

移動時間を軽減する観光コース探索方法の検討

Study on suggestion algorithm of the sightseeing course for reducing a traveling time

○西塚 尚希[†] 細川 靖[†] 工藤 隆男[†]

○Naoki Nishizuka[†] Yasushi Hosokawa[†] Takao Kudoh[†]

[†] 八戸工業高等専門学校

[†] Hachinohe National College of Technology

キーワード： 地域振興(regional development), 観光コース(sightseeing course),
組み合わせ問題(combination problem)

連絡先： 〒039-0611 青森県八戸市田面木字上野平 16-1 八戸工業高等専門学校 電気情報工学科
工藤 隆男, Tel.:(0178)27-7279 FAX(0178)72-7279 E-mail:tkudoh-e@hachinohe-ct.ac.jp

1. まえがき

観光資源を活用した地域振興を継続発展させるための一つの方策として、観光客が繰り返し訪問したくなる仕組み作りが望ましいとの観点から、興味関心のある観光ポイントを効率良く回るコース提案システムについて考える。

趣向分析を用いて個人嗜好に応じた観光コースを自動生成する作成システム⁽¹⁾においては、趣向分析のために計 15 問の質問への回答が必要である。このような分析プロセスはより正確な分析が可能となるが、観光客への負担になることが懸念される。

そこで、筆者らは観光案内システムのコンテンツ閲覧中に、多くの観光地の中から観光客のニーズや興味・関心が高いと分析された観光地を提案するシステムについて試作している⁽²⁾。コンテンツ閲覧中における趣向分析により、観光客の興味関心のある観光ポイントを抽出することは、同時に最適な観光コースを探索するための探索空間を削減することになる。

観光エリア内の観光コースを限られた時間内で観光する場合、移動時間の最小化が重要である。この問題は興味関心のある観光ポイントを回る観光コースを全て列挙

すれば移動時間を最小化した観光コースを探索できる。

この方法は探索空間が大きくなると探索空間が爆発するものの、探索空間が小さい場合には最適解探索を保証する。そこで、その適用限界、すなわち観光客の負担にならない時間内で探索できる観光ポイント数を明らかにする。

適用限界を越え、リアルタイムでの応答が困難となると、観光案内システムを利用している人へのストレスが懸念されることから、この場合は可能解の提案に切り替え、貪欲法を用いることにする。

今回は観光案内システムに備えるべき機能の一つである移動時間を軽減する観光コースの探索問題を予算制約下における移動時間最小化問題として検討する。市販のPCを用いた観光案内システムを試作し、観光コース提案アルゴリズムとして列挙法と貪欲法を用い、その適用限界を確認したので、報告する。

2. 経路のモデル化

観光ポイントをノードに、観光ポイント間の経路をアークに対応させたグラフについて考える。

図 1 の実際の道順に従っている観光ポイント P_1, P_2, P_3

を図2のモデル化したノード N_1, N_2, N_3 に対応させて考える。 P_1 から P_2 、 P_2 から P_3 は他のポイントを経由しないで直接移動でき、 P_1 から P_3 へは P_2 を経由して間接的に移動する場合の移動時間について考える。 P_1P_2 間の移動にかかる時間を T_{12} 、 P_2P_3 間の移動にかかる時間を T_{23} と仮定する。もし図1のように P_1 から P_3 までの実際の経路が P_2 を経由して P_3 に辿り着くような道のりであっても、 P_1 から P_3 までにかかる時間 T_{13} は T_{12} と T_{23} の和になるだけなので、図2のように P_1P_3 間の移動にかかる時間 T_{13} を $T_{12} + T_{23}$ として表すことができる。

また、観光ポイント P_1 から P_4 の経路が図3のように P_1 から P_2 を経由して P_4 に辿り着く経路と P_3 を経由して P_4 に辿り着く経路のように複数存在する場合、短時間で移動することができる経路で移動するものとする。

これにより各ノードから他の全てのノードへの移動ができる完全網のモデルを対象として、すべてのノードを一度ずつまわる移動時間最小化問題として探索することができる。

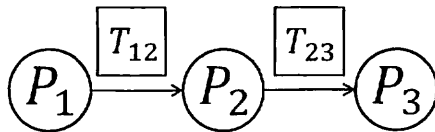


図1 実際の道順

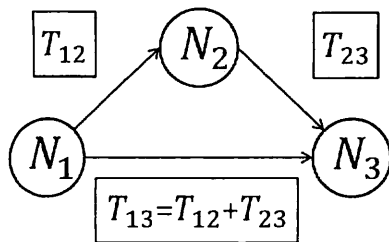


図2 モデル化

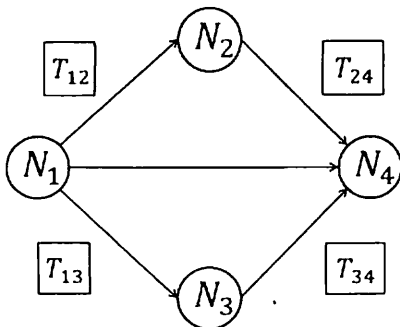


図3 複数の経路が存在する場合

3. 解の探索

はじめに、趣向分析を行う。これによりノード数を削減しながら、観光客のニーズを掴み観光客の興味、関心の薄いと思われる観光ポイントを探索空間から予め除外する。趣向分析によって抽出された観光エリアだけを探索することで、観光客に満足してもらえる観光コースを探索できるとともに、列挙法による最適解探索の可能性を広げる。

最適解を探索するためにまずは列挙法を用いた探索を考える。列挙法は探索空間が大きくなると探索時間が爆発的に増加しリアルタイムでの応答が困難になるが、最適解を保証するので、その適用限界を明らかにする。リアルタイムでの応答が困難な場合は、観光客のストレスになることが懸念されるので貪欲法を用いて可能解の探索を行うことにする。

3.1 閲覧中における趣向分析

観光案内コンテンツの閲覧中にマウスの操作履歴に基づき、趣向分析を行う。

具体的には、各観光ポイントに対して自然、歴史、食べ物などと言った共通の特徴変数とその値をあらかじめ用意しておき、マウスの操作履歴に応じて求めた特徴変数の値の和に基づき趣向分析を行う。

3.1.1 特徴変数の値

表1は特徴変数の値の例である。

特徴変数には各観光ポイントの特徴に合わせて特徴が大きいほど大きな値を与え、関係の薄いものには小さな値を与えるものとする。特徴変数の値の範囲は0から1とする。これにより観光ポイントを定量的に評価することができる。

例えば観光ポイントBが他の観光ポイントより最も自然豊かであることを示すためには自然の値を最大にしておく。

表1 特徴変数の例

観光ポイント	特徴変数		
	自然	歴史	食べ物
A	0.6	0.5	0.1
B	1	0.8	0.6
C	0.4	0.1	1
D	0.5	0.4	0.3
E	0.1	0.3	0.8

3.1.2 趣向分析の方法

観光案内システムの画面例を図4に示す。

マウスの操作履歴に基づき閲覧した観光ポイントコンテンツのうち最新の3個をバッファしておき、バッファした観光ポイントの特徴変数の値を特徴変数毎に加算する。加算された特徴変数の中で最も大きな値を示した特徴変数に対して閲覧者が興味を持っていると仮定し、観光エリアの中でその特徴変数の値があらかじめ設定した閾値より大きい観光ポイントを提案コースの候補として取り上げる。

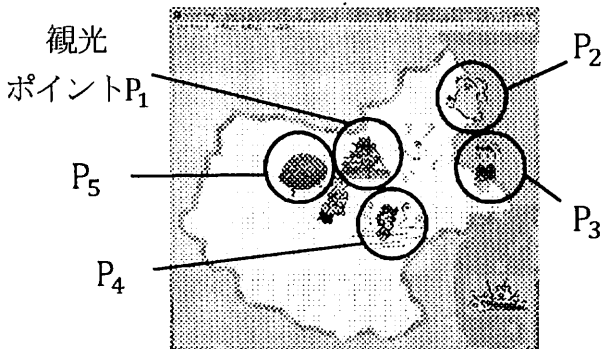


図4 観光案内コンテンツの画面例

3.1.3 処理の例

観光客が表1の観光ポイントをB,E……A,C,Dの順に閲覧した場合の趣向分析の結果を表2のCase1に示す。A,C,Dの各特徴変数を加算すると表2の◎を付した「自然」が最大になる。よって観光エリアの中で「自然」の値が大きい観光ポイントを抽出した探索空間内から観光コースを探索する。同様に、Case2に示すA,C……B,D,Eの順に閲覧した場合について考える。各特徴変数の値を加算するとCase2の◎を付した「食べ物」が最大である。よって観光エリアの中で「食べ物」の値が大きい観光ポ

イントを抽出した探索空間内から観光コースを探索する。

表2 ある閲覧に対する趣向分析の例

閲覧 観光ポイント	各特徴変数の合計			最大 特徴変数
	自然	歴史	食べ物	
Case1:A,C,D	◎ 1.5	1	1.4	自然
Case2:B,D,E	1.6	1.5	◎ 1.7	食べ物

3.2 探索空間と定式化

図5はノード N_1, N_2, N_3, N_4 を N_1, N_3, N_4, N_2 の順にまわる場合に必要の時間を示している。図5を用いて時間と予算の定式化について考える。

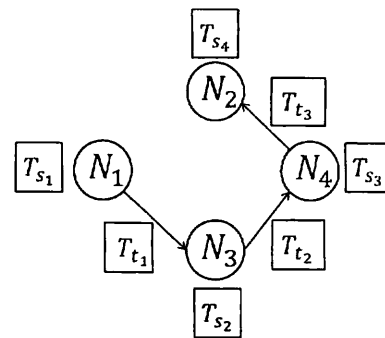


図5 定式化の例

各観光ポイントの観光に必要な時間を Ts_i 、観光ポイント間の移動に必要な時間を Tt_i 、各観光ポイントの観光に必要な費用を Ms_i 、観光ポイント間の移動に必要な費用を Mt_i とし、これらをまとめたものを表3に示す。

観光に必要な合計時間は Ts_i の和と Tt_i の和の合計となる。費用に関しても同様に観光に必要な合計費用は Ms_i の和と Mt_i の和の合計となる。

表3 観光に必要な時間と予算

観光 順番	1	2	3	4
ノード	N_1	N_3	N_4	N_2
Ts_i	Ts_1	Ts_2	Ts_3	Ts_4
Tt_i		Tt_1	Tt_2	Tt_3
Ms_i	Ms_1	Ms_2	Ms_3	Ms_4
Mt_i		Mt_1	Mt_2	Mt_3

よって時間と予算の式は以下のようになり、プログラムで計算することが容易になる。

$$\sum_{i=0}^N Ts_i + \sum_{i=0}^{N-1} Tt_i = T \quad (1)$$

$$\sum_{i=0}^N Ms_i + \sum_{i=0}^{N-1} Mt_i = M \quad (2)$$

T : 合計時間 (目的関数)

T_{s_i} : ノード i の観光に要する時間

T_{t_i} : ノード i からノード i+1 への移動に要する時間

M : 予算

M_{s_i} : ノード i の観光に要する費用

M_{t_i} : ノード i からノード i+1 への移動に要する費用

M_0 : 制約条件

また、観光時間 T_{s_i} は個人差があり、各観光ポイントで一定とは限らないので各観光ポイントにどの程度時間を要して観光したいかを観光客に入力してもらうことにする。つまり探索を始める時点で(1)式第一項は定数で、第二項のみが経路に依存して値(移動時間)が変動する。

3.3 列挙法

列挙法は、趣向分析によって抽出された観光エリアを巡るすべての観光コースについて式(1)と式(2)により必要な時間と費用を計算する。予算制約下で最も短時間で巡ることのできる観光コースを提案する。

図6はノード N_1, N_2, N_3, N_4 の中から列挙法で観光コースを探索する場合の例である。ノード数昇順に巡るように探索を行う。 N_1 を始点とした場合、次に巡るノードの候補として N_2, N_3, N_4 の3通りが考えられる。ノード数昇順に巡るので N_1 の次は N_2 を巡ることになる。すると N_3, N_4 が候補として残り、同様にノード数昇順に巡ると次は N_3 を巡り、 N_4 だけが候補として残るので最後のノードとして N_4 を巡る。 N_1, N_2 と巡った場合、 N_3 以外に N_4 に巡る場合が考えられるので、次に N_1, N_2, N_4, N_3 のコースで巡る。 N_1, N_2 と巡るコースは他に存在しないので、次に N_1, N_3 と巡る場合を同様に繰り返す。 N_1 を始点としたコースの探索を終えたら N_2, N_3, N_4 を始点とするコースを探索する。

この手法は確実に最適なコースを見つけ出すことができ、顧客満足度の高いコースの提案が可能である。しかし、ノード数の増加に伴った計算量の増加によりリアルタイムの応答が困難な場合は観光客のストレスになることが懸念される。よって列挙法はノードが一定数以下のノード数の空間を探索する場合に用いる。

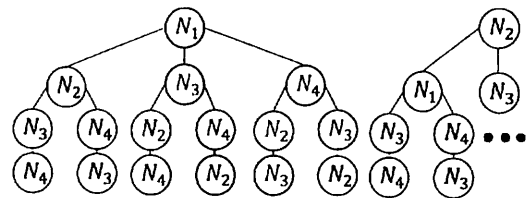


図6 列挙法

列挙法の手順を以下に示す。

- Step1: 現在地(始点)と目的地(終点)を入力する。
- Step2: 制約時間を入力する。
- Step3: 各ノードについて観光時間を設定する。
- Step4: 1つの観光コースでかかる時間を計算する。
- Step5: Step4の計算過程で $M > M_0$ となった場合、次のコースの探索を始める。
- Step6: 暫定の最も短い時間で回れる観光コースだった場合、観光コースと必要時間をバッファする。
- Step7: 全ての観光コースを計算するまで Step4 と Step5 を繰り返す。
- Step8: 全ての観光コースを計算し終えたら最適な観光コースとこの時必要な時間と費用を観光客に提示する。
- Step9: 制約条件を満たす解が存在しない場合は観光客にその旨を通知する。

3.4 貪欲法

列挙法の適用限界を超える数の観光ポイントを巡る観光コースを提案する必要がある場合には可能解を提案することにし、貪欲法を用いる。貪欲法に基づき、現在地から最も近い観光ポイントへ移動することを繰り返すことで、最終目的地に到達する観光コースを提案する。

図7はノード N_1, N_2, N_3, N_4 の中から貪欲法でコースを探索する場合の例である。 N_1 を始点とした場合にノード N_2, N_3, N_4 への移動時間が5, 10, 8であるので、 N_2 への移動時間が最も少ない N_2 の順にノードを巡る。次に N_2 から N_3, N_4 への移動時間が5, 2であるので、 N_4 への移動時間の方が少ない N_4 を巡る。残るノードは N_3 だけなので、移動時間にかかわらず次に巡るノードは N_3 となる。よってこの例では N_1, N_2, N_4, N_3 の順に巡る。

貪欲法は観光地の数が増えても列挙法のように計算量が爆発的に増えることはないが、最適なコースを提案できるとは限らない。貪欲法はあくまで、指定された時間

と予算の中で観光できる1つのコースを提案する。

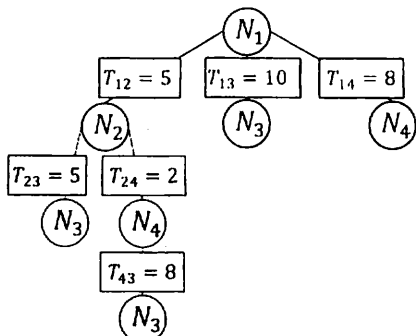


図7 貪欲法

貪欲法の手順を以下に示す。

- Step1: 現在地(始点)と目的地(終点)を入力する。
- Step2: 制約時間を入力する。
- Step3: 各ノードについて観光時間を設定する。
- Step4: 始点から最も少ない時間で移動できるノードを探す。この時終点のノードは除外して探索する。
- Step5: 移動するノードまでの移動時間と必要な費用を計算する。
- Step6: $M > M_0$ となった場合、Step4の処理に戻り一つ前のノードから条件を満たさないノードを除外して探索する。
- Step7: 既に通過したノードを除外して Step4 から Step6 までの処理を繰り返す。
- Step8: 終点以外のノードを回ったら最後のノードと終点のノードを繋ぐ。
- Step9: この時の観光コースでかかる時間を計算する。
- Step10: 計算し終わったらこの時の観光コースとこの時必要な時間と費用を観光客に提示する。

4. 評価と考察

4.1 ノード数の評価

観光地の数に対する列挙法と貪欲法の計算時間を図7に示す。計算を実行したPCの性能は以下のとおりである。

CPU : Intel® Core™2 Duo U9400 @ 1.40GHz
メモリ容量 : 4.00GB

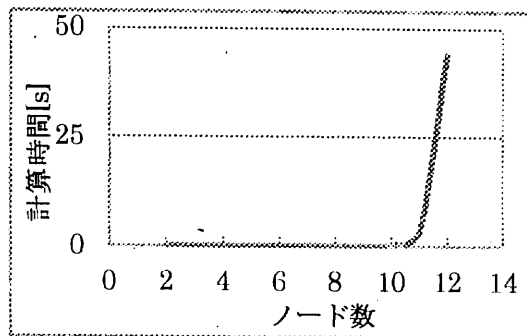


図8 列挙法によるノード数に対する計算時間

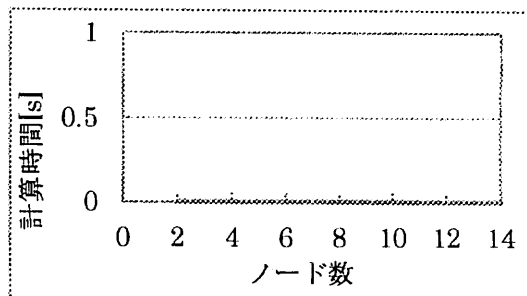


図9 貪欲法によるノード数に対する計算時間

列挙法は10ノード以下であれば1秒以内で計算することができている。貪欲法は観光地の数を14個にしてもすぐに計算ができ、1000ノードにした場合でも1秒以内での計算が確認できた。実際に観光コースを提案する場合、観光客のストレスにならない程度の待ち時間を1秒程度だとすると列挙法を用いることができるのは観光ポイント数が10個以下の場合に限られる。

5. まとめ

市販の一般的なパソコンを用い、計算時間を1秒とする場合、観光ポイントが10箇所以下であれば、移動時間最小のコースを提案可能であること、11箇所以上の場合には、可能なコースを提案できることを実験により確認できた。今後の課題は趣向分析の強化や、11ノード以上の場合でも最適解に近い可能解を探索するために、遺伝的アルゴリズムを用いたコース提案を検討することが今後の重要な課題である。

参考文献

- 1) 倉田陽介, 貞広幸雄, 奥貫圭一: "個人嗜好に応じた観光コース自動作成システムの開発", 地理情報システム学会講演論文集, Oct.2000.
- 2) 西塚 尚希, 細川 靖, 工藤 隆男: 趣向分析を用いた観光案内システムの検討, 教育システム情報学会論文集(2012)