

多値位相感応増幅器を用いたファイバループによるポッツモデルの解探索

Solving Potts model by fiber loop with a multiple-phase sensitive amplifier

阪大工 ○(M2) 吉田 和博, 井上恭

Osaka Univ. °Kazuhiro Yoshida, Kyo Inoue

E-mail: kyyoshidakazuhiro@opt.comm.eng.osaka-u.ac.jp

[まえがき] イジングモデルに基づいて組合せ最適化問題の解を得る物理演算機として、コヒーレントイジングマシン(CIM)が研究されており[1]、その拡張版として多値度をあげたポッツモデルが知られている[2]。前回我々は、CIMにおける相感応増幅器(PSA)を多値 PSA に置き換えたコヒーレントポッツマシン(CPM)を提案し、その基本発振特性について報告した[3]。今回、提案した CPM により色分け問題が解けることをシミュレーションにより検証したので報告する。

[CPM] Fig.1 に CPM の基本構成を示す。多値 PSA を挿入したファイバループが基本となっており、ループ内の光の状態を測定し、その測定値に基づいた変調光を上記ループ内に注入する測定フィードバック系(MFC)を備えている。PSA は(ループ周回時間)/(パルス数)の時間間隔で繰り返しパルス励起されている。これにより、複数の光パルスがループ内を増幅されながら周回する。ここで、励起パワーを周回ごとに低レベルから上げていく。PSA 利得がループ損失と等しくなった時点(閾値)で発振状態と等価となり、その発振パターンがポッツモデルの解となる。

[シミュレーションモデル] 上記周回系は、光通信における多段増幅伝送系と等価と考えられ、進行波モデルで動作解析することができる(Fig.2)。このモデルでは、周回ごとのパルスの状態変化が次の差分方程式で記述される[3]。

$$E_i(k) = \left| \sqrt{\eta} E_i(k-1) + \sqrt{1-\eta} n_v + \sum_{ij} r J_{ij} \delta(X_i, X_j) E_j(k-1) \right| \left\{ e^{i\phi_i(k)} \cosh(g) + \alpha e^{-3i\phi_i(k)} \sinh(g) \right\} + n_{psa}(k)$$

$E_i(k)$ は各パルスの PSA 出力複素振幅、 η はループ一周の強度透過率、 $r J_{ij}$ はポッツモデルにおける相互作用係数、 n_{psa} , n_v はそれぞれ PSA や真空場に基づく雑音、 X_i は $\{0, \pm 0.5\pi, \pi\}$ に識別した各パルスの位相、 $\phi_i(k)$ は各パルスの位相、 α は信号光とアイドラー光の振幅比[4]、 g は PSA の利得係数である。上式により四色色分け問題を解く CPM 動作をシミュレートした。

[結果] 周回毎の各パルスの複素振幅及び演算結果を Figs.3, 4 に示す。CIM と同様に閾値からの立ち上がり及び正しく色分けできている様子が見て取れる。

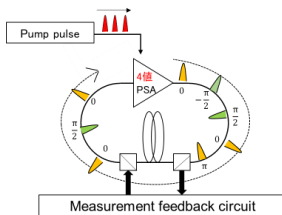


Fig.1. Configuration of CPM

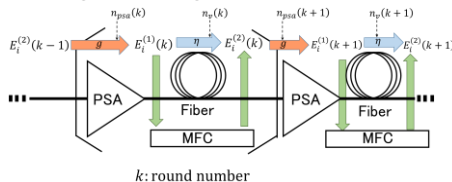


Fig.2. Traveling-wave model

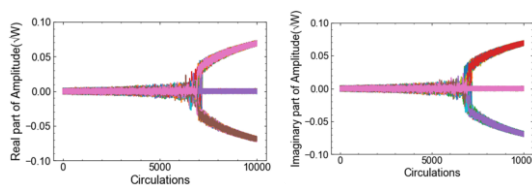


Fig.3. Time evolutions of pulse amplitude

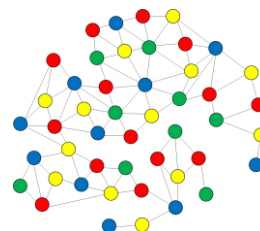


Fig.4. Results for map coloring with four colors

[1] Inagaki 他, Science **354**, p.603 (2016). [2] F.Y.Wu, Rev. Mod. Phys. **54**, p.235 (1982).

[3] 吉田他, 2021 年応用物理学会秋季学術講演会 12a-N103-2.

[4] Asobe 他, Opt. Express **22**, 26642 (2014).