

# 思考アルゴリズムにおける最適合議システム

埴 雅織, 伊藤 毅志  
電気通信大学情報工学科

## 概要

思考ゲームにおけるプレイヤーの強さを上昇させる方法として、「3-Hirn System」がある。本研究ではこのシステムの自動化という観念の元、一定のアルゴリズムによって複数の意見の中から自動的に意見を選ぶ合議の手法を提案し、5五将棋を題材にその効果を検証した。その結果、単純多数決による合議を行うことで勝率が上昇する効果が示唆された。

## The Council System on Playing Game

Masaori Hanawa, Takeshi Ito  
Department of Computer Science, University of Electro-Communications

## Abstract

To make strength on playing games improve, there is the system called "3-Hirn System". In order to make this system completely automatic, we proposed The Council System that choose one among a lot of opinions by certain algorithm, and we have examined it in 5×5 Shogi. Consequently, it was shown that applying The Council System that choose decision simply under majority rule improve its strength.

## 1. はじめに

本研究において、「合議」とは複数の意見の中から最も良い意見を選ぶことと定義し、合議を行うシステムを「合議システム」と呼ぶこととした。このシステムでは、「三人寄れば文殊の知恵」という諺のように、単体の意見よりも複数の中の優れた意見を集約したほうが、より良いパフォーマンスが得られる可能性を期待している。

## 2. 先行研究

思考ゲームにおいて複数の意見を組み合わせる先行研究として、「3-Hirn System」という研究がある。「3-Hirn System」とは、二つのアドバイザーと一人の人間から構成され、アドバイザーが出した意見の内どちらかを人間に選ばせるというシステムである。このシステムはチェスにおいて、Ingo Althofer氏によって提案された手法である。80年代から盛んに実験が行われ、チェスプログラムが提示した二つの候補手から人間に手を選ばせるだけで、Elo ratingが200±50上昇することが確認されている。また、将棋の分野でもFazrinaらにより研究[1]が行われており、候補手を選択する人間が対局相手よりも強いとき、アドバイザー(人間)よりも強い相手に勝つことが出来た、という結果が示されている(アドバイザー単体では、対局相手に勝つことは難しい)。つまり、複数の候補手の中から上手く手を選ぶことが出来れば、単体より強さが上がる可能性があることが確認された。しかし、これらの研究では、最終的に決定するのが人間

であるため、全てをコンピュータのみで行うことが出来ない。

そこで、本研究では、間に人間を介さないで自動的に候補手を選ぶシステムについて考察していく。ここでは、そのアルゴリズムとして最も簡単な「単純多数決」について実験を行った。

## 3. 単純多数決

本研究で行った単純多数決とは、以下のアルゴリズムのことである。

：全ての意見(候補手)の中で最も多かった意見を選ぶ

：多数決で決定しない時、同点の意見の中から予め決めたリーダーの意見を選ぶ

実験には4つのプログラムを使用したため、こののルールのみで候補手を一意に決めることが出来た。

本研究では、この単純多数決の題材として5五将棋を扱った。

## 4. 5五将棋

5五将棋とは、5×5の盤を使った将棋のゲームで、初期盤面は以下の図1の様になる。

駒が成れるのが相手の近傍一列のみ、千日手の場合は先手が勝ち、という点で本将棋と異なるが、基本的に本将棋の性質を引き継いだ小路盤の将棋

で、本将棋に通じる部分が多い。



図1. 初期盤面

## 5. 通信プロトコル

実験では、まず、複数の将棋プログラムを使用して局面を評価させ、それぞれのプログラムが選択した手を単純多数決によりひとつの手を選び、対戦相手のプログラムと対戦を行う。この対局をたくさん行い、その対戦結果の勝率から効果を確認する、という方法で行った。そのため、複数のプログラムと合議システムが情報の受け渡しを行う必要があった。

そこで、「CSA サーバプロトコル ver.1.1.2」[2]を参考にして、合議用の通信プロトコルを作成し、合議が行えるシステムも構築した。実験での接続を図示したものを、図2に示す。

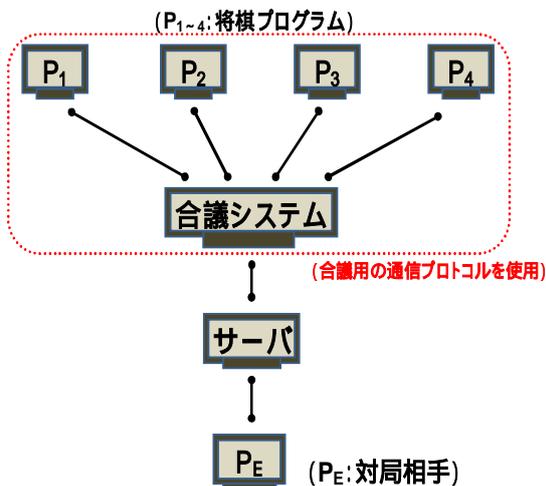


図2. 接続形態

作成した通信プロトコルは、以下の流れで行うものとした。

...将棋プログラムからログインを行うことで、将棋プログラムと合議システムとの接続の確立を行う。

...合議システムは、適宜将棋プログラムに対して局面情報を送る。局面情報は、BEGIN Position と END Position の間に、現在の局面、先手後手の持ち駒、手番、定跡の使用、制限時間(単位はミリ秒)

を順番に記述して表す。

...将棋プログラムは局面情報が与えられた時、その局面における候補手・評価値を次の形で送る。

候補手, 評価値[\$コメント] ([ ]内は省略可能)

候補手は、先後("+", または"-")の後、移動前、移動後の位置、移動後の駒名、で表し、評価値は単に数値で表す。

この形式で最善手から順に5手分の情報の受け渡しを行う。

...実験終了時、合議システムがLOGOUTというメッセージを送り、接続を切断する。

## 6. 使用プログラム

実験で使用した複数の将棋プログラムは、同研究室小幡が作成した将棋プログラム「千分ノ壱里眼」の設定を変えることで4つ用意した。「千分ノ壱里眼」は08年度に開催された「第二回 UEC 杯 5 五将棋大会」の COM 部門で3位という成績を収めている。設定として変更した点は、静止探索の有無と、駒の価値で、それぞれの内容は以下の通りである。

静止探索: 「千分ノ壱里眼」で使用した静止探索は捕獲探索と呼ばれる手法で、駒の取り合いを考慮した局面評価を行う

駒の価値は、以下の2種類の駒の価値を使用した。それぞれの数値は、下の表1に記載

表1. 駒の価値

	独自駒価値	K55駒価値
歩	40	40
銀	115	320
金	130	360
角	137	520
飛	155	640
と	95	320
全	122	360
馬	180	800
龍	190	960
持歩	25	48
持銀	90	440
持金	127	480
持角	110	640
持飛	117	840

独自駒価値:「千分ノ壱里眼」の作者、小幡が主観的に設定した駒の価値。これを本研究では独自駒価値と呼ぶ

K55 駒価値:K55 とは将棋プログラマー柿木義一氏が作成した将棋プログラムである。本研究では、柿木義一氏の HP[3]上で公開されている K55 の、駒の価値(ただし、歩を基準に独自駒価値に合わせてある)だけを使い、これを K55 駒価値と呼ぶ

この4つのプログラムを事前に対局させ、強さの目安を計測した。結果は、以下の表2の通りである。

表2. 事前対局勝敗表

	静止 独自	静止 K55	独自	K55	勝率
静止 独自	50勝 50敗	71勝 29敗	59勝 41敗	75勝 25敗	0.683 (0.638)
静止 K55	29勝 71敗	50勝 50敗	29勝 71敗	65勝 35敗	0.410 (0.433)
独自	41勝 59敗	71勝 29敗	50勝 50敗	65勝 35敗	0.590 (0.568)
K55	25勝 75敗	35勝 65敗	35勝 65敗	50勝 50敗	0.316 (0.363)

青文字は自己対局を 50勝 50敗としたときの勝率  
赤文字は負け越したことを表す

## 7. 実験結果

単純多数決のアルゴリズムを使用した合議と、それぞれのプログラム単体とを、先後 50 局、計 100 局ずつ対局させた。結果は以下の表3の通りである。

この合議の対局結果と、事前対局の結果である表2とを比較した結果、主に以下のことが分かった。

- ・ 単純多数決の合議を行ったものの勝率と、事前対局の勝率(自己対局を 50勝 50敗と仮定した時のもの)とを比較すると、どのプログラムをリーダーにしても、単純多数決の合議を行うことで勝率が高くなる
- ・ 表2の、リーダーと同じプログラムとの対局結果に注目すると、合議を行った方が勝ち越している

表3. 合議実験勝敗表(左側はリーダーの名前)

	対 静止 独自	対 静止K 55	対 独自	対 K55	勝率
静止 独自	61勝 39敗	71勝 29敗	58勝 42敗	79勝 21敗	0.673
静止 K55	45勝 55敗	70勝 30敗	60勝 40敗	61勝 39敗	0.590
独自	58勝 42敗	78勝 22敗	52勝 48敗	69勝 31敗	0.643
K55	46勝 54敗	68勝 32敗	49勝 51敗	63勝 37敗	0.565

この結果より、単純多数決による合議を行うことで効果が得られることが示唆された。ここで、この効果の一因として、リーダーが決まっていることで思考の一貫性が保たれたためと考えることが出来る。

そこで追加実験として、思考の一貫性が保てないときに単純多数決のアルゴリズムにどの程度影響するかを確認した。実験内容は、意見が同点の時にその中からランダムで手を選ぶというアルゴリズムで合議の対局実験を行う、というものである。結果は以下の表4の通りである。

表4. 追加実験勝敗表

	静止 独自	静止 K55	独自	K55	勝率
勝 敗	49勝 51敗	77勝 23敗	56勝 44敗	79勝 21敗	0.653

この表から、単純多数決の合議の結果と比べても勝率が十分に高いことが確認できる。つまり、思考の一貫性が保たなくても単純多数決の効果が得られることが示唆された。

それでは、どのような要素が単純多数決による合議に影響を与えているのか。ここで、それを調べるためにも、今までの合議の対局においてどのプログラムの意見がどの程度選ばれたか、また、意見がどの様に割れたかを、以下の表5に示す。

表5は、左側(青)は内訳の種類、上側(黒)はどのプログラムをリーダーにした時の合議かを表している。また、表内の数字は確率を表している。内訳とは、静止独自~K55までは、それぞれが選ばれた確率、1:1:1:1~4までが、それぞれの意見の割れた状況になった確率を表す(4は意見が全て一致した確率)

表5. 合議内訳

	静止 独自	静止 K55	独自	K55	ラン ダム
静止 独自	<b>0.816</b>	0.654	0.696	0.644	0.691
静止 K55	0.715	<b>0.870</b>	0.684	0.744	0.737
独自	0.708	0.654	<b>0.840</b>	0.681	0.721
K55	0.707	0.750	0.709	<b>0.879</b>	0.782
1:1:1:1	0.078	0.088	0.083	0.081	0.083
2:2	0.107	0.108	0.110	0.104	0.112
2:1:1	0.211	0.206	0.208	0.205	0.204
3:1	0.189	0.181	0.186	0.185	0.185
4	0.416	0.417	0.413	0.424	0.416

左側(青)は内訳を、上側(黒)はリーダーを表す

それぞれのプログラムが選ばれた確率に注目すると、選ばれる確率はそのプログラムがリーダーの時は8割、リーダーでない時は7割程度であり、リーダーであっても1割程度しか選ばれる回数が多くなることが分かる。また、1:1:1:1、2:2 に分かれた時にリーダーの意見が選ばれることになるが、この2つの確率を合わせても2割程度であることも確認できる。この2点から、単純多数決のアルゴリズムはリーダーが与える影響は、やはり極端には高くないことが確認できる。

ランダムがリーダーの時に着目すると、ランダムの勝率は合議の中では3位だったが、単体で最も勝率の高い静止独自の意見より、比較的単体で勝率の低いK55の意見の方が多く取られている。そのため、合議の強さは単純に強いプログラムの意見をより多く選び、弱いプログラムの意見をなるべく選ばないと

いうだけではないことが考えられる(他と比較すると静止独自の意見を3番目に多く取っているが、K55の意見も2番目に多いため)。

なお、意見が全て一致する確率が高いのは、候補手が一つしかない時や、明らかに自明な手しかない時などがあるためと考えられる

しかし、単純多数決による合議がどのような影響を与えるかを断定するには、この表5だけでは難しい。それは、例えば、単純多数決はアドバイザーの数を増やせば効果があるのか、それとも実力が拮抗しているから効果があるのか等、この実験だけでは分からない要因も考えられるためである。そのため今後は、どのような条件が合議に影響を与えるかを確認するために、より多くの条件で実験を行っていく必要がある。

## 8. おわりに

本実験により、単純多数決は合議のシステムとして一定の効果があることが確認された。しかし、単純多数決のアルゴリズムが、具体的に合議にどのような要因で影響を与えていたかは、解明することができていない。そのため今後、より多くの条件による実験を行ったり、より細かい分析を行ったりするなどをしていく必要がある。

また、本研究では単純多数決のアルゴリズムのみ実験を行ったが、それ以外のアルゴリズムも考察していくことが今後の課題である。

## 参考文献

- [1]: Fazrina binti said, Tsuyoshi Hashimoto, Makoto Sakuta and Hiroyuki Iida: 「3-Hirn System: The First Results in Shogi」 Game Programming Workshop in Japan2002 p57-64(2002)
- [2]: 「CSA サーバ プロトコル ver.1.1.2」  
[http://www.computer-shogi.org/protocol/tcp\\_ip\\_ser\\_ver\\_112.html](http://www.computer-shogi.org/protocol/tcp_ip_ser_ver_112.html)
- [3] HP 柿木将棋ソフト「5将棋における評価関数の自動学習」(2008)  
[http://homepage2.nifty.com/kakinoki\\_y/](http://homepage2.nifty.com/kakinoki_y/)