

ビット間結合が高階調化された論理ゲートイジング計算機による 組合せ最適化問題の検討

Ising Computing with High-Resolution Bit Connection for Solving Combinatorial Optimization Problems

東京農工大院工 °三木司、伊藤光樹、平田鷹介、島田萌絵、白樫淳一

Tokyo University of Agriculture & Technology

°T. Miki, M. Ito, Y. Hirata, M. Shimada and J. Shirakashi

E-mail: s133123r@st.go.tuat.ac.jp

社会の更なる利便性を追求する上で、社会システムの最適化は必須である。このためには組合せ最適化問題を解く場合があり[1]、その有効な手段として、イジングモデルを用いた探索手法が知られている[2]。これまで我々は、ビット間結合が2階調で表されるイジングモデルを論理表現し、組合せ最適化問題への適用を検討してきた[3, 4]。イジング計算機で、画像のノイズ除去問題[5]など、ノイズが含まれた画像から元画像を推定する問題を扱う場合、任意の画素がノイズであるかを判定するには、高階調化されたビット間結合が必要となる。そこで、今回は、ビット間結合を256階調に多値化させたイジング計算機を用いて、画像のノイズ除去問題を検討した。

本実験では、論理ゲートイジング計算機をソフトウェア上にエミュレートした。この計算機におけるスピン配置は、格子状の2次元イジングモデルを考え、スピン判定論理として多数決論理を用いた。今回、ノイズ除去問題の検討に用いた128 x 128ピクセル(16,384画素)の2値画像を図1(a)に示す。この16,384画素のうち、無作為に選ばれた1,000画素の色を反転して得られたノイズ画像を図1(b)に示す。2値画像における白色の画素を上向きスピン、黒色の画素を下向きスピンとして、ビット間結合が高階調化されたイジング計算機上にマッピングした。ノイズを含んだ画像である図1(b)を、高階調化イジング計算機の入力画像とし、計算の結果得られた出力画像を図1(c)に示す。ここで、入力画像と出力画像の比較のため、図1(c)におけるノイズ除去率を計算したところ、94.6%であった。これは、画像全体に散らばっていたノイズが除去され、元画像に近い画像が復元されたことを示している。以上より、ビット間結合が高階調化されたイジング計算機は、画像のノイズ除去を行うことが可能であり、また、より複雑な問題に対しても適用が可能であると示唆された。

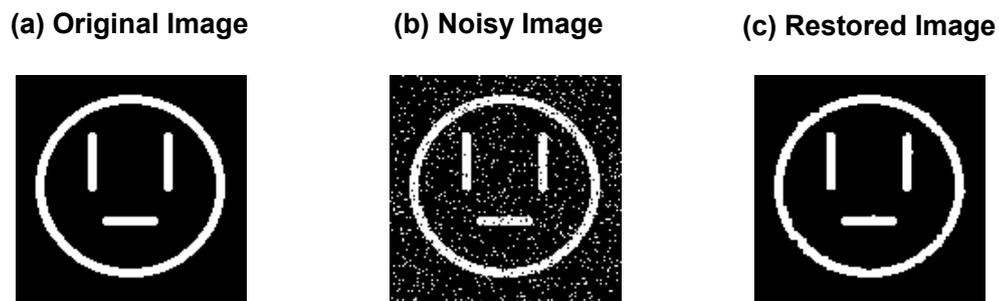


Fig. 1 Image restoration by Ising Computing with high-resolution bit connection.
(a) Original, (b) noisy and (c) restored image.

References

- [1] F. Neukart, D. V. Dollen, G. Compostella, C. Seidel, S. Yarkoni and B. Parney, *Frontiers in ICT* 4 (2017) 29.
- [2] S. Kirkpatrick, C. D. Gelatt and M. P. Vecchi, *Science* 220 (1983) 671.
- [3] 三木、伊藤、櫛谷、島田、塩村、白樫: 第79回応用物理学会秋季学術講演会 20p-PB3-8 (2018).
- [4] 島田、伊藤、櫛谷、三木、塩村、白樫: 第79回応用物理学会秋季学術講演会 20p-PB3-9 (2018).
- [5] Fixstars, "Annealing Cloud Web", <https://annealing-cloud.com/index.html>