

6L-6

ダブルダミー問題の縦型探索による効率的なプログラムの開発

山村 紘史 石原 孝一郎 原田 紀夫 近藤 秀文

拓殖大学 大学院 工学研究科

1. はじめに

コントラクトブリッジ(トランプゲーム)[1]のダブルダミー問題[2]の解答を、縦型探索で効率的に求めるプログラムを開発した。

ここで解答とは、ディフェンス側(East-West側)にどのカードをプレイされてもディクレアラ側(South-North側)が勝つことのできる次の1手とその後のプレイの一例のことである。正しい解答を得るために全てのカードのプレイを試す必要があり、最終手までの縦型探索を行う。アルゴリズムは1つの解答が得られたところで探索を終了する。

最終手までの縦型探索の探索時間は膨大でそれを短縮するため、探索枝記録再利用法の開発や候補手の絞込みなどの探索の効率化を行った。その方法とその効果について報告する。

2. ダブルダミープログラムの機能

コントラクトブリッジのルールとダブルダミー問題の仕様に従い、本研究では以下のような機能を作成した。

● 問題データの読み込み

問題における、各プレイヤーの手札、枚数、必要トリック、トランプ、および打ち出し手の情報をテキスト形式のデータファイルとして保存し、そのファイルを読み込むことで各データを取得している。

● 解答探索

読み込まれたデータをもとに、条件に合う手順を探索していく。探索によって求められる解答はディフェンダが最善を尽くしてもディクレアラ側が勝つことのできる次の1手とその後のプレイの一例である。これにより複数の解答がある場合でも、その中の1つを見つけたところで探索を打ち切っている。探索の方法は3章で説明する。

● 解答表示

探索した解答をもとに探索結果ダイアログを表示する。ここで表示するのはゲーム終了までのカードの出し方である。

3. 探索アルゴリズム

本研究では、ダブルダミー問題で必ず正しい解答を得るためのプログラムを開発した。ここでの正しい解答とは、ディフェンダが最善の手を出してきても勝てるディクレアラ側の次の1手とその後のプレイの一例のことである。探索は再帰メソッドで行っており、探索アルゴリズムの流れは以下の通りである。

- (1) そのラウンドのリーダーが候補手を作成し、その中のカードをプレイ
- (2) その他のプレイヤーがリーダーのプレイしたカードに対して候補手を作成し、その中のカードをプレイ
- (3) プレイされたカードから勝ったカードを判定
- (4) 勝ったのがディフェンス側だった場合、この先コントラクトの達成が可能かどうかをこの時点で判断し、まだ可能ならば(5)へ進み、もう不可能ならば(7)へ移動する
- (5) 最終ラウンドならばコントラクトが達成できたかを判定し、
 - (a) できていれば各ラウンドにディフェンス側の候補手があるか判定
 - ()あれば前のラウンドの(7)に移動
 - ()なければそれまでのカードのプレイを解答とする
 - (b) できていなければ前のラウンドの(7)に移動
- (6) 最終ラウンドでなければ次のラウンドの(1)に移動
- (7) プレイするカードを変更

前の探索枝がコントラクトを達成していた場合はディフェンダ側について、それ以外の場合はディクレアラ側についてプレイする順番が後のプレイヤーがプレイするカードを入れ替える。

順番が後のプレイヤーの候補手がない場合はもう1人のプレイヤーの候補手を入れ替える。

Development of Efficient Depth First Search Program for Double dummy questions of Contract Bridge card game
 koji Yamamura, Koichiro Ishihara, Norio Harada, Hidefumi Kondo
 Graduate school of Engineering, Takushoku University

もう1人のプレイヤーも候補手がない場合は前のラウンドの(7)へ移動

プレイするカードを入れ替えたプレイヤーのあとの全てのプレイヤーは候補手をすでにプレイしたカードを候補手に戻す。

リーダーのプレイするカードを入れ替えた場合は、あとにプレイする全てのプレイヤーの候補手を作り直す。

4. 探索時間の短縮

3. で述べた探索アルゴリズムで正しい解答を得ることはできるが、探索に膨大な時間がかかってしまう。これを克服するためいくつかの探索時間の短縮法を開発した。

4.1 候補手の絞込み

1人のプレイヤーのハンドに強さが変わらないカードが複数ある場合、それらから下の探索枝はそれらのカードが入れ替わるだけでまったく同じ探索をしてしまう。そこで強さの変わらないカードを全て候補手とはせずその中の1枚のみを探索することにした。強さの変わらないカードとは以下のようなものである。

● 連続したカード

例えば、ハンドにスペードの4と5と6があった場合はどういう順序でカードをプレイしても同じなので、1つのラウンドでは4のみを探索する。何枚連続していても同様の処理をする。

● ほかのプレイヤーのハンドのカードが間に入らない場合

例えば、ハンドにスペードの4と6がある場合、ほかのプレイヤーがスペードの5を持っていない限り4と6は同じ強さのカードとみなし、1つのラウンドでは4のみを探索する。

4.2 探索枝記録再利用

探索を行う際、いくつかのデータがまったく同じならば探索結果も同じものになる。そこで探索木のある深さから下の探索枝の探索結果を記録しておき、その後まったく同じデータになったら探索せずに記録した探索結果を読み込むことによって、探索時間を短縮する方法を開発した。この探索枝記録再利用は、Pattern クラスの探索アルゴリズムの中で実行している。

登録と読み込みに使用するデータは下記のものである。

- 登録する探索枝のこの先の勝ち数
- 各プレイヤーがどのようにプレイすればコントラクトを達成できるかを表すプレイの順序

- 登録するラウンドの各プレイヤーのハンド
- 登録するラウンドのリーダー
- 登録するラウンドまでの獲得トリック数

探索枝記録再利用は効果を考え多重に使用できるようにした。適用数を考慮し2ラウンドから下、複雑ではない探索を記録しても効果が薄いため3ラウンドから上で使用することとした。

5. 探索結果

探索は[4]から抜粋した問題を使用した。ほとんどの問題を探索できたが13枚問題ではまだ膨大な時間がかかってしまうものが多くあった。探索は celeron 2 GHz の CPU を搭載したパソコンで行った。

探索結果を表1に記す。

表1 探索時間

問題	枚数	*注1	*注2
DR1_0119_13	1 3	222	115
DR2_0006_13	1 3	189	38
DR4_0001_13	1 3	154	124
DR5_0008_13	1 3	未探索	57,187
DR7_0120_13	1 3	51,880	23,850

*注1: 探索枝記録再利用を使用しない場合の探索時間

*注2: 探索枝記録再利用を使用したい場合の探索時間

6. まとめ

本研究で開発したダブルダミープログラムは以下の通りである。

- 最終手までの縦型探索を行うことにより正確な解答を探索している
- 探索する解答はディクレアラ側の次の1手である
- 探索する解答数は1つである
- 探索枝記録再利用などいくつかの探索時間の短縮法を開発した
- 解答を得るまでに10時間以上を要するものもあり、さらに探索時間の短縮が必要である
- プログラムはJavaで作成した

参考文献

- [1] Charles.H.Goren : GOREN'S BRIDGE COMPLETE, DOUBLEDAY AND COMPANY(1973)
- [2] George Coffi : ENDPLAYS IN BRIDGE
- [3] Hugh Darwen : Double Dummy Corner, <<http://www.doubledummy.net/>>