

Title	チームプレイにおける合意形成
Author(s)	BI, Yuanyuan
Citation	
Issue Date	2012-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/10444">http://hdl.handle.net/10119/10444</a>
Rights	
Description	Supervisor: 飯田弘之, 情報科学研究科, 修士

# チームプレイにおける合意形成

ヒツ エンエン (1010054)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2012年2月6日

**キーワード:** コンピューターチェス, 合意形成, 単純多数決, ボルダ投票.

合議アルゴリズムの原点となる、「三人寄れば文殊の知恵」を検証するようなグループによる問題解決は、古くから認知科学分野で行われてきた。一人で結論を出すよりも、多人数で意見を出し合っその意見を集約することでより良い結論を導くことができれば、まさに「文殊の知恵」となる。チェス、将棋などのボードゲームにおいて、複数のプログラムに指し手を出力させ、それらの指し手の中から実際に指す手を選択する方法を「合議アルゴリズム」と呼ぶ。チェスの分野において、Ingo は 3-Hirn システムと呼ばれる合議アルゴリズムを提案した。3-Hirn システムとは、2つのチェスプログラムと一人の人間から構成され、各プログラムが出した候補手の中から人間が指し手を選択するシステムである。彼は同程度のレーティングのチェスプログラム2つを使用し、3-Hirn システムを用いた対戦実験を繰り返した。その結果、3-Hirn システムを用いることで、単一のチェスプログラムで対戦を行う場合に比べ、レーティングにして  $200 \pm 50$  程度の棋力の向上が見られることが分かった。このことは単体のプログラムでは選ばれなかった候補手の中に良い手が含まれていることを示している。すなわち、複数のプログラムから得た候補手のうち、最善な手を選択することがレーティングの向上につながるということである。人工知能分野において、コンピュータゲームの合議アルゴリズムに関する研究は数多く行われている。投票を行う際によく使われるのは単純多数決である。これは、一般的にイエスカノーかをはっきり選択する方法である。多数決は素早く結論を出すことができるため、投票選挙においてよく使われる。しかし、この方法は間に含まれている良い意見も排除され、妥協した結論しか出せないような状況になることも少なくない。そのため、単純多数決は合法的で合理的な方法ではあるが、必ずしも最適な方法ではない。この方法では多数の人の意見が採用され、少数の人の意見は無視されるからである。では、全員の意見が尊重される方法は存在しないのか。ここである事象に対し、ステークホルダーの意見の一致を図る「合意形成」という方法がある。この方法であれば参加者が本心から納得できる結論を出せるため、多数決より合理的であり、公平性を持っている。合意形成するとき、参加者が意見の異なる部分について話し合い、その選択肢が不十分だと思った時は選択肢を少し変更することが可能となり、参加者間のトラブルも減らすことができる。投票シス

テムは分析的な合意形成の過程である。合意形成について簡単に述べてきたが、ではコンピュータチェスにおける各エンジンの価値と集団利益の関係はどうか。これについて本研究では合意形成の考えを用いて数学モデルを作成した。集団規模が大きければ大きいほど、各エンジンの「分け前の割合」は小さくなり、各エンジンの利益も小さくなるのがわかる。そのため、集団規模をどれだけの大きさにすれば最適な集団利益を得られるかは大切な問題である。近年は企業や組織の経営において経営的意思決定や計画制定のための有効な手段として、線形計画モデルや階層分析法モデルを結合したものがよく使われている。また個人レベルの意思決定問題においては、AHP(Analytic Hierarchy Process:階層分析法)が大いに役立っている。これは意思決定における問題の分析に対し、人間の主観的判断とシステムアプローチの両面からこれを決定す

る問題解決型の意思決定手法と、複雑な状況での意思決定を行うための構造化法の1つである。AHPは複雑な決定問題に取り組む集団意思決定場面で大きな効果を発揮でき、世界中で政治、ビジネス、産業、医療、教育など様々な分野の意思決定場面で利用されている。なお、この手法は“正しい”決定を下すために使われるというよりも、決定者自身にとっての必然性や理解を最もよく反映させた決定を導き出すための手法である。AHPのさらなる発展形として、より複雑な評価構造を研究したANP(Analytic Network Process)も提案されている。近年、伊藤らはコンピュータ将棋において“合議アルゴリズム”を提案し、その効果を検証した。合議アルゴリズムは複数の思考プログラムの意見をまとめて指し手を決定する手法で、疎結合マルチプロセッサにおける動作に向いている。伊藤らは合議アルゴリズム(単純多数決、楽観合議アルゴリズム及び乱数合議アルゴリズム)を用いて強豪プログラム同士(BonanzaやYSS, GPS)を連結し、より強いプログラムを作ること成功した。その後コンピュータチェスについてもチェスプログラムCraftyに提案した合議アルゴリズムを実装し、オリジナルCraftyの自己対戦と合議を実装したCraftyの強さを比較して、チェスにおいても合議アルゴリズムを用いることの有効性を示した。このように、合議プログラムはコンピュータチェスにおいても優れた性能を示すことが確認されている。伊藤らはこれまでに単純多数決、楽観合議アルゴリズム及び乱数合議アルゴリズムといった合議アルゴリズムを提案した。しかし、それ以外に新しい合議アルゴリズムは存在するだろうか。単純多数決は多数の人間の意見を重視し、少数派の意見を無視する傾向があるので、この方法を用いて選択された指し手は本当に公平かつ万能であるか。もっと合理的かつ公平なアルゴリズムは存在しないか。その考え方から、我々は合意形成の方法を提案した。それは異なるレーティングが近いプログラム(離れすぎると、チームのレーティングが下がる傾向がある)を選択し、各エンジンから選び出された候補にボルダ投票を用いて、最善手を選択して敵と対戦する。ボルダ投票とは投票者が候補にランクを付け、投票する選挙方式である。例えば投票者が好む候補によって順番に2点、1点、及び0点をつけて、投票する。その結果合計得点の多い候補が選ばれる。ボルダ投票は多数決の選挙方式ではなく、投票者の間で幅広い総意による支持を得た候補が選出され、世論の一致を重視した投票だとよく言われる。従って、ボルダ投票を用いることで、

合意をうながすと考えることができる。本研究では伊藤らの実験と異なり、合議アルゴリズムには三つのレーティングが違うプログラムを選び、単純多数決を用いて勝率はどれだけ上昇するかを検証する。また、それぞれのプログラムから出した指し手がどれほど採用されているかについて計算し、リーダーとメンバーの意見の採用率について分析する。