7P-04

全自動麻雀卓における牌の撹拌率に関する マルチエージェント・シミュレーションを用いた分析

井手　広康 *　　奥田　隆史 †

愛知県立大学大学院情報科学研究科 *　愛知県立大学情報科学部情報科学科 †

1　はじめに

麻雀は将棋やチェスなどとは異なり，各プレイヤは他プレイヤの手牌や場の状況を正確に把握することはできない．このようにプレイヤごとに得られるゲームの状態に関する情報が部分的で不完全なゲームのことを「不完全情報ゲーム」という [1]．不完全情報ゲームは不完全性により，小さい領域と大きい領域に分類することができる．不完全性ゲームの勝敗を左右するものは，小さい領域のゲームではプレイヤの技術的技量であり，大きい領域のゲームでは心理的技量であるとされている [2]．麻雀は不完全性が小さい領域に属しているため，各プレイヤには完全な情報から不完全な情報の一部を推察する「読み」が求められる [3]．麻雀のプレイヤは，麻雀の「流れ」を活用して「読み」をしていることが多いとされている．なお麻雀の「流れ」について “それが良くなっているときには和了（あがり）しやすくなり，それが悪くなっているときには和了しにくくなる一般的現象であり，時間的に連続する傾向を持つもの” と定義している [4]．

本研究ではこの麻雀の「流れ」に影響している可能性がある要素のひとつとして，全自動麻雀卓の撹拌手法（牌のかき混ぜ方）に着目する．全自動麻雀卓は，対局の度にプレイヤがおこなっていた “牌をかき混ぜて牌山に積み上げる動作 ” を自動で行う麻雀卓のことで，現在では麻雀荘での利用が一般的になっている．一方で全自動麻雀卓の撹拌手法には一定の規則性があるため，これが要因となって牌に偏りが生じ，麻雀の「流れ」に影響している可能性があることも知られている．そこで本研究では，全自動麻雀卓において生じる牌の偏りについてマルチエージェント・シミュレーション [5] により分析し，偏りをなくす手法を明らかにする．

2　全自動麻雀卓の撹拌手法

全自動麻雀卓は内部のドラムと呼ばれる空間で 136 枚の牌を撹拌（回転）させる．これと並行して 4 箇所に設置された吸込み口が牌をランダムに吸上げ，4 つの牌山（2 段 17 列）へと積み上げる．この撹拌手法について各社製品モデルによって若干の違いがあるため，本研究ではこの撹拌手法の違いを次のように A から D に分類し「A/B/C/D」のように略記表記で表現する．

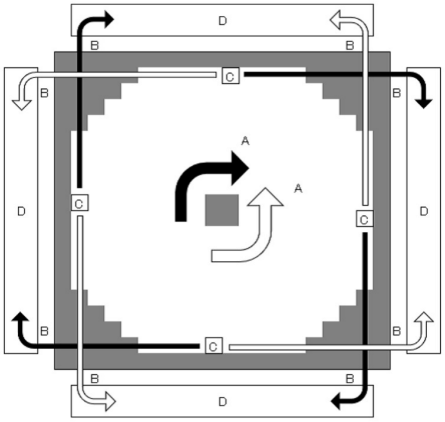

図 1　全自動麻雀卓の撹拌手法による A/B/C/D 表記

A：ドラムの回転方向

ドラムの回転方向（牌を回転させる方向）から「右回転」と「左回転」に分類する．分類記号は右回転を「R」，左回転を「L」と表記する．図 1 では中心に位置する 2 つの矢印がこれに当たる．

B：吸込み口の回転方向

吸込み口が牌を吸込んだ後，それを牌山へと送る回転方向から「右回転」と「左回転」に分類する．分類記号は右回転を「R」，左回転を「L」と表記する．図 1 では C から伸びる 2 つの矢印がこれに当たる．

C：吸込み口の位置

ドラム内部の 4 箇所に設置されている吸込み口の位置から「各プレイヤの正面位置」と「隣接するプレイヤの中間位置」に分類する．分類記号は前者を「F」，後者を「M」と表記する．図 1 では C が吸込み口の位置を示している（図 1 は F タイプ）．

D：牌山に対する牌の挿入順

吸込み口から送られた牌の牌山に対する挿入順（牌の積み方）から「行優先型」と「列優先型」に分類する．分類記号は行優先型を「R」，列優先型を「C」と表記する．図 1 の D は 4 つの牌山を示している．

3　マルチエージェント・モデル

本節ではマルチエージェント・モデルについて説明する．以下，3.1 節ではドラム空間モデル，3.2 節では牌エージェント P_i と吸込み口エージェント G_i，3.3 節では牌の撹拌率 $A_{i,j}$ の定義について述べる．

3.1　ドラム空間モデルの定義

牌を撹拌させるドラム空間を図 2 のように 20 × 20 セルでモデル化する．ドラムを 1 つの円として 0° から 360° までを 45° 間隔で 8 つの象限に分割しており，これがドラム空間で牌が回転する範囲となる．これらの

Analysis on Agitation Rate of Tiles in Automatic Mahjong Table with Multi-Agent Simulation

*Hiroyasu IDE
†Takashi OKUDA
*Graduate School of Information Science and Technology, Aichi Prefectual University
†Department of Information Science and Technology, Faculty of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University

Copyright ©2017 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

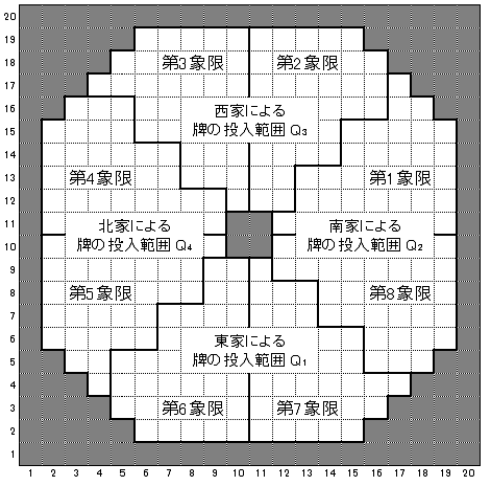

図 2　8 象限ドラム空間モデル

象限を使用して，4 人のプレイヤが牌を卓上からドラム内部へ流し込む範囲（以下「投入範囲」と呼ぶ）を表す．4 人のプレイヤに対応するそれぞれの投入範囲を，卓の下側のプレイヤから反時計回りに $Q_i(i = 1, 2, 3, 4)$ と置き，図 2 のように対応付ける．

ドラム空間における牌の回転と並行して，吸込み口は一定の間隔で牌を吸上げ自身に対応した牌山へと挿入する．ここでそれぞれの牌山における牌の位置を $W_{i,j}$ を使って表現する．$W_{i,j}$ の i は各プレイヤに対する牌山を示し，卓の下側のプレイヤの牌山から反時計回りに $i = 1, 2, 3, 4$ と置く．一方で j は牌山に対する牌の挿入順（牌山の番号）を表し $j = 1, 2, \cdots, 34$ と置く．

3.2　エージェントの定義

ドラム空間で回転させる 136 枚の牌を牌エージェント $P_i(i = 1, 2, \cdots, 136)$ と定義する．またドラム空間の 4 箇所に設置されている吸込み口を吸込み口エージェント $G_i(i = 1, 2, 3, 4)$ と定義する．G_i はまずドラム空間の P_i の回転と並行して自身の半径 1 セル内にいる P_i をランダムに 1 つ選択する．次に選択した P_i をドラム空間から削除し，自身に対応した $W_{i,j}$ へ挿入する．さらに次の P_i を選択するまで一定のステップ数の間隔で待機する（このステップ数を $I = 10$ と置く）．

3.3　牌の撹拌率 $A_{i,j}$ の定義

任意の $W_{i,j}$ に位置する牌の撹拌の度合いを示す指標を $A_{i,j}$ と置き，これを「牌の撹拌率」と呼ぶ．S（$S = 1000$）をシミュレーション回数，n（$n = 4$）を吸込み口の数，$x_i(i = 1, 2, 3, 4)$ を S 回のうち $W_{i,j}$ に挿入された P_i が記憶している Q_i それぞれの回数 $(0 \leq x_i \leq S)$ とし，$A_{i,j}(0 \leq A_{i,j} \leq 1)$ を次のように定義する．

$$A_{i,j} = 1 - \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\frac{S}{n} - x_i)^2}{(\frac{S}{n} - S)^2 + (n-1)(\frac{S}{n})^2}}$$

本研究ではすべての $W_{i,j}$ に対して $A_{i,j} \geq 0.9$ となるとき，これを「理想の撹拌率の状態」と呼ぶ．

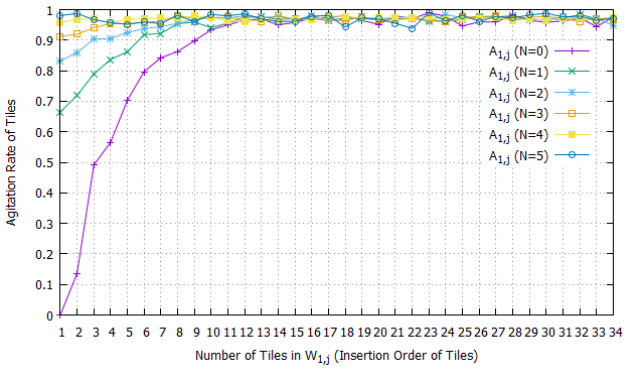

図 3　L/R/F/R モデルにおける牌の撹拌率 $A_{1,j}$

4　数値例

ある全自動麻雀卓は，牌の撹拌手法は L/R/F/R であり，吸込み口はドラムの回転開始と同時に牌の吸上げを開始している．この吸込み口が牌の吸上げ開始までに待機するドラムの回転数（これを「空回転」と呼び N と置く）を変動させて L/R/F/R モデルにてシミュレーションを行った．牌山 $W_{1,j}$ の結果を図 3 に示す．

図 3 の縦軸は牌の撹拌率 $A_{1,j}$，横軸は牌山への牌の挿入順（$W_{1,j}$ における j）を表している．まず $N = 0$ の場合について見ると，$A_{1,1} = 0$ となっており j に比例して指数的に上昇傾向を示している．また $j = 10$ において $A_{1,j}$ は 0.9 に達し，理想の撹拌率の状態になっていることがわかる．これ以降の j に対して $A_{1,j}$ は若干の増減を繰り返すものの，理想の撹拌率の状態を保っている．つまり現在の全自動麻雀卓の撹拌手法では牌の撹拌率は低く牌の偏りが大きいことになる．

次に N を変動させた場合（$N = 1, 2, \ldots, 5$）について見ると，N の増加に伴って $A_{1,j}$ が上昇傾向を示していることがわかる．さらに $N \geq 3$ ではすべての j に対して $A_{1,j} \geq 0.9$ となっている．つまりドラムに空回転を 3 回転以上加えた場合において理想の撹拌率の状態になっていることがわかる．

5　おわりに

本研究ではマルチエージェント・モデルにより全自動麻雀卓の撹拌手法をモデル化し，シミュレーションにより牌の撹拌率について分析した．その結果，現在の全自動麻雀卓の撹拌手法では牌の撹拌率は低く牌の偏りが大きいことがわかった．またドラムに空回転を 3 回転以上加えることによって撹拌率は理想の撹拌率の状態となることを明らかにした．今後は全自動麻雀卓での牌の軌跡に着目し，麻雀の「流れ」という現象について分析していく計画である．

参考文献

[1] 西野哲朗，“不完全情報ゲーム”，情報処理，Vol.53, No.2, pp.112-117，2012.
[2] 作田誠，“不完全情報ゲームの研究”，オペレーションズ・リサーチ：経営の科学，Vol.52, No.1, pp.27-34，2007.
[3] 谷岡一郎，“ギャンブルの情報学”，情報処理，Vol.53, No.2, pp.118-125，2012.
[4] とつげき東北，『科学する麻雀』，講談社，2004.
[5] 山影進，『人工社会構築指南－ artisoc によるマルチエージェント・シミュレーション入門』，書籍工房早川，2008.

Copyright ©2017 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.