

分散環境における効率的なジャンケンポン

6F-7

田島中 佐藤和彦 斉藤慎一 齋藤貴保 黄周軍 程子学
(会津大学)

1. はじめに

電子会議のグループ分け、及び発言順番の決定など、ネットワーク利用者間で、何らかの順位付けを行なわなければならないことが多い。普段の生活で我々がよく使う順位付けの方法を、利用者に対する公平さと許諾性によって次のように、大きく分類することができる。

(a) 早く決まるが公平ではない方法

第三者の独断に委ねる。
名前の辞書式順序、生年月日など、既に決まっている何らかの属性を利用する。

(b) 公平な方法

- b1. 第三者による抽選。
(参加者にとっては天下り式)
- b2. ジャンケンやくじ引き。
(全員が決定に直接関わる方法)

この中でジャンケンとは、参加者にとって最も納得がいく方法であると思われる。しかし、参加人数が多くなると、あいこが起こるケースが増え、非効率的である。そこで、我々は、ネットワーク環境において、ジャンケンのように公平で、許諾性が高く、しかもあいこの起こらない効率的な順位決定法を提案する。

2. 問題の定義とネットワークモデル

2.1 ネットワークモデル

N 個のノードが1本のリンクによって、接続されているネットワークを考える。各ノードはコンピュータであり、各リンクは2つのコンピュータの間の通信路である。各ノードは、ユニークな識別子を持っている。故障は生じないと想定する。

2.2 問題の定義（ネットワークにおけるジャンケンポン）

N 人の参加者はそれぞれ、ネットワークにおける一個のノードと対応している。各人はそれぞれ

れ一つのサイコロを持っている。ここで、サイコロとは、数字の有限集合であり、その数字を目という。サイコロを振るとは、その数字の集合からランダムに、要素を選択することを意味する。以下の条件を保証する、順位決定法をネットワークにおけるジャンケンポンと呼ぶ。

1. 各人の勝つ（一位になる）確率は等しい。
2. 参加者全員が、順位付け直接参加することができる。
3. あいこ（引き分け）が起こらないようにする。

3. アルゴリズム

そこで、以上の条件を満たすため、各人の持っている選択肢の共通部分をなくすることで、あいこを取り除くことにする。

3.1 MEDS の導入

MEDS (Mutually Enumerated Dice Set) とは、参加者全員に一つずつ配られる、サイコロ集合である。(サイコロ集合とはサイコロを要素とする集合である) MEDS は、次の性質を持つ。

- 任意の二つの要素は互いに同じ目を持たない。
- 目の大小で、順位を決定しようとしたとき、全てのさいころが振られたとき、各人の勝つ確率が等しくなる。

次の例は4人のときの、MEDS のさいころを縦に並べたものである。

	1	2	3	4	
1	(1,	3,	6,	10)	→ i
2	(2,	5,	9)		
3	(4,	8)			
4	(7)				
	↓ j				

Figure 1: 4人の場合のMEDSの例

⁰Efficient Rock-Scissors-Paper on Distributed Environment

Naka Tajima, Kazuhiko Satoh, Shinichi Saitoh, Takao Saitoh, Tongjun Huang, Zixue Cheng
University of Aizu

ここで、縦軸 j を何番目の人に配られるさいころ
 ころかを、横軸 i をそのさいころの、何番目の要
 素（目）かをそれぞれ表す軸にとると、MEDS
 の目 $D(i, j)$ は、次の式により、生成される。

$$D(i, j) = \frac{1}{2}(i+j-1)(i+j) - (j-1)$$

$$0 < j, j \leq n$$

3.2 MEDS を用いた分散的順位決定法

MEDS による順位決定法は、

Step1

参加者全員が自分に配られたさいころを
 振る。

Step2

その出た目を、自分のノードの識別子とペ
 アで、他の全てのノードへ送信する。

Step3

他の全てのノードから送られた、目と識別
 子のペアを、受信する。

Step4

他の全てのノードから送られてきた、目と
 識別子のペア及び、自分の出した目と識別
 子のペアを、目の大きい順にソートする。

4. アルゴリズムの性質

1. 各人の勝つ確率が等しくなる。
 以下は参加者が4人の場合の例である。

各人は、勝つための必要条件として、自分
 の持っている、サイコロの目の最大値を出
 さなければならない。よって、1番目の人
 が勝つためには10を出さなければならない。
 確率は

$$\frac{\text{勝つ場合の数}}{\text{全ての場合の数}} = \frac{3!}{4!} = \frac{6}{24} = \frac{1}{4}$$

2番目の人が勝つためには9を出さなけ
 ればならない。確率は

$$\frac{3!}{4!} = \frac{6}{24} = \frac{1}{4}$$

2. 任意の二つの要素は、互いに同じ目を持た
 ないのであいこが起らない。
3. 参加者全員がサイコロを振るので、各人が
 順位付けに参加できる。

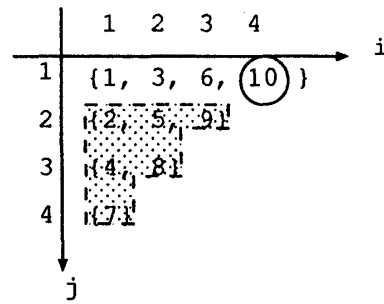


Figure 0.1: 1番目の人が10を出したとき勝て
 る、他の目

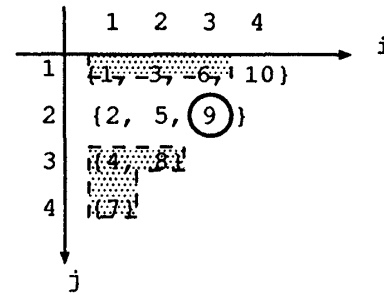


Figure 0.2: 2番目の人が9を出したとき勝てる、
 他の目

5. まとめ

本稿では、MEDS を導入し、それに基づいた分
 散ネットワークにおける順位決定法を提案し
 た。今回、導入した方法は、一位になる確率が
 等しいということと、あいこが起らないとい
 う、特徴を持っている。

今後の課題として

一位になる確率だけではなく、各人の全ての順
 位になる確率が等しく（各順位に関して、全
 ての人がその順位になる確率が等しくなる）な
 るように、より高度な順位決定法の開発があげ
 られる。また、同期、非同期式にかかわらず、視
 覚的にも、分かりやすいアプリケーションを、
 ネットワーク環境で実装し、実行時間など、ど
 の程度実用に堪えるものかを検証する。