

## 蟻コロニー最適化に基づく北海道地区「道の駅」スタンプラリー経路探索

大谷紀子 研究室

1232086 齋藤 優規

### 1. 研究の背景・目的

現在、北海道地区「道の駅」ではスタンプラリーが行われており、集めたスタンプ数に応じて様々な賞品に応募することができる。道の駅のスタンプは開館時間内のみ押印が可能であり、開館時間はそれぞれ道の駅ごとに異なる。すなわち、決められた時間内にスタンプを多く集めるためには、開館時間を考慮して効率よく巡回することが重要である。加藤[1]により、粘菌アルゴリズムによる時間枠制約付き巡回セールスマン問題の解法が提案されている。北海道地区「道の駅」スタンプラリー経路探索を対象問題として評価した結果、加藤の提案手法では短時間である程度の解は得られるものの、最短時間経路は得られないことが報告されている。最短時間経路を求めるためには、より適したアルゴリズムを検討する必要がある。本研究では、北海道地区「道の駅」スタンプラリーにおいてより優れた最短時間経路を導き出すことを目的として、蟻コロニー最適化を用いた北海道の道の駅スタンプラリーの経路探索の手法を提案する。

### 2. 蟻コロニー最適化

蟻コロニー最適化は、蟻が食糧までの最短経路を見つける過程にヒントを得たアルゴリズムである。蟻には食糧を見つけるとフェロモンという化学物質を残しながら巣に戻る習性がある。別の蟻はフェロモンに惹きつけられて食糧へ辿りつく。食糧から巣までの距離が短いほどフェロモンが多く残るため、最終的にほとんどの蟻が最短経路を辿るようになる。蟻コロニー最適化では、与えられた問題に変化が生じて同様の処理を継続して実行することができるため、状況変化の対応に優れた経路探索をおこなうことができる。蟻コロニー最適化の処理手順を以下に示す。

- ① 蟻とフェロモンを初期化する。
- ② 各蟻が辿る経路を決定する。
- ③ 各蟻が各区間に分泌するフェロモン量を計算する。
- ④ 各区間のフェロモン量を更新する。フェロモンは時間が経つと蒸発する性質を持つため、各区間の蒸発後のフェロモン量を求め、さらに③で計算したフェロモン分泌量を追加する。
- ⑤ すべての蟻が同じ経路を辿るまで②～④を繰り返す。

各蟻が辿る経路は、各区間のフェロモン量をもとに決定する。まず、出発地点である道の駅から次に訪問する道の駅を選択する。このときの選択確率は、出発地点である道の駅から他の各駅までの各区間のフェロモン量の比率とする。以降、同様にして、未訪問の道の駅から1つずつ道の駅を選択することで、蟻の辿る経路を決定する。

### 3. 実験方法と結果

提案手法の有用性を検証するための評価実験を行った。全部で114種類の道の駅スタンプを最短時間

で集める経路を求める。出発地点および最終到着地点は道の駅「三笠」とし、車やバイク等を使って道路を移動し、スタンプを収集するものとする。北海道の道の駅スタンプラリーでは、道の駅を押印可能時間外に訪れたとき、訪れた道の駅で撮影した写真を代用する時間外措置が5か所まで認められているが、本実験では時間外措置は使用しないものとする。道の駅の訪問目的としては、スタンプの押印以外にも休憩や道の駅の観光が考えられるため、30分間滞在するものとする。提案手法に加え、加藤[1]の提案した粘菌アルゴリズムに基づく手法、および加藤[1]が比較対象としていた遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm; GA) に基づく手法と GA+粘菌アルゴリズムに基づく手法により、全種類のスタンプを集めるまでの最短時間を求めた。蟻コロニー最適化で使用した各パラメータの値を表1に示す。

表1：蟻コロニー最適化におけるパラメータの値

| 各蟻が持っているフェロモン量 | 世代数   | 蟻の数   | フェロモンの蒸発率 |
|----------------|-------|-------|-----------|
| 50             | 3,000 | 2,000 | 0.01      |

各手法で10回ずつ探索して得られた経路の所要時間の最良値、平均値、および標準偏差を表2に示す。所要時間の平均値および標準偏差は提案手法において最も小さくなった。また、所要時間の最良値も、単独のアルゴリズムを適用した手法の中では、提案手法で最も小さい値が得られた。

表2：得られた経路の所要時間

|             | 最良値 (分) | 平均値 (分) | 標準偏差  |
|-------------|---------|---------|-------|
| GA          | 22,316  | 23,335  | 1,038 |
| 粘菌アルゴリズム    | 26,911  | 30,227  | 2,296 |
| GA+粘菌アルゴリズム | 21,412  | 23,247  | 998   |
| 蟻コロニー最適化    | 22,260  | 22,482  | 169   |

#### 4. 考察

蟻コロニー最適化では、所要時間の最良値、平均値ともに他の手法よりも優れた結果が得られているが、差は決して大きいわけではないので、蟻コロニー最適化が他の手法よりも確実に優れていると結論づけるのは難しいと考えられる。しかし、少なくとも加藤[1]の評価実験でおこなったGA+粘菌アルゴリズムを用いた手法やGAを用いた手法と同等の結果を得ることができ、粘菌アルゴリズムを用いた手法よりは優れた結果を導けることが判明した。また、本研究では蟻コロニー最適化単体のみの手法を提案したが、GA+粘菌アルゴリズムのように別のアルゴリズムを組み合わせる手法でより優れた最短時間を求めることができる可能性もある。蟻コロニー最適化では、他の手法に比べて結果のばらつきが少ないことから、他の手法よりも安定した解を求められる可能性が高い。ばらつきが少ない要因として、蟻コロニー最適化は最終的にすべての蟻が同じ最短経路を辿る特徴があるため、試行を繰り返しても前試行と類似した最短経路が求められていると考えられる。北海道道の駅スタンプラリーの最短経路を求める際の手法として蟻コロニー最適化は有用であったと考えられるが、実用的に用いるには、より解のばらつきを少なくする必要がある。

#### 参考文献

- [1] 加藤由人, “粘菌ネットワークを用いた時間枠制約付き巡回セールスマン問題の解法”, 東京都市大学大学院環境情報学専攻 2014 年度修士論文, 2015