

観光オブジェクトに対する ユーザの滞在時間の差異に基づく経路探索シテム

大図 圭介[†] 北山 大輔[†] 中島 伸介^{††} 角谷 和俊^{†††}

[†] 工学院大学情報学部コンピュータ科学科 〒163-8677 東京都新宿区西新宿 1-24-2

^{††} 京都産業大学コンピュータ理工学部 〒603-8555 京都府京都市北区上賀茂本山

^{†††} 兵庫県立大学環境人間学科 〒670-0092 兵庫県姫路市新在家本町 1 丁目 1-12

E-mail: ^{†††}110026@ns.kogakuin.ac.jp, ^{††}kitayama@cc.kogakuin.ac.jp, ^{†††}nakajima@cse.kyoto-su.ac.jp,
^{††††}sumiya@shse.u-hyogo.ac.jp

あらまし 本研究では、ユーザの行動時間に着目して観光オブジェクトの予定コストを再計算し、新たな予定時間を算出し、この新しい予定時間を用いて経路を推薦する手法を提案している。本手法では観光オブジェクトの予定コストに対して長く、もしくは短く滞在した場合に、その変更理由が観光オブジェクトへの興味の有無や歩き方、観光の仕方などのユーザの特性によるものであると考えた。そこで、観光オブジェクト間に関係を定義し、同種のオブジェクトには同じく興味があると考え同様の影響を与え、異種の観光オブジェクトにはユーザの特性を考慮し少しの影響を与えるようにすることで適切な各観光オブジェクトの予定時間を算出できると考えた。本稿では、プロトタイプシステムを構築し、考察を行う。

キーワード 経路探索、情報推薦、滞在時間、オブジェクト間の関係

1. はじめに

近年、カーナビゲーションシステムやスマートフォンなどの位置情報を容易に取得可能なデバイスが普及し、ユーザの現在位置や過去の移動履歴に基づいてコンテンツを提供する位置依存サービスが増加している。現在の GPS は性能が高く現在地を細かく正確に検索することができる。例えば、車の運転でカーナビを使うのではなく、スマートフォンやタブレット PC を用いてナビゲーションすることも多くなってきている。そのため、最近では観光地のガイドブックを持って観光する従来型の観光スタイル以外にも、GPS 付きのスマートフォンやタブレット PC などの携帯端末を手に持った状態で観光するスタイルも増えてきている。GPS を用いた地図アプリで現在地を把握し、観光地を回っている人も多い。

事前に観光旅行の計画を立てるとき、観光したい観光オブジェクトと各観光オブジェクトを巡回する移動時間を考慮して決定することが多い。しかし、実際に観光オブジェクトを訪問すると滞在時間が予定とは異なってしまふことがある。この時、残りの観光オブジェクトの移動時間・滞在時間に影響が出てくる。目的地に到着予定時間があつた場合はなおさらである。

近年のカーナビゲーションも、GPS 技術が向上しナビゲーション技術も高性能になってきているため、渋滞などの道の状態や道路の種類による推薦経路の変更や既訪問の経路記憶などのように、ユーザにとって利便性の高いナビゲーションが可能になっているが、基本的に時間の変更はせずユーザが行動した時間に基づいた観光オブジェクトの滞在予定時間で経路を再推薦してもらえない。予定滞在時間に対して長く滞在した場合、その観光オブジェクトに興味があり長く滞在した、そもそも

ゆっくり観光する人であるため長く滞在したなど、いくつかの理由が考えられる。この時、興味に基づいた滞在時間であれば同種のオブジェクト、その人の特性に基づく長い滞在時間であればすべてのオブジェクトの滞在時間が、同様に変化すると考えられる。

そこで、観光オブジェクト間に関係を定義し、同種の観光オブジェクトでは同様に影響しあい、異種の観光オブジェクトでは少しの影響が出るようにすれば適切な経路を算出可能であると考えた。こうすることで、各観光オブジェクトの予定時間を再計算しユーザの行動意図に見合った新たな予定時間を算出し、これを踏まえた効率により観光経路を推薦することが可能と思われる。本研究では観光オブジェクトの行動予定時間と実際に行動した時間の差異に基づき、残り観光地の予定時間を再計算することで、ユーザの行動意図に基づいた経路を推薦する手法を提案する。

2. 本研究のアプローチと関連研究

2.1 研究の概要

近年のナビゲーション技術は、GPS 技術が向上していることもあり、ユーザにとって利便性の高いナビゲーションが可能になっている。しかし、ユーザに推薦する経路は設定されている時間を参考にしているだけであり、ユーザが実際に行動した時間を考慮されていない。この予定滞在時間に対して長く、もしくは短く滞在するという実際の行動は、大きく分けて、観光オブジェクトへの興味の有無によるものとユーザの歩き方や観光の仕方などの特性によるものの二つの理由によるものと考えた。図 1 は観光オブジェクトとその滞在時間の模式図である。スタートとゴールの間に 4 つの観光オブジェクトがあり、同じ

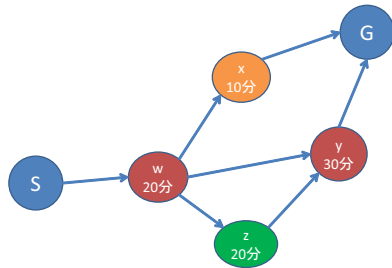


図1 観光オブジェクトとその滞在時間の模式図

色のオブジェクトを同種とする。一つ目の観光オブジェクト w を出発するとき、はじめは観光オブジェクト x が推薦されていたが、観光オブジェクト w で10分早く行動した際、時間に余裕ができるので、観光オブジェクト x ではなく観光オブジェクト y を推薦することができる。またこのユーザは他の観光オブジェクトも早く行動すると考えられるため、同種のオブジェクトの予定滞在時間は短くなると考えられ、さらに時間に余裕ができるので観光オブジェクト x や観光オブジェクト y ではなく観光オブジェクト z を経由した観光オブジェクト y への経路を推薦することができる。

そこで、観光オブジェクト間に関係を定義し同種のオブジェクトには同様に影響を与え、異種の観光オブジェクトには少しの影響を与えるようにすることで適切な各観光オブジェクトの予定時間を算出できると考えた。本手法の手順を以下に述べる。まずユーザが、始点と終点、到着時間を設定しそれに基づき観光経路を推薦する。その後、推薦した経路を参考にユーザが行動を行い、観光オブジェクトへ移動し、その滞在時間により新たな観光経路を推薦することを繰り返す。この時、残りのコストを再計算し改めて設定した到着時間の残り時間以内に行動可能な経路を再推薦する。なお、本稿では電子観光ガイドブックに基づいた観光を行っている想定し、予定滞在時間や観光オブジェクトの種類等はガイドブックの情報が得られるものとする。以下にアルゴリズムとしてまとめる。

- (1) ユーザが趣味・興味、始点、終点、到着時刻を設定する。
- (2) 始点から終点の到着時間に基づいた全体の時間から合計経路コストを引いた数値が正の値で0に近い経路を推薦する。
- (3) ユーザが現在地から次の観光オブジェクトへ移動する。
- (4) 次の観光オブジェクトの予定コストとユーザの滞在コストの差異に基づき、新たな予定コストを算出する（詳細は、3.2節で述べる）。
- (5) 新たな予定コストと移動コストを用いて、新しい経路を検索し現在時間から到着予定時間に行ける経路を推薦する。
- (6) 観光地と残り時間がある限り3～5を繰り返す。
- (7) 推薦できる経路が時間をオーバーしているときは直接、終点の観光地へ経路を推薦する。

2.2 関連研究

紺野[8]は滞在時間を細かく分け、効用の増加を考慮した観光地巡回訪問の手法を提案している。この滞在時間を入場等に必要の時間と観光可能な自由な時間、移動にかかる時間と複数に分けて時間を詳細化することで滞在時間の効用を算出してい

る。本研究の滞在時間の利用方法として予定時間との比を算出するために用いているため、到着時間から出発時間までの時間を滞在時間として抽出している。

属性の関連性についての論文では、嶋田ら[6]や中澤ら[11]がオブジェクトの種別や配置の特徴といった属性から、選択するオブジェクトを決定する手法を提案している。嶋田らは、オブジェクトの配置や方位などの位置情報を属性としている。中澤らは、実際のランドマークの視認性を属性としている。

経路探索についての研究では、西塚ら[4]は観光経路をグラフ化し、列挙法と貪欲法を用いて移動時間を軽減する手法を提案している。上記に方法を用いる前にマウスの操作履歴に基づき趣向分析し興味、関心の薄いと思われる観光地を削減している。列挙法では、趣向分析によって抽出された観光オブジェクトを巡るすべての観光経路の必要な時間と費用を計算する。貪欲法は、列挙法と同様に抽出された観光オブジェクトを現在地からもっとも近い順に移動を繰り返すものである。また、丸山ら[9]はオブジェクト間をA*アルゴリズムで経路巡回を遺伝的アルゴリズムを用いることで各観光オブジェクトに到着する時間を考慮した経路探索法を提案している。オブジェクト間の最短経路を探索する手法としてダイクストラ法ではなく、より短時間でできるA*アルゴリズムを用いている。遺伝的アルゴリズムは、目的地を削除したり、追加したりを容易に行うことができるため、これを巡回決定の手法に採用している。本手法の経路探索では、最短ではないためダイクストラ法[1]やA*アルゴリズム[3]を採用していない。また、今回対象とする観光オブジェクトが少数のため、列挙法や貪欲法、遺伝的アルゴリズム[2]ではなく単純な総当りを採用している。

大沢ら[10]や鈴木ら[7]は、設定した経路に対して、寄り道箇所を追加した場合の経路探索アルゴリズムを提案している。大沢らは、運転者が入力した寄り道条件に合致するPOI(Point Of Interest)を通す最適な経路を発見するために逐次拡大法というアルゴリズムを用いており、ダイクストラ法をベースにした逐次探索法とA*アルゴリズムをベースにした逐次探索法で実験を行っている。鈴木らは、逐次探索法とタイムセール寄り道探索を用いて時間の制約を満たす解を算出する手法を提案している。須下ら[5]の研究があり、これはユーザが推薦された経路を選択した経路と選択しなかった経路の特徴的な差異を比較し増幅することで、本来ユーザが求めていたものを推定し経路を推薦する手法を提案している。差異増幅アルゴリズムを用いることで、推薦された経路から外れたときに元の経路に戻るのではなく、ユーザの意図を推定してこれに応じた経路を推薦できるようにしている。二つの対象の差異を用いてユーザの意図を抽出する須下らのアプローチを参考にした。

2.3 予備実験

オブジェクトの種類による滞在時間の差異を確認するために、アンケートによる予備実験を行った。観光オブジェクトを11個（寺関係5個、資料館関係3個、自然物関係3個）用意し、それに対して予想滞在時間と参考資料として観光サイトを用意した。予想滞在時間と観光サイトなどを見てもらい、自分ならどのくらい滞在するかアンケートを行った。被験者は、7名の

表 1 予想滞在時間と被験者の回答（各数値の単位は分である）

	海蔵寺	鎌倉文学館	東慶寺	源氏山公園	化粧坂	浄智寺	鶴岡八幡宮	鎌倉国宝館	近代美術館 鎌倉別館	寿福寺	獅子舞
予想滞在時間	20	40	30	30	10	30	60	60	60	15	30
A さん	20	0	30	15	30	30	60	60	60	0	30
B さん	20	60	40	0	0	0	90	90	60	10	0
C さん	20	30	30	30	5	30	40	50	40	15	20
D さん	30	40	40	40	5	40	40	50	50	20	30
E さん	20	30	20	40	10	20	40	60	60	20	40
F さん	20	20	30	20	15	20	40	50	40	20	30
G さん	40	30	40	20	10	20	40	50	40	30	40

大学生、大学院生である。アンケートの結果は、予想滞在時間と同じになる被験者もいたが、多くの被験者は予想滞在時間とは違っていた。表 1 について説明する。A さんは、鎌倉文学館や寿福寺を 0 分としていたが、寺関係や資料館関係は予想滞在時間通り、自然物関係には長い時間や短い時間があった。B さんも、源氏山公園や化粧坂、浄智寺が 0 分だったが、寺関係や資料館関係が長い時間だった。C さんは、寺関係や自然物関係が予想滞在時間通りだったが、資料館関係は全部が短くなっていった。D さんは、自然物関係がそれぞれ長い時間や短い時間、予想滞在時間通りだった。寺関係は全部は長い時間、資料館関係は全部が短い時間だった。E さんは、海蔵寺や化粧坂、鎌倉国宝館、近代美術館 鎌倉別館が予想滞在時間通りだが、ほかの自然物関係は長く、ほかの寺関係や鎌倉文学館が短かった。F さんは、海蔵寺や東慶寺、獅子舞が予想滞在時間通りだったが、資料館関係は全部短くなった。寿福寺は長かったが、ほかの寺関係は短かった。自然物関係については、分散していて源氏山公園は短く、化粧坂は長くなった。G さんは、化粧坂が予想滞在時間と同じになったが、浄智寺を除く寺関係が長くなった。資料館関係は、全部が短くなり、自然物関係は分散していて源氏山公園が短く、獅子舞が長かった。自然物関係は、長い短い分散しているものが多かったが、寺関係や資料館関係は全部が長い短いといったことが多かった。

また、すべての観光オブジェクトの相関係数を算出した。寺同士では 10 組組み合わせ中、相関係数 0.4 以上が 4 組組み合わせあった。資料館同士では 3 組組み合わせ中、相関係数 0.4 以上が 2 組組み合わせ、自然物同士では 3 組組み合わせ中、相関係数 0.4 以上が 2 組組み合わせあった。

相関係数が 0.4 以上で、属性を気にしない時は、55 組組み合わせ中 15 組組み合わせ（27 %）だが、属性ごとに見ると 16 組組み合わせ中 8 組組み合わせ（50 %）なので属性が滞在時間の長短に影響を与えと考えられる。

3. ユーザの意図抽出と経路探索

3.1 ユーザ意図と観光オブジェクト

本研究では、ユーザの意図には、任意の観光オブジェクトをのんびり観光したいといったそのユーザの観光行動そのものとしての意図と、興味がある観光オブジェクトをじっくり観たいといった、興味に基づく意図の二種類が存在すると考えている。

コストの再計算を行う際に、観光行動そのものに対する意図

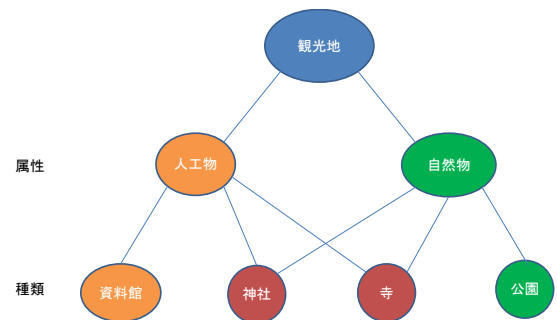


図 2 観光オブジェクトの種類、属性の関係

によるコスト変更と興味に基づく意図によるコスト変更を分けて扱うことで意図の種類と差異を反映させる。経路は、観光オブジェクトから観光オブジェクトをつなぐ道と観光オブジェクトそのものの観光オブジェクトからなる。そのため、道をエッジ、観光オブジェクトをノードとしたグラフでモデル化できる。道には、移動にかかる時間の移動コストがある。観光オブジェクトには、観光オブジェクト内を移動・行動を表す予定滞在時間としての予定コストとその観光オブジェクトの種類情報からなる。予定コストに対し、実際にかかった観光時間を滞在コストと呼ぶ。本手法では、予定コストと滞在コストの差異を用い、コストの再計算を行う。

属性は、ガイドブック側が階層構造付きで説明できるものとしている。種類とは、寺や神社、資料館など観光オブジェクトのジャンルである。属性とは、観光オブジェクトの関係性を表す抽象概念であり、様々な決定方法が考えられる。例えば、各オブジェクトの特徴量を抽出して表示したベクトルの類似度が考えられる。

本稿では、単純に種類が自然物か人工物であるかで関係の有無を表現した。図 2 中の緑色は自然物、オレンジ色は人工物、赤茶色は両方の属性である。移動コスト・予定コストの単位は、“分”である。

3.2 ユーザの意図に基づく経路選択

滞在中の観光オブジェクトにおける行動時間（滞在コスト）を抽出し、残りの観光地の予定コストに反映させて経路を再推薦する。GPS により測定し観光オブジェクトから現在オブジェクトの距離が 0 km になった場合に到着、出発する際に出発のボタンを押したときに出発とし、この到着から出発の間を観光地の滞在コストとする。図 2 は、観光経路例であり、観光オブ

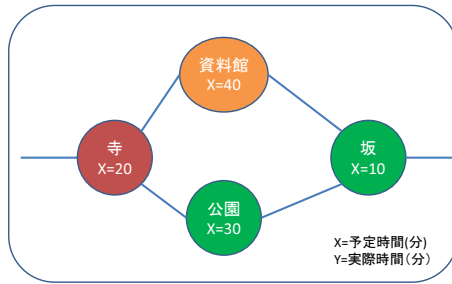


図3 観光経路とその予定コスト

ジェクトは種類と予定コストを付加している。滞在コストを分子、予定コストを分母とすることで、予定された時間に対するユーザ行動時間の比をフィードバック係数として用いる。この係数を残りの同じ属性の観光オブジェクトにはそのままかけ、異なる属性の観光オブジェクトとで増幅パラメータを変更して用いる。そこで、係数の増幅パラメータに累乗を用いる。0以上1.0未満の数による累乗は値が減るごとに数値が1に近づく。そのため、滞在中のオブジェクトと同種のオブジェクトに対し、コストの再計算をする時には、増幅パラメータは1.0以上の数とする。これは、同種のオブジェクトには興味による意図、観光行動による意図の両方が反映されるためである。一方、異種のオブジェクトに対し、コストの再計算をする時には、増幅パラメータは1.0未満の数とする。これは、異種のオブジェクトには観光行動による意図のみしか反映されず差異を弱めて再計算するためである。フィードバック係数を求める式を以下に述べる。

$$x' = A \times \left(\frac{y}{x}\right)^n \quad (1)$$

x' : 再計算後の予定コスト

A : ある観光オブジェクトの予定滞在時間

x : 滞在オブジェクトの予定コスト

y : 滞在オブジェクトの滞在コスト

n : 増幅パラメータ

本稿では、増幅パラメータは、次の観光オブジェクトが一つ目の観光地の属性と同じだった場合、そのままのフィードバック係数をかけるので1.0とする、次の観光オブジェクトが滞在中の観光オブジェクトの属性とは異なる場合、滞在中の観光オブジェクトの影響を少し与えるため0.6とする。増幅パラメータの決定は、オブジェクトの属性間の距離の長短に基づき決定することが可能である。また、次の観光オブジェクトの滞在コストと予定コストを用いて、一つ目の観光オブジェクトと同様に係数を算出し、影響を与えた残りの観光オブジェクトにさらに影響を与える。この時、次の観光オブジェクトが既に係数を出した観光オブジェクトの属性と同じ場合、計算対象としない。

図4は、寺に行き、係数を算出して残りの予定コストに影響を与える例を示した図である。予定コストが20分だったところ、滞在コストが15分と少し早く行動しているため倍率が0以上1.0未満になり、計算後の残りの予定コストが小さくなっている。寺の属性は、人工物と自然物の両方なので残りの観光オブジェクトの予定コストすべてにそのままの係数でかけ再計

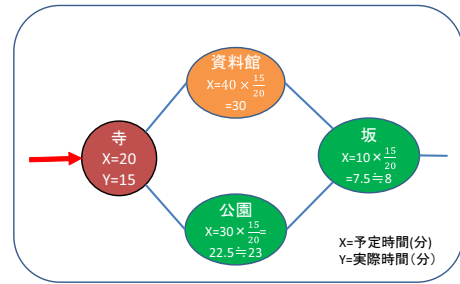


図4 観光オブジェクトが両方の属性の場合の計算例

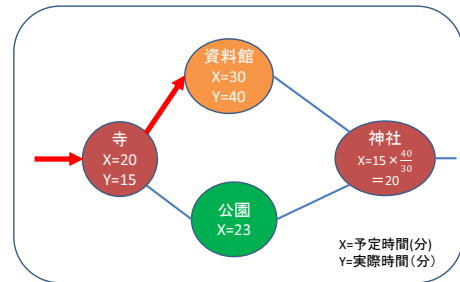


図5 観光オブジェクトの属性が同種の場合の計算例

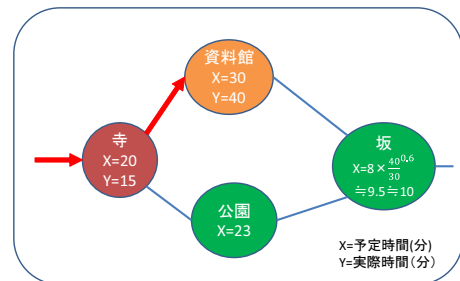


図6 観光オブジェクトの属性が異種の場合の計算例

算している。また、計算結果が小数になったため、小数点第一位を繰り上げしている。図5は、寺に行った後に資料館に行き、係数を算出して残りの予定コストに影響を与える例を示した図である。予定コストが30分だったところ、滞在コストが40分と少し遅く行動しているため係数が1以上になり、計算後の残りの予定コストが大きくなっている。残りの観光オブジェクトの属性が二つ目の観光オブジェクトの属性と同じため、係数をそのままかけている。図6は、図5と同様に係数を算出しているが、二つ目の観光オブジェクトの属性と残りの観光オブジェクトの属性が異なっているため、0.6乗したフィードバック係数をかけている。

3.3 時間制約の計算方法

本研究の目的はあくまで、ユーザの意図に基づいて観光オブジェクトの予定コストを再計算し経路を推薦し直すことである。そのため、時間制約の計算は簡潔にする。時間の計算は最初に設定した最終目的地の到着予定時間を基準に行う。到着予定時間から出発時点の時間を引き、始点から終点の区間時間を出す。制約付きの経路問題として遺伝的アルゴリズムを用いる手法が考えられるが今後の課題とする。また、観光オブジェクトから観光オブジェクトの移動コストはGoogle Maps APIによる移動時間を参照する。まず、一つ目の観光オブジェクトから滞在

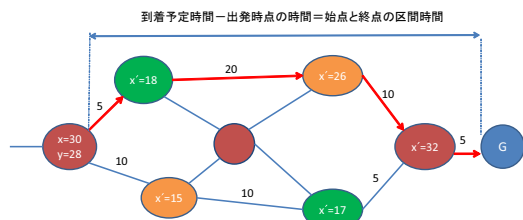


図 7 一つ目の観光地を出発し、予定コストを再計算した後の経路推薦

コストを抽出し、それと予定コストを基にした係数で残りの観光オブジェクトの予定コストを再計算する。総当りにより再推薦した経路毎に予定コストと移動コストをすべて加算し、各経路の合計コストを算出する。そして、区間時間以内に行動できる全ての経路を合計コストの順に降順位づけし、上位3位をユーザに提示する。

図7は、観光経路の例で、区間時間に最も近いコストの経路を表示している。出発時点の時間を14時20分、到着時間を16時30分とし、二つの時間を分に直す。到着時間から出発時点の時間を引き ($990 - 60 = 130$)、区間時間の130分を出している。観光オブジェクトの予定コストは一つ目の観光オブジェクトの係数で計算した後のコストを表示している。上の経路の移動コストと予定コストをすべて足し ($5 + 18 + 20 + 26 + 10 + 32 + 5 = 116$)、区間時間と比較する ($130 > 116$)。また、別の下の方の経路 ($10 + 15 + 10 + 17 + 5 + 32 + 5 = 94$) よりも大きいので上の経路を赤く表示している。区間時間を超える経路については削除する。

4. 実験と考察

本手法の時間計算が有用であるか確認するために擬似観光を想定するアンケートを行った。観光オブジェクトを8個（両属性4個，人工物2個，自然物2個）についてガイドブックの内容を参考に予想滞在時間と見どころ，参考資料として観光サイト，観光オブジェクトの配置や経路の図を用意した。観光対象地域は鎌倉を想定している。被験者は、予想滞在時間や見どころなどを閲覧し、自分ならどのくらい滞在するか，その理由を入力した。被験者は、12名の大学生である。

ガイドブックを参考にしたデータセット(8個)に基づく経路図(図8)を使い、被験者が入力した滞在時間に基づき、以下の5パターンにより本手法を用いて新しい予定コストを算出した。図8のAは両方の属性，Bは人工物，Cは自然物を表している。

- 同種の観光オブジェクト3つ
- 各属性の観光オブジェクト1つずつ
- 被験者の滞在時間の上位3つ
- 被験者の滞在時間の2位，5位，7位1つずつ
- 被験者の滞在時間の下位3つ

「同種の観光オブジェクト3つ」は、両属性である寺社を3つ行動したと仮定して、予定コストを算出する。「各属性の観光オブジェクト1つずつ」は、両属性を1つ，自然物を1つ，人工物を1つを行動したと仮定して、予定コストを算出する。「被

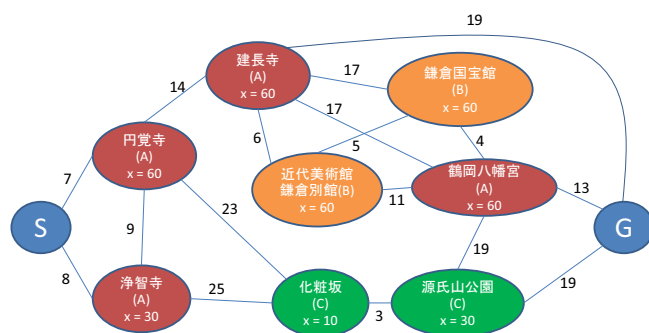


図 8 用いたデータセット

験者の滞在時間の上位3つ」は、元の予想滞在時間を基準に被験者に入力してもらった滞在時間の差を出し、上位3つすなわち、長く滞在したいという観光オブジェクトを行動したと仮定して、予定コストを算出する。残り2パターンも同様に、元の予想滞在時間と被験者の滞在時間の差の「2位，5位，7位」と「下位3つ」を行動したと仮定して予定コストを算出する。

「被験者の滞在時間と元の予想滞在時間の差」と「新しい予定コストと元の予想滞在時間の差」の相関係数を5パターンそれぞれ算出した(表2)。Pは被験者，番号は被験者に対しての番号になっている。また，相関係数が0.7以上の人数と0.4以上の人数を記載している。ハイフンになっている箇所は，新しい予定コストが元の予想滞在時間を同じになり，差が0になったため相関係数が出なかったことを表している。

「同種の観光オブジェクト3つ」では，高い相関係数が得られた。両属性の観光オブジェクトを用いたため全ての予定コストにそのままの係数をかけているのだが，用いた被験者の滞在時間の長短が分散しているため相関係数が高くなったと考えられる。一方，「各属性の観光オブジェクト1つずつ」の相関係数は，各属性の影響を受けた高い相関が出ると想定していたが，用いた被験者の滞在時間が長短が偏っていたため低いもしくは負の相関が出たと考えられる。同属性の観光オブジェクトが少なかったことにも関係があると考えられるため，観光オブジェクトの数を増やす又は，対象の観光オブジェクトを変更する必要があると考える。「被験者の滞在時間の上位3つや下位3つ」の相関係数が低いもしくは負の結果になったことについては，被験者ごとに新しい予定コストと予想滞在時間の差が同じになっている観光オブジェクトが複数あったことや滞在時間の長短に偏りがあったことによると考えられる。また，「被験者の滞在時間の2位，5位，7位1つずつ」の相関係数が，高い相関が多くなったことについて，滞在時間を高い，低い，その間と選んだため時間の長短が分散しており，長く滞在するオブジェクトや短く滞在するオブジェクトを予測できたためと考えられる。観光オブジェクトの属性もそれぞれ異なっている被験者も多く，「各属性の観光オブジェクト1つずつ」の相関係数よりもいい結果が出たのだと考えられる。

本手法を用いて属性別に再計算を行っても，観光オブジェクトの滞在コストの長短が偏っていると，属性による影響よりも時間による影響の方が多く出ていることを確認した。属性別に

表 2 5 パターンの相関係数

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	相関係数 0.7 以上	相関係数 0.4 以上
同種 3 つ	0.5	0.5	0.8	-0.6	0.8	0.9	0.8	0.1	0.9	0.9	0.9	7 人	9 人
各属性 1 つずつ	—	-0.1	0.4	0.3	-0.6	-0.8	-0.9	0.0	-0.6	-0.7	-0.5	0 人	1 人
上位 3 つ	-0.7	0.4	-0.5	-0.4	-0.3	0.4	0.1	-0.4	-0.4	-0.8	0.5	0 人	3 人
2 位, 5 位, 7 位 1 つずつ	-0.1	—	-0.3	-0.3	0.4	0.8	0.7	—	0.7	0.3	0.4	3 人	5 人
下位 3 つ	-0.7	—	-0.8	-1.0	0.5	0.7	0.5	—	0.4	0.2	-0.2	1 人	4 人

なっていないくとも滞在コストの長短が分散していれば、属性による影響を与えるよりも良い結果が得られた。小さなデータセットにおいて、少ない訪問数である場合に異種の属性に対する影響の効果が見られないことがわかった。これらのことにより、ユーザが訪れた場所の種類ごとの数が複数であり、その滞在時間が分散している場合に正確に滞在時間が推定可能であり適切に経路探索できると考えられる。

また、実験を用いた観光対象地域を広く（車で行動する程度）見ると、それぞれの属性の観光オブジェクトがまばらに見ることができるが、狭く（徒歩で行動する程度）見ると属性ごとに集まっていると感じた。被験者は、自然物に興味がある人は、自然物の観光オブジェクトを中心に選んでいた。人工物に興味がある人も人工物の観光オブジェクトを中心に選んでいた。両者とも両属性である寺社を選んでいたため、両属性の概念を細分化する必要がある。

5. まとめと今後の課題

本研究では、観光オブジェクトの予定コストと滞在コストの差異に基づき、残りの観光オブジェクトの予定コストを再計算することで、ユーザの意図に基づいた予定コストを算出する手法を提案した。その中で、現在時間と最終到着予定時間を区間時間として、属性ごとに予定コストを再計算することで、区間時間以内に多くの観光オブジェクトを回ることができる経路を推薦する手法について述べた。観光ガイドブックを用いて、予定コストや属性を参照し、実験を行った。被験者が入力した時間を用い、提案手法で5パターンの予定コストを算出し、それぞれの相関係数を算出し算出に用いるオブジェクトの滞在時間が分散している場合に有用であることを確認した。しかし、属性が異なる場所の場合でも、時間の偏りがある場合に低い相関となった。観光オブジェクトに対して予定コストを設定しておく、ユーザ毎に異なる滞在コストを入力することで、その観光オブジェクト特有のユーザ毎に異なる係数を算出可能であることを確認した。また、観光オブジェクトを属性別にし影響の与え方を変えることで、残りの観光オブジェクトの予定コストを推測可能であることを確認した。

今後については、実際に観光を行い、本手法を用いて推薦した経路と被験者が観光オブジェクトを調べて自由に回った経路の満足度の違いについて評価する必要がある。また、時間の配分も推薦した経路と自由に回った経路のどちらの満足度が高いか評価する必要がある。今回の研究は属性を2つとその両属性の3つを用いたため、2つの属性の細分化や両属性の偏りなど

を考慮し、さらに詳しいユーザの行動意図に基づく手法へ発展させる予定である。また、属性別での影響の与え方を季節別や時代別などの違った分類でも考えたい。ツイッターやブログなどのリアルタイムの情報や滞在中の振る舞い（写真の撮影枚数やツイートの発信数など）を用いた、オブジェクトに対しての興味度の判定やそれに基づく時間、道の情報等を取り入れることで、時間の詳細化を考えたい。

謝 辞

本研究の一部は、平成 25 年度科研費若手研究 (B)(課題番号: 24700098) によるものです。ここに記して謝意を表すものとします。

文 献

- [1] E. W. Dijkstra.: A Note on Two Problems in Connexion with Graphs, Numerische Mathematik, vol. 1, no. 1, pp.269-271, Dec. 1959
- [2] 小林一郎.: 人工知能の基礎, サイエンス社, Computer Scienced Library13, pp.155-164, 2008
- [3] P. Hart, N.Nilsson, and B. Raphael.: A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths, IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics, Vol.4, no. 2, pp. 100-107, 1968
- [4] 西塚尚希, 細川靖, 工藤隆男.: 移動時間を軽減する観光コース探索方法の検討, 計画自動制御学会東北支部第 273 回研究集会, 273- 12, 2012
- [5] 須下善隆, 中島伸介, 北山大輔, 角谷和俊, Naiwala P. CHANDRASIRI, 那和一成.: カーナビ利用時の運転者の意図推定に基づく経路推薦手法, DEIM forum 2012, B3-3, 2012
- [6] 嶋田茂, 谷崎正明, 丸山貴志子.: 空間要約による携帯ナビゲーションシステムの構成方式とその評価, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.12, pp.3002-3013, Information Processing Society of Japan (IPSJ) (2003)
- [7] 鈴木源吾, 榎本俊文, 小林伸幸, 山室雅司, 鬼塚真.: 時間制約を持つ寄り道経路探索システムの実現と評価, 情報処理学会論文誌, Vol. 53, No.2, pp.857-867, 2012
- [8] 紺野智之.: 滞在時間による効用の増加を考慮した観光地選択巡回訪問問題, 平成 23 年度東京理科大学経営工学科卒業抄録集, 2011
- [9] 丸山敦史, 柴田直樹, 村田佳洋, 安本慶一, 伊藤実.: 複数目的地を時間制約付きで巡回するための経路探索アルゴリズム, 情報処理学会シンポジウム論文集, pp.469-472, 2003
- [10] 大沢裕, 藤野和久.: 前処理を必要としない道路ネットワーク上での最短寄り道経路探索アルゴリズム (空間データベース, <特集>データ工学論文), 電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム, vol. 53, No.3, pp.203-210, 2010
- [11] 中澤啓介, 北 望, 高木健一, 井上智雄, 重野寛, 岡田謙一.: ランドマークの視認性に基づいた動的な案内地図作成, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.1, pp.233-241, Information Processing Society of Japan (IPSJ) (2008)