

人狼ゲームにおける会話情報による役職推定

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

福田 宗理[†]
Munemichi Fukuda

穴田 一[†]
Hajime Anada

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。

大川らの研究 [2] では、5 人狼で勝つために、ニューラルネットワーク (NN) を用いて各プレイヤーの役職を推定する役職推定モデルを構築した。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 に用いる特徴として、推定対象者が発言したほとんどの発言数は用いているが、発言の対象となっているプレイヤーの情報は用いていない。

そこで本研究では、経過日数と追放投票で各プレイヤーが投票した対象、宣言した役職とその時の経過日数とターン数、全ての会話情報を考慮し、役職推定を行う。

2. 既存研究

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除外する(以下、追放)ことが勝利条件であり、狼陣営は、人間の数を人狼の数以下にすることが勝利条件である。

人狼大会では 5 人狼か 15 人狼が行われているが、本研究では 5 人狼を取り扱う。各プレイヤーは役職(村人、占師、人狼、裏切り者)、種族(人間、狼)、陣営(村、狼)の属性を持つ。またプレイヤーの役職と種族、陣営は他のプレイヤーに非公開である。

5 人狼では、村陣営は全て種族が人間の村人 2 人、占師 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こと(以下、占い)ができる。狼陣営は人狼 1 匹で種族は狼、裏切り者 1 人で種族は人間である。人狼は 1 日 1 人のプレイヤーをゲームから除外できる(以下、襲撃)。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、最後に追放投票をする。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、人狼が 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を行い、その後昼のフェイズから始まる。

プレイヤー同士の会話はターン制である。発言は発言権を使用して定型文で行う。発言権は 1 日に 10 回まで使用可能である。例外として、SKIP と OVER は発言権を使わない定型文である。全員が 1 回ずつ定型文を発言することを 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: 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
DIVINED P S	P の占い結果は S である
VOTE P	P に投票する
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
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 は発言を表している。

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構築した。この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。

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 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、

[†] 東京都市大学 Tokyo City University

	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数と別のプレイヤーの発言を AGREE した数の和
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数と別のプレイヤーの発言を DISAGREE した数の和

2.3 既存手法の問題点

既存手法では NN に用いるプレイヤーの特徴は主に推定対象者が発言した数であり、発言の対象となっているプレイヤーの情報は用いていない。例えば、占い結果は人間判定した数と人狼判定した数は用いているが、どのプレイヤーを占ったのかと占ったプレイヤーの特徴は用いていない。

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、5 人狼で勝つために、経過日数と追放投票で各プレイヤーが投票した対象、COMINGOUT (以下 CO) した役職とその時の経過日数、ターン数、全ての会話情報をプレイヤーの特徴として用いた役職推定モデルを提案する。

入力内容は下記の 6 種類である。

- 経過日数
- 追放投票で各プレイヤーが投票した対象
- 各プレイヤーの CO した役職とその時の経過日数、ターン数
- 推定対象者から他のプレイヤーへの発言内容
- 他のプレイヤーから推定対象者への発言内容
- 他のプレイヤー同士の発言内容

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 人に使い、各プレイヤーの役職を推定する。

提案手法の入力を以下の表 3 に示す。

表 3:経過日数と CO 状況、会話を入れた情報

特徴	詳細
経過日数	現在何日目か
追放投票で各プレイヤーが投票した対象	追放投票で各プレイヤーが投票した対象
自分の役職	自分の役職
各プレイヤーの CO した役職とその日にち、ターン数	各プレイヤーが CO した役職とその時の経過日数、ターン数
推定対象者の他プレイヤーの推定発言	推定対象者がどのプレイヤーをどう ESTIMATE したか
推定対象者の投票発言	推定対象者がどのプレイヤーに VOTE したか
推定対象者が占う対象を発言	推定対象者がどのプレイヤーを DIVINATION したか
推定対象者が占い結果を発言	推定対象者がどのプレイヤーをどう DIVINED したか
推定対象者の他プレイヤーへの賛成発言	推定対象者がどのプレイヤーのどの発言に AGREE したか
推定対象者の他プレイヤーへの反対発言	推定対象者がどのプレイヤーのどの発言に DISAGREE したか
他プレイヤーの推定対象者の推定発言	他プレイヤーが推定対象者をどう ESTIMATE したか
他プレイヤーの推定対象者への投票発言	他プレイヤーが推定対象者を VOTE したか
他プレイヤーが推定対象者を占うと発言	他プレイヤーが推定対象者を DIVINATION したか

他プレイヤーの推定対象者の占い結果発言	他プレイヤーが推定対象者をどう DIVINED したか
他プレイヤーの推定対象者に対する賛成発言	他プレイヤーが推定対象者のどの発言を AGREE したか
他プレイヤーが推定対象者に対する反対発言	他プレイヤーが推定対象者のどの発言を DISAGREE したか
他プレイヤーの別の他プレイヤーの推定発言	他プレイヤーが別のどの他プレイヤーをどう ESTIMATE したか
他プレイヤーの別の他プレイヤーへの投票発言	他プレイヤーが別のどの他プレイヤーを VOTE したか
他プレイヤーが別の他プレイヤーを占うと発言	他プレイヤーが別のどの他プレイヤーを DIVINATION したか
他プレイヤーの別の他プレイヤーの占い結果発言	他プレイヤーが別のどの他プレイヤーをどう DIVINED したか
他プレイヤーの別の他プレイヤーへの賛成発言	他プレイヤーから別のどの他プレイヤーへの発言を AGREE したか
他プレイヤーの別の他プレイヤーへの反対発言	他プレイヤーから別のどの他プレイヤーへの DISAGREE したか

青は基本情報、緑は各プレイヤーの CO 情報、赤は推定対象者から他のプレイヤーへの発言内容、紫は他のプレイヤーから推定対象者への発言内容、オレンジは第三者同士の会話を表す。

4. 結果と考察

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。GAT2017 人狼知能大会のログデータを用い、データの半分を学習データ、もう半分をテストデータとした。既存手法と提案手法、実験①～③の実験結果を以下の表 4 に示す。

表 4:実験結果

特徴	既存	提案	実験①	実験②	実験③
基本情報	○	○	○	○	○
各プレイヤーの CO 情報	○	○	○	○	×
推定対象者から他プレイヤーへの発言内容	○	×	○	○	○
他プレイヤーから推定対象者への発言内容	○	○	○	○	○
第三者同士の会話	○	○	×	○	○
正答率(%)	71.0	86.6	83.1	89.3	82.9

既存手法の入力は提案手法と違い、表 2 で示したプレイヤーの特徴である。

既存手法と提案手法の正答率を比べると、提案手法の方がおよそ 15% 勝っている。また提案手法を実験①、実験②と比べると推定対象者から他のプレイヤーの発言内容は重要で第三者同士の会話はノイズになる事が分かった。

5. 今後の課題

本研究は 5 人狼を扱ったが 15 人狼への拡張を考えている。そしてこの推定モデルを搭載したエージェントを作成し人狼知能大会に出場したいと考えている。

参考文献

- [1] 人狼知能プロジェクト <http://aiwolf.org/>
- [2] 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