

確率的反転を伴う循環的多数決方式 光電ファイバループイジングモデルの動作解析 Operation analysis of cyclic majority-voting opto-electric fiber-loop Ising model with probabilistic reversing

産総研¹, °吉澤 明男¹

AIST¹, °Akio Yoshizawa¹

E-mail: yoshizawa-akio@aist.go.jp

組合せ最適化問題と絡めたイジングマシン開発が注目されている[1-3]。今回、多数決イジング計算[2]に対して確率方式と循環方式の動作解析・比較を行った。Fig.1 に光電ファイバループモデルを示す。計算機による多数決結果に従って光パルス列（ビット列）を送受信する。途中、光減衰器で誤り率を調整して確率的にビットを反転させる。確率的ビット反転を光領域で実施、電気領域で多数決計算を行いながら光電ループを構成する。反転が多すぎると不安定（収束不可）となるが、適当な確率 Pr （数%程度）であれば極小からの脱出に有効である[4]。多数決結果を受諾するビットをループ毎に確率的に選ぶ方式を確率方式（Probabilistic）、Fig.2 に示すように順序良く選ぶ方式を循環方式（Cyclic）と記す。Fig.3 に同一イジング計算（反磁性）に対する両者の比較結果を示す。ビット総数 100、ビット間結合の有無は確率 50%で決定、参考のために絶対零度の Simulated annealing（SA）の結果も示す。反転確率 $Pr=1\%$ であるが、ループ回数 5000 に対してその途中で反転を中止した。試行回数 100 に対して両者間で大きな差異は認められなかったが、循環方式の方が若干収束難であった。但し、実験系の簡素化という立場で考えると循環方式が有利である。参考文献：[1] M. W. Johnson, et al., Nature 473, 194 (2011). [2] 山岡他、日立評論、06-07, 84 (2015). [3] Inagaki et al., Science.aah4243 (2016). [4] 吉澤、QIT2016-71, 94 (2016).

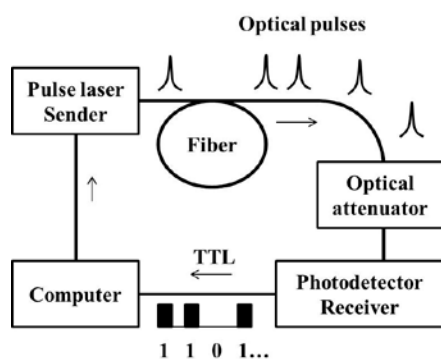


Fig.1 Opto-electric fiber-loop Ising model.

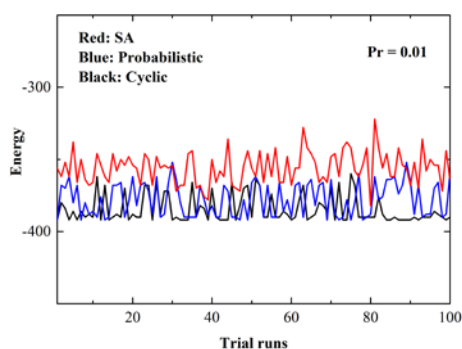


Fig.3 Numerical results.

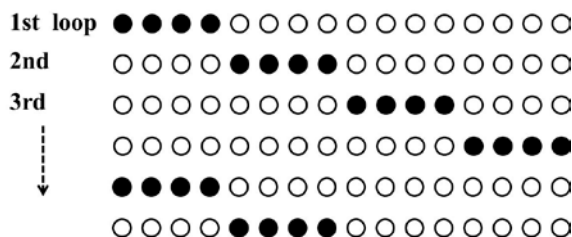


Fig.2 Example of cyclic sampling from 16 bits.

Red: simulated annealing (SA)
Blue: probabilistic majority-voting with probabilistic reversing (Probabilistic)
Black: cyclic majority-voting with probabilistic reversing (Cyclic)
Reverse probability Pr is set to 1%.