

## A CO を用いたツーリングルート作成システム

大谷 紀子 研究室

1572027 川原 亮喜

### 1. 背景と目的

ツーリングとはバイク、ロードバイクなどを用いて旅行することを指す。バイクを利用する者をライダー、ロードバイクを利用する者をツーリスト、チャリダー等と呼称する。ツーリングが他の旅行と特に異なる点として、特定の地点への訪問以外に魅力的な道の走行が目的となり得ることが挙げられる。他の目的地を訪問するために同じ道を往復すること、走行をより多く楽しむために複数回走行することは、ツーリングにおいて旅程の選択肢となる。また、当日の行動を終了する最終目的地は宿泊できればどこでも構わないとすることもある。現状広く利用されている経路探索機能が付いた地図のほとんどでは、目的地として国道や都道府県道を指定した場合、道全域ではなく中間地点など定められた特定の地点が目的地として扱われるため、魅力的な道のすべてを走行する経路を探索することができない。また、出発地と複数の目的地を指定すると、出発地から目的地を順に訪問する最短経路、および自動車、徒歩などの指定した交通手段でかかる時間の目安を表示する機能がある。しかし、目的地での滞在時間を指定することができない点、当日の行動可能な時間に合わせて行程を作ることができない点から、本機能は旅行の計画を立てるのに適していない。本研究では、ツーリングを趣味とするライダーの旅行計画立案の支援を目的とし、移動にはすべてバイクを利用し、観光地や食事処、道など、到達したい目的地が多数という条件におけるツーリングルート作成システムを構築する。

### 2. システム概要

ユーザには、行動開始時刻、行動終了予定時刻、出発地の緯度及び経度、複数の目的地の緯度および経度、目的地ごとの目標到達時刻と滞在予定時刻および優先度、走行したい道と優先度を入力させる。ユーザの情報入力を補助するツールとして、国土地理院が提供する“国土地理院タイル”を利用する。出発地および各目的地間の移動時間の取得には Google が提供する“Google Maps API”を利用する。

### 3. 経路探索手法

経路探索には、蟻コロニー最適化 (Ant Colony Optimization、以下 ACO とする) をツーリングプラン作成用に改変した方法を用いる。ACO とは蟻が群れから食物までの経路を見つける際の挙動を基に提案されたアルゴリズムである。以下に本システムの経路探索法を示す。

- ① 出発地を含む、全目的地間同士を繋ぐ道を探索対象とする。
- ② すべての道に対して、経路選択の際の指標として利用するフェロモンの初期値を設定する。
- ③ ユーザが入力した行動開始時刻と行動終了予定時刻から総移動コストを決定する。
- ④ ユーザが入力した出発地にアリを配置する。
- ⑤ 以下の手順で各アリが通る経路を決定する。
  - I. 次に進む目的地を選択する。確率  $1-X$  でランダムに、確率  $X$  で経路上のフェロモン濃度に従って選択する。移動可能な目的地  $P_1 \sim P_N$  の評価値をそれぞれ  $E_1 \sim E_N$  とするとき、目的地  $P_i$  が次の目的地として選択され

る確率  $prob(P_i)$ は式(1)で算出される。

$$prob(P_i) = \frac{E_i}{\sum_{k=1}^N E_k} \quad (1)$$

II. アリを次の目的地に移動する。

III. 出発地からの移動コストの合計が総移動コストの 95%未満のときはIに戻り、95%以上のときはここまでをアリが通る経路とする。

⑥ 基準となるフェロモン量を P、⑤でアリが通った経路に含まれる目的地を  $P'_1 \sim P'_M$ 、目的地  $P'_i$  の優先度を  $V$ として、アリが  $K_i$ 経路上に残すフェロモンの量  $phe(K_i)$ を式(2)により算出する。  

$$phe(K_i) = \sum_{i=1}^M P\{4time(P'_i) + (V + 1)\} \quad (2)$$
 ここで、 $time(P'_i)$ は目的地  $P'_i$ への到着時刻と到着予定時刻との差が 30 分以下だった場合に 1、30 分を超えた場合に 0 となる関数である。

⑦ ④～⑥を設定したアリの数 200 匹分だけ繰り返す。

⑧ すべての道のフェロモンを更新する。フェロモンの蒸散率を 0.05 とし、 $i$  番目の道  $R_i$ のフェロモン  $phe(R_i)$ の更新式を式(3)に示す。

$$phe(R_i) \leftarrow 0.95phe(R_i) + \sum_{i=1}^N 0.05phe(K_i) \quad (3)$$

⑨ ②～⑧を設定した回数 10000 回繰り返す。

⑩ 3 匹のアリに経路上のフェロモンに従って移動させ、それぞれを結果として出力する。

#### 4. 評価実験

3 つの条件を本システムに入力し、得られた結果に関して考察する。条件 1 は実際に行われたツーリングに基づくルート、条件 2 は出発地、到着地、行動開始時刻および行動終了予定時刻が決まっているルート、条件 3 は出発地と行動開始時刻、行動終了予定のみが決まっているルートである。入力した 3 条件および得られた結果を表 1 に示す。

#### 5. 考察

条件 1 では、実際のルートと同じルートに多量のフェロモンを残すことができ、3 匹のアリがすべて実際のルートと同じルートを移動した。強力

表 1:入力条件と出力結果

		条件1	条件2	条件3
入力	行動開始時刻	7:00	5:00	10:00
	行動終了予定時刻	13:30	17:00	13:00
	出発地	札幌駅	東京都市大学YC	高松駅
	目的地1	小樽(8:30着、30分滞在)	道の駅芦ヶ久保	五色台スカイライン
	目的地2	留萌(11:00着)	道の駅みょうぎ	栗林公園
	目的地3	稚内(13:30着)	つまごいパノラマライン	金刀比羅宮(1時間滞在)
出力	目的地4	オロロンライン	志賀草津道路	鳴門公園
	目的地5		白馬駅(17:00着)	
	経路1	(アリ1,2,3)札幌駅(8:00)→小樽(8:53)→留萌(10:59)→オロロンライン→稚内(13:58)	(アリ1,2)東京都市大学YC(5:00)→道の駅みょうぎ(7:52)→道の駅芦ヶ久保(9:55)→つまごいパノラマライン→志賀草津道路→つまごいパノラマライン→白馬駅(17:24)	(アリ1,3)高松駅(10:00)→五色台スカイライン→栗林公園(11:07)→五色台スカイライン→金刀比羅宮(13:15)
	経路2		(アリ3)東京都市大学YC(5:00)→白馬駅(9:00)→志賀草津道路→つまごいパノラマライン→道の駅芦ヶ久保(16:04)	(アリ2)高松駅(10:00)→五色台スカイライン→栗林公園(11:07)→金刀比羅宮(12:11)→鳴門公園(15:26)

な条件の下では、最適なルートを提示することができた。

条件 2 では、3 匹のうち 2 匹が同じルートを通った。アリ 1, 2 は、行動終了予定時刻と同刻を到着予定時刻とした目的地を到着地とし、予想していた方角へ移動するルートを通った。つまごいパノラマラインへ戻るルートとなっているのは、移動コストに対して目的地が少なかったからだと考えられる。アリ 3 は東京都市大学 YC に近い道の駅芦ヶ久保を到達地に持つ不合理なルートを通っている。3 節の⑩で 3 匹のアリをより強くフェロモンを考慮して移動させることで防げると考えられる。

条件 3 では、3 匹のうち 2 匹が同じルートを通った。アリ 1, 3 とアリ 2 のルートは栗林公園まで一致しており、評価値の似ているルートを複数表示することができている。しかし、アリ 2 の最後の鳴門公園への移動は行動終了予定時刻を大幅に超えており、3 節の⑤－IIIのアリの行動を終了する条件に関して、105%以上の場合 1 つ前の目的地の到着時間と到達地の到着時間の差を考慮し、より差が小さいほうへ到達地を変更する選択肢を増やすべきと考えられる。