

実世界人狼ゲームのジェスチャーの分析

Analyzing Gestures in Real-World Werewolf Game

高山 周太郎^{*1}

Shutarou Takayama

大澤 博隆^{*2}

Hirotaka Osawa

^{*1} 筑波大学 理工学群 工学システム学類

Collage of Engineering Systems, School of Science and Engineering, University of Tsukuba

^{*2} 筑波大学 システム情報系

Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

Nowadays, werewolf game has been studied in the context of communication games and incomplete information games. Werewolf game is expected to be used as a training method of communication because it has communication elements such as persuasion both in verbal and non-verbal aspects. However, there is little quantitative analysis for non-verbal communication factors in werewolf game which contribute for persuasion. The authors expect that it is necessary to investigate the influence of non-verbal information for clarify the mechanism of communication in werewolf game. In this study, the author gathered several human gestures and investigated the influence on the result of the game. The several parameters are arms degree, hands movement distance etc. The results suggest several persuasive non-verbal gestures in werewolf game. For example, arms degree shows how much influence on discussion in the game. It is suggested that initiative of betrayer or seer influences the result of werewolf game.

1. はじめに

人狼ゲームとは、プレイヤーの中から割り当てられた「人狼」を、コミュニケーションを通じて発見するゲームである。平和な村の中に、村人に扮した人狼が紛れ込んだので、人狼を見破り排除しなければならないというストーリーが人狼ゲームの背景にある基本設定である。人狼を割り当てられたプレイヤーはいかに他のプレイヤーに対して村人だと思わせるか、他のプレイヤーはいかに人狼を見破るか、でゲームの勝敗が決定する。

近年、人狼ゲームが研究対象として注目されており、オンライン上でのチャットログなどの言語情報を主な対象として人狼ゲームを通じてより人間に近い思考のエージェントの研究がなされている[梶尾 14]。例えば、梶原らは大澤が作成した人狼ゲームの発話プロトコル[大澤 12]を使い、強化学習によって人狼ゲームでの最適戦略を抽出した[梶尾 14]。

しかし、コミュニケーションにおける非言語情報の重要性は多くの研究で指摘されており[高木 06]、実世界での人狼ゲームでも人間同士の非言語コミュニケーションがゲームの進行に関わっていると考えられる。酒井らによる、アバターを用いた通話による人狼システムでは、プレイヤーの議論があまり盛り上がらない事がわかっている[酒井 16]。アバターによって人の見た目が同質化され、非言語から情

報を集められなくなったためだと考えられる。人狼ゲーム中の非言語コミュニケーションがプレイヤーにどの程度影響を与えるのか、定量的に分析する必要があると考える。

そこで、本研究では高山による実世界人狼ゲームの非言語情報解析システム[高山 19]により取得した姿勢情報を分析し、役職や個人によって特徴的に見られる動作についていくつかの指標を用いて、ゲーム結果との関係性を調査した。

2. 人狼ゲームについて

2.1 人狼ゲームのルール

人狼ゲームのルールは参加人数などによって細かい違いはあるものの、大筋のルールは共通している。本項では人狼ゲームの一般的なルールについて記述する。

1 章で述べたとおり、人狼ゲームはコミュニケーションによってプレイヤーの中から人狼を見つけ出すゲームである。プレイヤーは一般的に、大きく人狼陣営と村人陣営に分けられる。村人陣営はプレイヤーの中の人狼をすべて排除することを目指す。人狼陣営は人間を排除して人狼と人間の人数が同数以下になることを目指す。

ゲームは昼、投票、夜という 3 つのフェーズを繰り返して進行する。昼フェーズはプレイヤー同士の自由な議論によって人狼と思われる人物を探し出す。昼の議論には時間制限が存在する。制限時間がきたら、投票フェーズに移る。投票フェーズでは各プレイヤーが排除したいプレイヤーに

連絡先: 高山周太郎

hailabsec@iit.tsukuba.ac.jp

筑波大学 理工学群 工学システム学類

ヒューマンエージェントインタラクション研究室

投票する。投票により最も多くの票を集めたプレイヤーはゲームから除外され、その後のゲームには一切関与できなくなる。この投票によるプレイヤーの除外を処刑と呼ぶ。夜フェーズでは各役職に与えられた特殊能力が作動する。例えば人狼は、プレイヤーの中から襲撃する相手を一人選び、そのプレイヤーをゲームから除外する。

(1) 5 人狼に関して

本研究では、プレイヤーが5人の人狼ゲーム(5 人狼)を対象とする。本研究での5 人狼の役職配分は、占い師・人狼・狂人・村人×2、となっている。各役職に関しては2.2項で述べる。

5 人狼では最長でも2 ターン目の処刑が完了した時点でゲームの勝敗が決定する。人狼ゲームの終了条件が「人狼がいなくなる」または「人間と人狼が同数以下になる」であるため、2 ターン目の処刑完了時点でプレイヤーは2 人まで減っている。残ったプレイヤーの中に人狼がいなければ前者の終了条件が、人狼がいれば後者の終了条件が満たされるためである。

5 人狼では、最短では1 ターン目の処刑時点で終了する。この時点でゲームが終了した場合は、人狼陣営の敗北となる。この場合、人狼が他のプレイヤーを騙せず、最初の議論で見抜かれていたと言えるため、2 ターン目で負ける場合よりも大差で負けていたと言える。

2.2 人狼ゲームの役職

人狼ゲームでは、固有の能力を持つ役職が各プレイヤーに与えられる。人狼ゲームでの役職は多くの種類が存在するが、本項では、本研究での5 人狼で登場するものについて述べる。

各役職の役割は以下の通りである。

- 占い師：村人陣営。夜になるとプレイヤーを一人選び、そのプレイヤーが人狼かどうか自分だけ知ることができる。
- 人狼：人狼陣営。夜になると一人選び、そのプレイヤーをゲームから除外する。
- 狂人：人狼陣営に所属する人間である。人狼を勝たせるために動く。占い師からは人間であると判断される。誰が人狼なのかは認識できない。
- 村人：村人陣営に所属する。特に能力を持たない。

3. 解析手法

本研究では、人狼ゲーム中の非言語情報を定量的に解析するための指標として、プレイヤーが表出する特徴的な動作をいくつか挙げ、定式化した。動画の1 フレームごとに各指標を測定し、1 ゲームごとにその平均値を取る。測定の対象となるフレームは、各ゲームの昼の議論時間に該当

する箇所を対象とする。本研究で撮影した動画は1 フレームが約0.033秒に相当する。

以下に本研究で用いた指標とその概要を示す。

・arms_degree

両腕でどの程度体を隠そうとしているのかという指標。右手の座標から右肘の座標を引いてできるベクトルを、右腕のベクトル $\mathbf{l}$ と置く。左に関しても同様に、左腕のベクトル $\mathbf{r}$ と置く。arms_degree の値 θ は次の(1)式で与えられる。

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \frac{1}{\|\mathbf{l}\|} \begin{bmatrix} l_x & l_y \\ -l_y & l_x \end{bmatrix} \cdot \mathbf{r}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{y}{x} \quad (1)$$

1 ゲームごとに平均値を取り、ゲーム内でどの程度体を隠そうとしていたのか測る。正に大きくなるほど腕を開き、負に大きくなるほど腕を閉じていると言える。

・directing_upper_the_left_arm

左腕が上向きになっているかどうかの指標。左腕のベクトルが上向きならば1、下向きならば0を返す。1 ゲームごとに足し合わせて、フレーム数で標準化することで比較する。

・directing_upper_the_right_arm

directing_upper_the_left_arm を右腕に適用したもの

・head_moving

鼻の座標の前フレームからの移動距離。最初のフレームはカウントしない。フレーム数-1で標準化する。

・left_hand_moving

head_moving を鼻ではなく左手の座標に適用したもの。

・right_hand_moving

head_moving を鼻ではなく右手の座標に適用したもの。

4. プレイの計測

本研究の計測には、高山らが作成した実世界人狼の非言語情報を取得するためのシステムを使用した[高山 19]。このシステムは、人狼をプレイする動画から、プレイヤーの関節の座標情報が測定できる。このシステムから実際に習得した情報を次の図1に示す。

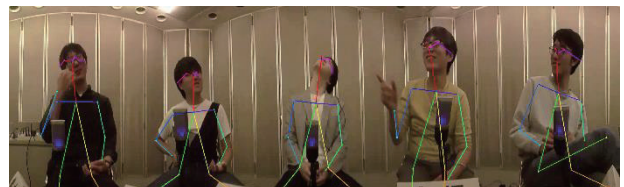


図1: 取得した関節の座標情報イメージ

2018 年 11 月、7 人の男性参加者（大学生及び大学院生）を5 人ずつ交代でゲームを全37 ゲーム実施した。撮影の参加者は全員が右利きであった。本研究の撮影では、プレイヤーの左手に発汗を測定するセンサーを付けている。プ

イヤーが、心理的に左手のほうが動かしづらい可能性は考えられる。このセンサーで取得したデータは、本研究では使用していない。

5. 結果

5.1 ゲーム結果

全 37 ゲームで各陣営が勝った回数を次の表 1 に示す。

表 1: 全ゲーム結果

陣営	勝利回数
人狼	16
村人 (合算)	21
村人 (1 ターン)	12
村人 (2 ターン)	9

5 人でプレイする人狼ゲームは通常 2 ターンで終了するが、村人陣営は人狼を処刑できればゲームに勝利できるた

め、1 ターンでゲームが終了する場合もある。表 1 の「村人(合算)」は、終了ターン数を考慮しない場合の勝利回数。「村人(1 ターン)」「村人(2 ターン)」は、「村人(合算)」の内それぞれ 1 ターンで終了したもの、2 ターンで終了したものを指す。

5.2 解析結果

4.3 項で述べた指標のデータを役職ごとに分類し、さらにそれを 2 群に分けて t 検定を行った。2 群への分け方は

- ゲームの勝敗:勝利条件・敗北条件に分ける。ゲーム全体の議論の時間に関して値を取得する。
- ゲームのターン数:ゲームが 1 ターンで終了する最短条件・2 ターンで終了する最長条件に分ける。1 ターン目の議論の時間に関して値を取得する。

の 2 パターンを試みた。

以上のように分類したデータを、指標ごとに t 検定を行いその結果の p 値を表 2、3 に示す。

表 2: 役職ごとにゲームの勝敗で検定($p^* < 0.05$, $p^* < 0.1$)

	人狼	村人	占い師	狂人
arms_degree	0.74830	0.06908+	0.25642	0.05773+
directing_upper_the_left_arm	0.48960	0.81931	0.41968	0.89675
directing_upper_the_right_arm	0.51475	0.61446	0.01671*	0.46831
head_moving	0.61960	0.00203*	0.03788*	0.74107
left_hand_moving	0.14738	0.30183	0.17098	0.22430
right_hand_moving	0.51583	0.28303	0.09409+	0.56704

表 3: 役職ごとにゲームのターン数で検定($p^* < 0.05$, $p^* < 0.1$)

	人狼	村人	占い師	狂人
arms_degree	0.70481	0.45325	0.00392*	0.00097*
directing_upper_the_left_arm	0.75753	0.23767	0.30432	0.07694+
directing_upper_the_right_arm	0.59014	0.89732	0.00194*	0.29950
head_moving	0.80736	0.03805*	0.18326	0.67003
left_hand_moving	0.14240	0.51271	0.62096	0.79854
right_hand_moving	0.60686	0.52928	0.51365	0.66872

6. 考察

6.1 狂人と占い師の関係性に関する考察

本項では、狂人と占い師の arms_degree に着目する。Cashdan では、腕の開き具合とその場のコミュニケーションでのリーダーシップとの関係性を指摘している[Cashdan 98]。arms_degree が大きいほど、人狼ゲームの議論の場において強い影響力を持っていると考えられる。

表 3 の arms_degree から、占い師と狂人のときに着目する。表 4 に、狂人・占い師の arms_degree の、また、各群での平均値と標準偏差を示し、図 2、3 に狂人、占い師それぞれの arms_degree の箱ひげ図を示す。

表 4: ターン数毎の arms_degree の平均値・標準偏差

	占い師 最短	占い師 最長	狂人 最短	狂人 最長
平均値	-0.129	-0.458	-0.599	-0.215
標準偏差	0.264	0.362	0.265	0.356

図 2 から、1 ターンでゲームが終了した場合、狂人の arms_degree が有意に小さくなり、ことがわかる。ここから、人狼陣営である狂人が、リーダーシップを持てなかったため大差で負けてしまい、それが arms_degree に表れたと考えられる。

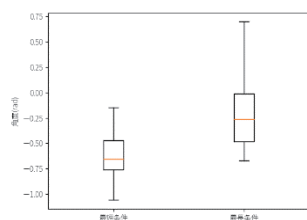


図 2: ターン数で比較した狂人の arms_degree

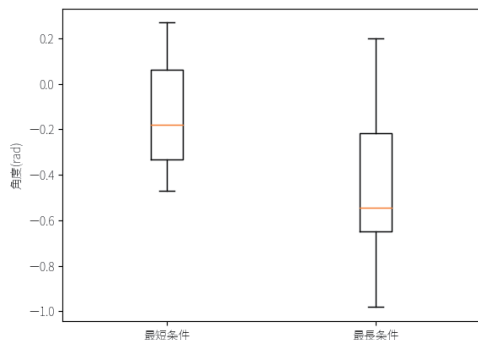


図 3: ターン数で比較した占い師の arms_degree

反対に、図 3 からは 1 ターンで終了した時、すなわち占い師が人狼陣営に勝った時、腕を開く傾向にあることがわかる。占い師がリーダーシップを持ち、ゲームを村人陣営が有利な方へ導いたためだと考えられる。

6.2 占い師に関する考察

本項では、占い師の directing_upper_the_right_arm に着目する。表 6 に勝利条件、敗北条件、最短条件、最長条件それぞれにおける平均値と標準偏差を示す。また、図 4、5 に勝敗を比較したとき、ターン数で比較した時それぞれの場合の箱ひげ図を示す。

表 6: 各条件における占い師の

directing_upper_the_right_arm の平均値・標準偏差

	最短	最長	勝利	敗北
平均値	0.493	0.206	0.387	0.167
標準偏差	0.230	0.239	0.265	0.260

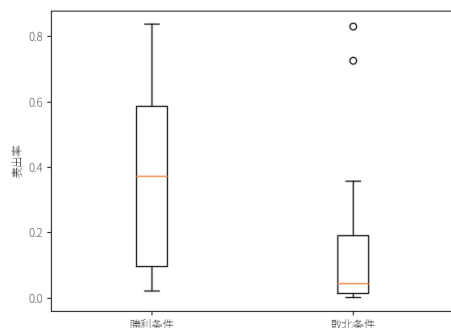


図 4: 占い師の勝敗ごとの directing_upper_the_right_arm

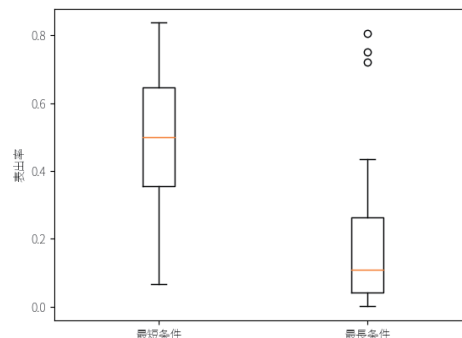


図 5: 占い師のターン数ごとの directing_upper_the_right_arm

占い師がゲームに勝つ時、directing_upper_the_right_arm が大きくなるのがわかる。自分に注意を引くために積極的に右腕を動かしていることが考えられる。村人陣営が勝つには、占い師が手を挙げ、積極的に議論に参加するのが良いとわかる。

7. まとめ

本研究では実世界人狼ゲームに見られるジェスチャーに着目し、議論との関連性を調査した。本研究で提案した指標で、1 ターン目の有利な議論の導き方や、占い師の議論への参加の積極性を評価できることがわかった。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP26118006, JP16H02928, JP18KT0029 の助成を受けたものです。心より感謝致します。

参考文献

- [Cashdan 98] Elizabeth Cashdan: “Smiles, Speech, and Body Posture: How Women and Men Display Sociometric Status and Power”, Journal of Nonverbal Behavior, 1998.
- [大澤 13] 大澤博隆, “コミュニケーションゲーム「人狼」におけるエージェント同士の会話プロトコルのモデル化” HAI シンポジウム 2013, 2013.
- [梶原 14] 梶原健吾, 鳥海不二夫, 大橋弘忠, 大澤博隆, 片上大輔, 稲葉通将 and 篠田孝祐, “強化学習を用いた人狼における最適戦略の抽出”, 情報処理学会第 76 回全国大会講演文集, 2014.
- [酒井 16] 酒井久志, 片上大輔 and 大澤博隆 “FACERIG での人狼での無意識動作の影響”, HAI シンポジウム 2016, 2016.
- [高木 06] 高木幸子, “コミュニケーションにおける表情及び身体動作の役割”, 2006.
- [丹野 15] 丹野昭宏 and 児玉健 “人狼ゲーム経験による嘘の手がかり信念の差異”, パーソナリティ研究 24(1), 2015.
- [高山 19] 高山周太郎 and 大澤博隆 “実世界人狼ゲームの非言語情報分析システムの設計”, HAI シンポジウム 2019, 2019.