

プレーヤ票重み変更による意見優先有り合議法の検討

當間 啓介[†] 遠藤 聡志[‡] 當間 愛晃[‡] 赤嶺 有平[‡] 山田 孝治[‡]

[†]琉球大学大学院 理工学研究所 [‡]琉球大学 情報工学科

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プレーヤを決定する方法を検討する。優先プレーヤの決定には、参加プレーヤに適切な評価を与える必要がある。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。計算機実験において、票重み変更合議法は単純多数決合議よりも高い勝率を得ることができた。本稿では、プレーヤ評価や重み変更の方法が、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 (採用された手に投票していた回数) と、プレーヤの返す局面評価値 (将棋プログラムが盤面に与える評価値) を使用する。

2.1 プレーヤ票の重み付け方法

プレーヤ票重み付けのアルゴリズムを表 1 に示す。この方法は、評価の低いプレーヤに重みがつきにくくする、すなわち、低成績プレーヤを排除していく手法である。

```

foreach(採用手への投票)
  プレーヤ.評価 += 現在の評価
  投票数++
end foreach

評価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: プレーヤ票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、そのプレーヤの評価を増やす (プレーヤの評価基準が、採用実績なら採用手へ投票した回数が増

算されていき、局面評価値ならその時プレーヤが返した局面評価値が加算される)。採用されなかった手に投票したプレーヤの評価は増やさない。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、プレーヤ評価の上位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、プレーヤ評価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。

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 2 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 2 には、提案手法による合議の対局実験結果も示す。プレーヤ評価基準に、採用実績と局面評価値の 2 つを使用している。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	引分け数	勝率
単純多数決	555	436	9	56.0%
提案手法 (評価:採用実績)	571	420	9	57.62%
提案手法 (評価:局面評価値)	586	404	10	59.19%

表 2: 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 2 より、提案手法の勝数はどちらも 537 勝を超

A Study for Consultation Algorithm using Variable Player's Ballot-weight : Keisuke TOUMA[†], Satoshi ENDO[‡], Naruaki TOMA[‡], Yuhei AKAMINE[‡], Koji YAMADA[‡]

[†]The Graduate School of Engineering and Science, University of the Ryukyus

[‡]The Department of Information Engineering, University of the Ryukyus

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、単純多数決合議と提案手法合議の結果を比較すると、提案手法合議の勝数、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、単純多数決よりも強くなる可能性があるといえる。

3.3 票重みの推移

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。プレーヤ評価基準は採用実績である。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。

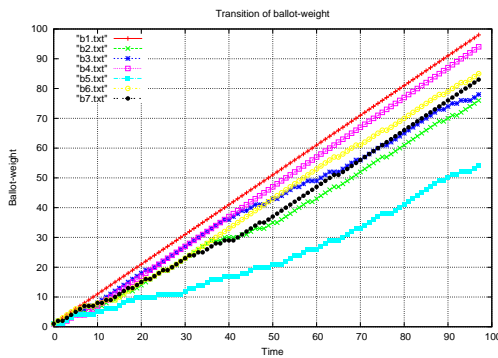


図 1: 票重みの推移

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、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、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。

3.4 記憶数の制限

提案手法では、プレーヤ評価を毎手ごとに加算していく。そのため、終盤では評価が積み重なり過ぎてしまい、特定のプレーヤにしか重み付けされないという問題がみられる。そこで、評価が積み重なり過ぎないための対策として、数手前までの記憶しか持たせないという制限を加え、実験してみる。記憶の制限は、キューを用いて実現した。毎手ごとのプレーヤ評価をキューに追加していくが、ある一定の限界を超えると、一番過去の手のプレーヤ評価は削除される。

実験は、記憶数5、10、15の3通りの場合について行った。プレーヤ評価基準は採用実績である。実験方法は、3.1項に示した通りである。表3に、対局実験の結果を示す。

記憶数	制限なし	5	10	15
勝率	57.62%	56.84%	57.36%	57.85%

表 3: 記憶数制限の対局実験結果

記憶数が増えるにつれて、若干ではあるが勝率が上昇していく様子が見て取れる。記憶数15では、制限なしのときよりも若干勝率が上回っている。今回は記憶数15までしか実験していないが、記憶数を増やしていくと勝率が向上する可能性があるといえる。

記憶数制限15のときの票重み推移図をしてみる。これを図2に示す。なお、この対局では、合議側が勝利している。

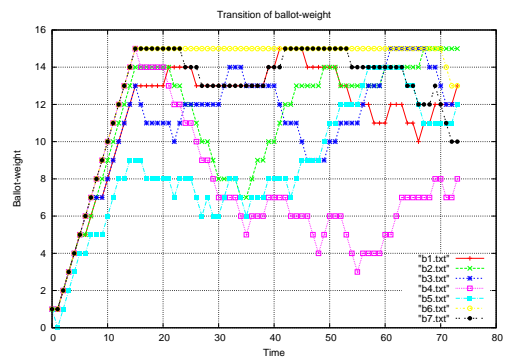


図 2: 記憶数制限15のときの票重み推移

票重みの上限も15となるので、15手目以降から記憶の制限がかかっていることが見て取れる。記憶の制限がないときの推移を示している図1と比べると、重みの順位変動がかなり頻繁に起きていることがわかる。制限なしのときには重み順位1位のプレーヤが変化しなかったが、制限を加えると、1位が数回変化している。記憶制限を与えることで、評価の積み重なり過ぎによる重み順位変動の硬直は回避できているといえる。

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、改良前より高い勝率を得ることができた。

また、記憶制限を加え、重み順位変動の硬直を回避することを試みたが、有効性を明確に確かめることはできなかった。記憶数をさらに大きくとった場合についても実験を行い、記憶制限が合議に与える影響を明確にしていく必要がある。

今後は、異なる重み付け法やプレーヤ評価基準についても実験を重ね、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/
- [4] "shogi-server" <http://shogi-server.sourceforge.jp/>