

セル・オートマトンの設計に AR デバイスは役に立つか?

Are AR devices actually useful for designing cellular automata?

中原 良真
Kazuma Nakahara

コン ギルタク
Gil-Tak Kong

今井 克暢†
Katsunobu Imai

広島大学
Hiroshima University

1. はじめに

セルオートマトン (CA) [1] はセルと呼ばれる有限オートマトンが一様に配列したセル空間内で、各セルが (局所) 遷移規則により状態を同期して変化させることで空間全体が遷移する計算モデルである。1, 2 次元 CA には多数の研究があり、様々な規則について数多くの興味深い配置が発見されているが、3 次元 CA に関しては、新規則やパターンの発見に関する研究は限られている。ライフゲーム [1] のシミュレータとして広く用いられている Golly[2] にも、3 次元 CA のシミュレート機能が追加され、また Ready[3] や Vision of Chaos[4]、といった 3 次元 CA を扱えるシミュレータが知られているが、それらは 3 次元セル空間を従来の 2 次元ディスプレイで表現せねばならず、直感的把握が難しいことと、既に完成した規則や配置全体を単に鳥瞰表示することが主目的で、それらの微細構造に着目できる表示形式もなく、また配置や規則の編集を支援する機能に乏しいことも一因であろう。

この問題に対して、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) の利用が挙げられる。HMD には virtual reality (VR) 型と augmented reality (AR) 型の二種類あるが、VR 型 HMD はゲームにも利用され一般的になりつつある。VR は外部視野を遮断するため AR より強い没入感を表現できるが、すべての操作を VR デバイスとそのソフトウェアで提供しなくてはならない。しかし AR の場合は例えば、PC で実行できる編集操作と立体把握しやすい CA の AR による表示の両者を同時に利用できる。

本研究では AR デバイスである Hololens2 [5] により、実際の研究に援用可能なレベルのシミュレータを開発した。3 次元 CA に加え、2 次元 CA を 3 次元的に表示することも可能である。

2. Hololens による CA の可視化

Hololens [5] は Microsoft 社が開発した AR 型の HMD である。現在 Hololens 2 がリリースされており [5]、視野角の拡大やハンドトラッキングによる UI の大幅な拡充が図られている。

Hololens のアプリケーション作成には Unity ゲームエンジン (2019.x LTS) と Microsoft のライブラリ Mixed Reality Toolkit (v2.3.0) を用いる。本報告では 2 種類の可視化手法について述べる。

2.1 CA アプリケーションの実装

われわれは 2,3 次元のライフ型規則と半径 1 の近傍規則の CA をシミュレートする Hololens 用アプリケーションを開発した。作成したシミュレータはセル空間と操作メニュー等をホログラム表示し、状態の編集や時間発展の履歴表示、配置の保存といった基本的な機能を備えている。本シミュレータでは状態が 0 (静止状態) のセルは透明に設定し、状態が 1 以上のセルは立方体 (ボクセル) で表示されるため、セルが重なると奥のセルは表示できない。そこで、セル空間内に半透明な断面表示用の面を用意し、それより前にあるセルは半透明に表示する機能を導入した。面は移動させることで内部構造が観察可能になるだけでなく、セルの状態の編集時にも利用できる。面上に存在するセルに対して、指で直接セルの位置を指定することで、セルの状態を変更する。図 1 は、3 次元 LtL のバグの衝突 [6] をシミュレートしている例である。切断面上の赤のボクセルで着目セルを表示しており、指で状態をホログラム上で直接変更できる。

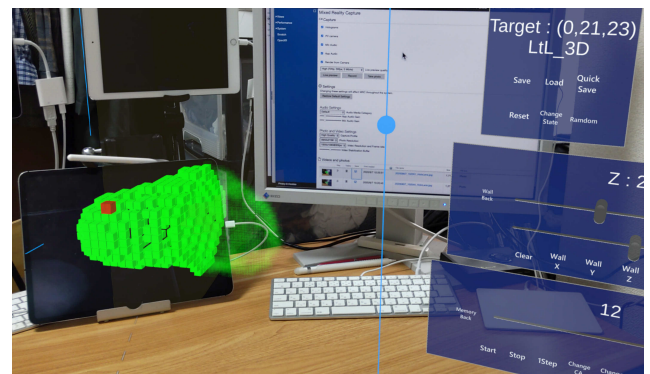


図 1: 3 次元 LtL のシミュレート例

2 次元 CA の場合は $z = 0$ の面を初期配置として、各時刻ごとに表示する面を平行移動し配置の発展を z 軸上に表示する。図 2 はライフゲームの各時刻での配置を z 軸方向へ重畳表示した例 (“new glider gun” の時間発展) である。

3. まとめ

本報告では Hololens を用いた CA のシミュレータのプロトタイプを作成し、遷移の可視化に有効であることを示した。3 次元 VR HMD と異なり、AR HMD は通常の PC を用いた作業と併用することができ、自己完結したソフトウェアを構築せ

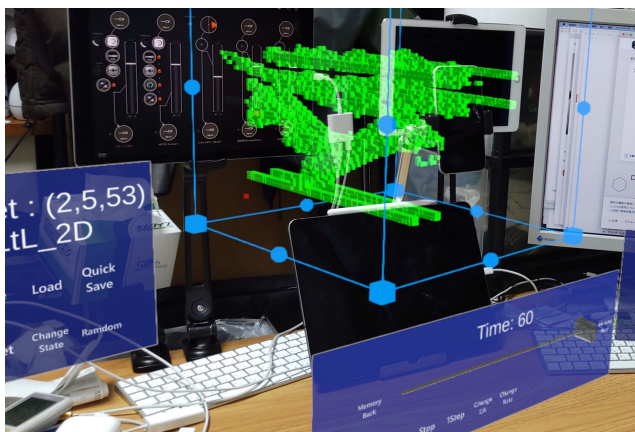


図 2: ライフゲームのシミュレート例

ずとも作業に援用可能なことが大きい。さらに配置や規則の編集のための適切なユーザインターフェースを考案し実装することが目標である。

参考文献

- [1] Andrew Adamatzky (Ed.), Game of Life Cellular Automata, Springer-Verlag London, 2010.
- [2] Golly, <http://golly.sourceforge.net/>.
- [3] Ready: A cross-platform implementation of various reaction-diffusion systems,
<https://github.com/GollyGang/ready>
- [4] Softology - Vision of Chaos,
<https://softology.com.au/voc.htm>.
- [5] Microsoft HoloLens2. <https://www.microsoft.com/hololens/>.
- [6] Imai, K., Oroji, K., Kubota, T.: A weakly universal three-dimensional Larger than Life cellular automaton, *5th International Workshop on Applications and Fundamentals of Cellular Automata (CANDAR-AFCA2018)*, 15-19, 2018.