

フロップ・ポーカーにおける勝率を基にした 優劣推定による行動選択

宮崎敦広^{†1} 松原仁^{†1}

ポーカーのような不完全情報ゲームにおいては、得られている情報から優劣劣勢の判断をして行動を決定することが重要である。本研究では、テキサス・ホールデムというポーカーを題材に勝率を基にした優劣推定から行動を選択するコンピュータプレイヤーを作成し、評価を行った。優劣推定の正解率から優劣と判断していい状況の基準を定めることができた。さらに勝率に加え相手の賭け金を考慮することによって、対人戦において失点を抑えることに成功した。

Choice of behaviors by superiority and inferiority estimate based on winning rate in Flop Poker

ATSUHIRO MIYAZAKI^{†1} HITOSHI MATSUBARA^{†1}

In imperfect information games such as poker, it is important to perform a superiority and inferiority estimate from provided information and decide behaviors. In this study, we made the computer player which chose behavior from a superiority and inferiority estimate based on winning rate about poker called Texas Hold'em and evaluated it. The result showed standard of superior situation. Furthermore, we succeeded in decreasing loss of points by considering a bet.

1. はじめに

ポーカーや麻雀などのようなゲームに関する情報の一部が公開されていないゲームは不完全情報ゲームに分類される。一方チェスや将棋のようなゲームに関する情報が全て公開されているゲームは完全情報ゲームに分類され、ゲーム終了時の状態から、その状態となる1つ前の状態を考慮することができ、そこからさらに1つ前の状態を、さらに1つ前をと考えることにより、ゲーム上有利な状況を探り、不利な状況を避けることができる。しかし不完全情報ゲームでは情報に不完全性があるためそのような考え方ができない。そのため得られている情報からより正確に優勢か劣勢かの判断をし、それに基づいて行動を決定することが不完全情報ゲームでは重要である。

本研究ではフロップ・ポーカーの一種であるテキサス・ホールデムを題材に手札別の勝率、手役別の勝率、手役改善確率を基に優劣推定を行い、推定の正解率から優勢と判断できる基準を定めた。また優劣推定の結果を基に賭け金を決定するコンピュータプレイヤーを作成し、被験者と対戦させ獲得点についての評価を行った。

2. テキサス・ホールデム

テキサス・ホールデムは主にカジノなどでプレイされているポーカーで、毎年世界大会も開催されている世界では

最も一般的なフロップ・ポーカーの一種である。2枚のプライベートカード（各プレイヤー固有のカードで他プレイヤーには見えない）と5枚のコミュニティカード（各プレイヤー共通のカードで全プレイヤーに見える）の計7枚から5枚を選び作られる役の強さで勝敗を決定する。テキサス・ホールデムは1ゲーム中に複数のラウンドが存在し、各ラウンド毎にレイズ（賭け金を上乘せする）、コール（相手と同額の賭け金を賭ける）、フォールド（ゲームを降りる）の3種類の行動がとれる。各ラウンドで各プレイヤーの賭け金が同額になれば次のラウンドに移行する。また1人以外のプレイヤーが全員フォールドした場合は残ったプレイヤーの勝利となり全ての賭け金を獲得できる。各ラウンドの流れは以下ようになる。

(1) 第1ラウンド（プリフロップと呼ばれる）

各プレイヤーに2枚のプライベートカードが配られる。

(2) 第2ラウンド（フロップと呼ばれる）

3枚のコミュニティカードが公開される。

(3) 第3ラウンド（ターンと呼ばれる）

4枚目のコミュニティカードが公開される。

(4) 第4ラウンド（リバーと呼ばれる）

5枚目のコミュニティカードが公開される。

(5) ショーダウン

プライベートカードを公開し、プライベートカードとコミュニティカードから作られる役が一番強いプレイヤーが勝利となり、全ての賭け金を獲得する。

^{†1} 公立はこだて未来大学
Future University-Hakodate

3. 関連研究

3.1 ファジィ推論

セブンスタッドポーカーにおいてファジィ推論を用いた優劣推定を基に行動を決定するコンピュータプレイヤーの研究があり、フォールドの判断など本研究でも参考にしている部分がある。[1]

3.2 ベイズ推定

テキサス・ホールデムにおいてベイズ推定を用いて行動を選択するコンピュータプレイヤーの研究があり、テキサス・ホールデムを簡略させたルダック・ホールデムにも適用し評価している。[2]

4. 提案手法

4.1 優劣推定

優劣推定に用いるパラメータは以下の4つである。

- **手札別勝率**

最初に配られた手札（プライベートカード2枚）の組み合わせによる勝率で、全プレイヤーがフォールドすることなくショーダウンまでいくという前提で100万回のシミュレーションを行い算出した。

- **手役別勝率**

ショーダウン時に完成している手役別の勝率で、全プレイヤーがフォールドすることなくショーダウンまでいくという前提で100万回のシミュレーションを行い算出した。

- **手役状態**

今後手役が良くなる可能性がある状態を8種類に分類したもの。[4]

- **手役完成確率**

上記の手役状態から各ラウンドにおいてショーダウンまでに手役が完成する確率。表4のOUTSは手役が完成するのに必要なカードの枚数である。なお、リバー時はコミュニティカードから予想される相手の手役完成確率である。[4]

表1 手札別の勝率（一部抜粋）

手札	勝率 [%]
AA	85.3
AKs	67
AKo	65.4
AQs	66.1
33	53.7
32s	35.1
32o	31.2
22	50.3

※s:同スト、o:違うスト

表2 手役別の勝率（一部抜粋）

ハイカード	勝率 [%]	ワンペア	勝率 [%]
2	0	2	26.2
3	5.4	3	28.4
4	5.9	4	30.5
5	7.5	5	32.0
6	7.2	6	34.2
7	9.5	7	37.0
8	10.5	8	39.6
9	11.9	9	41.4
10	13.8	10	43.8
J	16.7	J	47.1
Q	20.9	Q	49.6
K	23.6	K	52.0
A	28.1	A	55.0

表3 手役状態

手役状態	意味
Open Straight Flush Draw (OSFS)	2種類のランクのカードどちらが来てもStraight Flushになる手
Inside Straight Flush Draw (ISFD)	1種類のランクのカードが来ないとStraight Flushにならない手
Flush Draw(FD)	同じスートのカードが4枚
Open Straight Draw(OSD)	2種類のランクのカードどちらが来てもStraightになる手
Gut Shot Straight(GSS)	1種類のランクのカードが来ないとStraightにならない手
Two Pair(TP)	2枚の同じランクのカードが2組
One Pair(OP)	2枚の同じランクのカードが1組
Three of a Kind(TK)	同じランクのカードが3枚

表4 手役完成確率

OUTS	フロップ	ターン	リバー
20	67.5%	43.5%	69.7%
19	65.0%	41.3%	67.2%
18	62.4%	39.1%	64.5%
17	59.8%	37.0%	61.8%
16	57.0%	34.8%	59.0%
15	54.1%	32.6%	56.1%
14	51.2%	30.4%	53.0%
13	48.1%	28.3%	49.9%
12	45.0%	26.1%	46.7%
11	41.7%	23.9%	43.3%
10	38.4%	21.7%	39.9%
9	35.0%	19.6%	36.4%
8	31.5%	17.4%	32.7%
7	27.8%	15.2%	29.0%
6	24.1%	13.0%	25.2%
5	20.4%	10.9%	21.2%
4	16.5%	8.7%	17.2%
3	12.5%	6.5%	13.0%
2	8.4%	4.3%	8.8%
1	4.3%	2.2%	4.4%

各ラウンドでの優劣推定に用いるパラメータを表5に示す。

表 5 各ラウンドの優劣推定に用いるパラメータ

ラウンド	優劣推定に用いるパラメータ
プリフロップ	手札別の勝率
フロップ	手役別の勝率, 手役状態, 手役完成確率
ターン	手役別の勝率, 手役状態, 手役完成確率
リバー	手役別の勝率, 手役状態, 手役完成確率

そして各ラウンドにおいて優勢と判断する手役別の勝率, 手役状態毎の手役完成確率の基準値を定める. プリフロップ時は手札別の勝率が基準値以上なら優勢と判断する. フロップ, ターン時は手役別の勝率または手役完成確率が基準値以上なら優勢と判断する. リバー時は手役別勝率が基準値以上で, 相手が自分の手役より強い手役が完成する確率が基準値以下なら優勢と判断する.

- 相手の賭け金
相手が参加料の何倍の賭け金を賭けたかによって優勢と判断する基準値を変更する.
優劣推定で劣勢と判断した場合
X 倍($X \geq 5$)賭けた場合, $X/2\%$ 基準値を増やす.
優劣推定で優勢と判断した場合
X 倍($X \geq 5$)賭けた場合, $X/4\%$ 基準値を増やす.

4.2 フォールドの判断

フォールドの判断は優劣推定の結果から決定する. 優勢と判断した場合はフォールドしない. 劣勢と判断した場合は 0~100 の乱数を発生させ, その乱数が優劣推定に用いた手役別の勝率以下ならばフォールドしない, 手役別の勝率より高ければフォールドする.

4.3 賭け金の決定

賭け金は優劣推定に用いた手役別の勝率を基に決定する. 優劣推定で劣勢と判断した場合

$$\text{賭け金} = \text{最低賭け金} + \text{参加料} \times r \quad r:0\sim2 \text{ の乱数}$$

優劣推定で優勢と判断した場合

$$\text{賭け金} = \text{最低賭け金} + \text{参加料} \times \frac{\text{勝率}}{10} \times R \quad R:0.5\sim1.5 \text{ の乱数}$$

5. 実験

5.1 優劣推定の正解率

各ラウンドでの優劣推定の正解率を算出する. 優勢と判断して勝った場合, 劣勢と判断して負けた場合を正解とする. 全プレイヤーがフォールドすることなくショーダウンまでいくという前提で 100 万回のシミュレーションを 10 回行い正解率の平均をとる. 手札別の勝率, 手役別の勝率を用いた優劣推定と, 手札別の勝率, 手役別の勝率, 手役状態, 手役完成確率を用いた優劣推定の 2 パターンについて正解率を出す.

5.2 獲得得点

表 6 に示した 3 パターンを実装し被験者と対戦し獲得得

点について評価を行った. 優劣推定の基準値は正解率が 1 番高いものに設定した. 最初の持ち点を 250 点とし, 7 人の被験者と各パターンにつき 20 ゲームずつ対戦を行った. 1 ゲーム目はコンピュータが先に賭け金を決定し, 1 ゲーム毎に先に賭け金を決定するプレイヤーを交代する. 先に賭け金を決定するプレイヤーは参加料として 2 点払い, もう一方のプレイヤーは 1 点払う. 賭け金は参加料 (多い方) の倍数でなければならない.

表 6 手役別の勝率 (一部抜粋)

	行動選択に用いるパラメータ
A	手札別の勝率, 手役別の勝率
B	手札別の勝率, 手役別の勝率, 手役完成確率
C	手札別の勝率, 手役別の勝率, 手役完成確率, 相手の賭け金

6. 結果

6.1 優劣推定の正解率

各ラウンドにおける優劣推定の正解率を表 7~13 に示す.

表 7 プリフロップ時の手札別の勝率による優劣推定の正解率 (一部抜粋)

基準値	正解率 [%]
40	56.6
45	58.9
47	59.2
50	59.9
50.2	59.9
50.3	59.7
51.3	59.7
54.6	58.7
60	57.0

表 8 フロップ時の手役別の勝率による優劣推定の正解率 (一部抜粋)

基準値	正解率 [%]
OP:26,他:45	52.3
HK:20,OP:26,他:45	65.2
HK:23,OP:26,他:45	67.0
HK:28,OP:26,他:45	67.5
50	59.6

表 9 フロップ時の手役別の勝率と手役完成確率による優劣推定の正解率 (一部抜粋)

基準値	正解率 [%]
手役勝率 HK:28,OP:26,他:45 完成確率 TK:4.3,OP:8.4,TP:16.5,GSS:16.5, OSD:31.5,FD:35,ISFD:45,OSFD:51.4	66.2
手役勝率 HK:28,OP:26,他:45 完成確率 TK:4.3,OP:8.4,TP:16.5,GSS:20.4, OSD:31.5,FD:35,ISFD:45,OSFD:51.4	67.4
手役勝率 HK:28,OP:26,他:45 完成確率 TK:4.3,OP:8.4,TP:16.5,GSS:16.5, OSD:31.5,FD:38.4,ISFD:45,OSFD:51.4	68.1

表 10 ターン時の手役別の勝率による優劣推定の正解率
(一部抜粋)

基準値	正解率 [%]
OP:26,他:45	63.5
HK:20,OP:26,他:45	62.1
HK:23,OP:26,他:45	63.2
HK:28,OP:26,他:45	63.8
50	58.6

表 11 ターン時の手役別の勝率と手役完成確率による優劣推定の正解率 (一部抜粋)

基準値	正解率 [%]
手役勝率 HK:28,OP:26,他:45 完成確率 TK:2.2,OP:4.3,TP:8.7,GSS:8.7, OSD:17.4,FD:19.6,ISFD:26.1,OSFD:32.6	58.9
手役勝率 HK:28,OP:26,他:45 完成確率 TK:2.2,OP:4.3,TP:8.7,GSS:10.9, OSD:17.4,FD:19.6,ISFD:26.1,OSFD:32.6	59.1
確率 HK:28,OP:26,他:45 TK:2.2,OP:4.3,TP:8.7,GSS:10.9, OSD:19.6,FD:21.7,ISFD:26.1,OSFD:32.6	60.9

表 12 リバー時の手役別の勝率による優劣推定の正解率
(一部抜粋)

基準値	正解率 [%]
OP:34.2,他:45	76.2
HK:20,OP:34.2,他:45	69.4
HK:23,OP:34.2,他:45	71.7
HK:28,OP:34.2 他:45	74.0
50	73.3

表 13 リバー時の手役別の勝率と手役完成確率による優劣推定の正解率 (一部抜粋)

基準値	正解率 [%]
手役勝率 OP:34.2,他:45 完成確率 TK:4.4,OP:8.8,TP:17.2,GSS:17.2, OSD:32.7,FD:36.4,ISFD:46.7,OSFD:56.1	76.1
手役勝率 OP: 34.2,他:45 完成確率 TK:4.4,OP:8.8,TP:17.2,GSS:21.2, OSD:36.4,FD:39.4,ISFD:46.7,OSFD:56.1	76.5
手役勝率 OP: 34.2,他:45 完成確率 TK:8.8,OP:13.8,TP:21.2,GSS:21.2, OSD:36.4,FD:39.9,ISFD:46.7,OSFD:56.1	78.8

正解率が1番高かった勝率の基準値から、各ラウンドにおいて優勢と判断していい状態がわかった。プリフロップ時は手札にKかAが1枚ある、または手札2枚が同ランクのカードという状態。フロップ時は手札にAが1枚以上あるか、またはワンペア以上の役が完成している状態。ターン時は手札にAが1枚以上ある、またはワンペア以上の役が完成している状態。リバー時は6のワンペア以上が完成している状態である。

6.2 獲得得点

表6に示したA~Cと被験者が各20ゲームずつ対戦を行った最終的な獲得得点を表14に示す。

表 14 獲得得点

	A	B	C
被験者 1	260(+4%)	266(+6.4%)	235(-6%)
被験者 2	297(+18.8%)	265(+6%)	289(+15.6%)
被験者 3	214(-14.4%)	270(+8%)	278(+11.2%)
被験者 4	203(-18.8%)	127(-49.2%)	254(+1.6%)
被験者 5	230(-8%)	194(-22.4%)	230(-8%)
被験者 6	170(-32%)	196(-21.6%)	271(+8.4%)
被験者 7	391(+56.4%)	277(+10.8%)	258(+3.2%)

AとBにおいては優劣推定の正解率にも大きな差はないので、獲得得点についても大きな差はみられなかった。AとBは相手の賭け金を考慮していないので、相手に強い役が完成して大きく賭け金を増やしてもフォールドせずに勝負することが起こりやすいため、負けた場合は多くの点と失うことが多い。それに対しCは相手の賭け金を考慮した行動選択を行ったため大きく負け越すことが少なく、負けた場合の最終的な得点も-10%以内に抑えられることができた。

7. まとめ

本研究ではテキサス・ホールデムにおいて勝率を基に優劣推定を行って、推定結果から行動を選択するコンピュータプレイヤーの作成を行った。まず優勢と判断する勝率の基準値を決め正解率を算出した。様々な基準値のパターンで正解率を算出した結果から優勢と判断できる基準を定めることができた。この基準は人がテキサス・ホールデムをプレイするときにも使えるので、プレイする際には参考にして頂きたいと思う。また対人戦においては勝率のみを基にした場合は大きく負け越すことがあったが、優劣推定に相手の賭け金も考慮したことにより、失点を抑えることにも成功した。また今回は相手の賭け金による基準値の変更が優勢か劣勢かでの2パターンのみだったので、自分の手役の状態に応じて複数のパターンを用意すればさらに失点を抑えられる可能性があるので今後検討していきたいと思う。また被験者もさらに増やしより詳しいデータを取ることも必要であろう。

参考文献

- 1) 鬼沢武久, 風見覚, 高橋千晴: 不完全情報ゲームプレイングシステムの構成 - スタッドポーカーを例にして -, 日本知能情報フアジ学会誌 Vol.15, No1, pp.122-141, 2003
- 2) Michael Bowling, Bryce Larson, Carmelo Piccione, Neil Burch: Bayes' Bluff: Opponent Modeling in Poker, In Proceeding of the Twenty-First Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence(UAI), pp.550-580, 2005
- 3) トランプ・ポーカー,
<http://poker-10jqka.com/>
- 4) Hold'em Poker Drawing Odds の分析
<http://homepage1.nifty.com/pokergame/starhand.html>
- 5) Probability Coefficient による Drawing Odds の近似計算
<http://homepage1.nifty.com/pokergame/simpleodds.html>