

# Toward an Energy Efficient Language and Compiler for (Partially) Reversible Algorithms

## 1. 研究分野

可逆コンピューティング  
ー可逆言語

## 2. 目的

非可逆な操作と可逆な操作の両方を含むアルゴリズムについて、それを実現するためのプログラミング言語を作成する。

## 3. 背景

従来、JanusやRなどの可逆コンピューティングで扱われてきた可逆言語は、全ての操作が可逆性を保証しており、可逆性を持つ操作しか実装できなかった。また、そのような完全な可逆性を持つようなアルゴリズムについての議論が多く、非可逆な操作と可逆な操作両方を組み合わせたアルゴリズムの性能についての議論は行われてこなかった。この論文では、非可逆な操作と可逆な操作両方を組み合わせたハイブリットなアルゴリズムについて議論するため、非可逆な操作と可逆な操作の両方を実装できるプログラミング言語Eelを作成した。

## 4. アプローチ

可逆性を持った操作、持たない操作両方を実現できるような仕組みを考案し、プログラミング言語Eelを作成した。具体的には、プログラム内でLog、Unrollで囲まれた部分を可逆的するようにした。この際、Log、Unroll中の操作は可逆性を保証するような操作だけでなく、非可逆な操作も実現できる。非可逆な操作を実装した場合は、実行時にどのような操作を行ったのか保存するためのスペースが追加で作成される。

## 5. 結果

非可逆な操作、可逆な操作両方を持つハイブリットなアルゴリズムを実装できるプログラミング言語Eelを作成した。これによりハイブリットなアルゴリズムの性能について議論できるようになった。非可逆な操作は熱を発生させるので、このようなアルゴリズムについては、時間計算量、空間計算量、ゴミ出力量、発生する熱の4つの観点から性能についての議論を行うことになる。

## 6. 有用性

ハイブリットなアルゴリズムを実装できるようになったことによって、部分的に可逆性を持つような計算にどのような効果があるのか議論できるようになった。

## 7. 限界・短所

この論文の段階では、Eelの開発は終了しておらず、標準データ構造やガベージコレクションなどの機能が未実装であった。

## 8. 次に何を読めばいいか？

- ・ Landauerの物理学と情報理論に基づく制限について

Landauer, R.: Irreversibility and heat generation in the computing process. IBM J. Res. Dev. 5(3), 183–191 (1961)

- ・ 部分的可逆計算について

Demaine, E.D., Lynch, J., Mirano, G.J., Tyagi, N.: Energy-efficient algorithms. In: Proceedings of 2016 ACM Conference on Innovations in Theoretical Computer Science, pp. 321–332. ACM (2016)

- ・ コンピュータの消費エネルギーが電力消費量の3%以上を占めている

Somavat, P., Namboodiri, V., et al.: Energy consumption of personal computing including portable communication devices. J. Green Eng. 1(4), 447–475 (2011)