

論文題目

2次元可逆分割セルオートマトンの可逆プログラミング言語上でのクリーン可逆シミュレーション

研究目的

近年、可逆計算の分野の研究が盛んに行われており、消費エネルギーの最適化や、量子プログラミングへの発展などが期待されている。これまで、可逆セルオートマトン(RCA)の可逆プログラミング言語上での実現は制限されたものであり、セルの個数が有限個であるものや、無限個のセルを扱うことが可能だが状態の遷移の度に状態を表現するスタックの要素が増えていくものであった。我々は、1次元RCAに限りながらも無限個のセルを持つRCAを効率的なセル空間の表現によって実現した。現在、可逆プログラミング言語 Janus において可逆動的表を扱うことが可能となったため、2次元のセル空間を表現することが容易となった。本研究では、これまでに実現されていた1次元可逆分割セルオートマトン(1-RPCA)の知見を応用することによる、2次元可逆分割CAの可逆プログラミング言語上での実現をすることで、可逆動的表の有用性を示すことを目的とする。また、可逆計算の計算モデルとして利用されているRCAを研究することで、可逆シミュレーションに対する知見を深めることも可能である。

研究計画

1-RPCAの可逆プログラミング言語 Janus 上での実現はすでに行われており、その知見を利用して2-RPCAを実現するというアプローチで本研究の実現を図る。ただし、1-RPCAを実現した方法では実現が困難であるため、以下のような変更を加えることで実現を行う。まず、1-RPCAにおいて、RCAの状態の表現には2つの可逆スタックが用いられていたが、可逆スタックでは直接2次元的にデータを扱うことができず、2-RPCAの状態の表現は困難かつ冗長である。そのため、可逆動的表を用いて2次元のセル空間を表現することで実現を図る。次に、これまでは分割されたセルのそれぞれの部分の状態を、その状態のまま可逆スタックに格納することで表現していたが、セルの分割の形式の変化に伴い、状態をそのまま表に格納する場合、表とセルの分割の形式との相性が悪いため、分割されているセルの状態の情報を、バイナリ表現を用いて圧縮することで表現を行う。最後に、1-RPCAにおいては状態の遷移と状態の表現の効率化は同時に行われていたが、2-RPCAでは状態の表現の効率化が可能かどうかを判定することが難解であるため、まず一時的に空間効率の悪い遷移を行い、その後状態の表現の効率化を行うといった2段階の実装で実現を行う。以上の方法で本研究の実現を目指す。中間審査までに実装方法の検討を行い、その後プログラムの実装と検証を行うというのが今回の研究計画である。