

# セルオートマトンの概念を用いたボーリングのシミュレーション

～ピンアクションによるレーン状態の時間的変化～

プログラミング演習 B グループ：平尾 洋樹

Hiroki HIRAO

## 1 はじめに

「オートマトン」とは、入力と現在の状態に応じて、何が出力されるかが決まる理論的なモデルである。オートマトンが与えられているとき、入力と現在の状態が次の状態を決定するような一種の関数が定まっている。オートマトンに対して入力を与えると、それに応じて出力の状態も時間にともない、次々と変化していく。

そこで、オートマトンの概念を用いてボーリングのシミュレーションを行う。ボールがピンにどの方向から当たるのかという入力に対して、ボールと倒れたピンの状態が変化し、さらに、倒れたピンの方向によって、残りのピンの状態が変化する。この倒れ方を「セルオートマトン」の概念を用いてシミュレーションを行う。

## 2 シミュレータの概要

セルオートマトンは、生物の細胞がそれ自身の遺伝的ルールのコントロールのもとで有限オートマトンとして挙動し、近傍の細胞と相互作用することを示している。セルオートマトンは同一にプログラムされ、他と相互作用するセルを有限次元の格子状に配列させ、単純な規則によって各セルの状態を変化させる計算モデルである。

セルオートマトンの基本は、次に述べる「状態」、「近傍」、「遷移規則」の3つの要素をもつことである。

### 2.1 状態 (State)

ある時刻において、そのセルに何があるかを表す。本シミュレータでは、Table 1 に示す4種類の状態を定義しており、以下、この記号を用いて説明する。また、後に述べる遷移規則が膨大にならないように、初期設定では、立っているピンが縦横方向に隣接しない配置をとる。

Table 1 セルの状態

記号	状態
●	ボール
◎	立っているピン
*	倒れたピン
	何もない

### 2.2 近傍 (Neighborhood)

注目するセルの周辺のセルの集合である。本シミュレータでは、1 状態前の位置と現在の位置によって、進

行方向を判断している。進行方向は、Fig. 1 に示す「左」、「直進」、「右」の3通りがある。そこで、図に示されている●の周辺の8つのセルを近傍と定義する。

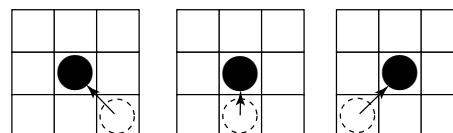


Fig. 1 進行方向

### 2.3 遷移規則 (Transition Rules)

あるセルの現在の状態とその近傍の状態をもとに、そのセルの次の状態を決定するための規則である。

以下に、本シミュレータでの遷移規則について説明する。ただし、左右については対称であるため、進行方向が左の場合と、直進する場合についてのみ示す。

#### ● 進行方向が左の場合

ピンが真前にあるとき、Fig. 2 のように確率 0.5, 0.5 で2通りに分かれ、また、ピンが左前にあるとき、Fig. 3 のように確率 0.3 (上段), 0.2 (下段) で4通りに分かれる。

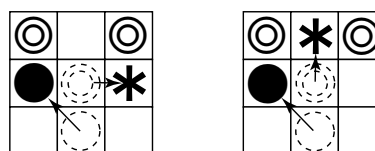


Fig. 2 進行方向：左、ピン位置：真前

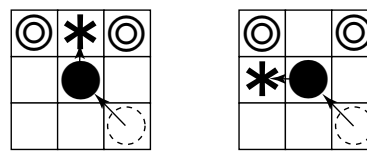


Fig. 3 進行方向：左、ピン位置：左前

#### ● 直進する場合

ピンが真前にあるとき、Fig. 4 のように、確率 0.25 (上段左右), 0.2 (上段中央), 0.15 (下段) で5通りに分かれる。

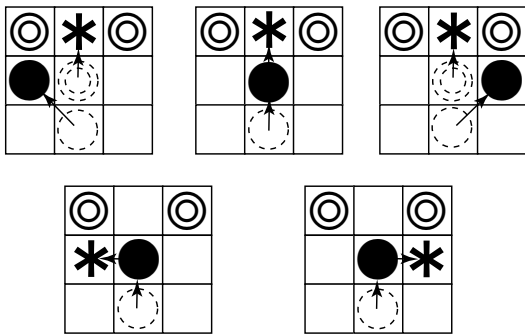


Fig. 4 進行方向：直進，ピン位置：真前

倒れたピンについてもボールと同様の操作を行う。

上記に示した遷移規則の繰り返しのより，レーン状態の時間的変化のシミュレーションが可能となる。

### 3 具体的な動作

シミュレータの具体的な動作について説明する．本シミュレータには，以下のようなオプションがある．

- レーン選択  
ピンの配置や本数を 5 種類から選択できる。
- ボール選択  
ボールの種類を 5 種類から選択できる。
- 投球位置決定  
投球位置がプレイヤーのマウスクリックのタイミングで決まる「ルーレット型」，またはプレイヤーの指定で決まる「指定型」から選択できる．投球位置は Fig. 5 に示すように左から順に 0 から 10 までの番号がある．ルーレット型の場合，足のマークが周期的に移動するので，ボタンを押して止める．一定時間が過ぎてもボタンを押さなければ，自動的にガターレーンからの投球となる．なお，両端の 0 と 10 はガターゾーンであり，一度ガターゾーンに入ると，ボールは強制的に前へ進むことになる。

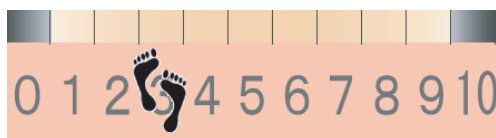


Fig. 5 投球位置

- スピード変更  
スクロールバーにより，ボールの速さを変更できる。
- ボールの進行方向変更  
マウスクリックにより，ボールが左右にカーブする。

全体的なプログラムの実行順序を Fig. 6 に示す。

2 投で 1 セットであり，最初に 1 度だけ「レーン選択」をし，1 投目の投球を終えると「ボール選択」に戻り，2 投目の投球へと続く．これが一連の流れとなる。

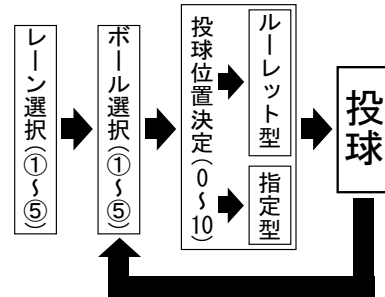


Fig. 6 プログラムの実行順序

プログラム実行時の画面を Fig. 7, Fig. 8 に示す。

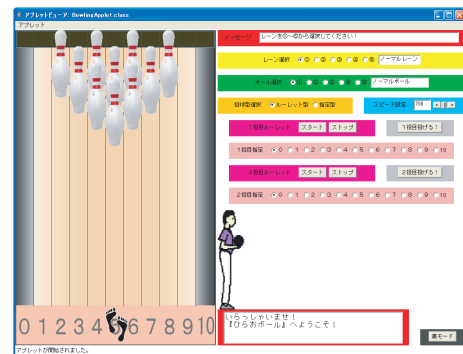


Fig. 7 プログラム実行時の画面 1

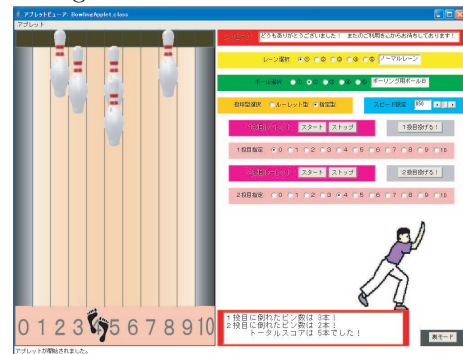


Fig. 8 プログラム実行時の画面 2

### 4 おわりに

今回，セルオートマトンの概念を用いて，ボーリングのシミュレータを作成した．遷移規則が膨大にならないように，初期設定におけるピンの配置を工夫した．また，プレイヤーのタイミングで止めることができる周期的なルーレットの実装を行った．さらに，セルの個数を増やせば，ボールやピンの動き方が多様化し，より精度の高いシミュレーションが可能になると考えられる。

### 参考文献

- 1) 知的システム工学，同志社大学 工学部 知識工学科，三木 光範 廣安 知之 著，2004 年 3 月 1 日，第 1 版
- 2) Java GUI コンポーネント 完全制覇，技術評論社，柏原正三 著，2002 年 9 月 25 日，第 1 版