

5人狼における戦略進化のシミュレーション

東京大学 武田 惇史, 鳥海 不二夫

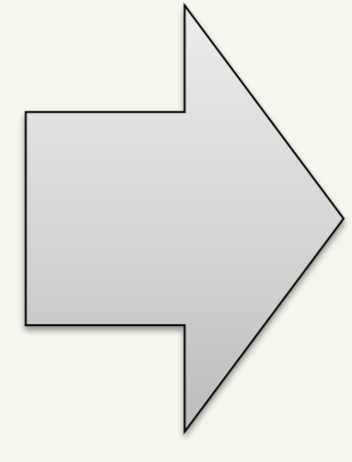
目的: プロトコル化された人狼ゲームが十分な複雑性を有することを
計算機シミュレーションにより検証する

背景・目的

- ゲーム...人工知能技術のベンチマーク
- AIが次に取り組むべきゲームとして「人狼」が提案されている

囲碁, 将棋, チェス

- 完全情報ゲーム
- 記号的ゲーム
- AIが人間越え



人狼

- 不完全情報ゲーム
- 言語的ゲーム
- AI研究は未開拓分野

人狼知能プロジェクト...人狼をプレイするAI(=人狼知能)へ挑戦するプロジェクト

人狼知能大会...人狼知能プログラムを募集し対戦させる。勝率をもとに順位付けする。

- 大会では、プレイヤーの議論をプロトコルにより表現
- 「私は〇〇(人名)に投票する。」
- 「私は××(人名)が□□(役職名)であると思う。」



人狼知能大会の様子

→言語的要素を失っている。

プロトコル化された人狼は「複雑」なのか?

- 本研究では、特定の戦略が常に強いわけではなく、相手の取る戦略によって強い戦略が変わり得るという性質があるとき複雑であると考えられる。

5人狼のルール

- 「人狼」は、「村人陣営」と「人狼陣営」によるチーム戦である。
- ゲーム開始時、プレイヤーには「役職」がランダムに与えられる。役職によって陣営が決まる。基本的に、自分以外のプレイヤーの役職は知られない。
- どちらかの陣営が全員いなくなるまで、以下を繰り返す。
 - 話し合い
 - 投票...多数決により「追放」されるプレイヤーを決定。
 - 襲撃...役職が「人狼」であるプレイヤーが自由に一人を「襲撃」する。

- 「5人狼」では以下の役職が用いられる。

役職名	陣営	人数	概要
村人	村人陣営	2	特殊能力を持たない村人陣営
占い師	村人陣営	1	「占い」ができる
人狼	人狼陣営	1	「襲撃」ができる。
裏切り者	人狼陣営	1	特殊能力を持たない人狼陣営

- 占い師の「占い」...「話し合い」フェーズの直前、プレイヤーの役職が人狼であるかどうかを知ることができる(一度に一人まで)。

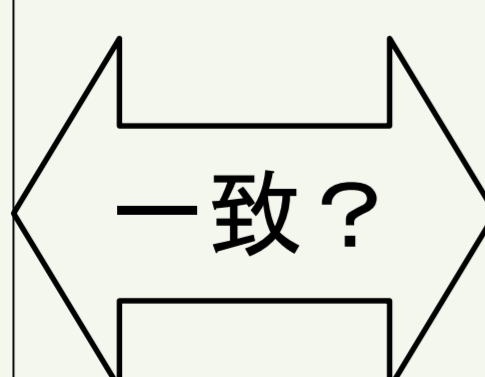
戦略の進化の分析

目的:シミュレーションの仮定を得る。

※本研究では、ある特定の戦略に対して勝てる戦略へ戦略が変化していくことを「戦略の進化」と呼ぶ。

使用データ...2017, 2018年の人狼知能大会ログ

2017年
回帰分析により示される各行動の勝利への貢献度



2017年から
2018年に実際に起きた行動の変化

抽出したプレイヤーの行動

番号	概要	値
1	人狼占いCO	二値(0 or 1)
2	占い師2ター目CO	二値(0 or 1)
3	2CO盤面における初日占い投票率	実数値[0, 1]
4	2CO盤面における二日目占い投票率	実数値[0, 1]
5	2CO盤面における占い結果騙り	二値(0 or 1)
6	2CO盤面における裏切り者黒だし	二値(0 or 1)
7	3CO盤面における占い結果騙り	二値(0 or 1)
8	3CO盤面における裏切り者対抗占い	二値(0 or 1)
9	3CO盤面における人狼対抗占い	二値(0 or 1)

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
回帰係数	2.0518	-0.3214	-1.5614	-2.2122	0.1943	-0.4192	0.0384	-0.5167	0.1807
標準誤差	0.0678	0.0384	0.0423	0.0505	0.0518	0.0231	0.1266	0.0707	0.0574
P値	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.7619	0.0000	0.0017
2017年平均	0.2145	0.1518	0.3876	0.1381	0.1039	0.5760	0.0211	0.0709	0.1421
2018年平均	0.0643	0.0000	0.0721	0.0280	0.3960	0.6239	0.0264	0.0320	0.0001
回帰係数の示す増減	減少	減少	減少	減少	増加	増加	-	増加	減少
実際の増減	減少	減少	減少	減少	増加	増加	-	減少	減少
増減の一致	○	○	○	○	○	○	-	×	○

結果:9個中8個の項目で有意な回帰係数が得られ、うち7個の項目で増減の一致が確認された。このことから、戦略の進化の効果がデータより明らかとなった。

シミュレーション

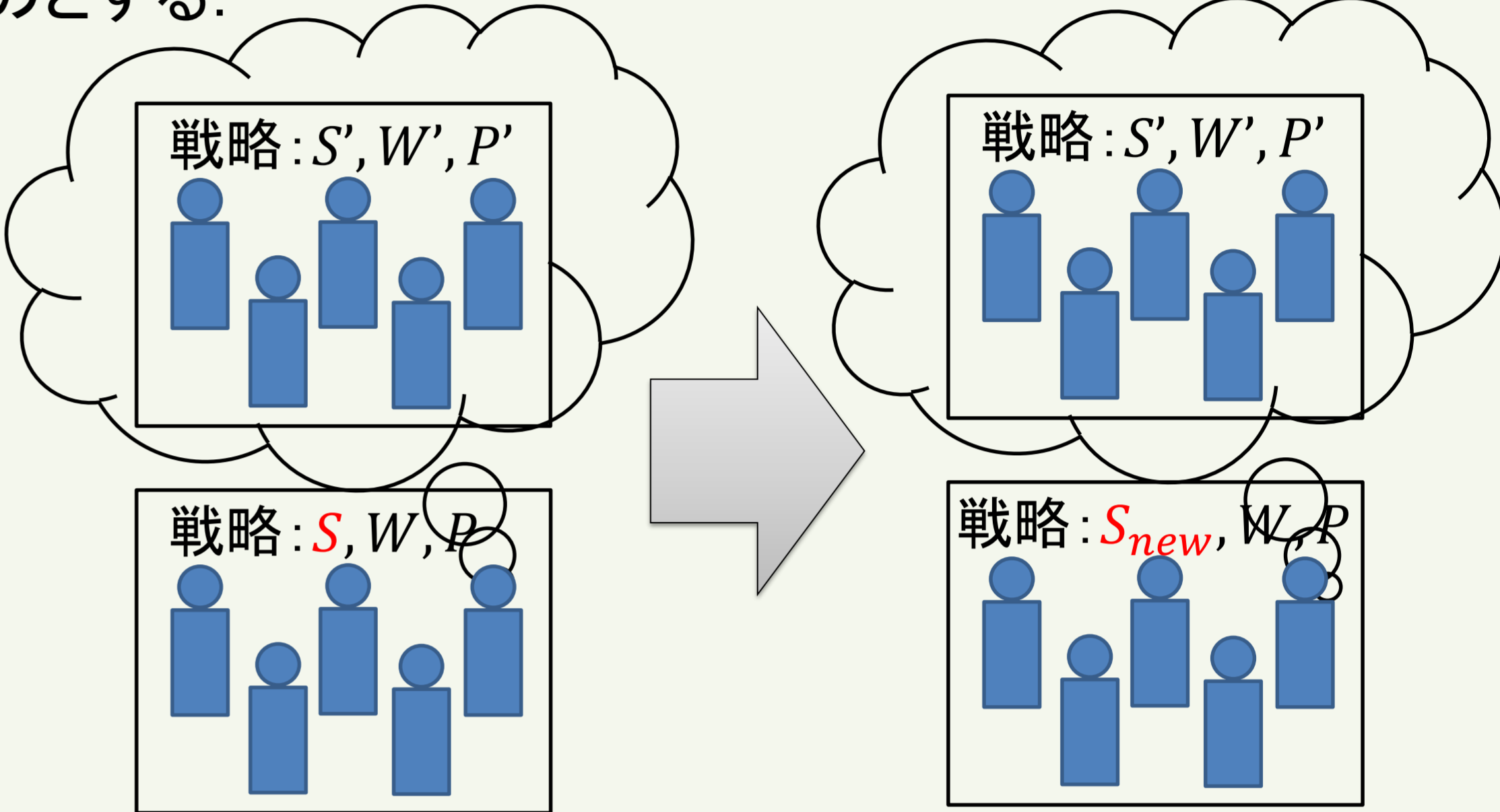
モデル化

シミュレーション変数を右の表のように設定。

各役職がとる戦略を S, W, P と書く。各プレイヤーは、相手の行動の推測値として S', W', P' という値を持つものとする。

変数名	意味
s_1	2CO盤面における占い師の結果騙り率
s_2	3CO盤面における占い師の結果騙り率
w_1	人狼の占い師CO率
w_2	3CO盤面における人狼の対抗占い率
p_1	裏切り者の占い師CO率
p_2	3CO盤面における裏切り者の対抗占い率

右図は、占い師の戦略(S)を変化させた場合を示す。この際、推測値である S' は変化しない。



シミュレーション条件

各シミュレーション変数は0.2と0.8二値を取るものとする。

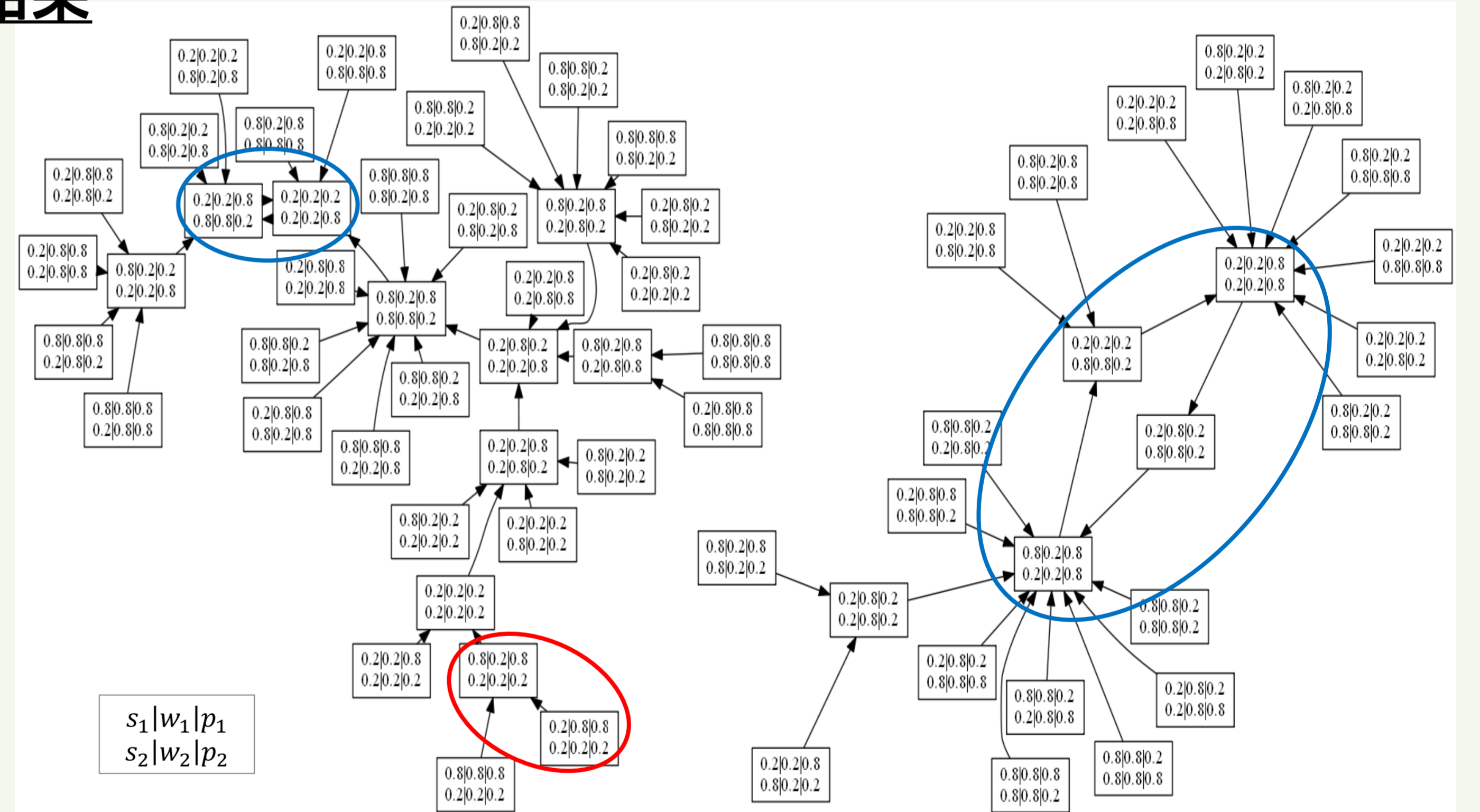
$$S_{new} = \operatorname{argmax}_S [p_v(S, W', P', S', W', P')]$$

$$W_{new} = \operatorname{argmin}_W [p_v(S', W, P', S', W', P')]$$

$$P_{new} = \operatorname{argmin}_P [p_v(S', W', P, S', W', P')]$$

→各役職について、自分以外の変数を固定し、自分目線で勝率最大化

結果



- 各ノードは一つの戦略組み合わせに対応し、エッジは戦略の遷移に相当する。
- 戦略は収束せず、青色で示す枠内で周期的に遷移をするようになった。
- 赤色で示す部分に2017年及び2018年大会との対応が見られた。

まとめ

- 5人狼をモデル化することで、決定論的、網羅的な戦略進化のシミュレーションをおこなった。
- 結果として、戦略の非収束性が示され、プロトコル化された人狼に不完全情報ゲームとしての複雑さが存在することが明らかとなった。

今後の展望

- シミュレーションの結果は、人狼における適切な戦略の発見につながるものと考えられる。得られた戦略図から、各戦略の関係性を調査し、人狼知能開発に役立てたい。
- 本研究では、決定論的、網羅的にシミュレーションすることを重要視したが、多人数、多役職のレギュレーションで同様のシミュレーションをしようとする限りある。そのような場合、ポピュレーションベースの進化シミュレーションを行うのが良いと考える。