

## 合議アルゴリズムにおける適切なプレーヤ重み変更方法の検討

## An Examination of Player's Ballot-weight Changing Method in Consultation Algorithm

當間 啓介<sup>†</sup> 遠藤 聡志<sup>‡</sup> 當間 愛晃<sup>‡</sup> 赤嶺 有平<sup>‡</sup> 山田 孝治<sup>‡</sup>  
 Keisuke TOUMA Satoshi ENDO Naruaki TOMA Yuhei AKAMINE Koji YAMADA

## 1 はじめに

コンピュータ将棋においてあから 2010 等の合議アルゴリズムの有効性が示されている [1]。合議アルゴリズムでは、複数の参加プレーヤが投票を行い、より良い手を決定する。本研究では、合議の際に意見が優先的に採用されるリーダーの存在について注目する。リーダーの決定には、参加プレーヤに適切な評価を与える必要があるが、本稿では、リーダーを決定するためのプレーヤ評価方法として意見の採用実績、盤面評価値を利用する。その評価に基づいてプレーヤ票の重み付けを行い、各プレーヤの優先度を決定する。また、計算機実験を行い、プレーヤ重みの推移が、合議アルゴリズムの勝率にどのような影響を与えるのかを考察する。

## 2 提案手法

先行研究での合議 [2] では、どのプレーヤを優先させるかといったことが考慮されていなかった。また、序盤と終盤では戦法が異なってくるように、局面ごとに盤面評価の方法を変える必要がある。このことを踏まえ、試合展開に対応して最も優れたプレーヤをリーダーとする合議を提案する。この方法では、まず、どのようにプレーヤを評価するかを考える必要がある。プレーヤの評価基準には様々なものがあると考えられるが、本研究では、意見の採用実績と、プレーヤの返す局面評価値に着目する。

## 2.1 意見の採用実績に基づくプレーヤ評価法

意見の採用実績に基づくプレーヤ票重み付けのアルゴリズムを表 1 に示す。

```

foreach(採用手への投票)
  プレーヤ. 採用回数 ++
  投票数 ++
end foreach

採用回数の降順にプレーヤをソート

for(i=0;i < 投票数;i++)
  プレーヤ [i]. 票 ++
end for

```

表 1: 採用実績に基づく重み付けアルゴリズム

まず、採用手へ投票された票に注目する。採用された手に投票したプレーヤがいれば、そのプレーヤの採用回数をひとつ増やす。採用されなかった手に投票したプレーヤの採用回数は増やさない。また、採用手への投票数も保持しておき、票の重み付けを行うプレーヤ数を決定するのに使用する。

5 つのプレーヤで合議を行う場合を例として説明する。例えば、採用手への投票数が 5 で満場一致の場合、すべてのプレーヤの票に重みが加算される。そして、投票数が 4 の

ときは、採用回数が上位 4 つのプレーヤにのみ重みが加算される。このように投票数が総プレーヤ数を下回る場合、採用実績の上位何件までに重みをつけるかということ、投票数に応じて決定する。

## 2.2 局面評価値に基づくプレーヤ評価法

表 2 に、局面評価値に基づくプレーヤ票重み付けのアルゴリズムを示す。

```

foreach(すべての投票)
  if(自分が先手)
    プレーヤ. 合計評価値 += 票. 評価値
  elseif(自分が後手)
    プレーヤ. 合計評価値 -= 票. 評価値
  end if
end foreach

合計評価値の降順にプレーヤをソート

if(評価関数を使った探索が行われている)
  プレーヤ [0]. 票 ++
end if

```

表 2: 局面評価値に基づく重み付けアルゴリズム

局面評価値は、先手が後手かで符号が正になるか負になるかが決まる。したがって、後手の場合は、合計評価値の符号を反転させて保存しておく必要がある。

また、序盤の評価関数を使用しない場面 (将棋プログラム Bonanza が序盤定跡データを使って手を決定している場合) では、プレーヤが局面評価値を返さないの、その段階ではプレーヤ票の重み付けは行わない。プレーヤが評価関数を使用して探索を始めた時点で、プレーヤ票の重み付けが開始される。この際、重み付けが行われるのは、局面評価値の合計がもっとも高いプレーヤとなる。

## 3 実験

## 3.1 実験方法

実験は、合議プログラムと元プログラム (Bonanza 単体) を 1000 回連続で対局させて行った。実験には、ブレードサーバー上の仮想マシン 10 台を使用した。

将棋プログラム同士の対局には、shogi-server [4] というネット対局用サーバーを使用した。この shogi-server を介して、単体 Bonanza と合議プログラムとの対局を行った。将棋プログラムは、Bonanza 6.0 (2012 年 2 月時点最新版) [3] を使用した。対局に使用したのは、合議側が 7 台、合議を行わない単体が 1 台となる。また、すべての Bonanza に、探索するノード数を 10 万とする制限を加えた。これは、よりフェアな条件で対局を行うための制限である。合議サーバには、乱数を加えた Bonanza を 7 台接続した。これらの Bonanza に与えられ

<sup>†</sup> 琉球大学大学院理工学研究科

<sup>‡</sup> 琉球大学情報工学科

る乱数の標準偏差は 15 とした。また、それぞれに与える乱数シード値は異なる。

上記のプログラムすべてを、仮想マシン上で動作させて実験を行い、対局ログから勝率を算出し、評価した。

### 3.2 提案手法の評価

まず、単純多数決合議 (先行研究の合議法) と単体 Bonanza の対局実験結果を表 3 の最上段に示す。勝率は、勝数 ÷ (勝数 + 敗数) というように計算している。なお、ここに示す数値はすべて合議側についてのものである。また、表 3 には、採用実績に基づくプレーヤ票の重み付けを行った合議 (以下、採用実績合議と呼ぶ) と、局面評価値に基づくプレーヤ票の重み付けを行った合議 (以下、局面評価値合議と呼ぶ) の対局実験結果も示す。

単純多数決合議の結果を基準にして、提案手法の効果を評価する。

合議方式	勝数	敗数	引き分け数	勝率
単純多数決	555	436	9	56.0%
採用実績	571	420	9	57.62%
局面評価値	548	439	13	55.52%

表 3: 対局実験の結果

二項分布を用いた仮説検定によると、1000 局中、有意に強いといえる勝数は、有意水準 5% で 527 勝、1% で 537 勝以上である。表 3 より、提案手法の勝数はどちらも 537 勝を超えている。提案手法は、合議アルゴリズムの持つ有効性を十分保持している。

また、単純多数決合議 と 採用実績合議の結果 を比較すると、採用実績合議の勝数、勝率が、単純多数決合議のものよりも若干上昇しているのがわかる。つまり、対局中にプレーヤの票重みを変化させることで、単純多数決よりも勝率が上がる可能性があるといえる。

そこで、単純多数決合議と提案手法での合議を 1000 回連続対局させる実験を行った。それぞれの合議に参加するプレーヤは 7 台、乱数等の条件は 3.1 項に示した通りである。その実験での提案手法側の結果を表 4 に示す。

合議方式	勝数	敗数	引き分け数	勝率
採用実績	521	469	10	52.62%
局面評価値	475	508	17	48.32%

表 4: 単純多数決に対する勝率

表 4 より、局面評価値合議は負け越していることがわかる。また、採用実績合議についても、単純多数決合議に対して強いといえる、有意な勝数は得られていない。しかし、有意水準にはわずかに届かないが、勝ち越すことは出来ている。このことは、適切な評価に基づくプレーヤ票の重み付けが合議において有効に働く可能性を示唆しているといえる。

#### 3.2.1 採用実績合議での票重み推移

図 1 に、単体 Bonanza との対局中に各プレーヤの票重みが推移する様子を示す。なお、この対局では、合議側が勝利している。図中の線は、b1 が乱数シード値 10 のプレーヤ、b2 が 20、b3 が 30 ... という意味である。

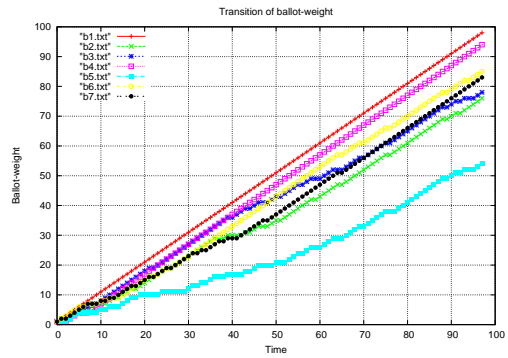


図 1: 採用実績合議での票重みの推移

投票の際、票が割れなければ、基本的に重みはどんどん加算されていくので、直線的な右肩上がりのグラフとなっている。重みの 1 番高いメインリーダーといえるプレーヤは、終局まで変化の様子がみられない。この理由は、票重みを加算するプレーヤの決定法にあると考えられる。今回の実装では、票割れが生じて採用手への投票数が減った場合、採用実績の低いプレーヤには重みの加算が行われなくなっている。つまり、採用実績が高いほど重みの加算が行われやすく、メインリーダーとなるプレーヤは変化しづらい。

しかし、重みが 2 位以下のプレーヤに関しては、順位が変動している様子が見て取れる。このあたりの重み順位変動が、提案手法合議の意思決定に影響を及ぼしているのではないかと考えられる。

図 1 の対局では、複数の最善手が出るような票割れ (3:3:1 など) が、全 113 手のうち、4 回起きている。このような意見割れが起きたとき、提案手法は最も効果を発揮すると考えられる。実際、改良前よりも勝率が若干であるが上昇したので、改良がうまく働いている可能性がある。

### 4 まとめと今後の課題

単純多数決による合議に、採用実績と局面評価値に基づくプレーヤ票の重み付けという改良を加えることで、採用実績合議では、改良前より高い勝率を得ることができた。また、改良前プログラム (単純多数決合議) に対して「統計的に有意に強いのか」という検証も行ったが、有意水準にわずかに届かないという結果となってしまった。しかし、明らかに負け越すといったことはなかったため、今後の改良次第で勝率を高められる可能性はあるといえる。今後はさらに実験を重ね、改良の有効性をさらに高めていく。

#### 参考文献

- [1] 小幡拓弥, 埴雅織, 伊藤毅志: "思考ゲームによる合議アルゴリズム ~ 単純多数決の有効性について ~", 情報処理学会研究報告, 2009-GI-22, Vol.2009, No.2, pp.1-5 (2009)
- [2] 伊藤毅志: "コンピュータ将棋における合議アルゴリズム", 人工知能学会誌, Vol.26, No.5, pp.525-530, 2011/9
- [3] "Bonanza-TheComputerShogiProgram" [http://www.geocities.jp/bonanza\\_shogi/](http://www.geocities.jp/bonanza_shogi/)
- [4] "shogi-server" <http://shogi-server.sourceforge.jp/>