

提出手比較による大貧民プレイスタイル解析

吉原 大夢¹ 阿部野 なつみ¹ 渡邊 佑介¹ 大久保 誠也¹

概要: 本研究では、コンピュータ大貧民大会 UECda の default クライアントならびに歴代の優勝プログラムである fumiya, snowl, crowl の提出手を比較することにより、大貧民におけるプレイスタイルの解析を行った。その結果、半分程度の場面で異なる手を選択し、これが強さの差に繋がっていることがわかった。加えて、乱択アルゴリズムにより動作するこれらのプログラムでも、提出手にはある種の特徴があることがわかった。

Feature extraction of Play Style by Comparing Selected Cards in DAIHINMIN

HIROMU YOSHIWARA¹ NATSUMI ABENO¹ YUSUKE WATANABE¹ SEIYA OKUBO¹

Abstract: In this paper, we discuss playing style of DAIHINMIN by comparing cards selected by UECda champion programs. We show some features of these programs and some playing styles of DAIHINMIN.

1. はじめに

コンピュータにゲームをプレイさせるころみは数多く行われており、将棋や囲碁は人間のプロに迫る強さになりつつある。これらのゲームは完全情報ゲームと言われるものであり、プレイヤーは互いに同じだけの情報を手にいれることができる。一方、一部の情報が伏せられているゲームは不完全情報ゲームと呼ばれる。不完全情報ゲームの研究も行われており、マージャン等で大規模なデータ解析などが行われている。

不完全情報ゲームの一つとして、トランプゲームの大貧民がある。大貧民は 1950 年代に日本で考案され、現在に至るまで幅広くプレイされている。この大貧民をコンピュータにプレイさせるのがコンピュータ大貧民であり、大会が UEC コンピュータ大貧民大会 (UECda) として、2006 年より開催されている [4]。これは、大貧民をプレイするコンピュータプログラムを持ち寄り、その優劣を競う大会である。この大会の目的は、馴染み深いトランプゲームを題材

にして情報初学者に対する教育の題材とすることも含まれており、実際に大学における情報教育として利用されている [5][7][6]。また、不完全情報ゲームに対するアルゴリズムの研究としても用いられており、強いアルゴリズムの提案やプレイスタイルの研究などが行われている [2][8][3][1]。

これらの研究成果は大貧民大会参加プログラムに反映されており、参加プログラムのレベルは年々確実に上昇している。現在、強豪プログラムではモンテカルロ法などの乱択アルゴリズムを用いるのが主流であり、実際、第 2 回ならびに第 3 回大会優勝の yupi2 (ゆびゆび氏)、第 4 回大会優勝の fumiya (須藤郁弥氏)、第 5 回大会優勝の snowl (須藤郁弥氏)、第 6 回大会優勝の crow (小沼啓氏) まで、そのすべてが乱択アルゴリズムである。これらのプログラムでは、ゲームの展開を内部でシミュレーションし、もっとも良いとした手を提出する。そのため、プログラム制作者でもプログラムがどのような手を出すのかがわからない。また、高速対戦という大会の特性ならびにプロ不在というゲームの事情により、定石や棋風というものも明らかとなっていないのが現状である。

¹ 静岡県立大学経営情報学部経営情報学科

本研究の目的は、大貧民の強さを分ける手の割合を調べるとともに、乱択アルゴリズムにも棋風と言えるような特徴があるか否かを明らかにすることである。そこで、UECdaに参加した主要なプログラムの提出手を比較するとともに、どのような場合に異なる手を選択するのかの分析を行った。

2. UEC コンピュータ大貧民大会

本研究では、UEC コンピュータ大貧民大会の枠組みを利用する。UEC コンピュータ大貧民のゲームは、場と進行を管理するサーバーと、ゲームをプレイする5つのクライアントからなる(図1参照)。大会参加者は、このクライアント部分のプログラムを作成し、大会に参加する。

大貧民には非常の数多くのローカル・ルールが存在しているが、UEC コンピュータ大貧民大会では主に次のようなルールが採用されている。

ゲームの流れ： ゲームは5人で行われる。カードは、ハート・クラブ・スペード・ダイヤのA~Kまでの計52枚と、ジョーカー1枚の、計53枚を使用する。各ゲームの最初に、各プレイヤーには10枚もしくは11枚のカードが配られる。そして手持ちのカードを時計回り順に場に出して早く手札をなくすことを競う。

ゲームの開始： ゲームはダイヤの3を持っている人から始めるが、その人は、必ずしもダイヤの3を出さなくてもよい。

カードの出し方： 順番が回ってきたプレイヤーは、カードを場に出すか、パスを行なう必要がある。場にカードが無い場合は、好きなタイプ(単騎・ペア・階段)のカードを出すことができる。場にカードが出ているときは、同じタイプでより強いカードを出すことができる。

場の流れ方： 全員がパスしたら場が流れ、最後にカードを出した人が場にカードがない状態からカードを出すことができる。仮に自分以外が全員パスした時、自分がカードを出すことができれば連続してカードを出すことができる。

パスについて： 場のカードと手札の関係で、カードを出せない場合はパスをする。カードが出せる場合でも戦略上パスすることができる。いったんパスすると、

場が流れるまで自分に順番が回ってくることはない。
8切り： 8を含んだ手を出した場合、場を流すことができる。つまり、場のカードがクリアされ、その手を出した人が任意のカードを出すことができる。

スペードの3： ジョーカーが単騎で場に出された場合、スペードの3を出すことで場を流すことができる。

革命： 4枚以上のペアもしくは5枚以上の階段で革命状態となり、カードの強さが逆転する。

しばり： 場と同じマークが提出された場合“しばり”状態となり、場が流れるまで同じマークのカードしか出すことができない。

禁則： あがり禁則はなく、どのカードでも上がるることができる。

カードの交換： 大富豪は、大貧民から2枚のカードを買い、大貧民に2枚渡す。富豪は貧民と1枚交換する。渡すカードの選び方は任意。逆に、大貧民は2枚、貧民は1枚一番強いカードを献上する。献上するカードはサーバ・プログラムによって自動的に選ばれ、プレイヤーには選択できない。

席替え： ある一定数のゲームが終了したとき、席替えが行われる。つまり、カードを出すプレイヤーの順番が変更される。

3. 研究方法

同じ場面において各プログラムがどのような手を出すかを比較することにより、プログラム間にどのような差があるのかを抽出する。

同じ場面における各プログラムの提出手を収集するため、サーバーに接続するクライアントの1つを中継サーバクライアントとした。中継サーバクライアントは複数の子供クライアントを持っており、次のように動作する(図2参照)。

- (1) 中継サーバクライアントは、サーバーから場の情報を受け取ると、子供クライアントたちに情報を送信する。
- (2) 子供クライアントたちは、それぞれ出す手を決定する。
- (3) 子供クライアントたちは、中継サーバクライアントに結果を通知する。
- (4) 中継サーバクライアントは、受け取った手の中から1つの手をサーバーに送信すると共に、子供たちの選択した手を記録する。

子供クライアントとしては、主に2009年度優勝のfumiya[8]、2010年度優勝のsnowl [3]、2011年度優勝のcrow [2]ならびにdefaultクライアントの4つを用いた。それぞれのクライアントの概略は、次のようになる。

fumiya 藤藤郁弥氏が作成したプログラムであり、2009年度大会で優勝した。アルゴリズムとしてUCB1-TUNEDを採用している。

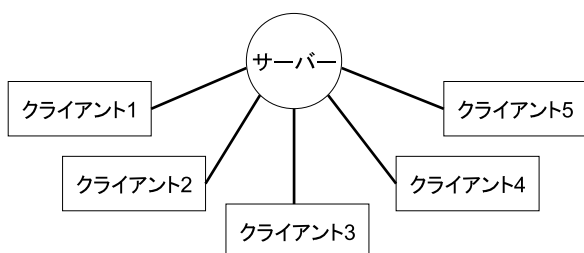


図1 大貧民大会システム構成図

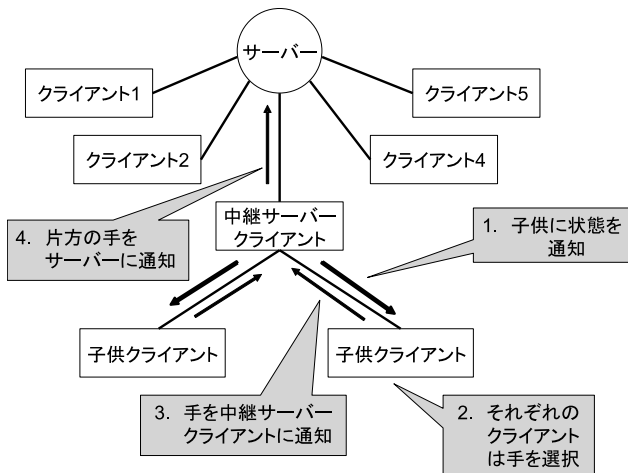


図 2 中継サーバークライアントの概略

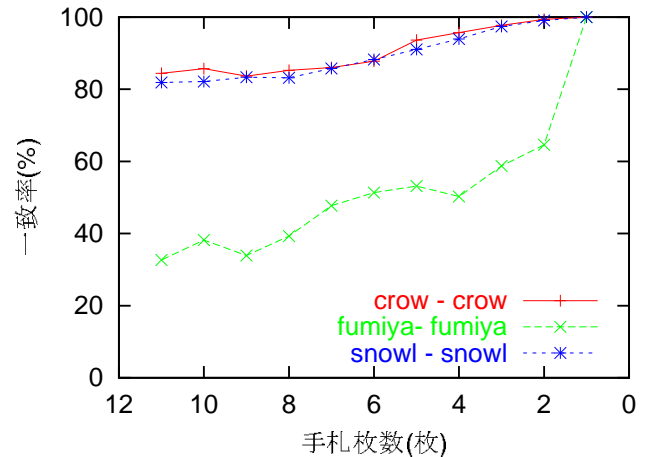


図 3 同じクライアント同士での同手率

snowl 藤藤郁弥氏が作成したプログラムであり、2010年度大会で優勝した。fumiya と同様に UCBI-TUNED を採用しているが、重みを細かく設定することにより強さを向上させている。

crow ベースは snowl と共通している部分がある。TD-learning と呼ばれる手法を用いることにより、ゲーム中に学習を行い、対戦相手に応じた提出手を選択する。このことにより、ゲームの実施回数の増加と共に強さを発揮する。

default UEC コンピュータ大貧民大会開発キット付属のプログラムであり、非常にシンプルな動作をする。場にカードが無い場合は階段・ペア・単騎の優先度で、もっとも弱い手を提出する。場にカードがある場合は、出せる手の内でもっとも弱い手を提出する。ただし、この際、階段やペアを崩して単騎として出すことは行わない。

UECda の枠組みでは 5 つのクライアントによって試合が行われる。本研究では、中継サーバークライアント以外の各クライアントは、基本的に default クライアントを使用した。

また、snowl や crow 等のプログラムは、ゲーム中に学習を行うことで提出手の選択方法が変化していく。したがって、中継サーバークライアントがどの子供クライアントの手を提出するかが、プログラムの動作に影響を与えてしまう。そこで各子供クライアントの組み合わせに対し、提出手として採用するクライアントを入れ替えた実験も行った。

4. 同クライアント同士の比較

提出手の差が、クライアントのアルゴリズムの差に由来しているのか、それとも乱数が違うことにのみ由来しているのかを判断する必要がある。そこで始めに、同じクライアント同士の比較を行った。

オリジナルの snowl と crow はプログラム内で使用する乱数の種が固定されているため、第 3 節の方法で比較すると、

常に同じ手を提出し、一致率が常に 100% となる。そこで、乱数の種として現在時刻を使用するようにプログラムを変更し、実験を行った。

同手が選択された割合を、手札枚数毎に集計した。結果を図 3 に示す。ただし、パス以外の手を出せない場合は集計に入れていない。あるカードのみが提出できる場合は、パスと合わせて 2 パターンの提出手があると考え、集計に含めている。また、乱択アルゴリズムではない default クライアントは、常に同じ手を提出するため表示していない。

fumiya は序盤から終盤にかけて異なる手を選択することが多い結果となった。一方で、snowl 並びに crow は序盤から 80% 以上同じ手を選択し、残り手札が 5 枚以下となった場合は 9 割以上は同じ手札を選択した。同じ乱択アルゴリズムであっても、snowl や crow の方が揺らぎのない選択を行っていることがわかる。

5. 異なるクライアント同士の比較

1000 回のゲームを 8 回から 10 回実施し、同手が選択された割合を手札枚数毎に集計した。結果の一部を表 1 に示す。snowl と fumiya は序盤から約 6 割程度、snowl と default は序盤から 4 割り程度が一致し、枚数が減少すると共に同じ提出手を選択する割合が増えている。この傾向は、ほとんどの組み合わせで見ることができた。

crow と snowl を比較した結果を図 4 に示す。図中に示されている 2 つのクライアント名のうち、前者の手を中継サーバークライアントは採用し、サーバーに送信している。以後の図も同様である。crow を提出手とした場合と snowl を提出手とした場合で、ほぼ同じ結果が得られた。序盤から 80% 以上の高い一致率が見られた。また 4 枚以下の時は 90% 以上の一致率となった。第 4 節の結果と比較すると、試合開始直後ならびに終了直前の一致率は乱数の影響と区別することができない。一方、手札が 6 から 8 枚の時の一致率は乱数の影響以外のものがあると考えられる。

表 1 同手率

枚数	snowl と fumiya (提出 snowl)	fumiya と snowl (提出 fumiya)	snowl と default (提出 snowl)
11	68.43	70.28	56.24
10	74.01	74.81	62.21
9	73.30	74.35	63.67
8	75.31	76.65	66.11
7	75.44	77.38	67.72
6	77.13	76.37	71.46
5	77.01	76.87	72.66
4	79.54	75.14	72.29
3	86.67	78.48	74.72
2	94.92	91.10	77.43
1	100.00	100.00	96.63

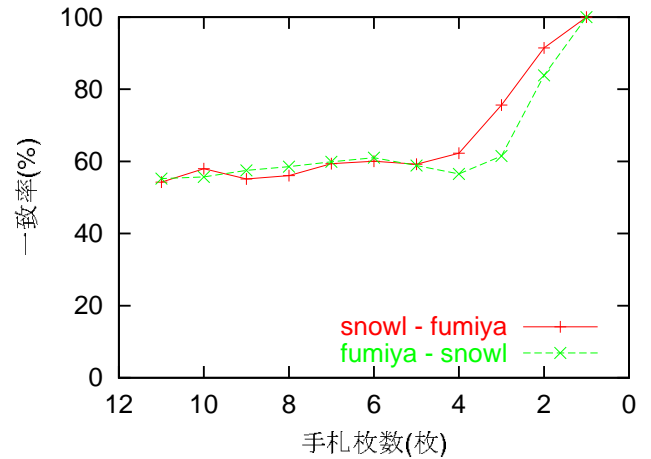


図 6 snowl と fumiya の比較

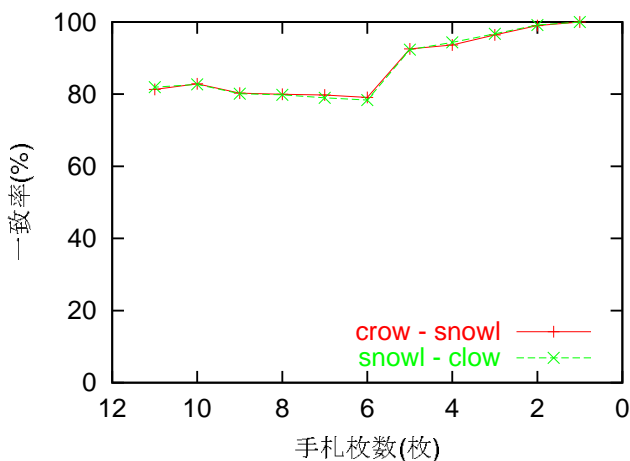


図 4 crow と snowl の比較

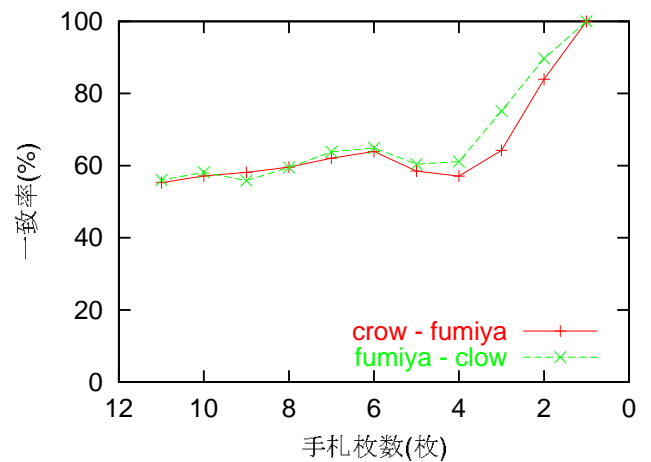


図 7 crow と fumiya の比較

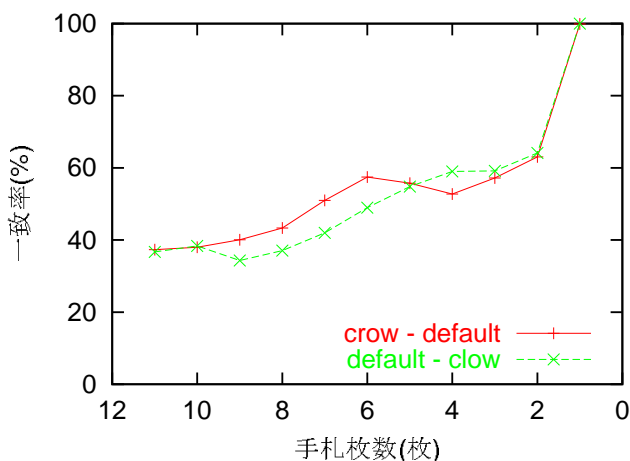


図 5 crow と default の比較

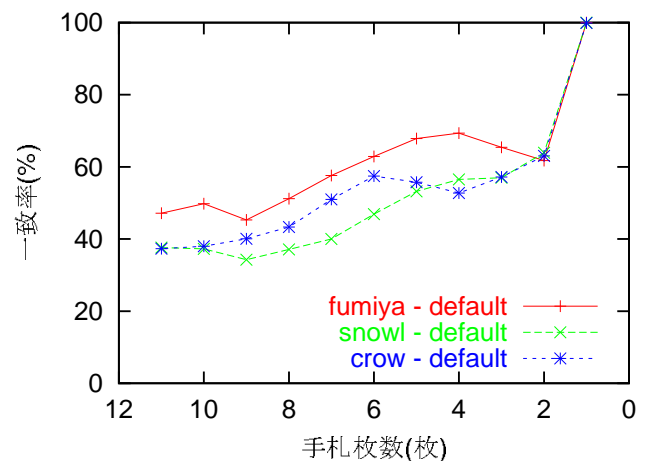


図 8 fumiya, snowl, crow と default の比較

crow と default を比較した結果を図 5 に示す。序盤は 4 割程度、残り手札枚数が 2 枚になっても 6 割程度の一致率となり、非常に低い結果となった。また、crow を提出手としても default を提出手としても、結果に差は見られなかった。

snowl と fumiya を比較した結果を図 6 に示す。snowl を

提出手とした場合、序盤から中盤にかけては 6 割程度が一致している。手札枚数が 4 枚を切ってから一致率が上昇し、2 枚の時は 9 割以上同じ手を選択した。また、手札枚数が 1 枚の時は必ず同じ選択を行った。一方、fumiya を提出手とした場合では、序盤から中盤にかけては snowl を

提出手とした場合とほとんど同じであり、7割から8割程度は同じ手を選択した。手札枚数が3,4枚の時は差があり、fumiyaを提出手とした場合の方が相手率が低下した。手札枚数が2枚の時は9割以上同じ手を選択し、1枚の時は必ず同じ選択を行った。

crowとfumiyaを比較した結果を図7に示す。snowlとfumiyaと同様の傾向となり、序盤から中盤にかけては6割程度が一致し、手札枚数が4枚を切ってから一致率が上昇、2枚の時は9割以上同じ手を選択した。

crow, snowlならびにfumiyaとdefaultを比較した結果を図8に示す。手札枚数が1枚の際の一致率が100%とはならないのは、defaultクライアントは、場にジョーカーが単騎で出ている際にスペードの3を出さないためである。fumiyaは他の2つと比較すると、defaultとの一致率が高く、序盤は5割程度、中盤から終盤にかけて6割程度が一致した。一方、crowとsnowlは序盤は4割程度、中盤でも5割程度の一致率となった。crowとsnowlでは、手札枚数が5,6枚のときのdefaultとの一致率が異なっていた。

6. 対戦相手を変更した場合

前述した通り、第4節ならびに第5節では、他の4つ対戦相手はdefaultクライアントを用いた。対戦相手が変わることにより結果が変わるか否かを検証するため、4つの対戦相手をsnowlとした場合の実験を行った。子供クライアントはsnowlとfumiyaとした。結果を図9に示す。序盤から終盤まで、提出手の一致率は変わらないという結果となった。snowlとdefaultクライアントは強さや提出手の傾向に大きな差があるため、対戦相手の強さや傾向が大きく変わったとしても、今回用いた比較実験の結果はあまり大きくは変わらないことが予想される。

7. 考察

snowlとfumiyaの提出手は、枚数が多いときでも70%ほ

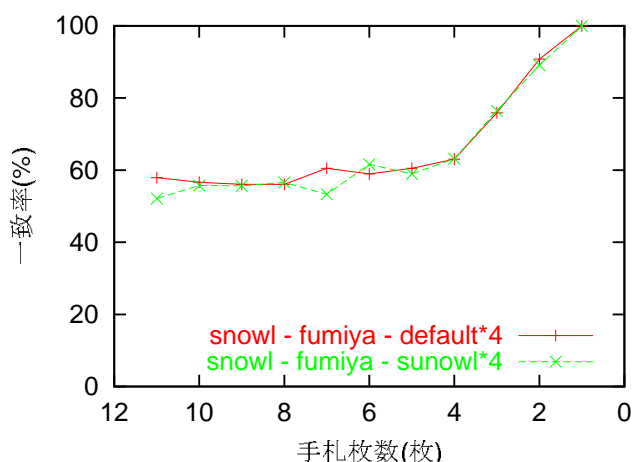


図9 対戦相手をsnowlとした場合



図10 snowlとfumiyaが異なる手を出した例

どが一致した。一方で、終盤は90%以上が一致している。このことより、snowlとfumiyaの強さの差は高々30%の手によるものであり、特に序盤から中盤の打ち筋の変化が大きく影響しているであろうことがわかった。

実際に異なった提出手を選択する場面を個々に解析した結果、snowlにはしばりを多用する傾向が見られた。たとえば、図10の場面において、fumiyaは場のスペードとダイヤの6に対しスペードとハートの10を出したが、snowlの選択はスペードとダイヤの11だった。また、場に「ハート、ダイヤ、クローバーの3」が出ている場面では、fumiyaは「スペード、ダイヤ、ハートの11」を選択したが、snowlは「ハート、ダイヤの11、ジョーカー」を選択していた。このようにsnowlはジョーカーを使わなくてもカードを提出できる場面でも、ジョーカーを使用してしばりを発生させる傾向が見られた。snowlが複数枚のしばりを優先する場面は手札の枚数が多い序盤には非常に頻繁に見られる。このことから、複数枚のカードが場に出されていて、自分がそれに対してしばりを発生させるようなカード出しをするという選択は、多くの場合においてそれ以外の選択よりも勝率を上げる優秀な選択となる可能性がある。

snowlとデフォルトの選択手が一致する典型的な例として、場にカードが無く、自分に権利が回ってきた場合の階段出しが挙げられる。defaultクライアントはこの場面では階段の組み合わせを最優先で出すが、snowlも多くの場合同じように階段を選択した。階段はマークが同じで数字階段状に並んだ3枚以上の組み合わせであり、複数枚に比べて出来難い形である。他のプレイヤーにカードを出されることなく多数のカードを消費できる可能性の高い出し方であるため、場にカードの無い状態で自分の手札に階段が揃っていたら出してしまおうのが優秀な手であると推測される。このことより、単純な動作をするdefaultクライアントであるが、それでもある程度の妥当性があり、それなりの強さがあると推測される。

これらのことから、snowlの全体的な戦略は「序盤から階

枚数	クライアント	fumiya		snowl		crow	
	default-	default-	default	default-	default	default-	default
1	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0	100.0	99.9
2	99.2	51.9	61.8	62.1	63.9	62.6	63.0
3	98.1	56.1	65.4	56.7	57.0	57.2	57.2
4	96.8	63.1	69.3	51.2	56.5	52.5	52.8
5	95.0	63.2	67.9	52.0	53.2	54.5	55.7
6	92.8	60.9	62.9	48.9	46.9	56.4	57.5
7	90.0	55.8	57.6	45.2	40.0	48.8	51.0
8	88.4	52.1	51.2	40.6	37.1	42.6	43.3
9	86.1	48.3	45.3	35.9	34.3	37.4	40.0
10	86.6	48.2	49.8	37.8	37.3	38.1	38.0
11	88.9	42.0	47.2	33.3	37.6	34.4	37.3

表 2 default-との比較

段や縛りを多用し、他人にカードを出さずに自分のカードを多めに消費する」ではないかと推測される。

また、どのような比較においても、snowlとcrowは同じような結果が得られた。その一方で、図4ならびに図8に示す結果のように、手札枚数が5,6枚の時には他の時より大きい差異がある。中盤の差異の原因を探るため、defaultから枚数組を崩さないようにする機能を除去したdefault-クライアントとの比較を行った。結果を表2に示す。defaultとdefault-クライアントの差は、枚数組を崩すか崩さないかの差しか無い。したがって、defaultとdefault-の比較により、一番弱いカードが枚数組である場合は、カード枚数が7~11枚の時は10%程度であることがわかる。あるクライアントとdefaultクライアントとの一致率、ならびにdefault-との一致率を比較した際、同じような一致率だった場合は、そのクライアントが一番弱いカードが枚数組であった場合に遭遇した場合、半分程度の確率で崩して提出することを意味している。そして、defaultとの一致率が高かった場合は崩さずに他の手を提出する場合の方が大きいことを意味している。default-との一致率が高かった場合は、その逆となる。snowlの場合を見ると、序盤はdefaultとの一致率の方がdefault-と比べて大きい。中盤ではdefault-の方が高くなる。一方で、crowの場合は常にdefaultとの一致率の方が高くなる。これらのことから、snowlは中盤においては、ペアや階段を崩してでも弱いカードから提出するような傾向がややあると推測される。

8. おわりに

本研究では、プログラムの出す手を比較することにより、大貧民における強い打方の傾向について分析を行った。その結果、snowlとcrowは提出手の一致率が高いこと、snowlとfumiyaの強さの差は約30%程度の場面における提出手の際であることや、モンテカルロ法で動作するsnowlにも幾つかの特徴的な打方があることを明らかとした。

今回は個々の場面に着目していたため、カードを出す順

番や流れについては解析を行っていない。また、選択肢が多い場面と少ない場面を区別していない。そこで、今後の課題としては、細かな場合わけによる詳細な提出手の傾向分析や、多くのクライアントプログラムを解析すること、また流れを含めた解析の実施による棋風の解明等があげられる。大貧民大会参加プログラムは、年々動作が重くなる傾向がある。より詳細な解析による要所や定石を明らかにすることにより、効率良い探索や乱数に頼らないプログラムの完成が期待される。

参考文献

- [1] 佐藤裕紀, 伊藤毅志: 大貧民におけるプレースタイルの相性に関する研究, 情報処理学会研究報告. GI, [ゲーム情報学], Vol. 2008, No. 59, pp. 37-43 (20080620).
- [2] 小沼啓, 本多武尊, 保木邦仁, 西野哲朗: コンピュータ大貧民に対する差分学習法の応用, 情報処理学会研究報告. GI, [ゲーム情報学], Vol. 2012-GI-27, No. 1 (2012).
- [3] 須藤郁弥, 成澤和志, 篠原歩: UEC コンピュータ大貧民大会向けクライアント「snowl」の開発, 第2回 UEC コンピュータ大貧民シンポジウム (2010).
- [4] 西野哲朗, 大久保誠也: コンピュータ大貧民 (特集: 思考ゲーム), 人工知能学会誌, Vol. 24, No. 3, pp. 361-366 (20090501).
- [5] 大久保誠也: コンピュータ大貧民体験システムについて, 情報処理学会研究報告. GI, [ゲーム情報学], Vol. Vol.2010-GI-23, No. 5, pp. 1-4 (2010).
- [6] 湯瀬裕昭, 大久保誠也: 静岡県立大学におけるコンピュータ大貧民の教育利用について, 第2回 UEC コンピュータ大貧民大会シンポジウム (2010).
- [7] 藤田悟: 法政大学におけるコンピュータ大貧民の教育への活用, 第2回 UEC コンピュータ大貧民大会シンポジウム (2010).
- [8] 藤藤郁弥, 篠原歩: モンテカルロ法を用いたコンピュータ大貧民の思考ルーチン設計, 第1回 UEC コンピュータ大貧民シンポジウム (2009).