

蟻コロニー最適化を用いたカーナビの最短経路探索

2007MI220 杉本彩

指導教員：高見 勲

1 はじめに

近年、安全で快適なドライブを考えてカーナビゲーションシステム(以下カーナビ)を搭載する車が増えてきている。

現在のカーナビの経路探索技術は、出発地や目的地を得る「探索基点の設定技術」、最短経路を確実に探す「主経路の探索技術」、渋滞等回避の為に最適な巡回路を探す「補助経路の探索技術」、探索された経路上の危険箇所を抽出する「経路情報の作成技術」で構成されている。

本研究は、Ant Colony Optimization(蟻コロニー最適化、以下ACO)に、ドライバーのストレスを軽減させる快適性を考慮したナビゲーションシステムの提案をし、実際の地図を用いて最短経路探索を目指す。

ドライバーが快適だと感じるドライブを考慮するために必要な項目は、右折が少ない経路選択、信号の数が少ない経路選択、道路の幅(車線)が広い経路の選択などが挙げられる。これらの価値観を融合した探索方法で、実際のカーナビに搭載するための条件を再現する。本研究では、「渋滞や交通規則などの交通状況に合わせたルート検索」、「最寄り検索で目的地方向の施設への立ち寄りができる機能」を作成する。

2 代表的な探索方法

カーナビの代表的な探索方法は、ダイクストラ法とA、A*アルゴリズムである。

ダイクストラ法は、横型探索をベースにしているアルゴリズムで、出発地からのコストを計算しながら展開を行い、展開が終了するとコスト順に並べ替えを行う。未完成経路を次に展開するものとし、順次展開をする。このように展開が1つの深さを終了すると、コスト順に並べて評価を行う。これはダイクストラ法の利点でもあり欠点でもある。探索範囲を交通状況が変化した区間の周辺に限定することにより計算時間を短縮するように改良しているため、最少経路を確実に探索する主経路の探索において多く使用されている。

Aアルゴリズムは、残りの推定距離を評価関数に入れるアルゴリズムで、残りの推定距離をゼロにすると、すでに決まった距離のみを評価し次の展開をしていたダイクストラ法そのものである。Aアルゴリズムはダイクストラ法の拡張型アルゴリズムともいえる。A*アルゴリズムは、次の交差点から目的地までの推定稼働コストを用いて探索を行うため、道路の広さや右折を少なくするなどの運転手の快適性を考慮することが難しいという問題点がある[1]。

3 Ant Colony Optimization

ACOとは、蟻がコロニーから食物までの経路を見つける際の、群れで経路を形成する方法を元に開発された最適化手法である。蟻はフェロモン通信と単純な行動規則だけで効率的に集団採餌行動を行う。

ACOの特徴は、蟻が出すフェロモンと呼ばれる探索領域の評価値を用いた過去の探索情報の蓄積と利用を行い、より大域的な探索情報を保持し利用できることである。ACOは反復改善型の近似解法であり、探索の途中でも集団中に近似解を持つため、制限時間内に準最適解を出力できる。蟻の集団はシステムとして非常に柔軟で、餌場を見つけると大量の蟻を動員して採餌速度を向上させ、分散によって新たな最短経路を発見する。ACOの基本的なアルゴリズムは以下の通りである。

1. 蟻とフェロモンの初期化
2. 終了条件を満たすまで以下の処理を繰り返す。
 1. それぞれの蟻に対して、フェロモンとヒューリスティックな情報に基づいて確率的な解の選択を行う。
 2. それぞれの蟻が分泌するフェロモンを計算する。
 3. フェロモン情報の更新
3. 最良解を出力する。

4 快適性を考慮したナビゲーションシステムの提案

本研究では、

- ・右折を少なくする
- ・信号の少ない道を選択する
- ・大通りを選択する

以上の三つをドライバーが快適だと感じる価値観とする。一回右折するごとにペナルティとして経路長に3マス追加し、その合計した経路長で最短経路を求める。同様に、信号の少ない道を選択する場合は一度信号のある交差点を通るたびに経路長に5マス追加、大通りを選択した場合は1マス通るたびに0.2マス引く。これらを経路長に表す事により比較ができる。

これを評価関数Iで示すと、

s:経路長

x:右折の回数

y:通った信号の個数

z:大通りを通ったマスの数

$$I = s + 3x + 5y - 0.2z$$

となる。

5 検証

実際の地図を例にとり検証を行う。名古屋市中区錦3丁目周辺の地図を検証に用いた。出発地を丸の内駅(1,37), 目的地を栄駅(39,13)とする。

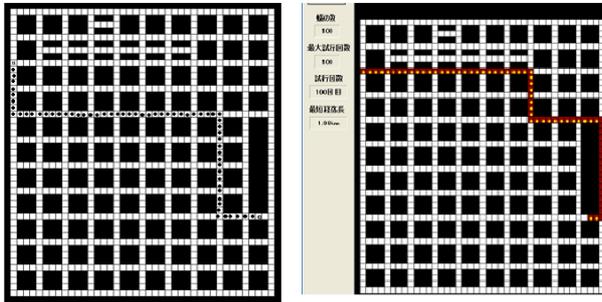


図1 ダイクストラ法 快適性を考慮した探索

ダイクストラ法では、

$s:62$ $x:1$ $y:10$ $z:40$

評価関数 $I = 107$ である。

快適性を考慮した探索では、

$s:66$ $x:3$ $y:3$ $z:14$

評価関数 $I = 88$ である。

ダイクストラ法で検索したルートを経路長 s は 62 なので、最短経路のみでは劣っている。しかし快適性を考慮した場合、評価関数が 19 少ない。

6 カーナビに搭載するための条件の検証

(1) 交通状況に合わせたルート検索

ACOの知識の蓄積による利点として、探索領域が変化した場合でも学習の継続ができる事を利用し、リアルタイムな交通状況の変化に対応するルート検索を行った。

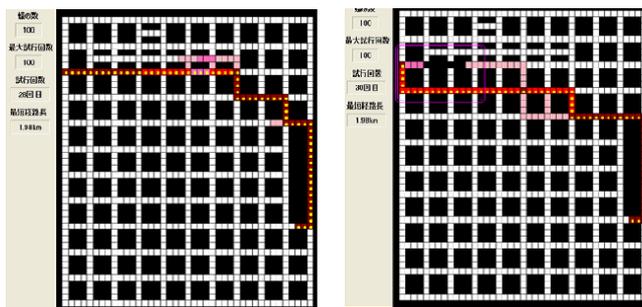


図2 交通状況に合わせたルート検索 (28回目) (30回目)

28回目で求めた最短経路の一部を通行不可にする。すると30回目では学習の継続を利用し新たな最短経路を導いた。同様に試行回数78回目で最短経路の一部を通行不可にしても、80回目では新たな最短経路を導いた。

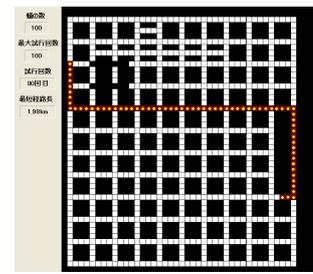


図3 交通状況に合わせたルート検索(80回目)

(2) 立ち寄りルート検索

ACOは経由地を通った蟻のルートにのみフェロモンの蓄積が可能なので、この機能の実現が可能である。出発地座標(1,37), 立ち寄り地座標A(27,41), 立ち寄り地座標B(39,29), 目的地座標(39,13)で検証を行う。出発地は丸の内駅(S), 名城小学校(A)と久屋大通駅(B)の二箇所に立ち寄り、栄駅(G)へ行くとする。

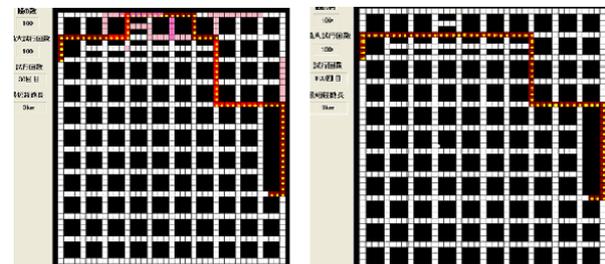


図4 立ち寄りルート検索 (30回目) (100回目)

30回目では経由地を2箇所経由しているが、最短経路周辺にフェロモンが蓄積している。100回目では経由地を2箇所経由している最短経路を導いた。一か所以上の経由地を経由可能な事はダイクストラ法より優れた点である。

7 おわりに

本研究で得た成果は、ACOにドライバーのストレスを軽減させる快適性を考慮したナビゲーションシステムの提案、検証を行った。そして交通状況に合わせたルート検索、立ち寄りルート検索機能の作成ができ、一般的なカーナビの搭載機能を再現できた。

参考文献

- [1] 工業所有権情報・研修館:『平成16年度 特許流通支援チャート カーナビ経路探索技術』独立行政法人,2005 <http://www.ryutu.inpit.go.jp/chart/H16/denki22/frame.htm>