マイクロ磁性粒子をエージェントとした群知能の物理実装

Implementation of Swarm Intelligence Employing Micro Magnetic Particles as Agents

慶大理工 [1]，産総研 [2] ○中山 牧水 [1]，山本 詠士 [1]，山口 慧 [1]，相馬 僚 [1]，蛭田 勇樹 [1]，
桑原 正史 [2]，斎木 敏治 [1]

Keio Univ. [1], AIST [2], ○Bokusui Nakayama[1], Eiji Yamamoto[1], Kei Yamaguchi[1], Ryo Soma[1],
Yuki Hiruta[1], Masashi Kuwahara[2], Toshiharu Saiki[1]

E-mail: bokusui.nakayama@saiki.elec.keio.ac.jp

生物の群れに見られる合目的的な集団的振る舞いは群知能と称される。それらをモデル化したアルゴリズムはヒューリスティックな解探索法として、複雑で動的な環境において柔軟かつロバストに対応する社会システム設計への応用が期待されている。このような背景のもとわれわれは、液中で揺らぎを持ちながら運動するマイクロ粒子をエージェントに見立てたうえで、相変化材料や相転移ポリマーの状態変化を介したエージェント間相互作用を導入し、群知能、特に蟻コロニー最適化(フェロモンを活用した巣と餌場の間の最短経路探索能)をマイクロスケールサイズに物理実装することを試みている。蟻は地磁気をもとに巣のある方角を常に大まかに把握しているため、餌場と巣間を往復できる(帰巣本能)。またフェロモンを介する蟻間の追従(追従の原理)、さらに短い経路を開拓しうる揺らぎ(揺律の原理)、無駄道を正すべくフェロモンの経時的な蒸発(淘汰の原理)によって最短経路を見つける。これら 1 本能と 3 原理を物理的に模倣する。

Fig. 1 に実装のためのセットアップを示す。厚さ 100 nm の相変化薄膜(GeSbTe、以下 GST)をガラス基板上にスパッタ成膜する(アズデポではアモルファス相)。直径 2 μm のポリスチレンビーズ(PB)をスペーサとして GST 成膜基板とガラス基板のサンドイッチ構造を作り、その空隙に直径 1 μm の磁性粒子(MB)をエージェントとして閉じ込める。エージェントを取り巻く環境が水ならびに温度応答性ポリマーであるサンプルをそれぞれ用意する。サンプルの上方から磁界を発生させることで、MB の運動に方向性を持たせる(帰巣本能)が、ブラウン運動によって常に揺らぐ(揺律の原理)。MB のレンズ効果により、通過した軌跡において加熱され GST 基板が結晶化し、もしくは温度応答性ポリマーがゲルからゾルに相転移する。これらをフェロモンとして機能させる。Fig. 2 にポリマーを用いた場合のフェロモン機能実装の原理を示す。結晶相周辺における対流やポリマーの粘性低下が、他のエージェントを誘引する(追従の原理)。また一定のレートで高フルエンスパルス光を照射することによる GST の再アモルファス化、もしくは温度緩和によるポリマーのゾル-ゲル転移によりフェロモン蒸発(淘汰の原理)を実装する。

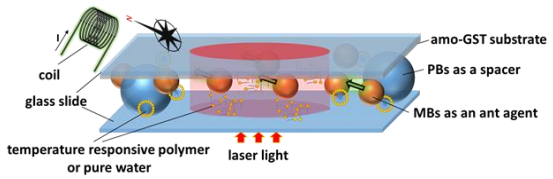

Fig.1. Experimental setup.

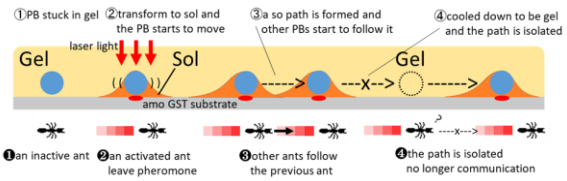

Fig.2. Implementation of pheromone algorithm.

© 2018年 応用物理学会