

推定情報の活用を目指した遺伝的プログラミングによる 人狼知能プレイヤーの生成

1265105 田頭裕 【ゲーム情報学研究室】

Generation of AIWolf Utilizing Estimated Information Through Genetic Programming

1265105 Yutaka Tagashira 【Game Informatics Lab.】

1 はじめに

人狼ゲームは、相手の役職が不明確な多人数不完全情報ゲームであり、そのため、人狼ゲームの AI である人狼知能においては役職推定に関する研究が盛んである。梶尾らの研究では、Support Vector Machine (SVM) を活用した人狼推定の提案が行われ、第一回人狼知能大会の決勝エージェントよりも高い推定精度が確認された [1]。同様に、福田らの研究では Deep Neural Network (DNN) を採用し、会話情報を組み込んだ新しい特徴量の提案が行われ、高い正答率が示された [2]。これらの研究から明らかとなるように、役職推定を行う人狼知能に関する研究では高い推定精度が得られていると確認できる。

萩原らの研究では、役職推定の結果を投票や襲撃といった行動に結びつけているが [3]、これらの研究で得られた役職推定結果をどのように活用するのが有効かについてはまだ十分に明確ではない。そこで、本研究ではその問題に焦点を当て、遺伝的プログラミング (Genetic Programming, 以下 GP) の応用を検討する。GP とは、関数の集合を用意しておき、それらの関数を組み合わせることで説明可能なプログラムを求めることである。

Alhejiali らの研究では、完全情報ゲームである Ms Pac-Man において GP を利用することでスコアにおいて 18% の性能向上が見られたと報告されている [4]。ただし、Pac-Man と人狼ゲームの最大の違いは完全情報性にあり、この違いに対処するため、既存の役職推定手法を活用する。Pac-Man の研究では、GP がモンテカルロ木探索に適用されているが、本研究では探索を伴わないルールの構築を目指していく。

これらの観点から、本研究では GP を用いた意思決定の改善を通じて人狼知能エージェントの性能向上を図る。さらに、人狼エージェントの性能向上に寄与する具体的なルールについても明確化していく。

2 提案内容

本研究では、人狼知能エージェントの性能向上を目指すために、意思決定の改善に GP を導入する。具体的に

は、SVM を用いた役職推定の結果を基にした推定情報を利用していく。SVM の役職推定結果を考える上での具体的な例として、「人狼陣営（特に人狼がわからない狂人）が投票する場合」を取り上げる。この場合、人狼らしさが 1 位以外に投票すると容易に疑われるが、人狼らしさ 1 位と 2 位の間に大きな差がなければ、2 位に投票してもあまり疑われないという状況が生じる。このような戦略により、仲間を助けることで勝率の向上を図ることが可能となると考えられる。

本研究では、GP を適用する可能性のある対象として、「投票」「占い」「霊媒」「護衛」「襲撃」の 5 つの行動を選定している。昼の時間に行われる「投票」では、最多得票を受けたエージェントが追放され、ゲームから除外される。一方で、夜の時間に行われる「占い」では、占い師が任意の人物が人間か人狼かを知ることができ、同様に「霊媒」では霊媒師が投票で追放された人物の陣営を知ることが可能である。また、「護衛」は狩人が夜の時間に行う行動で、任意の人物を人狼の襲撃から守ることができる。一方、「襲撃」は人狼が夜の時間に行う行動で、任意の人物をゲームから追放することで、襲撃先は人狼による投票で決まる。GP の特徴量には、SVM などによる役職指定結果、日付、残りの生存人数などが含まれる。

2.1 GP の適応度

本研究では、GP によって生成されたコードを元にした人狼知能を作成し、作成された人狼知能を使って対戦結果を適応度とした。この適応度の計算には 1000 ゲームを用いた。作成された個体の勝率を進化的計算手法の適応度とした研究には上田らのオセロ AI がある [5]。

3 実験

本実験では、GP を用いてルールの生成し、完成したルールを人狼知能を用いた対戦実験で評価する。GP のパラメータは個体数 100、世代数 30 で設定し、各行動に対して数回ずつ GP を適用した。生成された意思決定ルールには、SVM による役職推定の結果を用いる。また、使用する SVM エージェントは、村人陣営が主に人

狼の推定しており、人狼らしいエージェントに投票している。そのため、人狼側が使用していない他の行動（占いや護衛など）の対象を決定する際にはSVMの結果を利用していない。なお、SVMの教師データには過去の人狼知能エージェントの対戦結果が使用されている。

評価のための対戦実験では、GPによって生成された人狼知能のルールが各役職の勝率に与える影響を確認するために、15 人狼のゲームにおいて人狼エージェントを全て GP によって作成したもので固定して対戦した。

4 実験結果

図1は投票行動にGPを適用した際の適応度の推移を表している。グラフは横軸が世代数、縦軸は適応度である勝率を表している。2回行い、それぞれの結果を示している。実線のグラフの結果（これをGP1とする）では、適応度の更新が2回起こっていた。一方で、破線のグラフの結果（これをGP2とする）では、初期化個体で生成されたルールの勝率が高く、適応度の更新が起こっていなかった。

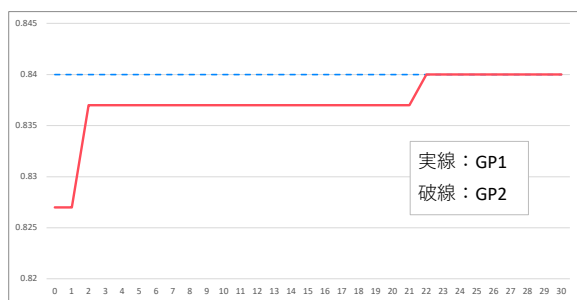


図1 投票行動 GP の適応度の変化

表1はGPによって得られたルールで対戦実験を行った結果である。max は人狼が味方以外のプレイヤーの中で最も人狼らしい人に投票し、random は味方も含めた全てのプレイヤーのうちランダムに投票するエージェントである。表1内の red および blue は図1のグラフの色と一致している。対戦の結果 GP1 と GP2 のそれぞれで max と random の双方よりも勝率が向上していた。GP2 は max と random の双方と比べて信頼区間 99% で統計的に有意な差が見られたが、GP1 は max と比べて信頼区間 95% でも統計的に有意な差が見られなかった。

表1 評価実験の結果

	max	random	GP1	GP2
勝率	0.1793	0.1768	0.1839	0.1952

5 考察

本研究では、GP を用いて SVM の推定結果を用いたルールを作成し、性能の向上を目指した。実験の結果から、勝率を適応度として GP を行ったルールで性能が向

上したことが確認できた。しかし、図1の適応度の推移では適応度が変化している赤色のグラフでも適応度の変化が2度しか起こっていないことがわかる。この原因として、関数セットの多様性の低さが考えられる。本研究ではSVMの推定情報をどのように使うのかを主目的としており、関数セットにはSVMの情報を扱うものをメインに追加しているが、関数セットはSVMを扱わないものをほとんど追加していない。これによって、初期個体で似たような個体が多く生成されてしまうため、適応度の更新が少ないと考えられる。実際にはその他の情報も多く、推定情報以外の情報についても扱うことができる。これらの推定を扱わない情報と本研究で得られたようなルールを組み合わせることでより良いルールの生成ができると考えられる。

6 まとめ

本研究では、人狼知能において GP を用いた意思決定の改善することで人狼知能エージェントの性能向上を目指し、人狼エージェントの性能向上が見られるルールについて明確化してきた。結果、人狼知能の性能について向上し、有意な差が見られた。一方で、SVM の推定情報のみを用いた人狼知能では適応度の更新が少なく、GP の良さが現れていないと言ったことが確認された。これは、SVM の推定情報以外と組み合わせることで改善する可能性がある。

参考文献

- [1] 梶原健吾, 鳥海不二夫, 稲葉通将, 大澤博隆, 片上大輔, 篠田孝祐, 松原仁, 狩野芳伸. 人狼知能大会における統計分析と svm を用いた人狼推定を行うエージェントの設計. 人工知能学会全国大会論文集, Vol. JSAI2016, pp. 2F41–2F41, 2016.
- [2] 福田宗理, 穴田一. 15 人狼ゲームにおける会話情報による役職推定. 人工知能学会全国大会論文集, Vol. JSAI2020, pp. 2F5OS20b01–2F5OS20b01, 2020.
- [3] 萩原誠, 伊藤孝行, ムスタファアーメッド. Q 学習と役職推定に基づく人狼知能エージェントの作成. 情報処理学会論文誌, Vol. 60, No. 10, pp. 1728–1737, oct 2019.
- [4] Atif M. Alhejali and Simon M. Lucas. Using genetic programming to evolve heuristics for a monte carlo tree search ms pac-man agent. In 2013 IEEE Conference on Computational Intelligence in Games (CIG), pp. 1–8, 2013.
- [5] 上田陽平, 池田心. 遺伝的アルゴリズムによる人間のレベルに適応する多様なオセロ ai の生成. 研究報告ゲーム情報学 (GI), 第 2012-GI-27 巻, pp. 1–8, 2012.