

# 人狼知能におけるモンテカルロ木探索に基づく人狼陣営の戦術選択手法

## A Tactics Selection Method of Werewolf Agents based on Monte Carlo Tree Search for Werewolf Intelligence

成瀬 雅人<sup>\*1</sup>  
Masato Naruse

白松 俊<sup>\*1</sup>  
Shun Shiramatsu

<sup>\*1</sup> 名古屋工業大学 大学院工学研究科  
Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology

In the communication game Werewolf, werewolf agents can choose the plural tactics. For example, they can choose a role to impersonate from several candidate roles, i.e., villager, fortune-teller, medium, and hunter. However, the selected tactic does not work when a werewolf agent take a tactic inconsistent with an intention of other werewolves. Therefore, we need to develop a selection method of a tactic depending on the situation. In this paper, we present and discuss a tactic selection method based on subjective probability of werewolf agents and the Monte Carlo tree search.

### 1. はじめに

2013年に、コミュニケーションゲーム「人狼」をプレイする人工知能(人狼知能)の実現を試みる人狼知能プロジェクトが立ち上がり[1]. 第1回となる人狼知能コンテストも2015年に開かれた, また第2回以降の開催も予定されている. 本研究では同コンテストの応募の為, 強い人狼知能の実装を目指す.

人狼は, 人狼陣営と村人陣営に分かれて行うターン制のゲームである. プレイヤーにはランダムに6種の役職が割り当てられ, 他プレイヤーの役職は隠される(不完全情報ゲーム). 村人陣営の役職は4種(村人, 占い師, 霊能者, 狩人)であり, 人狼陣営の役職は2種(人狼, 狂人)である. 人狼は毎晩1人を噛み殺し, 村人陣営は人狼らしきプレイヤーを毎晩1人処刑する. 村人陣営の人数が人狼陣営以下に減れば人狼陣営の勝利, 人狼がいなくなれば村人陣営の勝利である.

我々の過去の研究で村人陣営の戦術及び実装を行ったため[2], 本稿では, 人狼ゲームの役職の中の人狼について焦点を当て, 人狼が勝利するために取る事のできるであろう戦術について述べる. どのようにその戦術を他の人狼プレイヤーに合わせ, 協調するかについても述べる.

### 2. 人狼陣営の考え方

前述のとおり, 人狼ゲームは他のプレイヤーの役職が隠されているが, 他のプレイヤーが自分が占い師だと名乗り出た(名乗り出る事を以下, COとする)としてもそのプレイヤーが本当に占い師なのかどうかは分からない. 先行研究でも神田らは人狼の戦術である占い師を騙る戦術がどれほど有効な戦術となるかを検証している[3]. 人狼の戦術選択を考える為に有効な指標となると考えられる.

ただし誰が本物の占い師や霊能者か分からないような状況であっても村人陣営の考え方や戦術は基本的に変わらない. それは村人が一定数減ってしまう前に人狼を全て処刑すればよいからである.

一方, 人狼には自分以外の人狼がどのプレイヤーであるかが示される. 人狼知能プロジェクトの提示する人狼ゲームのルールであれば人狼は三人いるため他の人狼二人が誰かが分かる. そのため村人陣営よりも人狼陣営のほうが誰が味方か分かり協

表 1: 人狼のとりうる可能性のある戦術

戦術 (基本方針)	内容や注意点
1 信用 (囲い)	人狼の騙り占いが主導権を握る形, 真霊能に注意, 真霊能噛んでも良い
2 信用 (身内切り)	他の人狼に黒を出して, 真霊能と結果が一致するので信用が取れる
3 信用(狂)	狂人占い師に信用を取りにいってもらい, 人狼は霊能騙りしてもよい
4 グレー (霊騙り)	占い師噛み, 人狼が霊騙りをする, 初日処刑で吊られると危険
5 グレー (全潜伏)	占い師噛み, 後はグレーでの殴り合い, 狂人次第
6 グレー(狂)	噛めるなら占い師噛み, 霊能ローラーでグレー勝負に持ち込みたい

力しやすいと考えられるが, 人狼は自分たちが処刑されないように, 村人たちを処刑させようとするために嘘をついて村人を騙さないといけない関係上たとえ同じ陣営にいて誰が味方か分かっていても戦術の方向性が違ってしまいうる事が起きてしまう.

本研究で扱う課題は, 他の人狼の持つ方向性・戦術と自分の取る戦術がぶつかりあわないようにするために他の人狼の持っている戦術を推定する手法である. これにより人狼プレイヤー間の協調を可能にする.

### 3. 人狼陣営の戦術

他の人狼の戦術を推定するためにまずはどのような戦術があるかを考える必要がある. プログラムが百個存在すれば考え方も百通り存在するだろう. そのすべてを細かく捉える事は不可能であるため, 本研究では既存の人狼に用いられるような戦術を元に戦術を6つに分けて考える事にする. 表1にその戦術をまとめた表を示す.

また, 表1だけではどのような盤面でこれらの戦術が用いられる可能性があるかが表現できないため, 表2に人狼と狂人が占い師や霊能者を騙るか騙らないかでその状況がどの戦術に当てはまるかを羅列する.

表 2: 人狼狂人の騙りの有無による戦術分け

人狼占い 騙り	人狼霊能 騙り	狂人占い 騙り	狂人霊能 騙り	戦術番号
0	0	0	0	5
0	0	0	1	5,6
0	0	1	0	3,5
1	0	0	0	1,2,5
1	0	0	1	1,2,5,6
1	0	1	0	1,2,3,5
0	1	0	0	4
0	1	0	1	4,6
0	1	1	0	3,4
1	1	0	0	1,4
1	1	0	1	1,4,6
1	1	1	0	1,3,4

表 3: 他者の行動による戦術推定変動表

値を変更する行動	上がる戦術	下がる戦術
人狼の占い CO	1,2,6	5
人狼の霊能 CO	3,4	5
人狼以外に二人占い CO	3,4,5	6
人狼以外に二人霊能 CO	1,2,6	3,4
人狼以外に二人占いで占 いから人狼に黒出し	3,4,5	1,2
人狼以外に二人占いで占 いから間違い占い結果	4,5	3
人狼以外に二人霊能で霊 能から間違い霊能結果	1,2,6	なし

なお、表 2 では範囲が広くなり過ぎないようにするため、人狼陣営の狩人騙りや、人狼が同じ役職に二人以上ないしは三人 CO する事等の場合を除いて考える事とする。

また、戦術を推定する為にプレイヤーから他の人狼がどのような戦術をとりそうに見えるかを主観確率として表す。主観確率は 0 に近ければ近いほどその戦術をとらないと思ひ、1 に近ければその戦術をとると思う状態を示す。また、6 つある戦術の主観確率の合計を 1 にするためにロジットモデルを使用する。以下にロジットモデルと、ロジットモデルから主観確率を求める為の式を示す。時刻  $i$  に他の人狼が作戦  $x$  をとると思う主観確率を  $Ta_i(a \text{ tactic} = x)$  とし、その時のロジットを  $\text{logit}_i(a \text{ tactic} = x)$  と定義する。

$$\begin{aligned} \text{logit}_i(a \text{ tactic} = x) &= \text{logit}_{i-1}(a \text{ tactic} = x) + w(\text{act}_i) \\ Ta_i(a \text{ tactic} = x) &= (1 + \exp(-\text{logit}_i(a \text{ tactic} = x)))^{-1} \end{aligned}$$

ここで、 $w(\text{act}_i)$  は他者の行動によるロジットの増減幅を示す。値が正であればその戦術をとりやすく、負であればとりにくい事を示す。表 3 どのような行動が行われたらどの戦術の  $w(\text{act}_i)$  を正とするか負とするかを示す。

#### 4. モンテカルロ木探索に基づく戦術選択

他の人狼が取っているまたは取ると考えられる戦術を推定する方法を前節で述べた。しかし推定して最も可能性の高い戦術が分かったとしてもその戦術だけに合わせてよいのかという問題

表 4: 間違っていた場合に影響の大きい戦術の組み合わせ

推定した戦術番号	間違っていた時影響大の戦術番号
1	4
2	4
3	6
4	2
5	1
6	4

が残る。そのため推定した戦術が合っている場合と推定した戦術が間違っている場合を考える必要がある。本研究ではモンテカルロ木探索に戦術推定の正誤分岐を加える。

モンテカルロ木探索とは、1 手選択してその後を全てランダムに終局まで進め、その勝敗を求めるというプレイアウトを繰り返すことでゲーム木を成長させ、選択した手を勝率で評価する手法である。実装方法としては、用意したゲーム木の葉に表 1 の戦術をそれぞれ割り当てプレイアウトを行い、人狼の時間制限である 0.1 秒を超えないようにゲーム木を成長させる。葉にはそれぞれ現在の選択手を割り当てる。さらにその葉に推定した人狼の戦術選択が正しい場合の葉と戦術選択が間違っている場合の葉を追加する。間違っている場合の戦術は以下の表に示すように推定した戦術が間違っていた場合に勝敗への影響の大きいであろう戦術を経験的に選んだものである。

例として、プレイヤー 1 に投票するという手の勝率を  $a_1$  とし、現在最も値の大きい戦術を 1 番とする。その場合の間違っていた場合の影響が大きい戦術は上記の表より 4 番となる。これらをプレイヤー 1 に投票する手に葉として追加し、それぞれの勝率を  $b_1, b_4$  とおく。なお番号 1,4 以外の戦術は戦術が間違っいてもそこまで影響の大きいものでないと思ひ、推定した戦術である番号 1 の戦術に全て含めるものとする。そのため番号 4 の戦術である主観確率は  $Ta_i(a \text{ tactic} = 4)$ 、番号 1 の戦術である主観確率は  $1 - Ta_i(a \text{ tactic} = 4)$  と考える事ができ、これらを枝の重みづけに使用する。これを総合してプレイヤー 1 に投票する手の勝率は

$$a_1 = b_1(1 - Ta_i(a \text{ tactic} = 4)) + b_4 Ta_i(a \text{ tactic} = 4)$$

となり、自身の推定が合っている場合と間違っている場合を含めて手を選択する事が可能となる。

#### 5. 考察

本研究では、他の人狼の取る戦術を推定し、その推定を元に正誤分岐を加えたモンテカルロ木探索を用いた。だがこの方法に考えられる問題点はいくつか存在する。

まず、他の人狼の取る戦術として推定を行ったが、自身以外の二人の人狼がそれぞれ違う戦術をとるような事も考えられる。そうなった場合は戦術が絞れなく推定ができなくなる事も考えられる。また、自身が他の人狼に戦術を合わせたとしてもその事が他の人狼に上手く伝わるとも限らない。戦術推定を大まかに 6 つに分けはしたが、この枠に当てはまらないような戦術も存在するだろう。途中まで上手くいっていた戦術が占い師などの動き次第で簡単に崩れる事も考えられる。そのため、人狼陣営の戦術については今後も改善が必要であると考えられる。

また、村人陣営の実装で触れた事であるが、戦術推定の主観確率の精度が充分で無い可能性も考えられる。推定精度の向上のためには値の変動値や値を変更するような行動についてより適切なものを考察していく必要がある。

---

## 6. おわりに

本稿では、人狼ゲームの役職の一つである人狼について焦点を当て、人狼に用いられるような戦術を示し、他の人狼がどの戦術を用いるかを推定する方法を述べた。また、モンテカルロ木探索に正誤分岐を取り入れる事で推定が合っている場合と間違っている場合を考慮した。今後は戦術推定を用いた実験を行い人狼陣営の勝率を求め、戦術推定で良くない点や改善点を探していく予定である。人狼陣営の役職である狂人の実装についても村人陣営と人狼のプログラムを合わせて考える事が必要となる。

### 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(1), pp. 65-73, 2015.
- [2] 成瀬雅人, 山野太靖, 白松俊:”予測の正誤で分岐させたモンテカルロ木探索に基づく人狼知能の実装”, 情報処理学会第 78 回全国大会.
- [3] 神田直樹, 伊藤毅志: “人狼知能サーバによる自動対戦を用いた通説の検証～人狼は占い師を騙るべきか～”, The 20th Game Programming Workshop 2015.