

複数回投票によるエージェント間合意形成方式の提案

伊藤 栄紀

河口 信夫

外山 勝彦

稲垣 康善 (名古屋大学大学院工学研究科)

1 はじめに

複数のエージェントが存在し、情報を共有する状況で、選択肢から一つの合意を形成する方式についての研究がなされている [2] [3]。我々は、合意形成方式の満たすべき性質として、(1) 各エージェントが自分の選好をできるだけ他のエージェントに知られないこと (守秘性)、(2) すべてのエージェントの選好が合意に反映されていること (選好反映性)、(3) 任意の選好について客観的な基準で評価ができること (客観性) を挙げる。しかし、単記投票や従来の合意形成方式はこれらの性質を満たしていない。本稿ではこれらの性質を満たすために、単記投票と順位提示を繰り返す方式を提案する。また合意形成のシミュレーションにより本手法が単記投票より優れていることを示す。

2 単記投票のパラドックス

投票による合意形成方式は投票情報に関して公開型と非公開型に分類できる。公開型はエージェントがそれまでの投票情報により自己の表明を変更できる手法であるが、投票の順序や、エージェントの戦略について一般化がなされておらず、客観性を満たしていない。一方、非公開型の投票にも「単記投票のパラドックス」と呼ばれる問題がある [1]。これは、単記投票において、選択された候補に対し賛成意見より反対意見の方が多数の場合が存在することを意味し、単記投票が選好反映性を満たしていないことを表している。一方、全ての選好を明らかにすれば、順位評点法により最適な候補を定める事が可能であるが、これは守秘性を満たしていない。

3 合意形成方式

本稿では、選好反映性、客観性を満たし、できる限り守秘性を満たすために、単記投票の繰り返しによる合意形成方式を提案する。以下では M は選択肢の数、 N はエージェントの数、 $P_i(m)$ はエージェント i が持つ選択肢 m の選好順位とする。また、各エージェントは、すべての選択肢に対し選好順序を持ち、他のエージェントの選好を知らないものとする。

本稿で提案する合意形成方式を以下に示す。

(1) 単記投票を行なう

(2) 選出された選択肢 m の各エージェントにおける選好順位 $P_i(m)$ を提示

(3) 全エージェントの提示した選好順位 $P_i(m)$ の和の平均 $\frac{\sum_{i=1}^N P_i(m)}{N}$ が $\frac{M}{2}$ 未満であるなら合意とし、そうでないならその選択肢を削除し、(1) に戻る。

本方式は単記投票を行った後、各エージェントの順位を用いた (3) の判定により単記投票のパラドックスを生じさせる候補を削除し、その繰り返しにより候補を一つに決定している。そのため、本方式では単記投票のパラドックスは起こらない。

合意形成方式の評価には順位評点法を用いる。エージェント i における候補 m の価値 $worth_i(m)$ は、 $worth_i(m) = \frac{M - P_i(m) + 1}{N}$ とする。このとき、順位評点法の評価値 G は以下の式で定まる。

$$G = \sum_{i=1}^N \frac{worth_i(m)}{N}$$

4 合意形成シミュレーション

合意形成方式の良さを評価するため、エージェント数と選択肢数をパラメータとして、各エージェントに選好順序をランダムに与えて、本方式と、単記投票について合意形成シミュレーションを行った。その結果を表 1 に示す。ここで本方式および単記投票の評価値をそれぞれ G_h, G_s 、試行の中で最適な候補を得る割合をそれぞれ F_h, F_s 、単記投票のパラドックスの生起確率 X とする。

表 1: 合意形成方式の比較

$(M \times N)$	G_h	G_s	G_h/G_s	F_h	F_s	F_h/F_s	X
5×5	0.757	0.739	1.02	0.800	0.693	1.15	0.034
5×10	0.706	0.672	1.05	0.800	0.628	1.27	0.100
10×5	0.687	0.672	1.02	0.594	0.417	1.42	0.300
10×10	0.656	0.611	1.07	0.517	0.276	1.87	0.345

G_h/G_s は評価値の改善度合、 F_h/F_s は最適な候補を得る割合の改善度合を表している。この結果から、本方式が評価値および最適な合意を得られる割合においても、単記投票を改善していることがわかる。

5 まとめ

本稿では、単記投票と順位提示の繰り返しによりパラドックスを回避する合意形成プロトコルを提案した。提案したプロトコルは、単記投票で得られた選択肢にのみ順位による評価を与えて判定を行なうことにより、パラドックス回避 (選好反映性) と、守秘性についてのトレードオフを改善している。今後の課題としては、複数投票等の他の投票方式との比較が挙げられる。

参考文献

- [1] 佐伯：「決め方」の論理、東京大学出版会、(1980)
- [2] 柳澤、村上：会議日程調整におけるエージェント間の合意形成方式、情報処理学会論文誌、Vol.36, No.6, pp.1387-1395 (1993)
- [3] 北村、桑原、横尾：マルチエージェント合意形成のための回覧板プロトコル、信学技報、A195-19, pp.41-48 (1995)。