

# 09

## 敷き詰めかたをすべて見つけます

～厳密被覆問題の高速な全解列挙法～



### どんな研究

厳密被覆問題（げんみつひふくもんだい）のすべての答えを高速に見つける方法を紹介します。例えば、電子回路基盤のモジュール配置を決める問題や、マンションの間取りを決める問題などが厳密被覆問題を解くことに相当します。

### どこが凄い

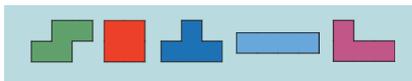
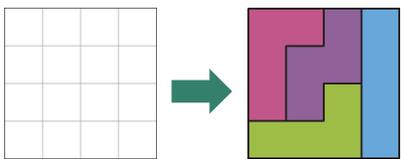
既存手法よりも1万倍高速に答えをすべて見つけることができます。また、見つけた膨大な数の答えを全て覚えておいて、あとから条件を満たす解を高速に取り出すことができます。内部では組合せをグラフとして表現するデータ構造が用いられています。

### めざす未来

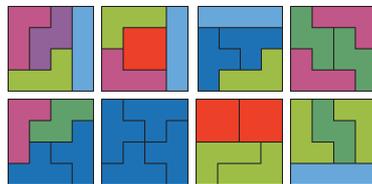
この技術によってよい敷き詰めかたを見つけることができるようになります。例えば基盤上の無駄のないモジュール配置を見つけることで消費電力を削減したり、利用者の好みに合わせたマンションの間取りを見つけることができるようになったりといった応用が考えられます。

#### 厳密被覆（げんみつひふく）問題とは

隙間なくピースを敷き詰める方法を発見する問題



利用可能なピースの集合



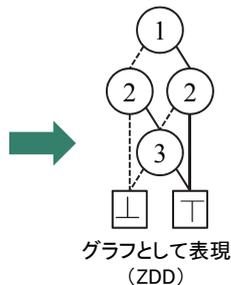
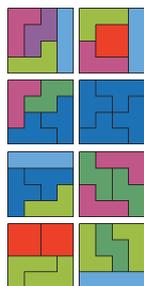
#### 問題の特徴

膨大な数の敷き詰めかたが存在する

盤面サイズ	解の総数
4x4	117 通り
8x8	19,077,209,438 通り
12x12	13,664,822,582,333,502,156,627,512 通り

↓  
解の数が急増

#### すべての敷き詰めかたを高速に見つける



グラフとして表現 (ZDD)

- 探索を行いつつ、すべての敷き詰めかたの集合を表すグラフ(ZDD)を構築することで、同じ部分問題の解の繰り返し計算が不要に
- 既存法よりも最大**10,000倍**高速にすべての敷き詰めかたを発見できる

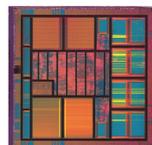
※本展示は北海道大学との共同研究成果です。

#### 条件を満たす敷き詰めかたを素早く取り出す



- 解の集合をZDDとして圧縮して表現することで、条件を満たす解を素早く取り出すことができる

#### 応用例



電子回路のモジュール配置  
Photo by PeterJohnBishop



マンションの間取り決め  
Photo by 箱坂

### 関連文献

[1] M. Nishino, N. Yasuda, S. Minato, M. Nagata, "Dancing with decision diagrams: a combined approach to exact cover," in *Proc. the 31st AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI)*, pp. 868-874, 2017.

### 連絡先

西野 正彬 (Masaaki Nishino) 協創情報研究部 言語知能研究グループ  
E-mail: nishino.masaaki(at)lab.ntt.co.jp