

コンピュータブリッジにおいて敵の情報を得るためのプレイ

日向野 孝之[†] 小田和 友仁[†] 上原 貴夫[†]
 東京工科大学[†]

1 はじめに

コントラクトブリッジ(以下ブリッジ)はカードゲームであり,不完全情報ゲームに分類される.このブリッジをコンピュータにプレイさせるプログラムをコンピュータブリッジという.ブリッジはダミーと呼ばれるプレイヤー以外は他プレイヤーに自分の手札を公開しない不完全情報ゲームであり,そのため完全情報ゲームと同じ様にゲーム木を構成することができない.

最近のコンピュータブリッジにおける最善手決定法はモンテカルロ法に基づく探索法が一般的である.しかしこの探索法では後述する 2-way フィネスの状況においてリスクの誤認を起こしてしまう.これを解決するため本稿では,コンピュータブリッジにおいて敵の情報を得るためのプレイ(問題先送り探索法)を提案する.

2 コントラクトブリッジ

コントラクトブリッジは4人でテーブルを囲んでおこなうカードゲームである.対面のプレイヤー同士がパートナーとなり二組に分かれて勝敗を競う.ブリッジはトリック・テイキング・ゲームの一種である.トリックとは4人が順番にカードを1枚ずつ出し合いカードの強弱で勝者を決めるという手順である.このトリックを13回繰り返す.ディクレアラと呼ばれる人が宣言したトリック数を,ディクレアラのペアが勝利することができるまで点数が決まる.この13トリックの勝負をプレイという.勝利すべきトリック数であるコントラクトとディクレアラは,プレイの前におこなわれるオークションで決定する.

2.1 フィネス

フィネスとは特定のスイートについて敵の持っている絵札の位置によって,得をするかどうかが決まるプレイの総称である[1].フィネスの例を図1に示す.

Northが♠Aで先にトリックを取ると♠QはWestの♠Kに負けてしまう.Southから♠2を出し,Westが♠4を出したらNorthは♠Qを出すことで♠A,Qの両方を取ることができる.しかしEastに♠Kがあった場合にはどうやっても♠Qでトリックを取ることができない.

2.2 2-way フィネス

ディクレアラとダミー両方とも相手側のカードよりも強いカードがあり,相手側のどちらにフィネスをするか

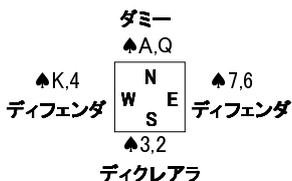


図1 フィネス

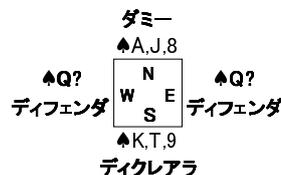


図2 2-way フィネス

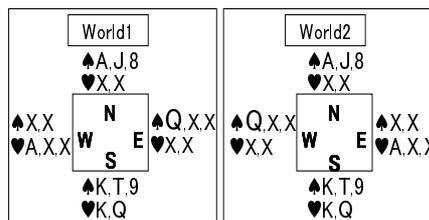


図3 2つの仮説

選べる状況を 2-way フィネスという. 2-way フィネスの例を図2に示す.図2ではEastとWestどちらに♠Qがあるのかわからないため,どちらがフィネスを仕掛ければ成功するかはわからない.そのため相手の情報がない場合は 2-way フィネスの状況でフィネスが成功する確率は50%程である.

3 モンテカルロ法に基づく探索法

見えないカードについて現在の状況に矛盾しない複数の仮説を立てる.各仮説について候補手を出した状態に更新し,完全情報ゲームとして探索して評価値を求める.各候補手ごとに評価値を合計して,もっとも値の高い候補手を最善手に決定する.

3.1 モンテカルロ法に基づく探索法の問題点

図3に 2-way フィネスの状況で発生させた2つの仮説を示す.Xは値が10以下のスモールカードである.図3のWorld1についてMinMax法に基づく探索をした場合のゲーム木を図4に示す.図4での♠Xと♥Kの評価値は4であり,World2でMinMax探索した場合もともに評価値が4となる.2つの仮説で候補手ごとに合計をとると,♠Xと♥Kが評価値8で最善手となる.このとき実装によっては♠Xが選ばれる恐れがある.しかし実際には♠は 2-way フィネスの状況なので4トリック取れる確率は50%である.この状況では♥Kを選択してゲームを進め情報が集まるのを待ち,♠Qの場所を特定してからフィネスをかけたほうが確実である.

4 問題先送り探索法

問題先送り探索法では各仮説で相手が出す可能性のある候補手をすべて含んだひとつのゲーム木を探索する.この探索法では一定の深さまでの探索において各プレイヤーはすべての仮説での候補手を統合したものを候補手とする.問題先送り探索法は 2-way フィネスを回避して確

Play to get informations of opponent's hand in Computer Bridge

[†] Takayuki Higano, Tomohito Otawa, Takao Uehara, Tokyo University of Technology

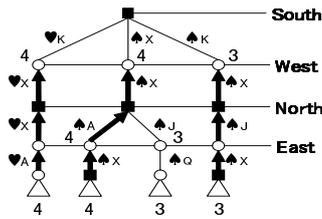


図 4 World1 のゲーム木

実な手でゲームを進めることで相手の情報を得るプレイをすることを目的としている．そのため問題先送り探索法はディクレアラ側でリード権があるときのみ使用する．図 5 に図 3 の仮説を使用して問題先送り探索法で構築したゲーム木を示す．

各ノードではその局面の候補を全仮説で割り出しマージした候補郡を枝とする．例えば (a) のノードでは South が ♠X を出した場合の West の候補を 2 つの仮説について割り出した結果，World1 では ♠X，World2 では ♠Q と ♠X が候補にあがった．よってマージした結果，♠Q と ♠X が (a) の枝として発生した．(b) のノードからは ♡A と ♡X の枝が伸びるがどちらも結果は変わらないため図 5 では省略し，World2 から発生する枝のみ表記している．カードがわからない East についても同様に枝を発生させ 1 トリック分のゲーム木を構成する．このゲーム木を MinMax 探索することで最善手を求める．

葉の評価値はルートから葉までの経過に矛盾しない仮説について，完全情報ゲームとして MinMax 探索して求めた評価値の平均値とする．例えばルートから (c) のノードまでの経過に矛盾しないのは World2 のみで，World1 では East が ♡A を持っていないため矛盾する．World2 に (c) までの経過を適用して MinMax 探索すると 4 トリック取れることがわかり，(c) のノードの評価値は 4 と求まる．(d) のノードではルートから (d) までの経過に World1，World2 とともに矛盾しない．(d) までの経過を適用して MinMax 探索すると World1 では 4 トリック，World2 は 3 トリック取れることがわかる．(d) のノードの評価値は 2 つの仮説での評価値の平均値の 3.5 となる．

問題先送り探索法で ♡K が最善手になり，♠カードの評価値は 3.5 となる．♠は 2-way フィネスの状況 (トリックを取れる確率は 50%) なので正しくリスクを認識できることがわかる．問題先送り探索法では 2-way フィネスを回避してゲームを進めることで，相手の情報を得てから不確実な問題に取り組むプレイができる．

ただし場所が特定されていないカードは相手側のどちらもが持っていると考えため，モンテカルロ法に基づく探索法に比べディフェンス側のノードでの枝が増えて計算量が膨大になってしまう．

5 並列処理の適用

問題先送り探索法は計算量が大きいため並列処理を実装する [2]．プログラム全体のフローチャートを図 6 に示す．

マスタは探索の開始に仮説生成プロセスが生成した複数の仮説を受け取り，スレイブに送信する．次に問題先送り探索法でゲーム木探索をおこない，1 トリックの深さに達したならタスクを作成しスレイブに送信する．タスクはその局面までの経過とその経過に矛盾しない仮説

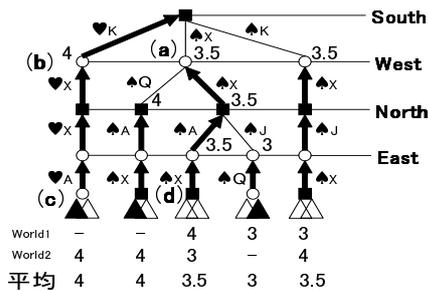


図 5 問題先送り探索のゲーム木

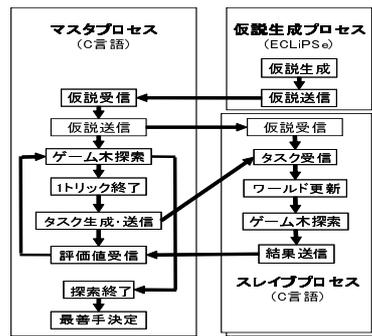


図 6 フローチャート

の番号で構成される．スレイブはタスクを受け取ったらマスタがタスクを作成した局面まで仮説の情報を更新する．更新した仮説を完全情報ゲームとして評価値を計算し，求めた評価値をマスタに送信する．マスタはすべての評価値を受け取り平均値を計算し，そのノードの評価値を決定する．決定した評価値をもとにマスタはゲーム木を MinMax 探索し，最善手を決定する．

6 実験

問題先送り探索法を実装し 2-way フィネスの 20 の例題について，モンテカルロ法に基づく探索法を使用する場合とプレイ経過を比較した．結果は 20 のうち 13 の例題について，モンテカルロ法に基づく探索法よりも 2-way フィネスになっているスートを出すことを先送りできた．

7 おわりに

不確実な問題を先送りして相手の情報を得る問題先送り探索法を紹介した．問題先送り探索法は計算量が膨大なため並列処理を実装したが，モンテカルロ法に基づく探索法に比べまだ探索に時間がかかってしまう．これはスケジューリング範囲が 1 トリック終了時に作成されるタスクのみで，並列処理の効果が上がりにくいためである．今後はタスクのスケジューリング範囲を広げることで並列処理の効果を上げ，妥当な時間で探索を終了することを目指す．

参考文献

- [1] 水谷 啓三: 「コントラクトブリッジ入門」, 株式会社 プラザ出版, 1984.4.1
- [2] 小田和友仁, 上原貴夫: コンピュータブリッジの並列処理, 情報処理学会論文誌 Vol.47 No.5 (2006)