

人狼ゲームログからの人狼役職絞り込みセオリーのマイニング

Mining Theories of Estimating Werewolf Players from Werewolf Game Logs

板東 勇樹*¹ 呉 双*¹ 林 友超*¹ 宇津呂 武仁*²
 Yuki Bando So Go Youchao Lin Takehito Utsuro

*¹筑波大学大学院システム情報工学研究科
 Grad. Sch. Sys. & Inf. Eng. Univ. of Tsukuba

*²筑波大学システム情報系
 Fclty. Eng. Inf. & Sys, Univ. of Tsukuba

When playing the communication game “Are You a Werewolf?”, it is important to estimate other players’ roles. For beginner players of the werewolf game who are unfamiliar with theories of the game, it is quite difficult to estimate other players’ roles through discussions. In this paper, we propose how to mine theories for estimating werewolf players from game logs. In this paper, we obtained a theory related to the act of divination, where, if one of the three players revealing oneself as a seer divines a player as a human, while the other two players divine the player as a werewolf, then the theory judges the divined player’s role to be werewolf. We also focus on the opposing relations between the villagers killed and other players, under the assumption that werewolves tend to kill villagers who have certain strong opposing relations against werewolves.

1. はじめに

人狼ゲームは多人数でプレーする対話系のパーティーゲームである。人狼ゲームにおいては、自分以外のプレーヤーに関する情報は与えられず、プレーヤー間において議論を行うことにより、他プレーヤーの正体を推定し、ゲームの状況を把握する。また、議論の際には、議論の内容を理解した上で、偽りの情報を流したり、情報の真偽を判断したりする心理的な駆け引きが必要となる。これらを踏まえて、人工知能研究の分野では、人狼 AI は人間レベルの知能を実現することを目標とした人工知能研究の一つとされている [篠田 14]。

そこで、本論文では、ネット上でテキスト版人狼ゲームのプレーログを情報源として、人狼役職のプレーヤーを推測するためのセオリーをマイニングする手法を提案する。具体的には、本論文では、「占い師役職宣言をした複数プレーヤーによる占い結果の真偽についての推測」を例としてとりあげ、人狼役職プレーヤーを推測するためのセオリーをマイニングした結果について述べる。さらに、本論文では、人狼陣営は、人狼役職プレーヤーを正しく推定している人間役職プレーヤーを選択的に襲撃するという傾向に着目する。そして、この傾向に基づき、人狼に襲撃された人間プレーヤーが、襲撃される前に人狼役職プレーヤーを推定している発言を利用することにより、人狼役職プレーヤーを推定するセオリーをマイニングする。

2. 人狼

人狼ゲームにおいては、「人狼陣営」と「村人陣営」の二つの陣営が存在し、各陣営は相手陣営を排除することを目的に行動する。各プレーヤーは、ゲーム開始時に与えられた役職に応じて、「人狼陣営」か「村人陣営」のいずれかの陣営に属する。人狼陣営は、村人に成りすまし、偽りの情報を流すことにより、自陣営が有利になるように議論を誘導する。それに対して、村人陣営は、情報の真偽を見極める必要があり、議論により人狼を発見して処刑することを目指す。ここで、一例として、プレーヤー数が 16 人の場合の役職一覧を表 1 に示す。人狼ゲームには、何通りかの人数制が設けられているが、本論文では、16 人ゲームのみを対象として分析を行なった。また、人狼ゲーム

表 2: 人狼ゲームのルールおよび常識

(a) ルール

1	占い師、霊能者、狩人、狂人はそれぞれ一人だけ。
2	共有者は二人でかつ相手の正体を互いに知っている。
3	人狼同士は互いの正体を知っている。
4	人狼は人狼を襲撃することができない。
5	人狼の人数が人間の人数以上になると、人狼陣営の勝利。
6	人狼を全て処刑できれば、村人陣営の勝利。

(b) 常識

1	村人、占い師、霊能者、狩人、共有者は村の勝利のために、事実と矛盾しない情報を発言する。
2	占い師、霊能者は村のために名乗り出る。
3	人狼、狂人は人狼陣営の勝利のために事実と矛盾する情報を発言する。

におけるルール及び前提知識として用いられる常識の一覧を表 2 に示す。

3. 人狼ログ

本論文では、BBS 形式のネットゲームサイトである人狼 BBS*¹ において公開されているゲームログを対象として分析を行う。人狼 BBS サイトにおいては、掲示板に書き込む方式で各プレーヤーが匿名で人狼ゲームをプレーしている。

4. 複数の矛盾する占い結果に着目した人狼ゲーム・セオリーのマイニング

本論文では、人狼 BBS の G 国から無作為に選定した 100 回のゲームを対象として、初回の占い結果の統計を収集する。このうち、

- 人狼役職プレーヤーの人数が 3 人である。
- 占い師役職宣言をしたプレーヤーが複数人存在する場合には、全員が同一のプレーヤーを対象として占い結果を出す。

の条件に当てはまる 65 回のゲームを対象として、分析およびマイニングを行う。

連絡先: 板東 勇樹, 筑波大学大学院システム情報工学研究科,
 〒 305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1, 029-853-5427

*¹ <http://ninjin002.x0.com/wolff/>

表 1: 人狼ゲームにおける役職の一覧 (プレイヤー数 16 人の場合)

陣営	生存人数カウントでの扱い	役職	説明	人数
村人	人間	村人	特別な役職を持たない人間である。	7
		占い師	村人陣営の人間である。毎夜、一人を占って、その人が人狼なのか、人間なのかを知り、公表することができる。	1
		霊能者	村人陣営の人間である。投票により処刑されたプレイヤーが、人狼なのか人間なのかを知り、公表することができる。	1
		狩人	村人陣営の人間である。毎夜、一人だけを人狼の襲撃から守ることができる。護衛対象が実際に襲撃をうけたかどうかを知ることはできない。	1
		共有者	村人陣営の人間である。もう一人の共有者が誰かを知ることができる。	2
人狼	人狼	狂人	人狼陣営の人間である。人狼の勝利が狂人の勝利となる。狂人と人狼はお互いに正体を知らない。	1
		人狼	毎夜、一人だけ人間を襲撃できる。人狼同士にしか聞こえない会話が可能である。	3
計	—	—	—	16

G1214村の二日目の経過

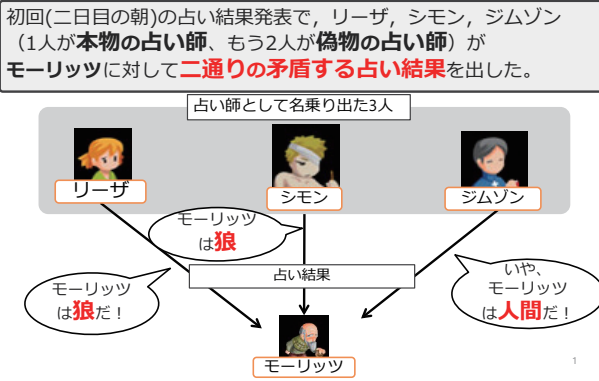


図 1: 「占い結果=人間+人狼+人狼」の例

まず、全 65 ゲームの占い結果における人間・人狼の組み合わせのパターンおよびその割合を表 3(a) に示す。また、これらのパターンのうち、占い結果が人間・人狼混合となり、複数の矛盾する占い結果が混在する場合において、実際に占い対象プレイヤーが人狼であった割合を表 3(b) に示す。この結果から分かるように、占い結果が“人狼”, “人狼”, “人間”となる場合(図 1)に、100%の確率で占い対象プレイヤーが人狼となるというセオリーがマイニングできる。

さらに、この場合において、それぞれの占い結果を出したプレイヤーの役職の組み合わせの割合を表 4 に示す。この結果から分かるように、“人間”の占い結果を出すプレイヤーは、100%の確率で狂人役職であり、同様に、“人狼”の占い結果を出すプレイヤーも、100%の確率で占い師および人狼役職である、というセオリーがマイニングできる。これは、人狼の役職を持つプレイヤーが占いの対象になった場合に、人狼役職プレイヤー自身も、事実と矛盾しない“人狼”の占い結果を出すことによって、仮に占い対象のプレイヤーが処刑された場合においても、実際の占い師役職プレイヤーが確定しないようにするためである。

表 3: 占い結果における人間・人狼の組み合わせ、および、「実際の役職が人狼」である割合

(a) 占い結果における人間・人狼の組み合わせの割合

占い結果	ゲーム数
人間のみ	37 (56.9)
人狼のみ	0 (0)
人間・人狼混合	28 (43.1)
合計	65 (100)

(b) 占い結果=人間・人狼混合の場合における「実際の役職が人狼」である割合

占い結果	ゲーム数 (%)	実際の役職が人狼であるゲーム数 (%)
人間+人狼	9 (32.1)	4 (44.4)
人間+人間+人狼	12 (42.9)	4 (33.3)
人間+人狼+人狼	7 (25.0)	7 (100)
合計	28 (100)	15 (53.6)

5. 襲撃被害者の生前発言に基づく人狼役職プレイヤーの推定

5.1 占い対象及び処刑対象のプレイヤーを提案する際の根拠の分類

本論文において、陣営間の敵対関係に直接対応する行為は、人狼役職プレイヤーを推定するために他プレイヤーを疑う行為である。本論文では、この「他プレイヤーを疑う」行為を特定するための手順として、まず、表 5 に示すように、「占い対象及び処刑対象のプレイヤーを提案する」行為に着目し、その際の根拠の分類を行う。そして、表 5 に示す多様な根拠の中でも、特に、

「発言者が確信を持って」

「占い対象及び処刑対象のプレイヤーを提案」している場合のみに限定し、「他プレイヤーを疑う」行為を特定する。

表 5: 占い対象及び処刑対象のプレイヤーを提案する際の根拠の分類

分類	詳細分類	説明	発言の具体例
	発言者が確信を持っている	「黒要素あり」、「狼みたい」や「非常に怪しい」など、あるプレイヤーに対して疑いを明言する。もしくは、「違和感がある」、「おかしい」や「違うんじゃない」など、あるプレイヤーについて、疑問に思った箇所を訴える。	服は探り切らない感じが黒要素と取った。(仕立て屋エルナの探り切らない感じが人狼である可能性と感じた)
その他	他人の意見に従う	「その意見には同意だ。確かに怪しい」など、他プレイヤーの意見に賛同してあるプレイヤーを疑う。	妙ってのは私は賛成だよ。(少女リーザを処刑するのは賛成だ。)
	矛盾する複数の占い結果が出されているプレイヤーを処刑	人間・人狼のどちらであるかは吟味せず、「人間・人狼」や「人間・人間・人狼」など、矛盾する複数の占い結果が出されているプレイヤーを処刑する手続きを提案。	リーザ希望。パンダですから。(矛盾する占い結果を出されたリーザを処刑に提案する。)
	占い師・霊能者として名乗り出ている複数人のプレイヤーを処刑	真偽は問わず、占い師として名乗り出ている複数人のプレイヤー、あるいは、霊能者として名乗り出ている複数人のプレイヤーを順番に処刑する手続きを提案。	占い師ローラー... 全体のバランスを取って長を先にして欲しい。(占い師と名乗り出た全プレイヤーを順番に処刑する。その際には、村長ヴァルターを先に処刑したい。)
	発言数の少ないプレイヤーを占う/処刑する	発言数の少ないプレイヤーを占う/処刑する手続きを提案。	▼クララ、理由は寡黙吊り(司書クララを処刑に希望、理由は発言が少ないから。)
	その他	「勘で選んだ」または現実世界における事情など、その他の理由により、他プレイヤーを占う/処刑することを希望する。	残った人の中からパッションで選びました。(残っている人の中から勘で選んだ。)

表 4: 占い結果を出したプレイヤーの役職の組み合わせの割合 (「占い結果=人間+人狼+人狼」の場合)

占い結果	ゲーム数 (%)
占い師による占い結果=人間, 人狼・狂人による占い結果=人狼	0 (0)
人狼による占い結果=人間, 占い師・狂人による占い結果=人狼	0 (0)
狂人による占い結果=人間, 占い師・人狼による占い結果=人狼	7 (100)
合計	7 (100)

5.2 人狼役職プレイヤーの推定手順

本節では、図 2 に示す例のように、「人狼陣営は、人狼役職プレイヤーを正しく推定している人間役職プレイヤーを選択的に襲撃する」という傾向を利用して、人狼役職プレイヤーを推定するセオリーをマイニングする。

そのためにまず、人狼陣営が襲撃対象とする人間プレイヤーの類型をまとめると以下となる。

- 「占い師」、「霊能者」等、特殊能力を持つ役職の人間プレイヤー
- 村の総意を取りまとめる「まとめ役」の人間プレイヤー
- その他の人間プレイヤー

ここで、本論文では、

1. まず、人狼陣営は、上述の「特殊能力を持つ役職の人間プレイヤー」、および、「まとめ役の人間プレイヤー」を優先的に襲撃する傾向がある。
2. 次に、人狼陣営は、「その他の人間プレイヤー」のうち、人狼役職プレイヤーを正しく推定している人間役職プレイヤーを選択的に襲撃する。

この日の夜...

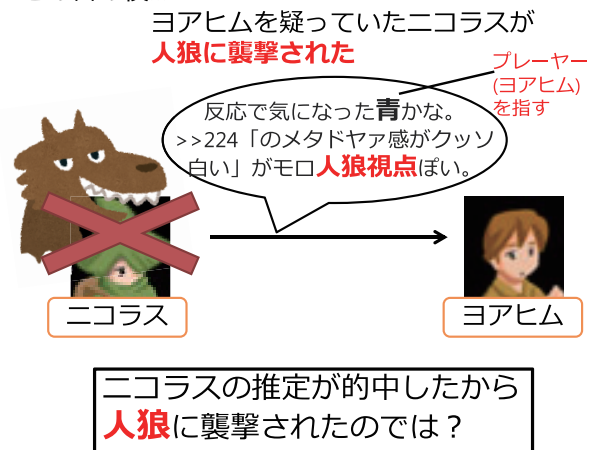


図 2: 人狼役職プレイヤーを正しく推定した人間プレイヤーが襲撃された例

という仮説を立てる。そして、以下に該当するプレイヤーが実際に人狼である割合を測定し、人狼役職プレイヤーを推定するセオリーの確からしさを評価する。

「その他の人間プレイヤー」のうち最初に襲撃されたプレイヤーが「確信を持って」、「占い対象あるいは処刑対象として提案」したプレイヤー (提案時の優先順位として 2 位までを対象とする) (1)

5.3 推定対象事例および推定結果

前節で述べた手順によって人狼役職プレイヤーを推定するセオリーをマイニングした結果の有効性を評価するために、16 ゲームのうち約 88% を占める、ゲーム日数 6 日以上の村のうち無作為に 6 個の村を抽出した。そして、まず、各村におい

表 6: 各村において「(1)「村人」以外の役職を名乗り出ている、または、(2) まとめ役を担当している」以外の人間役職プレイヤー中で最初に襲撃されたプレイヤーによる人狼役職プレイヤーの推定対象の内訳

村	日付	人狼役職と推定されたプレイヤー		占い/処刑 対象の希望順位	人狼役職プレイヤー推定発言
		プレイヤー名(略称)	実際の役職		
A	1	パメラ(娘)	人狼	占い: 1位(2人)	娘の >>350, >>352 の発言が私には少しわかりにくかったです。
	1	リーザ(妙)	人狼	占い: 1位(2人)	修妙どちらか狼かもしれない
	2	フリーデル(修)	村人	占い: 1位	【▽年→▽修】●○▼は変更なしで。ベタクンの方がシスターさんよりも白く感じますので
B	3	エルナ(仕)	人狼	占い: 1位	【白…年<青商<娘老者<羊任…黒】
	3	カタリナ(羊)	村人	占い: 2位	【白…年<青商<娘老者<羊任…黒】
C	2	ニコラス(旅)	村人	占い・1位	オットー票などのアクティブな動きはどちらかというと情報増加由来より狼の台所事情由来に見える。
	3	リーザ(妙)	人狼	処刑・1位	今日のリーザは狼的。
	5	ヨアヒム(青)	人狼	処刑・1位	ヨアヒムの発言に矛盾を感じる。
	6	ディーター(者)	村人	処刑・1位	率直に、ディーターは優秀過ぎる村人か、もしくは狼。
D	1	ヴァルター(長)	村人	占い: 2位	長はいきなり占ロラ主張で気になった人
	1	ヨアヒム(青)	人狼	占い: 1位	反応で気になった青かな。>>224「のメタドヤア感がクッソ白い」がモロ狼視点ばい。
	2	アルビン(商)	人狼	占い: 1位(2人)	商は初動のうっかり加減に対してその後のギャップ萌えなのと昨日の希望で娘お任せが村として気になってる
E	2	オットー(屋)	村人	占い: 1位	屋の神評価には違和感が強いのです
	2	ヨアヒム(青)	村人	処刑: 1位	青の行動は自己弁護を交えた狼の動きとしてあり得る
	3	シモン(兵)	人狼	処刑: 1位	今日の希望は【▼兵】です。老真寄りに見ていますし、手順としても外せないでしょう。
F	3	カタリナ(羊)	村人	処刑: 2位	最も浮き立った感じが無いのがカタリナさんだからです。ステルスならば非常に巧く立ち回っていると思います
計	希望順位 1 位または 2 位の場合の合計 17 人中人狼 8 人 ⇒ 人狼の割合: 47.1%				
	希望順位 1 位の場合の合計 14 人中人狼 8 人 ⇒ 人狼の割合: 57.1%				

て式 (1) を満たすプレイヤーが存在したか否かの分析を行なった。その結果、いずれの村においても、「確信を持って」占い対象あるいは処刑対象が提案されており、式 (1) を満たすプレイヤーが存在することが判明した。また、各村において式 (1) を満たすプレイヤーのうち、優先順位 1 位で「占い対象あるいは処刑対象として提案」されたプレイヤーの中には、少なくとも一人人狼役職プレイヤーが含まれることが分かった。このことから、前節の式 (1) によって人狼プレイヤーを推定するセオリーによって、人狼役職プレイヤーの絞り込みが可能であることが確認できた。これらの 6 村において、式 (1) を満たすプレイヤーが「確信を持って」占い対象あるいは処刑対象を提案している発言、および、それらの占い対象あるいは処刑対象のプレイヤーの実際の役職が人狼である割合を、それぞれ、表 6 に示す。この結果から分かるように、式 (1) を満たすプレイヤーの役職が実際に人狼である割合は 57.1% (優先順位 1 位で提案した場合)、および、47.1% (優先順位 1 位または 2 位で提案した場合) と高く、本節でマイニングしたセオリーが有効であることが判明した。

6. 関連研究

人狼に関する関連研究として、[稲葉 16] では、「襲撃対象になりやすいプレイヤーは、他プレイヤーに対して疑いをかける発言が多い」という傾向について述べている。一方、[林 17] においては、役職宣言発言に加えて、人狼ゲームのルール及び常識に基づく推論により、各プレイヤーの視点において、他プレイヤーの役職可能性を絞り込む過程を制約充足手法により定式化している。一方、本論文の定式化は、[林 17] によって他プレイヤーの役職可能性を絞り込んだ後、その後段において、

分析対象事例からマイニングしたセオリーによって確率的に人狼役職プレイヤーを推定する過程に相当する。

7. おわりに

本論文では、人狼ゲームにおいて、占い師として役職宣言したプレイヤーが 3 人おり、そのうちの一人が、あるプレイヤーに対して人間であるという占い結果を出し、残りの二人が人狼であるという占い結果を出した場合に、占い対象となったプレイヤーが人狼である確率は 100% であるというセオリーが得られた。また、人狼陣営は、人狼役職プレイヤーを正しく推定している人間役職プレイヤーを選択的に襲撃するという傾向に着目した。そしてこの傾向に基づき、人狼に襲撃された人間プレイヤーが、襲撃される前に人狼役職プレイヤーを推定している発言を利用することにより、人狼役職プレイヤーを推定するというセオリーをマイニングした。

謝辞

本研究を行うにあたり、人狼 BBS のデータ使用を許可していただいた ninjin 氏に感謝いたします。

参考文献

- [稲葉 16] 稲葉通将, 大島菜央実, 高橋健一, 鳥海不二夫: 雑談ばかりしていると殺される? 人狼ゲームにおける発言行為タグセットの提案とプレイヤーの行動・勝敗の分析, 情報処理学会論文誌, Vol. 57, No. 11, pp. 2392-2402 (2016).
- [林 17] 林友超, 呉双, 板東勇樹, 宇津呂武仁: 制約充足手法を用いた人狼ゲームの役職絞り込み方式, 第 31 回人工知能学会全国大会論文集 (2017).
- [篠田 14] 篠田孝祐, 鳥海不二夫, 片上大輔, 大澤博隆, 稲葉通将: 汎用人工知能の標準問題としての人狼ゲーム, 第 28 回人工知能学会全国大会論文集 (2014).