

人狼ゲームを演じるロボットエージェントシステムの作成

Development of Real-World Agent System that Plays Werewolf Game

豊野拓也*¹
Takuya Toyono

大澤博隆*²
Hirotaka Osawa

A werewolf game is a communication game that requires the ability to infer the other's intention from the expression and gesture of the opponent. Playing this game is beneficial for convincing education for communication. In this research, we developed a robotic agent with a spherical display on the head, and created a system that allows people to compete against each other using agent programs on AIWolf competition.

1. はじめに

人狼ゲーム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、全世界で楽しられているゲームである。人狼ゲームに勝利するのに必要なものとして、相手を説得して自分を有利な立場にするための論理的思考力や、相手の言動、表情や動きから相手の意図を推理し、相手の嘘を見抜く能力などが挙げられる。こうした思考力や洞察力は社会に必要なコミュニケーション能力であり、人狼ゲームは社会的な知能の向上に貢献すると考えられている。そのため、計算機技術を用いた分析や心理学上の分析が行われている[1][2]。

本研究ではこのような人狼のコミュニケーション教育の効果を検証するためのインタフェースとして、実世界で人狼ゲームを遊ぶことのできるロボットエージェントシステムを開発する。現在は人狼知能と人間が対戦を行う場合、GUIを用いたインタフェースが使われている(図1左)。しかしGUIでは、実体ある対戦相手の表情やジェスチャが使われていない。オンライン上の人狼知能エージェントと、実世界エージェントの違いを比較することで、表情やタイミング、身体姿勢などが相手に与える影響が評価できると考えられる。

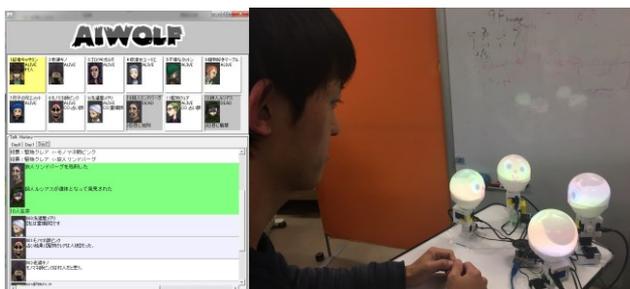


図1 GUIインタフェース(左)と実世界人狼インタフェース(右)

2. 実装

2.1 システム構成

図2に人狼エージェントのシステム全体の構成図を示す。一般的なロボットシステムに類似しているが、エージェントが複数体いる点が異なる。

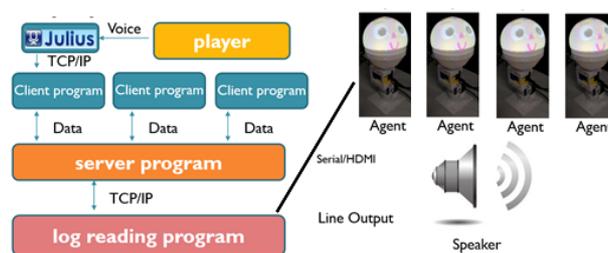


図2 システム構成

2.2 ハードウェア

図1右下に各エージェントが存在する。エージェントの顔に当たる部分は、電球の下部に小型のプロジェクタを設置することによって、半球面ディスプレイとなっている。また、プロジェクタの下には2つのサーボモータが設置されており、2軸の方向に身体を傾けることができる。エージェントの下には、マイクとスピーカーを設置した。これにより、エージェントの発言や、人間との対戦も実現可能となる。

対面型人狼では最大12人が輪になって向かい合うため、隣のプレイヤーは片側75°の角度に存在する。平面モニタによるエージェントを用いると隣のプレイヤーの顔の視認が非常に難しくなってしまうため、人狼を演じるエージェントを平面モニタに映すことは不適切である。球面型のディスプレイを使うことによって、ユーザがエージェントの顔の向きをどこからでも認識することができる。また、CGエージェントにすることによって、すばやい振り向きや表情の変化、図3のような細かい表情の表出が可能であると考えたため、エージェントの顔全体をCGで表示するようにした。これによって、同じプロトコルを用いた時に、表情などの非言語情報が与える変化を比較することができる。



図3 表情の変化

表情を変化させる時にかかる時間は0.175秒以内になるように調整を行い、また首振りの回転速度は1回転に最大約0.35秒のため、頭部の表現に関しては十分な性能と言える。

2.3 音声とプロトコルの変換

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、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たい。そのため、人狼ゲームを人間とエージェントの混在環境でプレイするために、人狼知能プロジェクトが作成する人狼知能プロトコルを利用した。特に、本システムでは、人狼知能プロトコルのうち表 1 の限定されたプロトコルを使用した。

表 1 会話メソッドを行った際の話す内容に関するプロトコル

発話可能な内容	
estimate	ほかのプレイヤーの役職の推定
vote	投票する予定のプレイヤーを宣言
comingout	自分の役職を公言する
divined	占った結果を伝える
attack	人狼が襲撃したい人に投票する
agree	他プレイヤーの発言に同意する
disagree	他プレイヤーの発言に反対する
skip	様子見をしたい時使用
over	もう話すことはない時に使用

プレイヤーの行動選択や発話は、すべて音声入力によって行う。本システムの音声インタフェースは、ユーザの一発言ごとに、その音声認識結果をもとにあらかじめ用意された発話候補分の組み合わせからその発言が表すプロトコルを選択し、プレイヤーの発言として返す。音声認識プログラムには、大語彙連続音声認識エンジン Julius を用いた。以下では、音声認識の具体的な手順について説明する。プレイヤーは、『{対象}は{状態}{です・でした}』といった形式に従ってのみ発話することができる。{対象}には、指摘したいプレイヤーの番号を発話し、{状態}にはその指摘したプレイヤーに対しての状態や意見を話す。ただし、カミングアウト(comingout)するときのみ{対象}には自分の番号を指摘する。たとえば、自分(1)が占い師であることをカミングアウトする場合は「1は占い師です」というように発話する。語尾は、占いの結果を話すときは{でした}、上記のようなカミングアウトや、推定(estimate)を行う場合は{です}を用いる。その他の具体的な対応については表 2 に示した。

表 2 プロトコルと発話内容の関係

プロトコル	対応する発話内容例
estimate	2 は 人狼 です
vote	2 に 投票 です
comingout	1 (自分) は 占い師 です
divined	2 は 人狼 でした
attack	2 に 投票 です
agree	2 に 賛成 です
disagree	2 に 反対 です
skip	1 (自分) は パス です
over	※パスが 2 順連続すると自動的に over

3. 性能評価

3.1 評価手法

今回作成したエージェントが、人狼を演じるために必要な動作が可能であるか、性能を評価する。本システムでは、村人(Villager)、占い師(Seer)、人狼(Werewolf)、狂人(Possessed)の 4 種類の役職を使用した。エージェントプログラムとして、CEDEC2015 の人狼知能大会で上位を取ったプログラムを利用した。

実際に対戦を行ったところ、サーバプログラムでログが作成されてから実際にエージェントが動作を開始するまでの時間は、約 0.25 秒であった。図 4 に動作タイミングを示す。

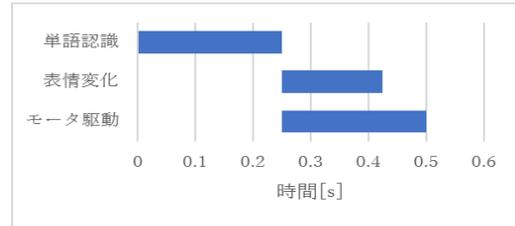


図 4 単語認識からエージェント動作までのタイミング

3.2 考察

山本ら[3]の人間同士の指示・応答対話の分析では、指示発話の終了から応答対話の開始に対応する「間(ま)」を表す交替潜時長の平均は 300ms 程度であった。また、武藤らが行った人とアバターの指示・応答対話の分析においては、交替潜時長が 600ms~900ms のときに、アバターの発話タイミングが自然であった[4]。本研究ではアバターとの応答であることから、エージェントの動き出しのタイミングを現在より 350ms~650ms 遅らせることが望ましいと考えられる。また、エージェントの動作の開始と、スピーカーからの音声の再生のタイミングについて考察する。高杉らは、人間同士の指示・応答対話で観察された相関関係に基づき、ロボットの応答発話開始タイミングと身振りの開始タイミングを決定するタイミング制御モデルを設定した[5]。その結果、ロボットの発話開始に 200ms 先行して動作を開始することが最も自然と感じられた。このことから、本研究で開発したエージェントは動作の開始とスピーカーからの音声の再生が各エージェントの行動ごとにほぼ同時にスタートするが、動作の開始を音声の再生より 200ms 先行させることが望ましいと考えられる。

4. 結論

本研究では、プレイヤー 1 人対人狼エージェント 4 人で人狼ゲームを行うシステムを作成した。現在の人狼エージェントの感情表現は、自分の発話のときにのみ行っているため、今後は相手の発話を受けての感情表現を加えるなど、エージェントの表現の多様性を開発していくことが重要である。

5. 謝辞

本研究の遂行にあたり、科研費 26118006、中山隼雄科学技術文化財団、人工知能財団の助成を受けました。

参考文献

1. 片上大輔, 鳥海不二夫, 大澤博隆, 稲葉通将, 篠田孝祐, 松原仁: 人狼知能プロジェクト. 人工知能. 30, 65- 73 (2015).
2. 丹野宏明: 人狼ゲームを用いたコミュニケーショントレーニングの効果測定. In: 日本社会心理学会 (2015).
3. 山本知仁, 武藤ゆみ子, 高野弘二, 小林洋平, 三宅美博: 対話コミュニケーションにおける「間(ま)」の創出と二重性. In: 第8回計測自動制御学会システムインテグレーション分門講演会論文集. pp. 1141- 1142 (2007).
4. 武藤ゆみ子, 高野弘二, 大良宏樹, 小林洋平, 山本知仁, 三宅美博: 音声対話インタフェースにおける発話タイミング制御とその評価. In: ヒューマンインタフェースシンポジウム (2007).
5. 高杉将司, 山本知仁, 武藤ゆみ子, 阿部浩幸, 三宅美博: コミュニケーションロボットとの対話を用いた発話と身振りのタイミング機構の分析. 計測自動制御学会論文集. 45, 215- 223 (2009).