

ゲーム性をもったセルオートマトンの設計と実装

2014SE020 廣瀬 隼大 2014SE059 増田 大輝 2014SE089 柴田 心太郎
2014SE112 安田 拓也 2014SE114 矢澤 拓海

2017年7月26日

1 設計

1.1 目標の設定

今回、基盤として利用する既存のプログラムはライセンスフリーの「LifeGame」である [2].
まず、ゲーム制作にあたり、ゲーム自体の大きなルールを以下の様に設定する.

- 画面に 14×14 個のセルを配置.
- セルには生状態と死状態の 2 種類があり、さらに生状態は黄、赤、緑、青の 4 種類.
- シンプルなライフゲームの規則に新たな規則を付加.
- クリックでセルの移動.
- ゲームとして成り立つ様に Score と Gameover の表示.

上記のルールを元により詳細なルールを決める.

- 画面に 14×14 個のセルが配置されている、セルには生状態と死状態の 2 種類があり、さらに生状態は黄、赤、緑、青の 4 種類がある.
- セルはプレイヤーが干渉できる部分とセルオートマトンで動く部分、ランダムに上書きされる部分に分かれる.
- 基本的にセルオートマトン全体は単位時間ごとに遷移規則どおりに動く、
- 遷移規則には大きく分けて誕生、死亡の二つがある.
- 誕生は自身のセルが死状態である際に行われる.
- 自身の周囲に生状態のセルがちょうど 3 つあるならば生状態へと遷移する. その際何色になるかは周囲のセルによって決定される.
- 自身と同じ状態のセルが 3 つ以上連続して隣接しているならば死状態へと遷移する.
- 死亡したセル 1 つにつきスコアが 1 増加する.
- セルオートマトンの一番外側の部分は単位時間ごとにランダムで生状態へと遷移する. この遷移は通常の遷移の後に行われる.
- プレイヤーは任意のタイミングでセルをクリックすることで干渉できる.
- セルをクリックするとセル自身とそのセルの右、右下、下のセルが時計回りに入れ替わる.
- 生状態のセルの数が 120 より大きくなるとプレイヤーは敗北する.

1.2 要求仕様書

- このシステムは1人での利用を想定している。
- ユーザがシステムを起動すると、有限長のセルオートマトン全てのセルが死状態であり、2つのボタンが存在する画面が表示される。
- 最も外側の一回りのセル全てを外部セルとして扱う。それ以外のセルを内部セルとして扱う。
- ボタンはスタート、リセットがある。
- 内部はセルオートマトンの遷移規則通りに遷移する。
- リセットボタンを押すとセルオートマトンの全てのセルが死状態となる。
- ユーザはスタートボタンを押すと、外部セルの状態がランダムに決定されゲームが開始される。
- ゲームがスタートした後、一定の時間が経過する毎にセルオートマトンの1単位時間が経過したことになり、遷移が実行される。
- ゲーム中にリセットボタンを押すと、全てのセルが死状態になり、スコアも0となる。
- ユーザはあるセルをクリックすると、クリックしたセルの相対座標で $(0,0)$, $(0,+1)$, $(+1,+1)$, $(+1,0)$ のセルを時計回りで1つずつ、ずらすことができる。
- 近傍中にちょうど3つの生状態の色のセルがあれば、注目セルは生となる。
- 死判定は12近傍となる。ただし、12近傍は注目セルを中心として放射状に広がる12個のセルである。12近傍は対称性を持つ。
- 注目セルが生状態であり、注目セルを含めた連続する3つのセルが同じ色の生状態であるとき、注目セルは死状態となる。このとき、スコアが足される。
- 上記の遷移規則に当てはまらないとき、注目セルは死状態となる。
- セルオートマトンの様相の遷移の1単位時間は現実時間で一定の秒数とする。
- 生状態のセルが1単位時間後に死状態のセルとなったとき、その数のカウントがスコアとなる。
- 生状態のセルが120以上になるとゲーム終了。
- 終了時にスコア、Gameoverとゲーム画面が表示される。
- スコアは表示されるだけであり記録はされない。
- システムは終了せずに動き続ける。

1.3 プロセス仕様書

2.2 小節の要求仕様からプロセス仕様書を記述した。

- ユーザはシステム起動係にシステム起動要求を行う。
- システム起動係はシステム起動要求を受けると、システムを起動し、画面に画面表示命令を行う。そして、画面に有限長セルオートマトン全てのセルが死状態であり、3つのボタンが存在するのを表示する。
- ユーザは、ゲーム開始係にゲーム開始要求をする。
- ゲーム開始係は、ゲーム開始要求を受けると外部セルオートマトンにランダムに生状態、死状態になるよう命令し、内部セルオートマトンに遷移規則通りに動くよう命令する。そして、セル管理係内のセ

ル状態係にセルのデータを送る。

- ゲーム開始係は、生状態のセルが一定数以上になった時、ゲーム終了係にゲーム終了要求を出す。
- ゲーム終了係は、要求を受けると画面表示命令を出し、リセット以外の動作を受け付けなくする。
- セル状態係は、セル管理係内のセル描画係にセル状態を送る。また、現在の状態を判定して、遷移係に近傍を送る。
- セル描画係は、セルの遷移規則の結果を画面に表示する。また、遷移が動かないと判断したら、ゲーム終了係にゲーム終了要求を送る。
- 遷移係は、送られてきたデータを元に放射能状の 12 近傍を見て、注目するセルを含めた連続する 3 つのセルが同じ色で生状態であるとき、注目セルを死状態にする。また、セルオートマトンが消えた際、スコア係にスコア増加要求を出す。

1.4 用語集

2.3 小節において未定義であった言葉を用語集としてまとめる。

- 生状態とは、セルの状態が黄、赤、緑、青であること。
- 死状態とは、セルの状態が白であること。
- 注目セルとは、近傍においての中央のセル。
- システム起動係とは、システムを起動させる。
- システム起動要求とは、システムが起動するよう要求する。
- 画面表示命令とは、スコアやボタン、GameOver やセルオートマトンの状況を画面に表示するように画面に命令する。
- ゲーム開始係とは、ゲームを開始する。
- ゲーム開始要求とは、ゲームが開始するよう要求する。
- セル管理係とは、全てのセルの状態を管理する。
- 遷移係とは、遷移を実行する。
- スコア係とは、スコアを増加させる。
- スコア増加要求とは、スコアが増加するよう要求する。
- ゲーム終了係とは、ゲームを終了させる。
- ゲーム終了要求とは、ゲームが終了するよう要求する。
- 回転係とは、クリックされたセル、右、真下、右斜め下のセルを右回転させる。
- 回転要求とは、上記のセル回転をするよう要求する。
- 一時停止係とは、ゲームを一時停止させる。
- 一時停止命令とは、ゲームを一時停止させるよう要求する。
- ゲームリセット係とは、ゲームをリセットさせる。全てのセルを死状態にする。また、リセットボタン意外動作しないようにする。
- ゲームリセット要求とは、ゲームがリセットされることと、全てのセルを死状態にする。そして、リセットボタン意外動作しないよう要求する。
- 全てのセルリセット命令とは、全てのセルを死状態にする。
- セル状態係とは、与えられたセルがどのような状態かを判定する。

- セル描画係とは、生状態の数を数える。

2 テスト

2.1 遷移規則について

- クリック時のテスト
 - ・ テスト内容:すべてのセルをクリックする。
 - ・ 予想出力:セルの中に外周のセルが含まれる場合は回転せず、それ以外の場合は回転する。
 - 結論:セルの中に外周のセルが含まれる場合は回転せず、それ以外の場合は回転した。
- 遷移規則による死亡のテスト
 - ・ テスト内容:3 つ以上セルが隣接した場合そのセルが死亡するか。
 - ・ 予想出力:各形状、各色に対し死亡する。
 - 結論:6 種類の形状の各色に対し、死亡することを確認した [図 5]。
- 遷移規則による誕生のテスト

丁度 3 つの際に誕生する点においては、基盤のプログラムを利用したことにより厳密なテストは必要ないと判断した。

 - ・ テスト内容:近傍のセルの色の状態により誕生するセルの色を決める。誕生する色に関してのテストケースは以下の 20 パターンである。
 - ・ 予想出力:

テストケース	予想出力
(1, 1, 1)	4
(1, 1, 2)	1
(1, 1, 3)	2
(1, 1, 4)	3
(1, 2, 2)	2
(1, 2, 3)	3
(1, 2, 4)	4
(1, 3, 3)	4
(1, 3, 4)	1
(1, 4, 4)	2
(2, 2, 2)	3
(2, 2, 3)	4
(2, 2, 4)	1
(2, 3, 3)	1
(2, 3, 4)	2
(2, 4, 4)	3
(3, 3, 3)	2
(3, 3, 4)	3
(3, 4, 4)	4
(4, 4, 4)	1

結論:以上のテストケースに対し遷移規則通りにセルが誕生することを確認した。

- Gameover 後の挙動及びスコア表示

- ・ テスト内容:Gameover 後にクリックを行い動作しないか、またセル死亡時スコアが加算されているか。

- ・ 予想出力:Gameover 後には、クリックの動作や外周の書き換えを行わなくなる。消えたセルの数だけスコアが加算されている。

結論:Gameover 後には、クリックの動作や外周の書き換えを行わなくなり、リセットが可能であることを確認した。また、[図 6] のタイミングに対し、消えたセルの数だけスコアが加算されていることを確認した。具体的には、[図 6] の時点で 34 個のセルが死亡しており、スコアが 34 増加している。

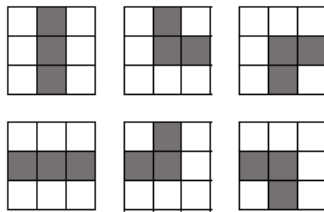


図 1 死亡パターンのテスト

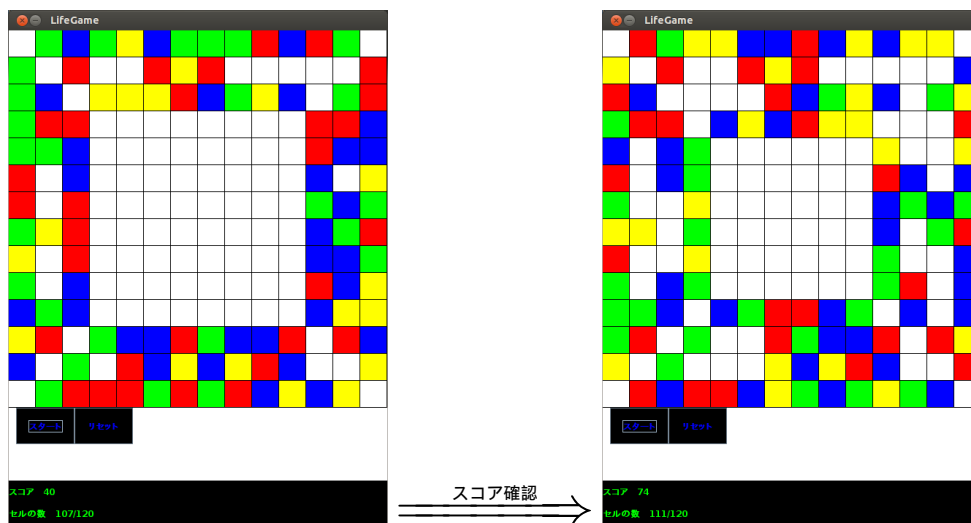


図 2 誕生のテスト

2.2 ユーザの干渉について

- スタートボタンのテスト

- ・テスト内容:スタートボタンをクリックした際の挙動.
- ・予想出力:スタートボタンを押した際ゲームがスタートし、もう一度押すと一定時間後に停止する.さらに、もう一度押すとスコアなどに変化が起きることなく再開する.

結論:スタートボタンを押した際ゲームがスタートし、もう一度押すと一定時間後に停止した.さらに、もう一度押すとスコアなどに変化が起きることなく再開できた.

- リセットのテスト

- ・テスト内容:リセットボタンをクリックした際の挙動.
- ・予想出力:リセットボタンを押した際にスコアとセルがリセットされる.

結論:リセットボタンを押した際にスコアとセルがリセットされたのが確認できた.