

# Reversible Space Equals Deterministic Space

## 1. 研究分野

可逆コンピューティング  
—可逆アルゴリズム分野

## 2. 目的

非可逆なアルゴリズムを可逆なアルゴリズムに変換した場合の空間計算量を削減する

## 3. 背景

時間計算量 $T(n)$ 、空間計算量 $S(n)$ で計算できる非可逆なアルゴリズムは、空間計算量を制限しなければ、時間計算量 $O(T)$ で可逆アルゴリズムに変換できることが知られていた。また、時間計算量が延びることと引き換えに、空間計算量は $\Omega(S \log T)$ まで削減できると考えられていた。この論文では、この論文以前まで考えられていたこととは異なり、空間計算量 $S(n)$ で計算できる非可逆なアルゴリズムは、時間計算量とはトレードオフだが下界 $S(n)$ の可逆なアルゴリズムへ変換できることを示す。

## 4. アプローチ

以下の手順で、証明を行った

1. 可逆TMの特性について、入力大きさに等しい決定論的空間で計算された全単射関数は同じ空間で可逆的に計算できることを証明した
  - 機械の構成木を可逆的に周期させるアプローチで証明
  - TMのテープを指し示す場所を決定論的(入力によって出力が決定される)に移動させることで移動した場所を一意に定めることができる
  - 現在指し示している場所と前回指し示していた場所から、次に指し示す場所を定め、指し示す場所を次の場所へ移動させる(オイラーツアー)
2. 空間計算量 $n$ で計算できる関数は可逆TMを用いて空間計算量 $n$ で計算できることを証明した
3. 非可逆で空間計算量 $S(n)$ な計算は、同じ空間計算量で可逆TMで計算できることを証明した

## 5. 結果

非可逆なアルゴリズムは、同じ空間計算量の可逆なアルゴリズムへ変換できることが証明された。

## 6. 有用性

空間計算量を重視した場合、これまで考えられていたよりも少ない空間計算量で可逆計算を行えることがわかった。

## 7. 限界・短所

時間計算量と空間計算量にはトレードオフがある。

## 8. 次に何を読めばいいか？