

次に読む予定?の論文

Coarse Graining of Partitioned Cellular Automata

Reversibility of Symmetric Linear Cellular Automata with Radius $r = 3$

(Reversible cellular automata image encryption for similarity search)?

Jarkko Kari: Reversible Cellular Automata: From Fundamental Classical Results to Recent Developments. *New Generation Comput.* 36(3): 145-172 (2018)

可逆セルオートマトンの基本と最近の開発状況

- ・ 研究分野

可逆計算, 可逆セルオートマトン

- ・ 研究目的

可逆CAのUniversality, 時間対称性, 拡張性について述べる

- ・ 背景

セルオートマトンは計算機科学, 数学, 化学, 物理学など多くの分野で活用されている.

可逆CAは情報を消去せず, 逆に実行することができる.

- ・ アプローチ

基本的な定義, Curtis–Hedlund–Lyndonの定理, エデンの園定理, 全射セルオートマトンのベルヌーイ分布から考える.

可逆CAの設計法について考える. de Bruijn graphで可逆性を確認する.

5章チェック universality

- ・ 結果

計算普遍性・本質普遍性・構造普遍性について言うことができた

多くの物理法則は可逆的である. そして時間対称性を持つ.

可逆セルオートマトンも時間対称性を持つ物が存在する.

拡張性のあるRCAもある.

- ・ 有用性

計算普遍性により, 任意のアルゴリズムをシミュレートできる

本質普遍性により, 任意のCAをシミュレートできる.

物理的普遍性を持つ. よくわからない.

- ・ 限界/短所

定理8:与えられた2次元CAが可逆であることを決定することはできない.

与えられた2次元RCAが時間対称性を持つかどうか判定するアルゴリズムはない.

ただし, 1次元の場合はまだわかっていない.

与えられた1次元RCAが拡張性を持つかどうか判定するアルゴリズムは存在するかわからない.

次の調査内容

動的システムや, 物理学の観点からRCAを研究する.

Kalyan S. Perumalla and Vladimir A. Protopopescu. 2013. Reversible simulations of elastic collisions. *ACM Trans. Model. Comput. Simul.* 23, 2, Article 12 (May 2013), 25 pages.

弾性衝突の可逆シミュレーション

- ・ 研究分野

可逆計算, 物理学, ソフトウェアエンジニアリング, コンピュータシステム

- ・ 研究目的

弾性衝突の可逆シミュレーション(と一般化?)

- ・ 背景

弾性衝突のシミュレーションは行われていたが, 可逆なものは少なかった.

メモリ使用量に対する問題点や, 位相空間を人為的に設定することで物理的に見て非現実的だった.

- ・ アプローチ

擬似ランダム化と位相空間サンプリングを組み合わせる?

- ・ 結果

正確な位相空間カバレッジ仕様?と幾何学的制約の観点から問題を形式化した.

2粒子衝突(最大3次元)および3粒子衝突(最大2次元)の詳細な手順を開発した.

可逆なシミュレーションのメモリ使用量が効率的であることを示した.

- ・ 有用性

ロールバックに関する実用性

拡張性のある並列同期を利用したシミュレーションに応用可能

フォールトトレランス(起こりうる障害に対して耐性を持つ)

過去の地点に遡ることができるため, 効率的なデバッグが可能

効率的な実装

逆計算を実装することにより, GPUの計算効率を上げることができる.

理論の発展

より複雑な可逆システムを実現する上での基礎となる.

弾性衝突のシミュレーションは様々な分野で利用されている.

熱力学の法則のシミュレーションや, 並列処理に応用可能

他の可逆シミュレーションに応用可能, 基礎となる

- ・ 限界/短所

次元が大きくなり, 粒子数が増えると計算量の多い数値積分が必要になる?

次の調査内容

他の古典的な物理システムの可逆化とメモリ効率の調査.