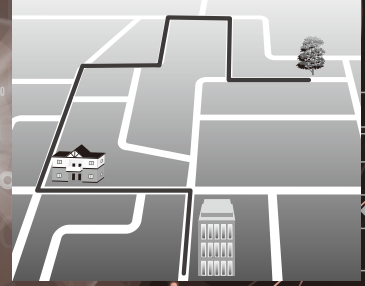


身の回りにある現象や問題をモデル化して解く

# 数理最適化 プログラミング

ご購入はこちら



## 第4回 アントコロニー最適化

牧野 浩二

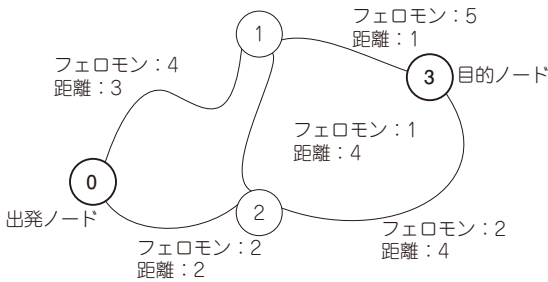


図1 アントコロニー最適化の概念  
あるエージェントが0→1→3と通った場合

本連載では、現実の問題を数理モデルに当てはめ、数多くの選択肢の中から最も望ましい組み合わせを見つけ出す数理最適化問題を扱います。

### ● 数理最適化は役に立つ

数理モデルとは、私たちの身の回りにある現象や問題を数式やアルゴリズム(数理モデル)に置き換えたものです。例えば、身の回りの問題として、スマートフォンのナビゲーション・アプリを考えます。人間は地図を見て、何となくこの経路が近そうだという俯瞰しながら考えることができますが、プログラムはそういったことは苦手です。プログラムで解くためには、全ての経路の組み合わせを比較して最も短い経路を探す処理を考える必要があります。数理最適化とは最適な答え(この例では最短経路)を数学的またはアルゴリズムを活用して見つけ出す手法です。

### ● アリは巣と餌場の最短経路を見つけて出す

アントコロニー最適化は、メタヒューリスティック探索と呼ばれる手法の1つです。これはアリが列をなして巣と餌場を往復することを繰り返しているうちに、最短経路を通るようになる現象をうまく利用して最短経路を見つけて出す方法です。この方法は、前回紹介したA\*(エースター)のように近似解が得られます。A\*と異なる点はヒントとなる値を用いずに問題を解けることです。

## アントコロニー最適化のあらまし

図1のような、出発ノードと目的ノードの間に2つのノード(中継ノード)がつながる状況を考えます。0→1→3のようにたどると最短になります。アントコロニー最適化ではたくさんのアリに相当するエージェントがフェロモンに従って経路選択をして、たどった経路にフェロモンを置き、全てのエージェントが通った後フェロモンを更新します。

## アントコロニー最適化のアルゴリズム

各経路のフェロモンを $\tau_{ij}$ とすると、 $k$ 番目のエージェントが各ノードで各経路を選ぶ確率 $p_{ij}^k$ は式(1)となります。

$$p_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{l \in \Omega} [\tau_{il}]^\alpha [\eta_{il}]^\beta} \dots \dots \dots (1)$$

なお、 $\eta_{ij}$ はヒューリスティックな値(経験則的な値)であり、アントコロニー最適化の場合は距離の逆数がよく用いられます。 $\alpha$ と $\beta$ はどちらをどのくらい考慮するかといった値です。分母はそのノードから行くことのできるノードの合計値です。例えば、図1の状況で出発ノードで0→1と0→2のどちらかの経路を選ぶ確率を決める値を設定する定数 $\alpha$ と $\beta$ をとともに1とすると0.571...と0.429...になります。

次に、各経路に置くフェロモンは式(2)となります。

$$\Delta\tau_{ij}^k = \begin{cases} Q/L_k & \dots \dots \dots (2) \\ 0 & \dots \dots \dots \end{cases}$$

$Q$ は定数、 $L_k$ は目的ノードまでの合計の距離です。例えば、あるエージェントが0→1→3を通った場合、それぞれの経路には $\Delta\tau_{01}^k=1/6$ 、 $\Delta\tau_{02}^k=0$ 、 $\Delta\tau_{12}^k=0$ 、 $\Delta\tau_{13}^k=1/6$ 、 $\Delta\tau_{23}^k=0$ のフェロモンを置くこととなります。

最後に、全てのエージェントが通った後、フェロモンを更新します。これは、式(3)の右辺第1項で $p(0 \sim 1$ の値)を掛けることで減少させ、右辺第2項で全てのエージェントが置いたフェロモンの合計を加えます。

