

コンピュータブリッジのビッドにおける競合

Competitive Bidding for Computer Bridge

安藤 剛寿
Takahisa Ando

小林 紀之
Noriyuki Kobayashi
東京工科大学

上原 貴夫
Takao Uehara

Tokyo University of Technology

Abstract

This paper proposes an agent oriented model for competitive bidding of a computer bridge. Since bridge auction is a task of imperfect information, each agent has hypothetical reasoning ability and generates hypothetical image of other players' hands by abduction from observation of the bidding sequence. Each agent chooses the next bid according to the criteria: Cooperate with partner to get maximum profit and compete against opponents to minimize the loss. The experimental result shows that our program based on this model can make flexible responses to the wide range of other players' bids and reaches the reasonable contract which maximizes the profit (or minimizes the loss). The importance of preemptive bids to disturb communication of opponents is examined as well as the importance of partnership bidding.

不完全情報ゲームであるコントラクトブリッジにおけるオークションを、仮説推論機構をもつエージェントの相互作用としてモデル化した。筆者らは、先にパートナーシップビディングにおける味方との協調について、2つのエージェントの相互作用としてモデル化した結果を報告した [1]。そこでの各エージェントの行動基準は「味方と協調して利益を最大にすること」であった。各エージェントはお互いのビッドを観察し、パートナーのハンドに関してビッド経過を説明できる仮説を立て、得点が最大となるコントラクトを推論した上で次のビッドを決定した。パートナーシップビディングとは、敵がオークションに（パス以外のビッドで）参加することがない場合の味方どうしのビッドと定義されているので、敵の存在は配慮しなかった。

本論文では、コンペティティブビディングとよばれる敵との競合がある場合について、4つのエージェントの相互作用としてモデル化した結果を報告する。各エージェントは、文献[2][3]で提案し制約論理プログラムで実現した仮説推論機能をもつ。各エージェントのビディングシステムに関する専門知識としては、オーバーコール、プリエンティブビッド、ダブルなど競り合うためのビッドの約束を追加した。また、ブリッジプレーヤーの常識となっている一般的な知識としては、以前からあったオフENSE側での取れる数の見積

法の他に、ディフェンス側で取れる数を見積もる方法を追加した。そして、各エージェントの行動基準を「味方と協調して利益を最大にし、敵と競合して損失を最小にすること」と設定し直した。具体的には、味方は [M, S], 敵は [N, T] を達成することが可能と推論した場合のビッドのしかたを以下のようにした。ここで M, N はレベル, S, T はトランプの種類を表し, [M, S] > [N, T] は、ビッド [M, S] がビッド [N, T] より上位であることを示す。また、コントラクトが [M, S] で、プレーの結果 [R, S] ができたときのスコアを $s([M, S], R)$ で表す ($M < R$ ならば +, $M > R$ ならば - とする)。さらに、* はコントラクトがダブルをされたことを示す。

[場合 1] [M, S] > [N, T] >= [N 1, T] の場合

$s([X, S], M) = s([M, S], M)$ かつ $[X, S] > [N, T]$ である [X, S] をビッドする。

[場合 2] [M, S] > [N 1, T] > [N, T] の場合

(1) $s([M, S], M) < -s([N 1, T], N)$ ならば、ダブルをかける。

(2) $s([M, S], M) >= -s([N 1, T], N)$ ならば、 $s([X, S], M) = s([M, S], M)$ かつ $[X, S] > [N 1, T]$ である [X, S] をビッドする。

[場合 3] [N 1, T] > [M, S] > [N, T] の場合

ならばダブルをかける。

[場合 4] [M, S] < [N, T] の場合

$[Y, S] > [N, T]$ かつ $s([Y, S], M) > -s([N, T], N)$ のときは、[Y, S] をビッドする。

例えば、つぎのようなハンドとビッド経過が与えられたとする。

エージェントの持っているハンド		ビッド経過 2S→Pass→?
Spade	K8752	
Heart	75	
Diamond	8	
Club	J9843	

パートナーの 2S は、プリエンプティブビッドの一種 (ウィーク 2) であり、競合する敵同士が情報を交換する事を妨害する目的をもつ。このビッドから推論されるパートナーのハンドのイメージは、つぎのようになる。

パートナーのハンドのイメージ		絵札点 (合計)	6 ~ 10 点
Spade	6 枚以上 かつ 3 点以上	LTC	7 ~ 8 ルーザー
Heart	3 枚以下		

また、エージェントは“スート毎のカードの枚数は4人合計して13枚”や、“絵札点は4人合計で40点”など、カードに関する基本的な知識を持っている。そこで、パートナーのハンドの推論を行なった後、計算によって敵のハンドのイメージを得る。例えば、絵札点に関して考えてみると、自分が4点持っており、パートナーが6~10点持っていると思われるので、 $40 - (10 \sim 6 + 4) = 26 \sim 30$ から、敵2人合わせて26~30点持っていると推論される。以上により、敵2人合わせたハンドのイメージは、つぎようになる。

以上の推論結果と自分のハンドを照らし合わせることによりエージェントは、味方は[M, S]=[2, Spade], 敵は [N, T]=[4, Heart]を達成可能なコントラクトと推論して、前述の計算を行なう。この問題について、パートナーシップビディングのエージェントは、Passをビッドしたが、コンペティティブビディングを行なうエージェントは、より損失の少ない[4, Spade]をビッドした。

敵2人のハンドのイメージ	
絵札点 (合計)	26~30点
Spade	2枚以下
Heart	8枚以上

実験結果

実験1
 実験ハンド S K8752 EW: Vul
 H 75
 D 8
 C J9843
 S 94
 H J10982
 D J93
 C Q76
 S A Q J 10 6 3
 H 3
 D Q 7 6 2
 C 10 5

先にあげた例を参考にして、Southには2スードとオープンするのに適したハンド、Northは例にあげたハンドを持たせることを条件にランダムにカードを配り実験した。なるべく客観的な評価ができるように市販のコンピュータブリッジを対戦相手として選んだ。North, Southを我々のプログラム、East, Westを市販のコンピュータブリッジに担当させ、オークションを行なった。

オークション結果1

South	West	North	East
2Spade	Pass	4Spade	Double
Pass	Pass	Pass	

コントラクトは、我々のプログラムの4S Double となった。実際にプレーをすれば、1Downすると思われるので、我々のプログラムにとって200点の損失である。仮に、Northが4Spadeとサクリファイスビッドせず、Passしたとすると次のようになる。

オークション結果2

South	West	North	East
2Spade	Pass	Pass	4Heart
Pass	Pass	Pass	

コントラクトは 4Heart となった。East と West はこのハンドで、6Heart を達成できると思われるので、North, South にとって 680 点の損失である。したがって、我々のプログラムの 4Spade というビッドによって、480 点分得したことになり、エージェントの判断がこの例では正しかったといえる。

さらに North, South を市販のコンピュータブリッジに、我々のプログラムを East, West に担当させ、実験 1 と席を入れ替えてオークションを行なった。結果は次のようになり、我々のプログラムが 200 点勝った。

West	North	East	South
2S	Pass	4S	5H
Pass	Pass	5S	Double
Pass	Pass	Pass	

まとめ

不完全情報ゲームであるコントラクトブリッジにおけるオークションを、仮説推論機構をもつ 4 つのエージェントの相互作用として実現した。先に提案したパートナーシップビディングのエージェントを拡張して、各エージェントの行動基準を「味方と協調して利益を最大にし、敵と競合して損失を最小にすること」と設定し直した。

エージェントは仮説推論によりビッド経過から敵味方のハンドを推論し、得点最大（失点最小）のコントラクトを目指しビッドをする。敵のハンドの推論に最も役立つ知識は、各スートの枚数は合計 13 枚、絵札点の総計は 40 点という周知の事実であった。これを基本にして推論した敵味方のハンドと上記の行動基準により、エキスパートが行うサクリファイビッドが行えることを実験により確認した。実験では、現在トップレベルのコンピュータブリッジと比較しても遜色がなかった。

参考文献

- [1] 安藤 剛寿, 関谷 好之, 上原 貴夫: コンピュータブリッジのビッドにおけるパートナーシップ, Proceedings of 4th Game Programming Workshop, 箱根, pp.187-194 (1997)
- [2] 上原 貴夫: コンピュータブリッジにおけるアダクシオンの応用, 電子情報通信学会論文誌 D-II, J77-D-II, [11] pp.2255-2264 (1995)
- [3] 安藤 剛寿, 関谷 好之, 上原 貴夫: コンピュータブリッジのビッドにおけるパートナーシップ, 電子情報通信学会論文誌 D-II, J77-D-II, [11] pp.2255-2264 (1995)