

経路探索システムへの群知能アルゴリズムの適応性について

*1 上田 剛士

*1 小林 信昭

*1 月江 伸弘

*1 松永 俊雄

*1 東京工科大学工学部情報工学科

1 はじめに

カーナビゲーションシステム(以下カーナビ)は、GPS衛星から送信される位置情報及びビーコンセンサによる道路情報を地図情報と組み合わせることにより、目的地までの最適な経路を提示する車載システムである。しかし、新しい地図情報の更新の手間や渋滞などの道路情報を得るためのセンサーの設置場所及び費用などの問題がある。特に後者の問題は、センサーの設置場所が比較的大きな道路に限られており、すべての道路情報を得ることができない。

この問題に関しては個々の車が、どの経路上にいるかを把握することで解決することが考えられるが、近年インターネット、携帯電話の普及、及びネットワーク接続が可能なカーナビの登場により、個々の車の情報を安易に得ることができると予想される。

本報告では、一つのサーバー上で地図情報を管理し、「群知能」を用いて個々の車から送られてくる情報を総合的に判断することで最適な(渋滞などをさけられる)経路を提示できるシステムを提案し、群知能が経路探索アルゴリズムとして適用可能であるかを検討する。

2 群知能

群知能とは昆虫の社会から得られた知識を表し、個々の比較的単純な要素が相互し合って群行動を生み出し、そのマクロな挙動が再び固体への環境条件を与えるような振る舞い」のことを意味する。群知能は分散型や組み合わせ最適化問題の理想として注目されている。この社会的な昆虫の一種として蟻があげられる。

蟻はランダムに餌場までの経路を探索する。その際

Applicability to Path Search System of Swarm Intelligence Algorithm

*1 Takeshi Ueda, *1 Nobuaki Kobayashi

*1 Nobuhiro Tsukie, *1 Toshio Matsunaga

*1 Department of Information Technology, School of Engineering, Tokyo University of Technology

にフェロモンと呼ばれる揮発性の物質を体内で生成し、自分の通った道筋に分泌する。他の蟻は分泌したフェロモンがあればその道筋を辿る。経路が複数ある場合、フェロモンの蓄積量が多い方向に進むことで、より短い方の経路を選択する。つまり個々の蟻はフェロモンを辿るという単純な行動を行うのに対して、全体として見ると、巣穴から餌場までの最適な経路を形成している [1]。

3 方法

地図情報とフェロモン情報をもとに渋滞を考慮した地図上2点間の経路探索を行う。ただし、実際の車を使用した検証は難しいためシミュレーションにより行う。具体的には画面に表示された地図上を車(以下エージェント)が移動することで行う。

地図情報は交差点を表すノード部分とノード間を結ぶ道路を表すリンク部分によって構成されており、一方通行や道路の種類(高速道路、都市高速道路、一般国道、都道府県道、指定市道)のデータを保持している。フェロモン情報は、エージェントを地図上にランダムに走らせることによりリンク上に蓄積させる。本研究で使用するフェロモンの動きは、実社会における蟻のフェロモンとは異なり、フェロモンの蓄積が多い道ほど多くの車が存在することを表すことから、渋滞が発生しているものとする。

この蓄積されたフェロモン量をもとに、新たな地図上2点間経路探索アルゴリズムによって探索を行う。

4 探索アルゴリズム

地図情報のみの経路探索において、時間的・距離的に一番よいルートとは最短ルートである。

しかし、実際の道路上では、速度規制や交通渋滞があることから、最短ルートが最適ルートであるとは限らない。そこで、本研究では、探索時に使用する道路

の距離を

実質距離 + 距離の重み α

により表す．ここで距離の重みとは、渋滞により発生する遅延を距離に換算したものである．

渋滞は、交通密度 K (単位道路区間長さ当たりの車両台数) から表すことができる．本研究では、この交通密度 K をノード $i-j$ 間のリンクに蓄積されたフェロモン値 $\tau(t)$ とそのリンクに付加できる最大フェロモン量 (飽和フェロモン量) τ_{\max} から表す．

$$K = \frac{\tau(t)}{\tau_{\max}} \quad (1)$$

$\tau(t)$ は次の式で表される．

$$\tau(t) = \rho \cdot \tau(t-1) + \Delta\tau(t) \quad (2)$$

ここで ρ は揮発係数、 $\Delta\tau(t)$ は時間 t において新たに付加するフェロモン量であり、ノード $i-j$ 間に存在する n 台のエージェント数から得られたフェロモン量である． τ_{\max} は次の式で表される．

$$\tau_{\max} = \frac{m\tau}{1-\rho} \quad (3)$$

ここで、 m はノード $i-j$ 間の道路上に存在できる最大エージェント数 ($n \leq m$)、 τ は一台のエージェントが付加するフェロモン値である．

道路上を走行する車の平均速度は、交通密度から、ある程度推測することができる．交通密度 K と平均速度 V との関係には様々な関数形が提案されているが、ここでは、以下の関数形を使用する．

$$V = V_{ij} \left(1 - \frac{K}{K_{ij}}\right) \quad (4)$$

ここで V_{ij} はノード $i-j$ 間における密度が零のときの速度、 K_{ij} はノード $i-j$ 間における速度が零のときの密度を表す．

それぞれの道路には法定速度 V_l が設けられている．平均速度 V が法定速度 V_l と同じときは、渋滞は起こっていないと考えられる．それ以外の場合は、渋滞が起こっていると考えられる．距離の重み α は、この V と V_l の割合により決定している．

$$\alpha = \text{実質距離} \times \left(\frac{V_l}{V} - 1\right) \quad (5)$$

5 結果

シミュレーションにおいて、エージェント数を 10^4 、 ρ を 0.99、 τ を 0.5 とおき仮想的に渋滞を起こしたときの探索を行った．結果を図 1 に示す (丸で囲んだ道路には、フェロモンが蓄積していることを示す．点線で示した経路は探索結果を表す)．図 1 より、フェロモンが蓄積された (渋滞した) 道路を避ける経路が表示された．

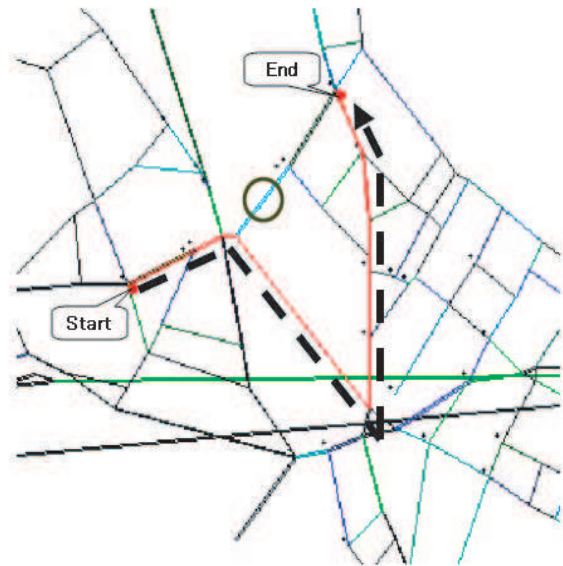


図 1: 探索結果

6 おわりに

本研究は、群知能が地図上経路探索において適用可能であるかを検討した．本システムは、フェロモン量を渋滞情報として示し、フェロモン量を考慮した探索アルゴリズムにより最適な経路を求める．シミュレーション上により検証した結果、渋滞を避ける経路を求めることができ、有効性を確認した．

参考文献

- [1] Marco Dorigo, Vittorio Maniezzo, Alberto Coloni, *The Ant System: Optimization by a colony of cooperating agents*, Cybernetics-part B, 1996.