの研究は主に指し将棋を対象としたものである. それに対し我々は詰将棋を対象として, 特に初心者向けの詳しい詰将棋解説文の自動生成を目標としている. 本稿では解説文の品質をより向上させることを目標に, (1)玉方のミスにより玉が頓死する手順についての解説の追加, (2)初心者が実際に選んだ着手データを用いた評価関数のパラメータ調整学習の2つの要素の導入を試みた. また, 得られた結果について初心者を被験者とした評価実験を行い, 従来のシステムとの比較・検討を行った.

#### 5. コンピュータ指導碁のための悪手解説

山中 翠, ビエノ シモン, ○池田 心 (北陸先端科学技術大学院大学)

現在, 囲碁プログラムは一般の人にとって十分な強さになりつつあり, 強さ以外の面に着目した研究も行われ始めている. 例えば上達を目的とした「指導碁」については, 強いプレイヤーなら誰でも適切に指導できるという訳ではなく, 専門の指導者にかかれれば費用もかかるため, これをプログラムで行えば高い価値となる. 指導碁プログラムには多くの技術が必要である. これは楽しませることが目的の「接待碁」プログラムに必要な技術と共通する点も多いが, 悪手を指摘して解説する必要があるという点が大きく異なりと我々は考えた. そこで本研究では, 指導碁プログラムへの第一歩として, 指導碁とりわけ悪手の解説について考察し, それを実現するのに必要な要素を列挙し, それらに対してとりうるアプローチをまとめることを目標とする. その上で, 標準的な囲碁プログラムの機能を援用しやすいものについて実装し, プロトタイプとして示す.

[15:00 -- 17:00] 探索などによる二人零和ゲームの合理的な戦略探求 (4件)

#### 6. Corner the Queen problemの変種についての研究

宮寺 良平 (関西学院高等部)

○福井 昌則 (EM Software)

井上 理哲人, 中屋 悠資, 戸國 友貴 (関西学院高等部)

MIYADERA RYOHEI (Kwansei Gakuin High School)

FUKUI MASANORI (EM Software)

INOUE MAAKITO, NAKAYA YUSHI, TOKUNI YUKI (Kwansei Gakuin High School)

チェス盤にQueenの駒を置いて, 2人のプレイヤーが交互にQueenを動かして, 1つの端に持って行った者が勝つというゲームがあり, Corner the Queen problemとよばれている. これは, 石とりゲームの一種であるWythoff's gameと数学的に同値である. 私たちはCorner the Queen problemの変種を研究して, P-position (後手必勝手) がニム和に近い式になるものを見つけたので, そのことを報告する.

#### 7. Df-pn探索による6x6 TRAXの解析

Analysis of 6x6 TRAX by using df-pn search

○桑原 和人, 鎌田 雅和, 中島 麻衣, 西谷 旦, 菅原 真, 保木 邦仁 (電気通信大学)

Kuwabata Kazuto, Kamada Masakazu, Nakajima Mai, Nishitani Tan, Sugawara Shin, Hoki Kunihiro (The University of Electro-Communications)

二人零和完全情報ゲームのTRAXを, df-pn 探索を用いて解析した. 盤面の大きさを6x6に制限した場合に, 初期局面の探索が終了することが確認されて, 引き分けという出力が得られた.

We analyzed two-player zero-sum perfect-information game TRAX by using df-pn search. We confirmed that the initial position had been searched with an output of draw when the board size is reduced to 6x6.

#### 8. 学習の教師例となる指手の選択を目的とした, 複数プログラムを用いる探索についての考察

○竹内 聖悟 (北海道大学)

強いプレイヤーを作成するために, 将棋を始めとした様々なゲームで棋譜からの学習が行われており, 学習のためのデータ生成も研究課題となっている. 例えば将棋の学習において, 局面と指手のペアの生成の研究がある[Ura+CG2013]. この研究の中で, 教師例となる指手の質が重要であることが述べられている. 従来は, 深い探索によって得られる指手を教師として利用しているが, 1つのプログラム, 特にそれが学習するプログラムと同じ場合, 局所解に陥り, 適当でないことがある. とところで, 教師例となる指手の生成は対局後に行うため, 対局中とは異なった様々なリソース, 時間や他のプログラムなど, を使うことが可能である. 本研究では, 学習の教師となる質の高い指手の選択を目的として, 複数プログラムを用いる探索を提案する. 対象の局面を各プログラムで探索し, 次に各プログラムの最善手を指した局面から探索を行う. この探索結果から各自の最善手を決定する手法である. 複数プログラムの利用により, 読み抜けを防ぎ, 質を高めることができると考えられる. また, 再帰的に上記の探索を行うことも可能であり, さらに質を高められると考えている. 将棋を題材として提案手法の評価を行う. 問題集の正答数を比較する他, 深い探索で正答できず, 提案手法が正答できた問題の調査などを行い, 評価・考察を行う.

## 9. Xeon Phiによるモンテカルロ囲碁プログラムの高速化

○丸山 真佐夫 (木更津工業高等専門学校情報工学科)

八田 拓也 (木更津工業高等専門学校情報工学科, 現TID)

Maruyama Masao, Hatta Takuya (National Institute of Technology, Kisarazu College)

本報告では、インテルXeon Phiを用いたモンテカルロ囲碁の高速化について述べる。Xeon Phiは、60コア240スレッドのメニーコア構成と512ビットのベクトル演算器を特徴とするコプロセッサであり、約1TFlopsの理論性能を有する。しかしシングルスレッドでのスカラ性能は通常のCPUの数分の1にとどまる。われわれは、ビットボードによる基盤ルーチンに512ビットベクトル演算を適用することで、プレイアウトの高速化を実現した。Xeon Phi 5110Pを用いた評価実験では、シングルスレッドで約2200プレイアウト/s、240スレッドでは約22万プレイアウト/sという結果が得られた。さらに、単なる並列プレイアウトではなく、Xeon Phi上で動作するツリー並列化によるモンテカルロ木探索プログラムを実装した。

平成28年3月9日

[10:00 -- 12:00] ゲーム状態の評価および行動価値の推定と機械学習 (4件)

## 10. 方策勾配を用いた教師有り学習による大貧民の方策関数の学習とモンテカルロシミュレーションへの利用

○大渡 勝己 (東京大学総合文化研究科)

田中 哲朗 (東京大学情報基盤センター)

Ohto Katsuki (Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo)

Tanaka Tetsuro (Information Technology Center, The University of Tokyo)

大貧民は多人数不完全情報ゲームに分類され、日本中で広く親しまれているゲームである。毎年秋に大貧民プログラムの大会(UECda)が行われており、ここ数年はモンテカルロ法を用いたプログラムが上位を占めている。これまでモンテカルロシミュレーションに用いる方策関数のパラメータを機械学習で調整する手法はいくつか提案されてきたが、方策を教師の着手に近づける学習法で強いプログラムを作成したという報告は無い。本研究では、大貧民の知識を用いて線形の方策関数を設計し、そのパラメータを方策勾配を用いた教師有り学習を用いて過去のプログラムの棋譜から学習した。その結果、学習した方策関数による一手読みと必勝探索、残り二人時の全探索のみで、UECda2015のモンテカルロ法を使わない部門で優勝した手調整の評価関数型プログラムと同程度の強さになった。さらに、方策関数による着手選択にばらつきを加えてモンテカルロシミュレーション中の着手決定に用いることで、公開されている過去のモンテカルロ法のプログラムと比較して最高レベルの強さを実現することが出来た。

## 11. 麻雀における相手の和了点数予測法の性能評価

○萩原 涼太, 山田 渉央, 佐藤 直之, 池田 心 (北陸先端科学技術大学院大学)

不完全情報ゲームである麻雀は、相手の牌や山にある牌など多くの情報が見えないゲームであるため、それらを予測することには価値があると考えられる。相手の当たり牌や和了点などを予測するために、統計量や機械学習を比較的単純な形で用いた手法も提案されているが、麻雀の多様な要素(確率的要素、戦略的要素など)の中から何に着眼してどう予測すると良いのかは明らかになっていない。本研究では、麻雀における「相手の和了点数予測」という部分問題を対象にその推定精度を上げる試みを紹介する。実験では、既存研究と同様に、オンライン麻雀サイト「天鳳」の牌譜を学習用に用い、機械学習することで相手の和了点数を予測する。比較的単純な重み付き線形和のモデルを使っていた既存研究に対して、特徴量のグルーピングを局所探索法で行って機械学習の汎化性能を高める試み、多層ニューラルネットワークを用いた学習をDeep Learningツールにより行う試みを比較し評価する。

## 12. プレイヤの発言に基づいた人狼ゲームの役職推定

○阪本 真基, 上野 敦志, 田窪 朋仁 (大阪市立大学大学院 工学研究科)

Sakamoto Masaki, Ueno Atsushi, Takubo Tomohito (Graduate School of Engineering, University of Osaka City)

本論文では、自然言語によって対話を行うコミュニケーションゲーム「人狼」において、機械学習を用いてプレイヤの発言から役職の推定を行う手法を提案する。学習データはオンラインで提供される「人狼BBS」のプレイログを用いた。プレイヤの発言を文書としてまとめ、word2vecを用いて単語の意味の類似性を考慮したベクトル表現を獲得する。獲得したベクトル表現を用いて、進行中のプレイヤの発言に基づいてプレイヤのベクトルを求め、k近傍法、SVMにより人狼の役職の推定を行い、交差検証により評価し考察した。

## 13. StarCraft AI におけるDeep Q-Network を用いたユニットコントロールの実装

○中田 季利, 新井 イスマイル (明石工業高等専門学校)

Nakata Kiri, Arai Ismail (National Institute of Technology, Akashi College)

StarCraft: BroodWarは、Blizzard Entertainment が開発したリアルタイム・ストラテジーゲームである。大きな状態空間と複雑なゲームルールから、AI Competitionが開催されるなど研究対象として注目されているゲームである。既存の戦闘AI における弱点として、不利な地形への誘い込みへの弱さや、味方ユニット間の位置関係の悪さが指摘されている。既存の強化学習を用いた手法では、地形や味方ユニットとの位置関係を最大限利用できていないためと考えた。しかし、地形や味方ユニットの位置関係等を考慮すると状態空間が大きくなってしまい学習が難しい。これを解決するため、Convolutional Neural Networkを活用し大きな状態空間上で直接Q 学習が可能となる手法であるDeep Q-Networkを適用する新たな試みを実装した。