

15 人狼ゲームにおける会話情報による役職推定

福田宗理^{†1} 穴田一^{†1}

概要: 近年、人工知能による将棋や囲碁などのゲームの大会が開催されている。その1つに人狼ゲームを行う人狼知能大会がある。人狼ゲームで勝つためには嘘をつく能力や、情報の真偽を見極める能力が要求される。これらの能力が向上することで、人工知能がより高度な判断が可能となり、人間に近づくと考えられる。そのため、この人狼知能大会が注目されている。人狼知能の研究にニューラルネットワークを用いて、役職推定に成功している大川らの研究がある。しかしそのモデルには人狼の推定精度を向上できる余地があると考えられる。何故なら、NNに入力する特徴として、役職推定者の役職や占いの対象となっているプレイヤーとそのプレイヤーの発言など、用いていない情報があるからである。そこで本研究では、役職推定者の役職や全会話情報を考慮し、役職推定を行う。

キーワード: 人狼ゲーム, ニューラルネットワーク, 人工知能, 人狼知能

Artificial Intelligence for Deducing Roles of Players in the Werewolf Game using Information about Conversations among Players

MUNEMICHI FUKUDA^{†1} HAJIME ANADA^{†1}

Abstract: Recently, the Artificial Intelligence based Werewolf Project has been attracting attention. Because, it is important for human-like artificial intelligence research to construct an artificial intelligence for the Werewolf Game which requires abilities to bamboozle and detect a lie. Therefore we construct an artificial intelligence for deducing roles of players in the Werewolf Game using information about conversations among players.

Keywords: werewolf game, neural network, artificial intelligence, werewolf intelligence

1. はじめに

近年、人工知能による将棋や囲碁などのゲームの大会が開催されている。その1つに人狼ゲームを行う人狼知能大会[1]がある。人狼ゲームで勝つためには嘘をつく能力や、情報の真偽を見極める能力が要求される。これらの能力が向上することで、人工知能がより高度な判断が可能となり、人間に近づくと考えられる。そのため、この人狼知能大会が注目されている。

人狼知能の研究[2][3][4][5][6]が勢力的に行われている。その中にニューラルネットワーク（以下、NN）を用いて、役職推定に成功している大川らの研究がある。

しかしそのモデルには人狼の推定精度を向上できる余地があると考えられる。何故なら、NNに入力する特徴として、役職推定者の役職や占いの対象となっているプレイヤーとそのプレイヤーの発言など、用いていない情報があるからである。そこで本研究では、役職推定者の役職や全会話情報を考慮し、役職推定を行う。

2. 既存手法

2.1 人狼大会のルール

人狼ゲームは村陣営と狼陣営に分かれて、勝ちを競うゲームである。村陣営は、人狼を全てゲームから追放することが勝利条件であり、狼陣営は、人間をゲームから追放すること（以下、襲撃）で人間の数を人狼の数以下にすることが勝利条件である。

人狼知能大会では人狼ゲームを5人か15人で行い、本研究では15人狼を扱う。15人狼では、各プレイヤーは陣営(村, 狼), 種族(人間, 狼), 役職(村人, 占師, 霊媒師, 狩人, 人狼, 裏切り者)の属性を持つ。またプレイヤーの陣営と種族, 役職は人狼同士を除いて他のプレイヤーに非公開である。

村陣営は全て種族が人間の村人8人, 占師1人, 霊媒師1人, 狩人1人である。村人は能力を持たない。占師は1日1人のプレイヤーの種族を調べる(以下, 占い)ができる。霊媒師は1日1人の追放されたプレイヤーの種族を調べる(以下, 交霊)ができる。狩人は, 1日1人のプレイヤーを人狼の襲撃から守ることができる。

^{†1} 東京都市大学大学院 総合理工学研究所
Graduate School of Integrative Science and Engineering, Tokyo City University

狼陣営は人狼 3 匹で種族は狼，裏切り者 1 人で種族は人間である。人狼は全員で 1 日 1 人のプレイヤーを襲撃できる。また襲撃前に人狼同士で会話ができる。裏切り者は狼陣営が勝った時に共に勝利する特殊な役職である。

人狼ゲームには、昼と夜のフェイズが存在する。昼はプレイヤー同士で話し、最後に追放投票を行う。狼陣営は時折嘘の発言をしてプレイヤーを騙し、都合の良い展開に持ち込もうとする。村陣営は狼陣営の嘘を見抜き、逆に人狼を見つけようとする。

追放投票は全員で投票を行い、最多票のプレイヤーが追放される。夜は占師が 1 人を占い、霊媒師が 1 人と交霊し、狩人が 1 人を守り、人狼が全員で 1 人を襲撃する。また人狼ゲームはゲーム開始直後に占師が一度占いを行い、その後昼から始まる。

プレイヤー同士の会話はターン制である。発言は定型文で 1 日に 10 回まで可能であり、発言をしないこと (SKIP, OVER) も可能である。全員が 1 回ずつ定型文を発言するか SKIP, OVER することを 1 ラウンドとし、これを繰り返す。発言する順番はラウンド毎に無作為に決定する。発言に用いる定型文の種類を表 1 に示す。

表 1: 発言の定型文

発言	意味
ESTIMATE P R	P は R だと思う
COMINGOUT P R	P は R であると宣言する
DIVINATION P	P を占う
GUARD P	P を守る
VOTE P	P に投票する
ATTACK P	P を攻撃する
DIVINED P S	P の占い結果は S である
IDENTIFIED P S	P の交霊結果は S である
GUARDED P	P を守った
VOTED P	P に投票した
ATTACKED P	P を襲撃した
AGREE T	T に賛成する
DISAGREE T	T に反対する
REQUEST P T	P に T をして欲しい
INQUIRE P T	P に T の内容を質問
BECAUSE T1 T2	T1 だから T2 だと主張
DAY X T	X 日に T だった
NOT T	T では無い
AND T T...	複数の T である
OR T T...	複数の T のうち、少なくとも 1 つは正しい
XOR T1 T2	T1 か T2 である
SKIP	パス
OVER	今日はもう喋らない

P はプレイヤー, R は役職, S は種族, T は定型文,

X は数字を表している。

以下の 3 つの内どれかの条件を満たすと会話が終了し、追放投票に移行する。

- 全てのプレイヤーが OVER をする
- 全てのプレイヤーが SKIP をするラウンドが 3 回連続する
- 20 ラウンドが経過する

2.2 大川らの役職推定モデル

人狼ゲームに強い人工知能を作る為には、プレイヤーの会話や占い結果の情報から誰が人狼かを精度よく推定する事が重要である。大川らの研究では、NN を用いて以下の表 2 に示すプレイヤーの特徴から各プレイヤーの役職を推定する役職推定モデルを 2 つ構築した。1 つ目の役職推定モデルではプレイヤーの役職が村人, 占師, 人狼, 裏切り者である確率をそれぞれ出力する。2 つ目のモデルは生死を問わず全プレイヤーの中で誰が人狼かを推定する人狼推定モデルである。入力は表 2 の特徴を全員分纏めた物である。このモデルはそれぞれのプレイヤーの人狼である確率を出力する。

表 2: プレイヤー X の特徴

特徴	詳細
経過日数	現在何日目か
占師の数	占師 COMINGOUT (以下 CO) をしたプレイヤー数
被占い結果	X が人間判定された数と人狼判定された数
何番目の占師	X が何番目に占師 CO をしたか (占師 CO をしたプレイヤーのみ)
占い結果	X が報告した人間判定の数と人狼判定の数 (占師 CO をしたプレイヤーのみ)
投票変更数	X が VOTE の対象にしたプレイヤーと, X が行った投票の対象が異なった回数
生死	X の状態が生存, 追放された, 襲撃されたかのいずれか
肯定的意見の数	X が別のプレイヤーに対して村陣営であると推定した, または別のプレイヤーの発言を AGREE した数
否定的意見の数	X が別のプレイヤーに対して狼陣営であると推定した, または別のプレイヤーの発言を DISAGREE した数

2.2.1 実際の行動

推定モデルの結果を受けて、自分が村陣営の場合、役職推定モデルで人狼だと推定したプレイヤーが 1 人で、かつ生きていればそのプレイヤーに投票する。しかし、複数いるまたは 1 人もいないならば人狼推定モデルで 1 番人狼の確率

が高いプレイヤーに投票する。それにより決定した対象が死んでいて投票出来ない場合は無作為に投票する。

また自分が狼陣営の場合は役職推定した結果、占師がいればその人に投票と襲撃をする。しかし、推定したプレイヤーに生存している占師がいなければ村人に投票と襲撃をする。しかし、推定したプレイヤーに生存している村人もいなければ裏切り者に投票と襲撃をする。それにより決定した対象が死んでいて投票と襲撃が出来ない場合は無作為に投票と襲撃をする。

2.2.2 既存手法の問題点

既存手法では、NNに入力するプレイヤーの特徴の中に、役職推定者の役職や占いの対象となっているプレイヤーとそのプレイヤーの発言など、用いていない情報があることが問題点である。このことが、推定精度が良くない主要な要因であると考えられる。

3. 提案手法

本研究では、15 人狼で勝つために、経過日数と自分の役職、各プレイヤーの生死、発言情報を全ての大事な発言 (CO の発言) と新しい発言で、計 100 個をプレイヤーの特徴として入力した役職推定モデルを提案する。

このモデルを自分以外の推定対象者のプレイヤー 1 人 1 人に用いて、各プレイヤーの役職を推定する。発言情報は 1 つの発言について以下の情報を記録している。

4. 実験

人狼知能大会のログデータを学習データに用い、役職推定モデルと既存手法の役職推定モデルを比較し、性能の評価をする。パラメータは以下の表 3 の通りである。

表 3. パラメータ

	既存手法	提案手法 (比較用)	提案手法
入力次元	19	3150	7765
出力次元	4	4	6
中間層の数	2	2	2
中間層のノード数	50	50	500
活性化関数	ReLU	ReLU	ReLU

提案モデルによる出力結果とテストデータの正解ラベルをそれぞれ見比べて、精度と再現率を確認する。精度は、推定モデルが推定した結果の内、正解ラベルが一致している割合である。再現率は、正解ラベルの内、推定モデルによる推定が一致している割合である。

5. 結果

提案手法と既存手法の役職推定モデルの精度、再現率を比較し、性能の評価をする。

結果と考察は発表時に述べる。

参考文献

- [1] 人狼知能プロジェクト <http://aiwolf.org/>
- [2] 梶原健吾, 鳥海不二夫, 稲葉通将: “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” The 30th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, (2016).
- [3] 萩原誠, 伊藤孝行, アーメッドムスタファ: “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.(2019).
- [4] 大川貴聖, 吉仲亮, 篠原歩: “深層学習を用いて役職推定を行う人狼エージェントの開発” The 22nd Game Programming Workshop (2017)
- [5] 家原瞭, 廣田敦士, 田中一品, 荒木雅弘, 岡夏樹: “Differentiable Neural Computer を用いた人狼知能の開発” The 32nd Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, (2018)
- [6] 木村優里絵, 尾崎知伸: “単語埋め込み技術を用いて人狼 BBS における役職推定” The 32nd Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, (2018)