

オンライン型道路経路・巡回路探索法の検討

6S-4

吉江一成 石原伸一 松永俊雄
(東京工科大学)

吉瀬謙二
(東京大学工学研究科)

川辺秀樹
(NTT情報研)

1. はじめに

最近のインターネットの普及により、オンラインリアルタイムでの情報提供サービスが増加している。観光案内などの情報提供サービスとしては、複数の観光スポットを効率的に廻るための順路提供があり、最適な経路を数秒以内に提示することが要求される。ここでは、出発点と終点一致する巡回型の経路探索と出発点と終点異なる非巡回型の経路探索の双方について、まず、各点間の直線距離をもとに最適経路を求め、つぎに道路地図上での車道に置き換えた経路表示を行う方法の検討を行い、それらを統合したシステムの実現をねらいとしている。

2. システムの概要

このシステムでは利用者がある観光地の複数の観光スポットを指定し、それらを廻る際の順路および所要時間の目安を得ることを目的とする。システムへのアクセスは遠隔端末からのアクセスを想定し、オンライン・リアルタイム型とする。システムの性能目標は「10数地点の最適経路探索に対する近似解を数秒以内で提供」とする。

このシステムの概要を図1に示す。

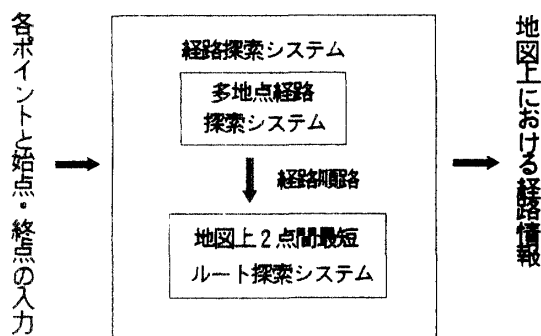


図1 システムの構成

A Study of Information Providing System for the traveling route of multiple spots

Kazumari YOSHIE^{*1}, Shinichi ISHIHARA^{*1}, Toshio MATSUNAGA^{*1},
Kenji KISE^{*2}, Hideki KAWABE^{*3}
^{*1}Tokyo Engineering University, ^{*2}The University of Tokyo
^{*3}NTT Information and Communication Laboratories

2.1 経路探索について

経路探索では、道路情報を考慮しないユークリッド距離における探索アルゴリズムを検討する。経路探索は始点と終点一致する巡回経路と始点と終点一致しない非巡回経路に分ける。これらの問題は完全NP問題に属し、実時間内に最適解を求めることは難しく、いかに短時間に近似解を求めるかが検討のポイントとなる。

(1)巡回経路探索

この場合は巡回セールスマン問題として扱うことができる。本検討では、つぎのようなアルゴリズムについて検討した。

a)任意のXY座標において、各ポイントの重心を求める (N:ポイント数)。

$$\text{重心の座標} = (\sum X/N, \sum Y/N)$$

b)この重心を中心とし、X軸に対するポイントiの角度 i_a を求める (X_s, Y_s :始点の座標)。

$$i_a = \arctan(Y_i - Y_s) / (X_i - X_s)$$

c)この角度を始点が0となるように各ポイントの角度を変換し、この角度でソートを行なった結果をもとに巡回順を決定する。

(2)非巡回経路探索

つぎのようなアルゴリズムについて検討した。

a)まず、始点と終点を結んだ直線 $I_{s,t}$ に対して、始点、終点から垂線 H_s, H_t を引き、それとの位置関係をもとに、3グループに分ける。

- グループ1:垂線 H_s からみて、直線 $I_{s,t}$ の外側にあるポイントの集まり
- グループ2:垂線 H_s と垂線 H_t の間にあるポイントの集まり
- グループ3:垂線 H_t からみて、直線 $I_{s,t}$ の外側にあるポイントの集まり

b)つぎに、グループごとに以下の値を求める。

- グループ1:始点を中心とした垂線 H_s からの角度

- ・グループ2:直線 l_1 への各ポイントからの垂線の座標
 - ・グループ3:終点を中心とした垂線 l_2 からの角度
- c)この結果をもとに、始点、グループ1, 2, 3, 終点の順にソートを行なう。このとき各グループ間の接続は、各グループ間の距離を最小にする。

(3)グループ化

巡回経路、非巡回経路のそれぞれにおいて、さらに、最適解への近似度を高めることをねらいとしてそのソート値の平均値より隣り合うソート値の差が小さいポイントについてグループ化を行った場合を検討する。

以上、提案したアルゴリズムによって得られる経路探索での解を正解値からみた正解率と誤差率を、図2および図3に示す。

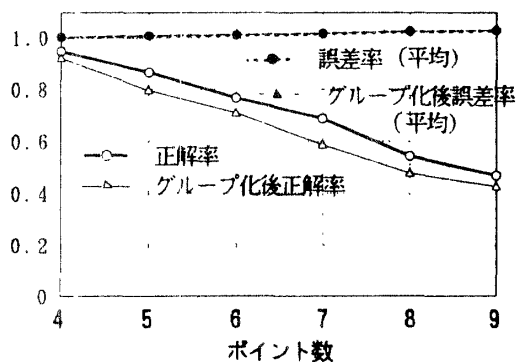


図2 巡回経路探索結果

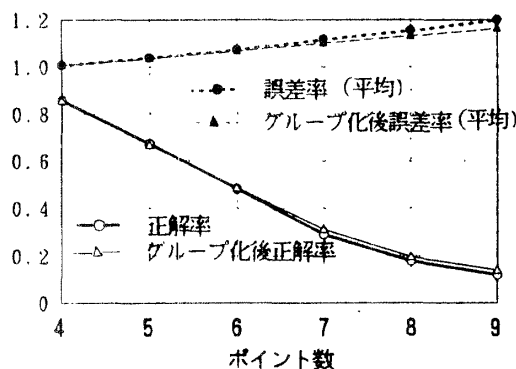


図3 非巡回経路探索結果

巡回、非巡回のいずれもこの範囲では正解値からの平均誤差率は20%以下であるが、非巡回においては、ポイント数が増加すると正解率が低下する。一方、グループ化による効果は、非巡回の場合においてポイント数が増加すると表れる。

2.2道路地図上の経路探索

ここでは、道路情報を利用し、各2点間の経路を探索するアルゴリズムを検討する。

(1)入出力用の地図作成

まず、地図データベースより必要なノードとリンクの情報を取り出し、簡単な道路地図を作成する。

- ・ノード情報：ノード番号、X座標、Y座標により交差点や行き止まりを示す。
- ・リンク情報：ノード番号 N_i, N_{i+1} 、道路区分により、交差点を結ぶ情報を示す。

(2)最短経路探索

この問題には、良く知られたDijkstra法の適用が考えられるが、ここでは処理の高速化をねらいとして、短時間に近似解を求めるため、つぎのようなアルゴリズムを検討した。

- 始点Sと終点Eを結んだ直線に対する角度を、Sにリンクしているノードに対して求め、最小となるノードを選択する。つぎに、選択されたノードとEに対して同じ処理を行い、終点Eが選択されるまでこの処理を続ける。
- 一度選択されたノードにはフラグをたて、同じノードを繰り返し選択しないようにする。
- 行き止まりなど、つぎに選択するノードがない場合は現在のノードの一つ前に戻り、a)の処理を行う。

3. システムの実現

上記2.1 および2.2 の検討結果をもとに作成したプログラムを統合して図1に示したシステムを実現した。このシステムでは、まず、画面に示された地図上でマウスによって複数のスポットと始点、終点を指定する。つぎに経路探索の実行を指示すると、直線距離での経路探索を行い(実行は画面非表示)、その結果にもとづいて、各2点間の道路経路の最短ルートを順次求めていく。求めた結果は特定の色によってルート表示を行なう。

参考文献

- 久保幹雄: 巡回セールスマン問題への招待 I~III, オペレーションズ・リサーチ, 1月号~3月号(1994)
- 新妻, 村田, 山田: 帰納的アルゴリズムに基づく巡回セールスマン問題の解法, 人工知能学会誌, Vol11, No1, pp130-135(1996)