

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

Communication Protocol for the "Werewolf" game

大澤 博隆¹

Hirota Osawa¹

¹筑波大学システム情報系

¹Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

Abstract: "Werewolf" is one of the famous communication game in the world. The author tries to solve this game by human and artificial agent. First, we verify the history of "werewolf" and examine the requirements for achieving this game. Next, we create the protocol for playing this game.

カテゴリ：モデル化，体系化，理論

1. 人狼ゲームと人工知能

「ある村に、人間の姿に化けられる人食い人狼が現れた。人狼は人間と同じ姿をしており、昼間には区別がつかず、夜に村人たちをひとりずつ襲っていく。村の中に潜んだ人狼を暴きだすため、村人たちは互いを疑いつつ、毎夜一人を処刑していくことにした」

以上が、コミュニケーションゲームとして知られている『人狼』の大まかなカバーストーリーである。20世紀のソ連において、マフィアというゲームから派生したと思われる「人狼」は、言語のみを使う抽象化されたコミュニケーションゲームでありながら、全世界で楽しられているゲームである[1]。特に日本では、オンライン上で人狼ゲームが磨かれ、コミュニケーションゲームとしての性質を色濃く残している。

人狼のカバーストーリーは魔女狩りなどの状況を想定させる。人によっては、このゲームから反社会的な要素を嗅ぎ取るかもしれない。しかし実際は、このゲームほど人間が行うにふさわしいゲームもないといえる。抽象的なまとめ方をすれば、人狼というゲームは、人を疑うことと信頼することの重みを、プレイヤーに同時に強制するゲームであるといえる。

私を含めた何人かの研究者は、現在人狼知能プロジェクトという形で、この人狼をモデル化し、人とエージェントや、エージェント同士で人狼を同時に遊ぶためのプラットフォームの作成を試みている。

本稿では、人狼というゲームが持つ性質について述べるとともに、人狼を成り立たせるためにどのようなプロトコルが必要であるか検討する。

2. 背景：人狼ゲームの発展

2.1. 人狼ゲームの発展

人狼というゲームはもともとカードゲームとして誕生し、パーティゲームとして遊ばれてきた。人狼を行うために必要な道具はほとんどなく、最初に各プレイヤーの役職が決定すれば、必要となるのはゲーム中で情報提示を行うゲームマスターと、参加者同士の会話だけである。また、ルールも単純で、文化を問わず理解しやすいため、誕生してから世界中で楽しめるようになった。この特徴を生かし、バックパッカーの間では、ダハブゲームと呼ばれる人狼類似のゲームが交流手段として用いられている[2]。

人狼ゲームがいつ頃から日本で遊ばれるようになったか、はっきり迎れる文献はない。前述のダハブゲームを含め、日本でも人狼類似のゲームは少なくとも80年代頃から遊ばれていたようである。ただし、インターネット上で行われる人狼については記録が残っている。最も古いのは、2003年に誕生したチャット形式の「汝は人狼なりや？」である[3]。この形式の人狼はオンライン上で行われるCGI型と呼ばれるようになった。CGI型の人狼は主に匿名掲示板から参加者を集める形で発展している。

CGI 型の人狼はカードゲーム型の人狼をそのままオンライン上に模しており、カードゲームにおける「昼」でのプレイヤー同士の議論と、人狼が処刑を決める「夜」をチャット上で再現し人狼を行う。CGI 型の人狼は、カードゲーム型の人狼と類似しているが、インターネット上の掲示板の特色を生かし、夜の間の人狼同士が秘密の会話を行えるような仕組みを加えている。対面のカードゲームでは人狼同士の会話を再現することは難しく、ジェスチャーを使った非言語コミュニケーションで人狼同士の意思決定が行われるが、オンライン上での会話が機能として追加されたことにより、会話の促進を促すパーティゲームとしての性格が影を潜め、論理的な会話により勝敗を決定する、コミュニケーションゲームとしての性質がより強くなったと言えるだろう。

2.2. コミュニケーションゲームへの変化

オンライン上の人狼ゲームに対してルールの改良を加え、爆発的なムーブメントを生んだのが、2004年に誕生した掲示板型のゲームサイト「人狼 BBS」である[4]。人狼 BBS は、それまでオンライン上に存在した人狼と比較し、「昼と夜の解消」「プレイヤーと別のキャラクター」「対戦時間の長期化」という3つの重要な変更を行っている。

まず人狼 BBS では CGI 型の人狼と異なり、昼と夜の区別を無くし、狼は人間同士の議論と並行して、狼同士の秘密の会話をを行い、お互いに発話を修正することを可能とした。人狼 BBS のこの改良によって、人狼というゲームはカードゲーム型であった「昼」と「夜」の物理的制約から開放された。双方の陣営が対等な立場で制約にとらわれず、言語的な会話のみで勝負を行う論理的なコミュニケーションゲームの性質を備えることになった。

次に人狼 BBS は、プレイヤーと別に、プレイヤーが操るキャラクターを置いた。CGI 型の人狼では、参加者は匿名の仮ログイン名を使って参加する。ゲームごとに共通のログイン名を使うこともできるし、新しい名前で参加することもできる。これに対し、人狼 BBS では村に登場する人物を固定し、インタフェースとして老若男女織り交ぜた、共通のキャラクターセットを用意した。これにより、各プレイヤーは自身のプレイスタイルや人狼、占い師などの役職のプレイ（ロールプレイ）だけでなく、キャラクターの役割を意識したプレイ（キャラクタープレイ）ができるようになった。人狼 BBS と同様の BBS 型人狼はネット上にて爆発的な普及を見せた。国内だけでなく、韓国にも同様の人狼サイトが作成されている[5]。

最後に、人狼 BBS はプレイ時間をそれまでの CGI

型と異なり、ゲームの一ターン進行を物語上の一日と同じく、実際の日（=24時間）に合わせた。カードゲーム型の人狼では思考時間は一ターンごとにせいぜい数分であり、また CGI 型はこれを引き継いでいるため、一ターンがせいぜい十数分である。これに比すると、人狼 BBS のプレイヤーは思考を十分に行うだけの時間を持つ。合わせて、人狼 BBS では、各プレイヤーの発話数を20発言までとしている。これにより、プレイヤーは反射的な発話とそれに対する揚げ足取りを行うことができなくなり、結果として熟考した発話が増加した。

BBS 形式と呼ばれるサイトは人狼 BBS 以降にも誕生している。これらのサイトでは、発話とは別に決められたアクションが可能であったり[6]、キャラクターのセットを選択できたり[7]、キャラクターの表情が選択できたり[8]、といった改良がなされている。このような改良は、基本的にはプレイヤーのコミュニケーションについて、言語以外の可能性を与えるための改良であると考えて良いだろう。

3. 人狼ゲームの性質

3.1. 客観的視点での情報非決定性

人間同士の行うゲーム、特にボードゲームは、いくつもの種類に分かれている。その中で「コミュニケーションゲーム」と総称される分野がある。コミュニケーションゲームではゲームの勝敗がプレイヤー同士の情報交換に依存する。コミュニケーションゲームの中で広く知られた例としては、プレイヤー同士の交渉が勝敗を決定するモノポリーやカタンがある。モノポリーやカタンでは、プレイヤー同士のコミュニケーションによって利得が変化する。人狼は、このようなゲームの中でもっとも極端な形を持つゲームであり、「コミュニケーション」以外の客観的情報、勝敗決定要因がほとんど存在しない、という性質を持っている。人狼で客観的と言える情報は、各人の発言内容自体と、日数、処刑者、襲撃者などであり、人狼に登場する殆どの役職達は、自分自身の役職を「客観的に」証明する手段を持たない。この「客観的に」という用語は、「ゲームに参加していないものが外側から見た時に」という意味で使用している（最も単純な人狼、人間と人狼しかいないゲームでは、死亡者の役職はその時点で明かされるが、占い師が登場する人狼 BBS のような今日的な人狼では、このような客観的な役職公開はゲーム中には行われない）

具体例を挙げてみよう。たとえば、あなたが「村人（無能力者）」であり、あなたの友人がそのゲームを外から観察している（=ゲーム上の発話のみを観

測している)とする。この時、ゲームプレイ中に、あなたが村人、あるいは人間側であることをその友人に対し証明することは不可能である(これは、あなたがどの役職であっても同様である)。もちろん、ゲーム中の「人狼」のプレイヤーにとってあなたが少なくとも「非人狼=人間側」であることは自明であるし、もし村の中の占い師があなたを占ったとすると、その占い師はあなたが人間側であることを知ることができ、また占い師はあなたが人間であるという発話を行うことができる。しかしながら、村の外にいるあなたの友人から見た時、その「人狼」のプレイヤーが本当に人狼であるのか、あるいは「占い師」と宣言した人間が本当に占い師であるのかどうかはゲーム終了までわからない(図1)。

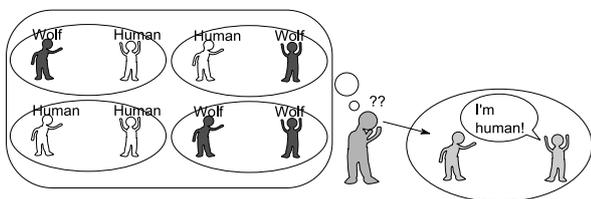


図1 客観的視点での情報非決定性

人狼というゲームにおいて情報の共有は個人、もしくは数人の間にとどまっており、参加者全員で共有できる情報はない。ほとんどの人狼のバリエーションにおいて、客観的視点から情報が決定できない、という原則は守られている。これは人狼というゲームの基本原則であると言って良い。また、プレイ中に客観的視点で一切情報が決定しないゲームは、人狼とそのバリエーション以外では滅多に存在しない。この客観的視点での情報非決定性は、数あるコミュニケーションゲームの中でも、人狼に特有の性質と考えて良い。

3.2. プレイヤーに対する思考圧力

客観的視点で情報が決定しない、という人狼の特徴は、プレイヤー同士にどういった圧力を生むだろうか。プレイヤーはこの条件により、自身の証明を自身の言語のみで行い、自身の決断を自身のみの判断で行う、という状況にさらされることになる。

プレイヤーは誰かを盲信し、自分の選択をその人に委ねる、という手段が取れない。我々が日常生活を営む上で自然と行っている思考の委任(例えば『先生が言っていたから。偉い人が言っていたから。専門家が言っていたから』という思考)が許されないし、客観的な知識ベースに頼ることもできないということを意味する(原理的には)。人狼においてなされる会話で、客観的に役職を特定できる会話は無い。全ては文脈に依存している。たとえば、正しい発言

をしているからといって、そのプレイヤーが人間であるという事にはならない。実際のプレイにおいては、〇〇という発言は××らしい、というセオリーと呼ばれるヒューリスティクスは存在するが、これはあくまでコミュニティに依存した情報であり、違う人狼サイトではセオリー自体が異なることもある。

あなたはあなた自身の役職を客観的には証明できないし、あなたの周りの人間が何であるかを客観的に決めることも原理的にはできない。では人狼において、プレイヤー(=エージェント)はどのように自らの意思を決定し、選択を行うべきなのだろうか。

3.3. 推理：他者の意図のモデル化

発話の内容を支える客観的な情報が存在しない場合、話者の背景が貴重な情報源となる。つまり「相手の立場に立つ」ということである。人狼で交換される情報は客観的な情報ではなく、どこまでも主観的な情報(すなわち、文脈に深く依存した情報)のみである。人狼ゲームにおけるすべての重み付けは、最終的にあなたが行わなければならない、あなた本人しか決定できない(図2)。

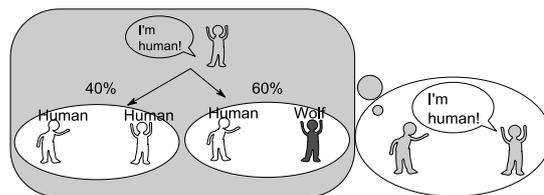


図2 プレイヤーによる推理

占いや霊能結果は、相手の発言意図を推し量る貴重な手がかりとなる。もしそれが偽物であったとしても、偽物の結果は偽者の手がかりを与えてくれる。もちろん本物の占い師が本当のことを言うとも限らないし、本物の占い師にとってウソを付くことが必要な局面も存在する。

村人は情報を集める。人狼は情報を誤魔化す。村人は可能性の枝を刈り、人狼は可能性の枝を育てる。大まかに言えば、人狼は人間と人狼の間の情報の争奪戦。論理で枝を示し、説得で枝を刈る、あるいは増やす。

ただし、人狼が最善手を打った場合、可能性の枝は、結局一つにはならない。人狼は誰が人間かを知っている。つまり、人狼は占い師や霊能者を『完璧に真似る』ことが出来る。いかに情報を積み重ねたとしても、この原則は変わらない。本物と偽物を見分ける術は、場に出た情報・言語のみでは与えられない。

3.4. 説得：他者から見た自己のモデル化

情報の確かさが立場により異なるため、最終的な尤度はプレイヤーにより異なり、結論も個々で異なる。しかし人狼では日ごとに、村全体の決断として最終的に処刑先を決定しなければならない。決定先は個々人が独立に判断して投票する自由投票も存在するが、たいていはその前に意見を集約するための議論を行う。

互いに異なる意見を持つプレイヤーたちは、最終的に自分たちの意見を集約し、合理的な決断を下す必要がある。ここでは推理よりも、説得や信頼といった要素が重要なキーワードとして浮かび上がってくる。人間も、人狼も、生き残りたければ信頼を勝ち取らねばならない。自分の意見を通すためには、自分の意見が信頼に足るものであることを他者に説明する必要がある。この段階では、他者のモデル化だけではなく、他者から見た自己のモデル化、信頼出来る発話の演出が重要となってくる（図3）。

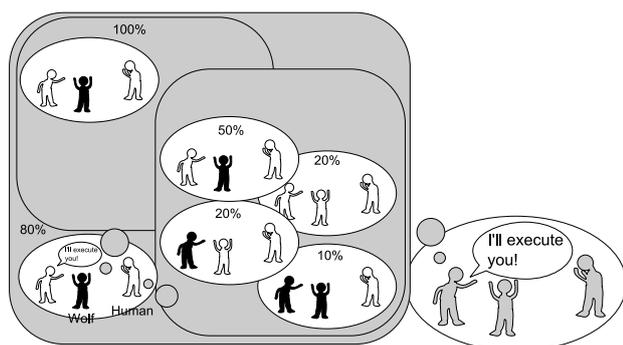


図3 他者から見た自己のモデル化

他者説得のために行われる言語合戦は様々な手法が有り、罵倒にならないギリギリの言語選択が行われることも多い（または、あえてそのような制限を行わない遊び方も存在する）

4. 人狼言語の設計

人間同士の人狼では自然言語による会話が行われるが、これらの自然言語をそのままエージェントが扱うのは負荷が大きい。また、3章で述べたとおり、環境中の客観的事象を記述することの多い自然言語会話と異なり、人狼中の言語は極めて文脈に依存しやすく、既存の言語認識手法が使いがづらい。BDI論理のようなエージェントの信念記述手法も存在するが、これらの手法はエージェント内部の知識記述に偏っており、他者に対するコミュニケーション用途ではない[9]。人狼ゲームを人間とエージェントの混在環境や、エージェント間でプレイするためには、3章で

表現される、他者のモデル推定と、他者から見た自己のモデル推定について伝達できるような独自のプロトコルを設計する必要がある。

本研究では、先行研究である人狼BBSに対する稲葉らの結果を参考にする[10]。稲葉らの研究では、人狼における発話一つ一つにタグ付けする形で意味を決定している。しかし、人狼で行われている会話を正確に記述するためには、その文法構造まで考慮する必要がある。本研究では、これらのタグを元にして、人狼の会話用に必要なプロトコル「人狼言語」の文法構造と、必要な言語会話を定義する。

将来的な人工知能での自動化を視野に入れ、これらの構造は自然言語の記述力を保ちつつ、極力簡潔な形式のものを選択する。

4.1. 文法構造

人狼言語の文法構造は、基礎語と修飾子、単語を組み合わせ、ある事象を記述するための基礎文、基礎文をつなげ、発話を形成するための発話文、発話文同士の論理的関係を記述する論理演算子、意味同士の関係を記述する制御構造の6種により構成される。一つの発話に対して、話者番号と発話者がそれぞれ記録される。

4.2. 基礎語（word）の定義

基礎語として以下のものを用いる。

4.2.1. 名詞（noun）

名詞として、対象となるキャラクターや役職、および議論対象となる行為を使用する。

- character：人物名。人物名はゲームの事前条件によって異なる。人物名はすべて先頭大文字で記述する
 - [E.G.] Agent01, Agent02, Agent03,...
- role：役職を表す。人狼BBSと合わせ、村側5役、人狼側2役となる。
 - villager（村人）、seer（占い師）、medium（霊能者）、hunter（狩人）、freemason（共有者）、wolf（狼）、lunatic（狂人）
- noun：8語
 - reason（理由）、inspection（占い）、medium-telling（霊能行為）、protection（護衛）、execution（処刑）、voting（投票）、attack（襲撃）、comingout（役職の公開）

4.2.2. 動詞と補語（verb and composant）

目的語を取るものを動詞、取らないものを補語として記述を行う。

- active-verb：目的語をとる動詞。9語

- inspect (～を占う)、medium-telling (～の霊能結果を告げる)、protect (～を護衛する)、execute (～を処刑する)、vote (～に投票する)、attack (～を襲撃する)、know (～を知る)、discuss (～を議論する)、decide (～を決断する)、avoid (～を避ける)

- compositant: 補語。名詞の後につき、状態を表す。

1 1 語

- inspected (占われた)、medium-telled (霊能結果を告げられた)、protected (護衛された)、executed (処刑された)、voted (投票された)、attacked (襲撃された)、comingout (役職公開する)、speak (話す)、exist (存在する)、win (勝つ)、lose (負ける)

4.2.3. 別名 (alias)

名詞、動詞、補語については、以下の様な形の別名 (エイリアス) が使用可能である。これらは、人狼 BBS における、よく使われる会話から抜き出したものである。

- HUMAN、WHITE
 - = villager or seer or medium or hunter or freemason or lunatic (人間。村人または占い師、霊能者、狩人、共有者、狂人)
- VILLAGESIDE
 - = villager or seer or medium or hunter or freemason (村側。村人または占い師、霊能者、狩人、共有者)
- WOLFSIDE
 - = wolf or lunatic (人狼側。人狼または狂人)
- GIFTED
 - = seer or medium or hunter or freemason (能力者。占い師または霊能者、狩人、共有者)
- DEAD
 - = executed or attacked (死亡した。処刑された、もしくは襲撃された)
- CHAR、ANY
 - = Agent01 or Agent02 or Agent03 or ... (登場するすべてのキャラクター)
- ANYROLE
 - = villager or seer or medium or hunter or freemason or lunatic or wolf (登場するすべての役職)

4.2.4. 限定名詞

人物や役職の限定を行う。

- without : 人物・役職の集合から特定のキャラクターや役職を除く
 - [E.G.] request ANY without Agent03 80%

(discuss (about Agent03))

- ◇ Agent03 以外の人間に Agent03 について話して欲しい

4.2.5. 代名詞

- who : その文脈前に話題となった人物・役職の集合を指定する。

- [E.G.] request ANY without Agent03 80% (if (who seer) then (who comingout))

◇ 「Agent03 以外の人物は、占い師ならなるべく CO してくれないか」

◇ ANY without Agent03 が who に置き換わる。who のある場所はその who の登場前の人物に一意に置き換わる

これは、以下の形に展開されるのと同義である

- request Agent01 80% (if (Agent01 seer) then (Agent01 comingout))
- request Agent02 80% (if (Agent02 seer) then (Agent02 comingout))
- request Agent04 80% (if (Agent04 seer) then (Agent04 comingout))
- ...

4.3.修飾子 (adjective) の定義

修飾子は基礎語もしくは文 (基礎文、複合文) に接続する。修飾子は複数重ねることができる。

4.3.1. 時間修飾子 (temporal adjective)

- day_number
 - [E.G.] day_1 : 1 日目
 - [E.G.] (day_1 and day_2) : 1 日目と 2 日目
- 以上 3 つの形容詞は、発話時の時間によって時制が上記の表記形式に変換される
- today (今日)
 - yesterday (昨日)
 - tomorrow (明日)

4.3.2. 相対時間修飾子 (relative temporal adjective)

相対的な時間を指定するための修飾子であり、複数重ねることが可能である。

- before : ～の前に
- after : ～の後に
- almost : 直前に
 - [E.G.] before almost : 直前に
 - [E.G.] after almost : 直後に
- now : 現時点で

before と after は順序指定文にも使用するが、相対時

間の場合は動詞のみに接続する

4.2.2 数詞 (numerical adjective)

キャラクターや役職の数を指定するために使用する。

- 1, 2, 3, ...
 - [E.G.] 2 freemason : 共有者 2 人

4.3.3. 序数詞 (ordinal numerical adjective)

順序を指定するために使用する。

- 1st, 2nd, 3rd, ...

4.3.4. 状態修飾子 (temporal adjective)

- died : 死んだ
- living : 生きている

4.4.基礎文 (basic sentence) の定義

基礎文は、ある事実を記述するために用いる。基礎文単体で表の会話として使われることはなく、かならず後述の発話文に組み込まれて発話される。

4.4.1. SO, SC, SV 文

A B の形を取り、A が B であることを表す。

- character role
 - [E.G.] Agent01 wolf : Agent01 が狼
 - [E.G.] Agent02 seer : Agent02 が狼
 - [E.G.] Agent03 human : Agent03 は人間
 - [E.G.] Agent04 VILLAGESIDE : Agent04 は村側
 - [E.G.] Agent05 GIFTED : Agent05 が能力者
- role role
 - [E.G.] freemason not wolf : 共有者が狼でない
 - [E.G.] freemason not WOLFSIDE : 共有者が狼側でない
- character composant
- role composant
 - [E.G.] Agent06 attacked : Agent06 が襲われる
 - [E.G.] Agent07 speak : Agent07 がしゃべる
 - [E.G.] Agent01 comingout : Agent01 が役職を明かす (CO する)
 - [E.G.] seer comingout : 占い師が CO する
 - [E.G.] GIFTED comingout : 能力者が CO する
 - [E.G.] 2 wolf exist : 狼が 2 匹いる
 - [E.G.] (1 died wolf) and (2 living wolf) exist : 死んだ狼が 1 匹、生きている狼が 2 匹いる
 - [E.G.] Agent02 win : Agent02 が勝つ
 - [E.G.] wolf win : 人狼が勝つ
 - [E.G.] Agent03 lose : Agent03 が負ける

- [E.G.] VILLAGESIDE lose : 村側が負ける

4.4.2. VO 文

A B、もしくは (B を A する)

- active-verb character
- active-verb role
 - [E.G.] inspect Agent04 : Agent04 を占う
 - [E.G.] execute Agent06 : Agent06 を処刑する
 - [E.G.] execute Agent07 : Agent07 を襲う

4.4.3. SVO 文

- character active-verb character
- character active-verb role
- role active-verb character
- role active-verb role
 - [E.G.] hunter protect Agent05 : 狩人が Agent05 を守る
 - [E.G.] Agent01 and Agent02 vote Agent07 : Agent01 と Agent02 が Agent07 に投票する

4.4.4. メタ文

単語や文を組み込む文である。

- about word : word に関することなんでも
 - [E.G.] about comingout : CO に関する議論なんでも
 - [E.G.] about CHAR : すべてのキャラに関する議論なんでも
 - [E.G.] about ROLE : すべての役職に関する議論なんでも
 - [E.G.] about execution : 処刑に関する議論なんでも
 - [E.G.] about inspection : 占いに関する議論なんでも
 - [E.G.] about reason : 理由に関する議論なんでも
- discuss (sentence) : sentence に関する議論をする (sentence をどうするか話す)
 - [E.G.] discuss (about comingout) : 役職公開に関する議論をする
 - [E.G.] discuss (about CHAR) : キャラクターに関する議論をする
 - [E.G.] discuss (about ROLE) : 役職に関する議論をする
 - [E.G.] discuss (about execution) : 処刑に関する議論をする
 - [E.G.] discuss (about inspection) : 占いに関する議論をする
 - [E.G.] discuss (inspect Agent05) : Agent05 を

占うかどうか議論する

- decide (sentence)
 - sentence をするかしないか決める
 - [E.G.] decide (inspect Agent05) : Agent05 を占うかどうか決める
- know (sentence)
 - [E.G.] know (Agent02 wolf) : Agent02 が狼であることを知る
 - [E.G.] know (Agent02 wolf) : Agent02 が狼であることを知る

4.4.5. 対象指定メタ文

行為の対象者指定を行うメタ文である。

- character know (sentence)
- role know (sentence)
 - [E.G.] Agent01 know (Agent02 wolf) : Agent01 が Agent02 が狼であることを知る
 - [E.G.] medium know (Agent02 wolf) : 霊能者が Agent02 が狼であることを知る
- character discuss (sentence)
- role discuss (sentence)
 - [E.G.] Agent03 discuss (Agent02 wolf) : Agent03 が Agent02 が狼であるか議論する
- character decide (sentence)
- role decide (sentence)
 - [E.G.] Agent03 decide (vote Agent04) : Agent03 が Agent04 に投票するかどうか決める

4.4.6. 過去発話参照文

- speech number
 - [E.G.] speech 25 : 25 番目の会話

4.4.7. 時間到来文

- become time_adjective
 - [E.G.] become day 3 : 3 日目になる
 - [E.G.] request ANY 100% (if (become day_3) then (seer comingout)) : 3 日めに占い師は CO すべきだ
 - ◇ 「3 日目になる」 なら 「占い師は CO する」という事象を全員に要請する
 - [E.G.] declare 100% (if (become day_3) then (seer comingout)) : 3 日目になったら占い師は確実に CO するはずだ
 - ◇ 「3 日目になる」 なら 「占い師は CO する」 ことを信じる

4.4.8. 発話記述文 :

発話文を基礎文に組み込む記法である。

- character declare rate (sentence)
- role declare rate (sentence)
 - [E.G.] Agent05 declare 70% (Agent06 wolf) : Agent05 が『Agent06 が狼だと思う』と主張する
- character request rate (sentence)
- role request rate (sentence)
 - [E.G.] Agent05 request Agent07 70% (inspect Agent06) : Agent05 が Agent07 に『Agent06 を占ってこないか』と要求する
- character agree rate (sentence)
- role agree rate (sentence)
 - [E.G.] Agent05 agree 10% (speech 10) : Agent05 が 20 番目の発話をほぼ否定する

4.5. 発話文 (verbal sentence)

人狼における発話をモデル化する。エージェントの会話は常に拡張/発話センテンスで表される。全ての発話文には、その発話の確信度を表す rate が付けられる。rate は 50% を中心とし、0% に近づくほど否定の意味、100% に近づくほど肯定の意味を表す。全てのエージェントの発話は、必ず発話文もしくは発話文を制御構造でつないだ文として記述される。

4.5.1. 宣言発話文 (declare)

自分の考えを語る文である。BDI 論理における Belief と Intention の信念の記述に相当する。一般的な発話の他、カミングアウト時の宣言、占い先の指定などにも用いる。

- declare rate (sentence)
 - [E.G.] declare 90% (Agent02 wolf) : 「Agent02 はほぼ狼」
 - [E.G.] declare 20% (Agent01 seer) : 「Agent01 は占い師じゃない」

4.5.2. 要求発話文 (request)

他の人物に対する要求を表す発話文である。BDI 論理における Desire に相当する。対象を指定した要求を行う。そのため、確信度の前に話の対象者を必ず指定する。

- request character rate (sentence)
- request role rate (sentence)
 - [E.G.] request ANY 70% (discuss (Agent01 seer)) : 「そろそろみんなで Agent01 が占い師かどうかについて話したい」
 - [E.G.] request ANY 70% (discuss (Agent01

ROLE)) : 「そろそろみんなで Agent01 の役職について話したい」

- [E.G.] request ANY 70% (discuss (about Agent01)) : 「そろそろみんなで Agent01 について話したい」
- [E.G.] request Agent02 90% (Agent02 speak) : 「Agent02 はもっと喋って」
- [E.G.] request ANY 80% (discuss (about comingout)) : 「みんな CO について議論しよう」
- [E.G.] request Agent03 100% (speech 5) : 「Agent03、5 番の発話がどういう意味か是非聞きたい」
- [E.G.] request hunter 80% (hunter not comingout) : 「狩人は CO しないでくれ」

4.5.3. 同意発話文 (agree)

過去発話参照文、もしくは他キャラクターと一緒に用いられ、自己や他者の発言への同意を表す。

- agree rate (speech NUMBER)
 - [E.G.] agree 100% (speech 5) : 「5 番目の会話に同意します」
 - [E.G.] agree 0% (speech 10) : 「10 番目の会話に同意しない」あるいは「10 番目の会話を訂正します」
- agree character
 - [E.G.] agree 80% (Agent04) : Agent04 にだいたい賛成する

4.6. 論理演算子 (logical operator)

単語もしくは基礎文に対して付属する。

- not : 否定
 - not word
 - not (sentence)
 - [E.G.] not (Agent03 wolf) : Agent03 は狼ではない
- and : 論理積
 - word and word
 - (sentence) and (sentence)
 - [E.G.] (Agent05 wolf) and (Agent06 wolf) : Agent05 は狼かつ Agent06 は狼
- or : 論理和
 - word or word
 - (sentence) or (sentence)
 - [E.G.] (Agent05 wolf) or (Agent06 wolf) : Agent05 は狼もしくは Agent06 は狼
 - [E.G.] request ANY 80% (if (Agent04 wolf) or (Agent05 wolf) then (inspect Agent05)) : 「もし Agent04 か Agent05 が狼なら、Agent05 を占

った方がいい」

4.7. 制御構造 (control structure)

条件分岐や理由付けなど、意味同士のネットワークを作成するための記述を行う。

- if-then-else : 条件文
 - if (sentence) then (sentence) else (sentence)
 - [E.G.] if (Agent01 Wolf) then (Inspect Agent02) : もし Agent01 が狼なら、Agent02 を占う
- because : 理由文
 - (sentence) because (sentence)
 - (verbal sentence) because (verbal sentence)
 - [E.G.] (request ANY 90% (execute Agent03)) because (declare 20% (Agent03 HUMANSIDE)) : 「Agent03 がちょっと怪しい (人間らしくない) ためここで処刑したい」
- as : 仮定文 ※事実と反する仮定に使う
 - as (sentence)
 - [E.G.] (Agent04 comingout) as (Agent04 seer) : Agent04 が占い師として CO する (Agent04 は偽占い師)
- before : 前順序指定文
- after : 後順序指定文
 - [E.G.] (Agent04 comingout) before (Agent05 comingout) : Agent05 が CO する前に Agent04 が CO する
 - [E.G.] (Agent04 comingout) after (Agent05 comingout) : Agent05 が CO してから Agent04 が CO する

4.8. 例文

以上の単語・文法を組み合わせることで、下記のような微妙な表現の違いを表すことが可能となる。

- declare 100% (if (Agent01 wolf) then (not (inspect Agent02)))
 - 「Agent01 が人狼なら Agent02 を占うべきではない、と私は確信している」
- request ANY 100% (if (Agent01 wolf) then (not (inspect Agent02)))
 - 「Agent01 が人狼なら Agent02 を占うべきではない」と全員に要請する
- request seer 100% (if (Agent01 wolf) then (not (inspect Agent02)))
 - 「Agent01 が人狼なら Agent02 を占うべきではない」と占い師に要請する
- request ANY 0% (if (Agent01 wolf) then (not (inspect Agent02)))

- 「” Agent01 が人狼なら Agent02 を占うべきではない”とは思わない」と全員に提案する

5. 人狼言語の評価

4章で定義したプロトコルの妥当性を確認するため、人狼 BBS の会話を取り上げ、変換を行った。変換対象として、人狼 BBS のファンサイトであるまとめサイトに掲載されているおすすめログの上位 4 村(1 村、15 村、44 村、77 村)を対象とした[11]。これらのおすすめログは、議論が活発に行われていることが上位の要件となっているため、プロトコル変換の評価対象として適切であると考えた。

図 4 に、変換を行った結果の一部を示す。結果として、村内で行われた会話のうち、およそ 8 割の意味を損なわずに変換できることが分かった。



図 4 プロトコルによる会話の置き換え結果例 (人狼 BBS 1 村：疑心暗鬼の村 1 日目)

6. 結論

本研究では人狼ゲームの特色である客観性の不在と、そこから導き出される推理と説得の要素、他者のモデル化と他者から見た自己のモデル化という特徴を検討し、人とエージェント同士が人狼ゲームを遊ぶ際に必要となる会話プロトコルを設計した。今後の評価として、変換結果が一意に決定されるか、あるいは変換対象者によってどれだけ意味の変化が

起きるか、複数人を用いた変換結果を使って比較したい。

謝辞

本研究の成果は人狼プロジェクトの皆様 (順不同、敬称略：鳥海不二夫 (東京大学)、稲葉通将 (広島市立大学)、西野順二 (電気通信大学)、片上大輔 (東京工芸大学)、篠田孝祐 (慶應義塾大学)) との議論によるものである。人狼言語の設計にあたっては、実際のゲームのログ、特に、慶應義塾大学 S F 研究会・推理研究会で行われたログを参考とした。本研究の一部は独立行政法人科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業 (さきがけ) 領域「情報環境と人」の援助を受け行われた。

参考文献

- [1] D. Davidoff, “The Original Magia Rules,” 1999. [Online]. Available: http://web.archive.org/web/19990302082118/http://members.theglobe.com/mafia_rules/.
- [2] 海外&周遊旅行・世界一周ガイド, “ダハブゲームのルール,” 2012. [Online]. Available: <http://kaigairyokoguide.sakura.ne.jp/details1090.html>.
- [3] aduma, “「汝は人狼なりや？」と小一時間問い詰めたい。,” 2003. [Online]. Available: <http://web.archive.org/web/20031123075546/http://park1.wakwak.com/~aa1/okami/index.htm>.
- [4] ninjin, “人狼 BBS,” 2004. [Online]. Available: <http://ninjinix.x0.com/wolf/>.
- [5] Zeroboard, “韓国の人狼サイト.” [Online]. Available: <http://werewolf.co.kr/bbs/zboard.php?id=werewolf>.
- [6] Juna, “人狼審問,” 2005. [Online]. Available: <http://web.archive.org/web/20050214152417/http://www.juna.net/game/wolf4/>.
- [7] あず/asbntby, “人狼物語,” 2007. [Online]. Available: <http://asbntby.sakura.ne.jp/sow/>.
- [8] 灰嶋たつる, “人狼物語－薔薇の国,” 2012. [Online]. Available: <http://lup.lunare.org/sow/sow.cgi>.
- [9] M. P. G. Anand S. Rao, “BDI Agents: From Theory to Practice.”
- [10] 通将稲葉, 菜央実大島, 不二夫鳥海, and 健一高橋, “雑談ばかりしていると殺される -人狼 BBS におけるプレイヤーの発言傾向と意思決定- 勝敗の分析,” in *JAWS 2013*, 2013.
- [11] 稲葉通将, 鳥海不二夫, and 高橋健一, “人狼ゲームデータの統計的分析,” in *ゲームプログラミングワークショップ 2012 論文集*, 2012, vol. 2012, no. 6, pp. 144-147.