

1D セルオートマトンの初期状態依存性

山鹿 由奈[†] 塩谷 勇[†]

[†] 法政大学理工学部創生科学科

1. はじめに

同期するセルオートマトンは簡単なモデルにも関わらず、並列に動作することから、複雑な振る舞いをするために、興味深い分野として多くの研究がされてきた。本稿では、中央が 1 でそれ以外は 0 の初期状態から始めた際のシミュレーション結果を、中央を原点とした座標と考え、 $y=-x+b$ の状態量を比較する。それをもとにウルフラムの分類におけるクラス 3 のルールをさらに分類する。

2. 分類方法

今回の実験では、ウルフラムが分類したクラス 3 のルール 30, 45, 90, 105, 126 に注目して比較と分類を行うことにした。分類は、Excel を用いて行う。Excel に、以下の 3 つのシートを用意する。

シート CA: 注目セルのシミュレーション結果を表示

シート Data: 注目セルの状態更新に必要な数値を計算

シート Rule: 注目セルの状態を更新するルールを定義以上を用いてシート CA に表示されたシミュレーション結果を図 1 とする。



図 1 ルール 90 の 1 次セルオートマトンの状態

頂点を原点(0, 0)とした座標を考える。 $y=-x+b$ 状にセルの状態量をカウントする。次に、カウントした結果をそれぞれ、DFT を用いて、振幅スペクトルと位相スペクトルをグラフにした。

3. 分類結果・考察

どのルールにおいても、振幅スペクトルグラフは、図 2 のように、振幅の大きさや数に違いは見られたが、次第に振幅が小さくなっていった。また、ルール 30 の $y=-x-2$ 、ルール 45 の $y=-x$ 、ルール 105 の $y=-x$ は、等しいグラフになった。そのグラフを図 3 とした。理由として、上記の 3 つは状態量の変化が等しかったためだと考えられる。

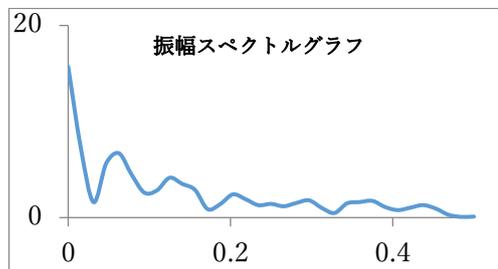


図 2 ルール 90 の $y=-x+16$

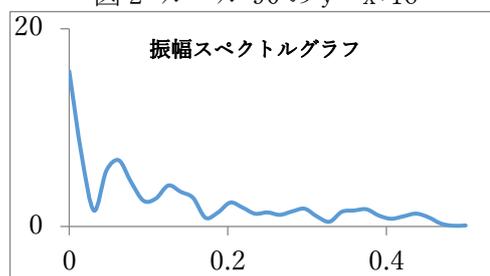


図 3 ルール 45 の $y=-x$

また、位相スペクトルグラフも同様に、等しい状態量の変化が等しい結果をもたらした。例えば、ルール 90 の $y=-x-8$ とルール 126 の $y=-x-8$ は等しいグラフになった。そのグラフを図 4 に示した。

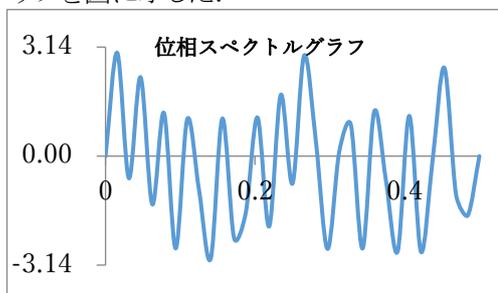


図 4 ルール 126 の $y=-x-8$

4. まとめ

今回の実験より、状態量の変化が等しいことから、クラス 3 は 2 つのパターンに分類できる。1 つは、ルール 30, 45, 105 のようなタイプのもの。もう一つは、ルール 90, 126 のようなタイプのものである。今後の課題としては、2 次関数においても成り立つのか、などといった細かい分析を行い、より正確な分類を行うことである。

参考文献

- [1] 北栄輔・脇田佑希子「Excel で学ぶセルオートマトン」オーム社, 2011
- [2] Joel L.Schiff 著・梅尾 博司・Ferdinand Peper 監訳・足立進・磯川 梯次郎・今井 克暢・小松崎 俊彦・李 佳訳「セルオートマトン」共立出版, 2011