

論理表現された2次元イジング計算機のFPGAによる高速演算

Natural Computing Architecture with 2D Ising Spin Model

Using FPGA-Based Ultrafast Computing

東京農工大院工 °酒井正太郎、塩村真幸、齋藤孝成、木原裕介、白樫淳一

Tokyo University of Agriculture & Technology

°S. Sakai, M. Shiomura, T. Saito, Y. Kihara, and J. Shirakashi

E-mail: s134750u@st.go.tuat.ac.jp

現在、人工知能を用いたビッグデータの学習が注目されており、社会インフラの効率化、物流・マーケティングの最適化など、幅広い分野での活用が期待されている[1]。この人工知能の実現にあたり、ノイマン型コンピュータが苦手とする組合せ最適化問題の計算に特化した、自然現象を模擬した新しいコンピュータの開発が進められている[2, 3]。これまで我々は、スピングラスの収束動作を用いたイジングスピモデルに着目し、当モデルの論理回路表現およびコンピュータ上に作製したイジング計算機エミュレータによる組合せ最適化問題の検討を行ってきた[4]。今回は、このイジング計算機をFPGA(Field-Programmable Gate Array)上に構築し、ハードウェアでの動作を検討した。

本実験では、最隣接する格子点のみに相互作用を有する、 10×10 セルのイジングスピモデルによる計算機をFPGA上に実装した。問題設定として、最小エネルギー($H = -248$)に到達したときに「S」の文字が表れるように相互作用係数を設定した(Global Minimum)。この相互作用係数を計算機上のモデルに適用させ、最大カット問題としてマッピングすることで、自然収束動作を模擬した計算を行った。図1に、マッピングした最大カット問題をイジング計算機で解いた際における、スピン状態の推移を示す。図より、乱雑な初期状態(Initial State)から、徐々にスピン状態が最適化されていく様子が確認できた。当計算機では、スピン状態判定の試行を100回行い、全演算を1.016 msecで終えた。演算を終えたとき、スピン状態は設定した最小エネルギー($H = -248$, Global Minimum)に到達しており、最適解である「S」の文字を得られた(Iteration=100)。以上の結果から、論理表現によるイジング計算機のハードウェア上での動作が確認され、より高速なイジング計算機が実現可能であると考えられる。

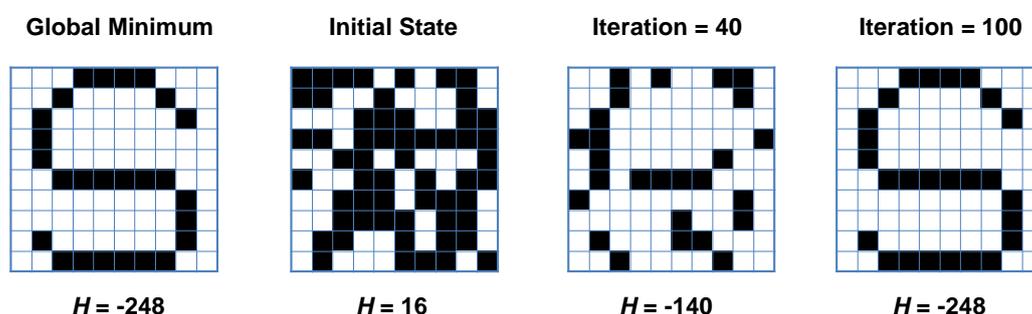


Fig. 1 Transition of Hamiltonian in the case of solving max cut problem.

References

- [1] 日経エレクトロニクス(2015/01/05号) 1151 (2015) 57.
- [2] M. W. Johnson et al., Nature 473 (2011) 194.
- [3] M. Yamaoka et al., IEEE J. Solid - St. Circ. 51 (2016) 303.
- [4] 塩村他: 第63回応用物理学会春季学術講演会 21a-S323-4 (2016).