

セルオートマトンモデルによる蟻の交通流

98103 泉 孝博 (非線形物理学)

1 はじめに

1次元のセルオートマトンモデルに蟻の交通に特有なフェロモンの効果を取りを入れるため、新たな変数を導入し蟻の交通流をシミュレーションする。密度を変化させた時の交通量、速度のデータからフェロモンの効果を考察する。

2 セルオートマトンモデルとは

最も単純な交通流のモデルでは、長さ L の1次元空間を単位長さのスペースに区切り、 N 個の粒子をランダムに配置する。一つ前のスペースに粒子があるときはその場に止まり、ないときは1マス進む。この場合、密度 N/L が0.5で相転移がおきる。密度が0.5以下では、他の粒子に影響を受けない自由流である。自由流では、流量は密度に比例して増加し、速度は1である。しかし、密度が0.5を越えると渋滞が発生し混雑流となる。混雑流では1つ前のスペースに粒子のある可能性が高くなるため密度の増加に伴い流量と速度は減少する。

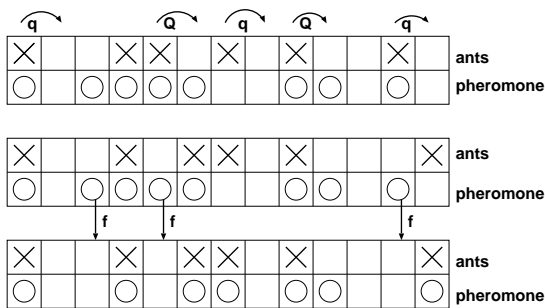


図 1: 蟻のセルオートマトンモデルの時間ステップ

蟻の交通流モデルでは、上記のセルオートマトンモデルにフェロモンの効果を加える。フェロモンは、蟻のいるスペースに生成され、蟻のいないスペースのフェロモンは確率 f で蒸発す

る。前のスペースにフェロモンがある場合は確率 Q で進み、フェロモンがない場合は確率 q ($q < Q$) で進む。もちろん前のスペースに蟻がいる場合は、動かないとする。

3 結果と考察

各蒸発率 f による蟻の交通流のシミュレーション結果は以下のようになった。 $Q=0.75$ 、 $q=0.25$ とする。

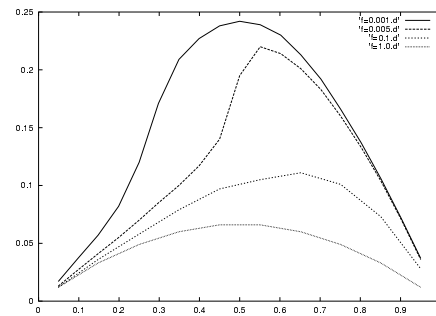


図 2: 各蒸発率による平均流量密度

蒸発率が大きくなると流量のピークが右にずれている。蒸発率 f が高くなるにつれて前の蟻の残したフェロモンを見つける可能性が低くなる。そのため、蒸発率と密度のバランスから流量のピークが高密度よりに移っている。

一方、蒸発率 f が小さい場合は、低密度にも関わらずだんご状態で移動していく。行列内部の蟻の進む確率が先頭の蟻の進む確率より高いのでこのような現象が起こる。また密度が増加するほど、行列のサイズも大きくなっていく。これは、ある行列最後尾の蟻が残したフェロモンを、他の行列の先頭の蟻が蒸発する前に見つける可能性が高くなり、2つの行列が1つになるためである。この結果から蟻は、フェロモンの影響によって移動する際に行列をつくると考えられる。