

経路情報共有による利用者の多様な要求に応えるための 経路情報推薦の提案

佐々木 智[†] 小林 亜樹[†]

[†] 工学院大学工学部

〒 163-8677 東京都新宿区西新宿 1 丁目 24 番 2 号

E-mail: [†]c205050@ns.kogakuin.ac.jp, ^{††}aki@cc.kogakuin.ac.jp

あらまし カーナビゲーションに代表される、経路検索、推薦手法は多数存在するが、観光情報システムへの応用例は少なく、特に景観に優れた経路など、経路自体の魅力に着目し、利用者の嗜好に合った経路を推薦するアプローチはない。そこで本稿では、協調フィルタリング的な他ユーザの利用経路情報を用いた経路推薦手法を提案する。提案手法では、経路推薦における利用者の要求を、経路自体の魅力とその道のりの長さへの重視具合としてモデル化し、過去他ユーザの利用経路中より経路を推薦する。提案手法が経路推薦手法として有効であるかを、仮想的な地理空間と経路情報を与えて、利用者の要求に応えられているかを検証した。検証実験の結果、利用者要求に応じた経路が推薦され、推薦手法の妥当性が示された。

キーワード 経路情報, 情報推薦, ルート価値, 道のり

A Study of Route Recommendation Method for Various Users' Needs Using Shared Route Information

Satoshi SASAKI[†] and Aki KOBAYASHI[†]

[†] Faculty of Engineering, Kogakuin University

1-24-2 Nishi-shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo, 163-8677 Japan

E-mail: [†]c205050@ns.kogakuin.ac.jp, ^{††}aki@cc.kogakuin.ac.jp

Abstract There has been proposed many search techniques for routes recommendation in geographic information system, like car navigation system. There are, however, few applications in tourism informatics. We introduce the point of view that the value of a route is consists in scenic attraction on the route itself. In this paper, we propose a route recommendation method using other users' routing information history like a folksonomy. We have modeled a user's needs for route recommendation as the attraction of a route itself and the cost of the route's distance. Our proposed method recommends a route that has best utility for the user in the model, among other user's route history. The efficiency of our method is showed by a simulation result. We have discussed about the results of the recommendation and pointed out a few feature works.

Key words Route information, Information recommendation, Route value, Route distance

1. はじめに

1.1 研究背景と目的

カーナビゲーションシステムに代表される経路検索手法は、単純な最短距離選択手法から道路状況などを加味したものへと発展してきた。寄り道時の立ち寄り地点を加えた場合の最短経路探索 [1] や、他ユーザの投稿した情報を利用者の現在地を考慮したリアルタイムナビゲーションを行う研究も進められている [2]。立ち寄り地点を複数箇所にした場合には、巡回セールス

マン問題となるため、その近似解法が主要な課題となっている。これらは、最適経路を出力するという意味で、経路検索、あるいは経路推薦手法と呼べる。しかし、その最適性判定のための主要なパラメータは地点に付与されているものであり、経路自体は静的な距離や移動時間などのコストを設定しているものが多い。例えば、走行しやすい道路というものは、データ提供会社が何らかの基準に基づき事前に路線に設定したパラメータである。

一方、通信手段の高度化は、経路自体の価値や魅力を多数の

ユーザから通信回線を通じて集約することを可能としてきた。最近ではユーザからの渋滞情報をセンターで集約し、渋滞区間を回避するような経路を提案するサービスが現れている [3] [4] [5] [6] ほか、渋滞時間の推計法の改善についての研究 [7] も進められている。これは、経路に動的に変化するコストを付与する手法であるといえ、状況に応じた経路推薦を実現している。

しかし、観光的な要素を考えた場合、景観に優れた路線や、走行しやすい道路などは、季節、天候などによって変化し、また、魅力ある立ち寄り地点も、利用者の趣味嗜好に応じて異なると考えられる。この分野では、数泊程度に至る中期間の旅程を自動的に構成するシステム [8] が、観光情報の検索と経路の自動提案方式として挙げられるが、個々人のニッチな嗜好にまで踏み込むようなアプローチを採っているわけではない。また、携帯端末を用いた観光地の情報を提供する情報システム [9] [10]、目的地までの不特定の立ち寄り地を含めた最短経路の探索 [11]、インターネットから観光情報や景観情報を収集したのち利用者の嗜好に合わせた推薦 [12] などがあるが、これらは場所ごとの情報提供であり、本研究の目指すところとは異なる。

そこで本研究では、経路自体の魅力の主眼に捉え、経路推薦を多様な利用者の嗜好を反映できる協調フィルタリングの考え方を導入することで、経路の魅力やコストを事前に設定することなく、経路自体を推薦する手法を提案する。本稿では、基礎的な検討として、利用者の要求を経路の魅力と道のりの短さのいずれを優先するか、をパラメータとする。

経路の魅力として、過去の行動履歴を用いた研究としては、Dorigo らによる Ant Algorithms が挙げられる [13] [14]。これは、アリの行動様式をまねた擬似的なフェロモンによって、フェロモンの多い経路が選択されるようにしたものである。このような人気のある経路を連ねたような経路を推薦結果とするのは、本研究の応用として考えている観光情報システムでは、利用者の嗜好を反映できなくなる可能性が高い。また、人気の高い経路を順次探索するようなアプローチでは、最終的な目的地がその人気とは無関係に設定される観光情報の文脈において適切であるとはいえない。そこで本研究では、経路の魅力は他ユーザの行動履歴による人気を用いるものの、推薦経路自体は、蓄積した過去の経路のいずれかを用いるアプローチを採る。将来的に（立ち寄り）経路の共起性までを考慮した経路推薦を行わせるためである。

1.2 本論文の構成

本論文は 2 章に経路情報の推薦の概要を記し、3 章に提案方法に基づいた推薦方式の概要とアルゴリズムを書いた。そして 4 章に実験の結果と考察、5 章にまとめを述べる。

2. 経路情報の推薦

本研究での経路推薦は、利用者が出発地と目的地を定めたとき、その間の要求に応えるように推薦するものとして定義する。例えば、観光地や繁華街をユーザが訪れたときに、ある場所から違う場所へ移動を行うが、その間は一般的に道が存在し、その連なりが経路である。この、ある場所というのが出発地となり、違う場所というのが立ち寄り地に当たり、折り返して帰路

に就く場所が目的地といえる。このような状況下において、利用者が採りうる経路は分岐点毎に選択肢が増すことになり、原理的には無限長の経路まで存在し収束しない。そこで、それらの経路群から利用者の要求を満たすような経路を提案することが経路推薦である。経路は、一般には三次元空間上に展開されるが、二次元の地図上でも同様なため以下、二次元平面で考えを進める。一般に、多数のユーザを考えると出発地と目的地までの経路は一つではないし、別の出発地と目的地を持つユーザも数多くある。したがって、地図上が多数存在するような状況を考える。この多数の経路の中から、推薦を受けたい利用者が指定した特定の出発地と目的地を経由する過去のユーザの行動履歴だけに注目する。すなわち、利用者の要求に含まれる出発地を目的地を経路上に含む、システム上に貯えられた過去の経路情報が推薦候補集合である。この行動履歴の経路には短い道のりのものから寄り道を繰り返す様な道のりの長いものがあり、また人気のある経路を通るものとそうでない経路もある。

ここでルートとは経路であり経路とは通過する道筋を表す。ルートが存在するのは地図上であり、複数の立ち寄り地となる場所が存在する。ここでは出発地から目的地まで立ち寄り地となる場所にユーザが立ち寄ることを想定することにしたとき、移動履歴には出発地から立ち寄り地のルート、立ち寄り地から目的地のルートに分割される。さらに細分化して交差点などで分割を行い、交差点から交差点までの交差点間を経路の最小単位とする。このような経路の最小単位では、簡単のため、交差点間での移動の途中で引き換えす様な動きや、道路の左右のどちらかを通るなどの複雑な状況は考えないものとして、一本道の経路とする。

3. 提案推薦方式

3.1 概要

特定の出発地と目的地を通る多数のルート情報を推薦候補ルート集合とする。それ以外のルート情報も数多く蓄積しておくようなシステムを想定しているが、それらは、特定の二点間を選んだ利用者の要求に応えるものであるため、ここでは無視して考えられる。また、本来は出発地と目的地自体も特別な意味を持つ点といえ、その方向も重要である。しかし、本研究ではこれら 2 点を経由する全ルート情報を単純に候補集合とする。これらのルート情報を交差点から交差点までに細分化したのち、各ルートには人気のある経路をどのように通過したかによって反映されるルート全体の価値を定める。また、ルートの通過するコストとして道のりを導入する。前記 2 つのいずれをどの程度重視するかを利用者の要求として捉え、その比率を利用者からの入力とすることで、利用者の要求に柔軟に応える推薦アルゴリズムを提案する。

3.2 ルート

3.2.1 ルートのモデル化

あるルートの出発地を O (Origin)、目的地を D (Destination) の点で表す。その間の多数のルートの分岐点となるような地点（例えば交差点）を点とすると地図上には複数の点が存在し、このとき点と点を結ぶ辺は、経路を構成する最小単位で

あり、これをルート片と呼ぶ。この様に一つのルートは O と D を含んだグラフである。

O、D を含むすべてのルートを考えたとき、多数のルートが通る人通りの多いルート片とそうでないルート片がある。一般に、ルート片の人気は差が生じることが考えられ、それぞれのルート片の価値を過去に他のユーザがどれだけそのルートを利用したかを表す人気によって決まるものと考えて、ルート片を通るルート数をルート片価値とする。このようにすると、OD を含むルートの集合によって構成されるグラフは、重み付きネットワークと同意である。ルートは複数のルート片から構成されるので、ルート片のルート順に従ったリストとして記述でき、一般に重複（ルートの往復やサイクル）を許すが、以後、簡単のため集合と同様の記法を用いる。したがって、 k 番目のルートを R_k とすると

$$R_k = \{r_1, r_2, r_3, \dots, r_i, \dots\} \quad (1)$$

となる。

3.2.2 ルート価値

ここで、 r_i は i 番目のルート片である。OD 間のルート価値をルート片価値の総和とする。ここで、ルート片 r_i のルート片価値を $v(r_i)$ と表すとルート R_k のルート価値、すなわちルート片価値の総和 V_k は

$$V_k = \sum_{r_i \in R_k} v(r_i) \quad (2)$$

となる。

V_k が大きいルートほどルートとしての価値が高い（人気のあるルート片を含む）ということになる。しかし、単純にルート片価値の総和が大きいルートが良いルートであるかを考えるとそうではなく、ルートにはコストとしての道のりが存在する。

3.2.3 道のり

ルート片一つの距離をルート片距離とすると、ルート全体の合計距離はルート片距離の総和である。これを道のりとする。すなわち、ルート片距離の総和はルート毎の経路長である。ここで、 i 番目のルート片 r_i のルート片距離を $l(r_i)$ と表すと、ルート R_k の道のり、すなわちルート片距離の総和 L_k は

$$L_k = \sum_{r_i \in R_k} l(r_i) \quad (3)$$

である。

3.3 推薦アルゴリズム

ルートの推薦は、利用者による出発地と目的地、および、後で述べる利用者のパラメータの重視度合を表す重み w を入力として行われる。ここで、利用者の推薦要求である出発地と目的地をそれぞれ、O、D と再定義する。本論文において想定している経路推薦システムにおいては、多数のユーザによる様々な経路行動履歴情報が蓄積されている。この蓄積されているルートは必ずしも O、D を経由するわけではない。

そこで、まず、推薦候補集合として、O、D をルートの端となるような推薦候補ルート集合を生成する。推薦候補ルート集合は、蓄積されている全ルート集合より、O、D 双方を含むルート

を取り出してくる。これらの各ルートについて、両端に O、D をとり、その内側には O、D いずれも含まないような部分ルートに分割し、各部分ルートをすべて推薦候補ルート集合とする。すなわち、区間 OD の外側となる部分は捨て去り、複数回 OD 間を経由するようなルートは、区間 OD 毎に分割されることになる。

この結果、推薦候補ルート集合は、方向を無視することによって区間 OD のみからなり、かつ、区間 OD を 1 度だけ含むルートのみから構成される。すなわち、推薦候補ルート集合中の全ルートの出発地 O と目的地 D とは、利用者によって入力された出発地 O、目的地 D と一致する。推薦アルゴリズムは、これらから利用者の意図に沿った推薦ルートを次の手順で選出す。

3.2.2、3.2.3 節で述べたように、ルートはルート片価値の総和としてのルート価値 V とルート片距離の総和としての道のり L とで評価される。このルートの二つの値によって、利用者によって異なる効用 U を数値化する。利用者の要求を U の定義式中の重みとして表現する。

利用者のルートに対しての要求には、両極として、人気のあるルートに寄りたいというルート価値重視の考え方と、目的地まで最短距離で到達したいという最短距離重視の考え方がある。一般に、利用者の要求はこの 2 つの間に位置するものと考えられるため、それらの要求をルート価値 V_k と道のり L_k の重み付き和で表現した、ルートの効用 $U_k(w)$ を導入する。また、ルート価値と道のりの値を分散させ、バランスを取るために調整係数をそれぞれ a_V と a_L とする。ここで、道のりは短いほど良い、すなわち効用が高いと考えられるため、 L_k の重みは負となるようにした。そのため、ルートの効用 $U_k(w)$ は、利用者が経路推薦を受けるときに道のりの短さを重視する重み w を用いて、

$$U_k(w) = (1 - w)a_V V_k - w a_L L_k \quad (4)$$

と定義される。

例えば、最もルート片価値を重視する考え方は、 $w=0$ のときであり、 $U_k(0)$ の値が最大となるルート k を探ると、全ての過去のルートの中でもルート価値が最大となるルートとなる。また $w=1$ とし、同じく $U_k(1)$ の最大値を取ると行動履歴の中でルートの道のりが最も短いルートを選ぶ。このように、利用者の要求は w で表現でき、 w の値は 0 以上 1 以下で、細かい要求に応えることが可能である。式 (4) はルート片毎にルート片価値とルート片距離を加算している。ルートの中には一度通ったルート片をルートの後方で再び戻る往復の動きをする場合や、同じところを何度も通るサイクルを描く場合もあるが、こういったときもルート片価値とルート片距離の加算を行う。利用者の要求に応じた w による効用 U_k が最大となるルート R_k を推薦ルートとすることで、利用者の要求に応じた推薦を実現する手法を提案する。

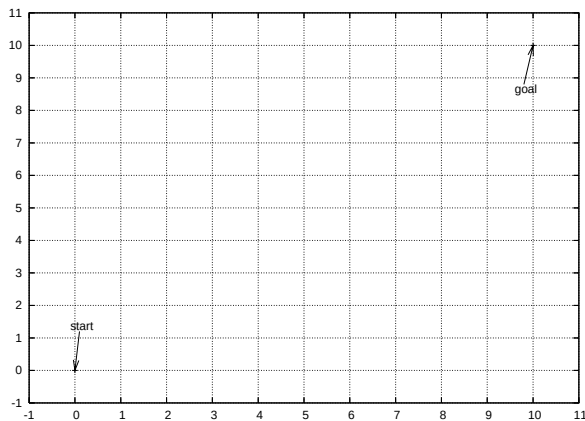


図 1 実験用地図

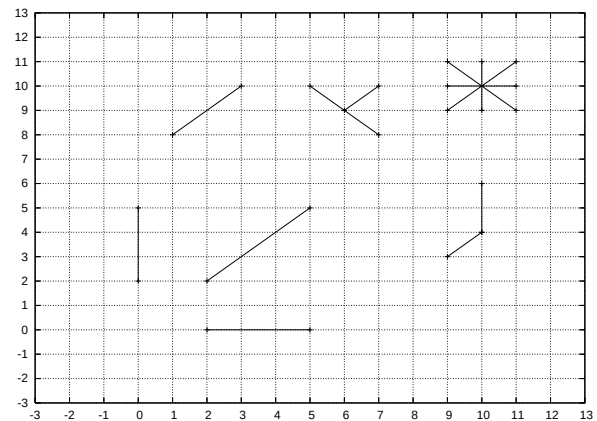


図 2 吸い寄せられる土地

4. 実験と考察

4.1 概要

本提案方式によって、利用者の意図に沿った経路が推薦可能であるかをシミュレーションによって検証する。本方式は、フォークソノミー的なルート価値の付与手法を用いているため、ある程度の密度をもってデータが収集されてなければならないと考えられる。そのため、本来であれば実行履歴情報を利用すべきところではあるが、適当地図空間上に適度な偏りを持った行動履歴情報を仮想的に生成し、その上で、設計意図に沿ったルート推薦が可能であるかを検証する。

まず、仮想地理空間を基盤目状に設定し、検証する利用者の出発地と目的地を固定する。仮想行動履歴として、この出発地と目的地双方を通るようなルートを多数生成し、この中からの推薦ルートが、利用者の意図を反映しているかどうかを、利用者意図を表す重みパラメータ w を変化させて推薦ルートを決定し、検討する。本提案方式では、出発地と目的地双方を経由するルート全体が推薦候補集合であるため、シミュレーションではこの候補集合となり、かつ、評価の対象となる出発地から目的地に至るルートのみを生成する。

この自動的に生成される仮想行動履歴のことを、サンプルルートと呼ぶ。サンプルルートが一様に地理空間に分散するような状況は現実には考えにくい、利用しやすい道路や魅力ある区間などを念頭に、一定の偏りが生じるよう生成する。

4.2 仮想地理空間の構成

提案推薦方式が利用者の嗜好を反映したルートを推薦できるかどうかを検証するため、実験用に仮想的な地図空間と行動履歴を導入して評価を試みた。本来は、実システムを構築して多数のユーザの行動履歴情報を用いて検証すべきであるが、そもそもの推薦手法の挙動を分析するため、簡易な方法を採用。実験用地図は、図 1 の様な x 軸と y 軸の二次元座標で表現し、各整数値の座標には点があるものとする。各点の間には基盤の目状のルート片、並びに斜め方向のルート片があるものとした。 xy 座標の範囲は特に定めない。

4.3 サンプルルート

4.3.1 基本構成

出発地を (0,0) とし、目的地を (10,10) とした。その間を仮想的にユーザが行動したものとして過去のルートとして設定し、その行動履歴をサンプルルートと呼ぶ。行動には次の 3 つの条件を設定した。

- (1) 1 度の移動範囲は xy 軸方向ともに -1 ~ +1 の整数値
- (2) 最大行動回数は 27 回
- (3) 目的地に到達した時点で行動は終了

(1) は、設定したルート片だけを通るようにする制約である。(2) は、最短経路の道のりが概ね 14 であるため、その 2 倍程度の目安として設定したものである。現実のルートがあまりにも長い道のりとなることは無いであろうとの想定に基づく。(3) は、本研究の推薦経路は片道であるためである。以上の行動条件より過去のユーザの行動履歴を作成する。

サンプルルートの作成にあたって、目的地に向かう大まかな方向性として 3 種類の重みをつけた乱数を用いた。ここでの重みとは、サンプルルートに最短経路となる直線的に目的地へ向かう重み、大回りになるがある程度 x 軸方向に進み暫くすると y 軸方向に進む目的地へ向かう重み、またはその逆となる重みと、それぞれ進み易く設定したものである。これによりサンプルルートは大きく 3 種類のルート集合に分かれる。OD 間を単に移動のために最短距離ベースで移動したユーザと、回り道をするべき魅力あるルートがその両側に存在するような状況をシミュレートしたものといえる。これは、協調フィルタリングの考え方をベースとした推薦における前提である、なんらかの偏りのある履歴情報を作成するためでもある。

4.3.2 ルート偏在手法

実験用地図上にサンプルルートが一様乱数で移動をするだけではルート片価値に注目したとき、各ルート片価値の差があまり生じないことが考えられる。これでは人通りの多い道少ない道が存在するような、実際の地図上では考えられない様な状況になる。

そこで、ルート片価値に大きな差を生じさせるために、近づいた場合にルートが吸い寄せられる土地を実験地図上に作り、ルート片価値に高低差を意図的に発生させた。図 2 に示す実験

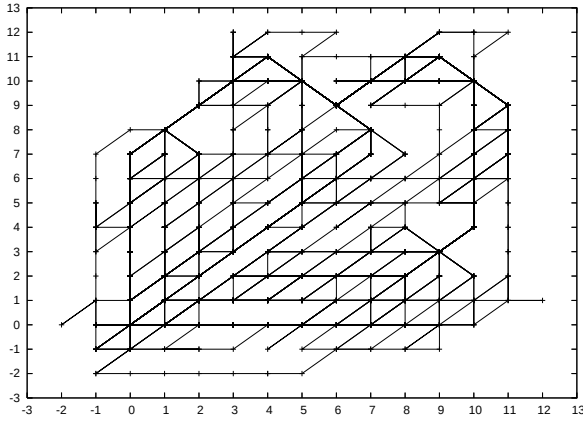


図3 128個のサンプルルート

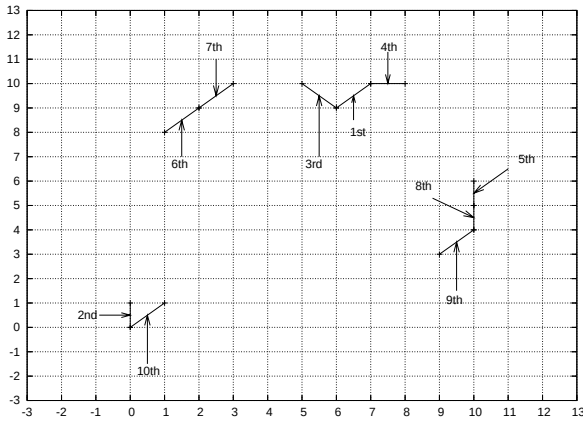


図4 ルート片価値が高い上位10個のルート片

地図上にプロットされた線は、吸い寄せを行わせルート片価値が高くなるように仕向けたルート片である。例えば、(2,2)から(5,5)までのルートではサンプルルートが(2,2)の点に触れたとき、(3,3)、(4,4)、(5,5)へと一定の動きをするようにした。総計128個のサンプルルートを作成し全サンプルルートを重ね合わせた状況を図3に示す。

この全サンプルルートは出発地から目的地までのルートのみである。目的地にたどり着かないようなルートは含まない。

4.3.3 サンプルルートの分布

ここで128個のサンプルルートの中でルート片価値が実際に高かった上位10個のルート片を図4に示す。矢印の先にあるルート片が1位から10位までをルート片価値が高い順となる。

図5に各ルート片をルート片価値の降順に並べたときのルート片の相対価値様（各ルート片価値をサンプルルート数128で割ったもの）としたときの分布を示す。このとき相対価値が1とは、概ねすべてのルートが通るルート片を表す。ルートはルート片の重複を許しているため、厳密な意味での正規化はできない。図5よりルート片価値は一律ではなく、ロングテール現象のような分布を示していることがわかる。ここでのサンプルルートは、OD間を通過する過去のユーザの行動履歴のシミュレートである。その際のルート片価値の分布がこのような分布になったということは、本シミュレーションがある程度実際に近いモデルに基づいていることの傍証といえる。しかし、人の

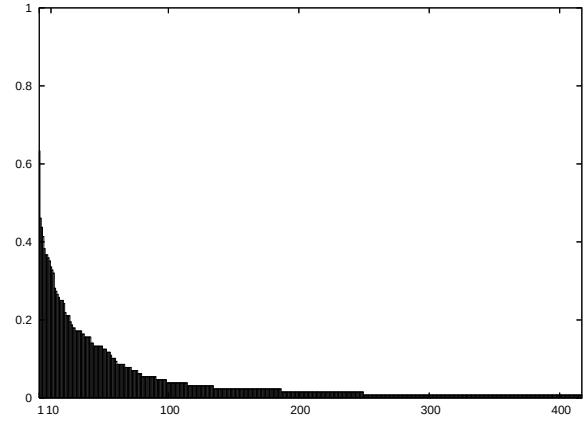


図5 ルート片価値の分布

表1 各 w の意味と推薦ルート

w	意味	Sample Route
0~0.6	ルート片価値重視	No.109
0.7~0.9	↑ ↓	No.105
1	最短距離重視	No.106

表2 推薦ルートのルート価値と道のり

Sample Route	No.109	No.105	No.106
ルート価値	6.227	5.102	2.766
道のり	2.590	1.990	1.756

移動モデルについて論ずることは別の機会に譲ることとする。

4.4 推薦結果

式(4)より利用者の要求 w は0以上1以下である。そこで、本実験では0から1の実数での範囲で0.1刻みで異なる11種類の要求を想定し推薦ルートを求める。各 w についての効用 U_w が最大値を取るルートがその利用者の要求に最も適したルートであるため、これを推薦ルートとする。

また、式(4)より調整係数は $a_V = 1/128$ 、 $a_L = 0.1$ でサンプルルートが分散するように値を決めた。重み $w = 0.5$ のときに、ルート価値と道のりの評価がバランスのとれたルートが推薦されるようにしたい、という観点で調整係数は選択されるべきである。両評価パラメータを同様のスケールに変換するために典型的に用いられるのは、各評価パラメータ毎に偏差値を計算することである。本実験においてはこのような統計的処理は行っていないが、これは当初想定した潜在的なパラメータの単位による発見的な調整係数により、図9に示すような比較のバランスのとれたサンプルルートとして生成したためである。機械的に調整係数を求める手法は今後の課題である。

推薦ルート結果は、異なる w の値による推薦ルート番号を表1に示し、各推薦ルートのルート価値 V と道のり L を表2に示す。 $w=0$ に近いほどルート価値を重視した要求となり、 $w=1$ に近いほど最短距離を重視した要求といえる。 $w=0$ から0.6までは図6のサンプルルート No.109、 $w = 0.7$ から0.9までは図7のサンプルルート No.105、 $w=1$ のときは図8のサンプルルート No.106 が推薦ルートとして選ばれた。

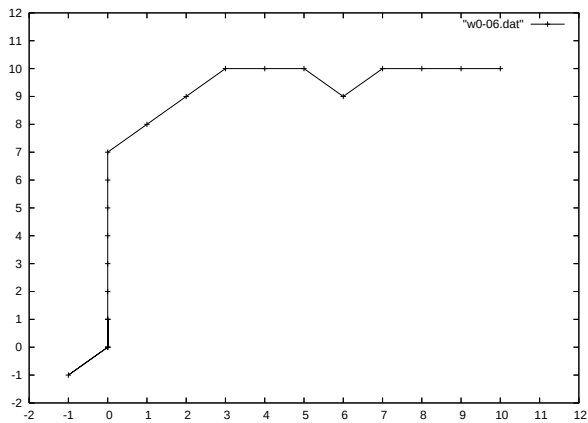


図 6 ルート片価値重視の要求

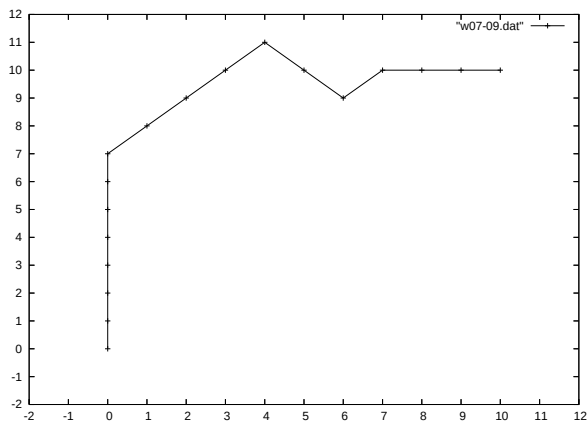


図 7 やや最短距離重視の要求

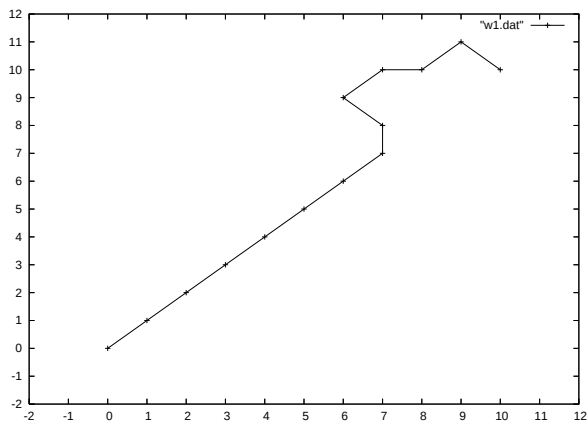


図 8 最短距離重視の要求

推薦ルートのルート価値と道のりを、全サンプルルートについて散布図として示すと図 9 のようになる。

4.5 考 察

本実験では w に応じて異なるサンプルルートが推薦され、利用者の要求に応えられるかどうかを検証した。表 2 より式 (4) の最大値となった推薦ルートの評価値は、 w に応じたものとなり、利用者の意図を反映しているといえる。また、結果として得られた推薦ルート図 6、図 7、図 8 もそれに見合ったルートであり、妥当な推薦結果が得られたと言える。

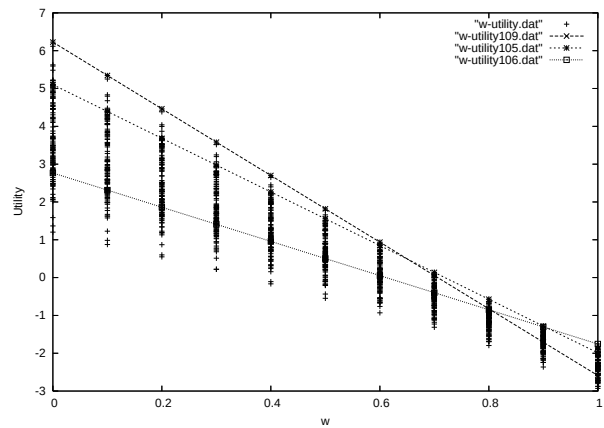


図 10 各 w での 3 個のサンプルルートの軌跡

図 6、図 7、図 8 での推薦ルートについて説明する。最初にルート片価値重視の要求のときのサンプルルート No.109(図 6)では、明らかに V の値が多いことが表 2 から解る。これは往復ルートが含まれているためであるが、ルート推薦の立場では、何度も往復するルートがあるのは当然であり、これらを考慮に入れた上での推薦結果なので妥当である。次にやや最短距離重視の要求のときのサンプルルート No.105(図 7)では、ルート片価値の高いルート片を通過しているため利用者の要求に近いルートを選ぶことができたと言える。最後に最短距離重視の要求のときのサンプルルート No.106(図 8)では、式 (4) より U の最大値はルート片距離の総和が最少となるサンプルルートとなるため、128 個のサンプルルート中で最短のルートを選んでおり、要求は満たされている。

w の値ごとの全サンプルルートの U の分布を図 10 に示す。推薦された 3 ルート、No.109,105,106 の U の推移をそれぞれ荒い波線、中程度の波線、細かい波線で示した。利用者の要求を表す w の値の変化と共に各ルートの効用 U が変化し、結果として推薦されるルートが入れ替わる様子がわかる。

原理的には本実験で取らなかった w の中間値によって他のルートが推薦されることも考えられる。しかし本実験で用いたサンプルルートでは、図 9 より No.109 と No.105、No.105 と No.106 をそれぞれ結ぶ線分の左上側に位置するルートしか推薦され得ないことから、この 3 ルートが推薦される全ルートであることがわかる。また、推薦ルート以外のルートで、ルート価値と道のりを比べて、見劣りしないようなルートも存在する。このような、本手法による推薦ルートとは違った価値が出ている、互いにパレート最適となるようなルートの推薦もできればより幅広い嗜好に合わせたルート推薦ができると考えており、これは今後の課題である。

5. おわりに

本稿では、経路情報推薦における利用者の要求を、ルート価値と道のりにあるものとしてモデル化し、過去の他のユーザのルート情報より適切なルートを推薦する方式について提案した。提案方式が、利用者の要求に応じた推薦ルートを提示できることを、仮想的に作成したサンプルルートによるシミュレー

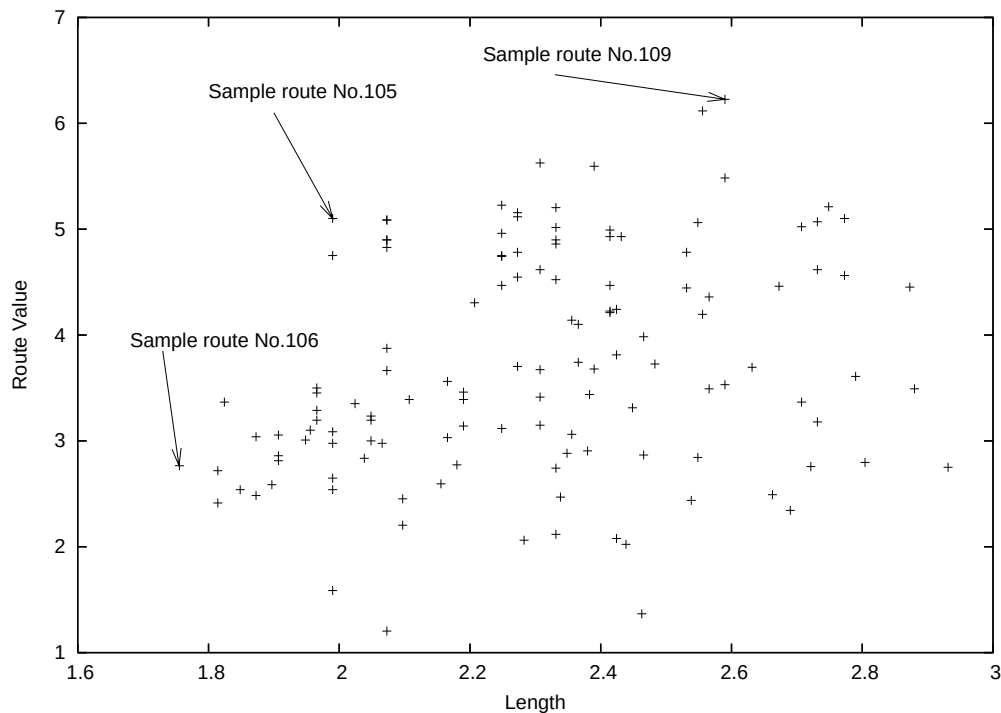


図 9 ルート価値と道のりの散布図

ションによって確認した。

本実験では調整係数を用いて分散するように値を調整した。しかし、このような適当な値で分散を図るのではなく、偏差値の計算を導入するなどの調整係数の削除をしていきたい。また、パレート最適性を用いた推薦手法、天候や季節などの時間軸を用いたより現実に近いモデルなどの推薦方式の開発、目的地だけでなくある嗜好を持った利用者が利用したなどの経路の利用目的に嗜好を反映させるなどして、利用者の要求を表すパラメータを増やし、実際に近いサンプルルートによるシミュレーション、さらには、実データを用いての検証実験などは今後の課題である。

謝 辞

本研究の一部は、科学研究費補助金 基盤研究 (A)20240072, 基盤研究 (B)18360178 による。ここに記して謝意を表します。

Acknowledgment

This research was partially supported by the Ministry of Education, Science, Sports and Culture Grant-in-Aid for Scientific Research (A), 20240072 and (B), 18360178.

文 献

- [1] 安場直史, 長岡諒, 矢野純史, 香川浩司, 森田哲郎, 沼尾正行, 栗原聡: ナビゲーションシステムにおける熟考性と即応性を兼ね備えたルート探索方法, The 22th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2008, 1D1-4
- [2] 山本浩司, 安村禎明, 片上大輔, 新田克己, 相場亮, 宮城政雄, 桑田仁: ユーザの投稿情報に基づく経路ナビゲーション, The 18th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2004, 1B3-01
- [3] KROES, E, HAGEMEIER, F, LINSEN, J, "A new, probe vehicle-based Floating Car Data system: Concept, imple-

- mentation and pilot study," Traffic Eng Control, Vol. 40, No.4, pp. 200-204, 1999.4.
- [4] TURKSMA, S, "The various users of floating car data," IEE Conf. Publ., Vol. 472, pp. 51-55, 2000.
- [5] BREITENBERGER, S, GRUEBER, B, NEUHERZ, M, KATES, R, "Traffic information potential and necessary penetration rates," Traffic Eng. Control, Vol. 45, No.11, pp. 396-401, 2004.12.
- [6] Honda「インターナビ・フローティングカーシステム」とパイオニア「スマートループ渋滞情報」のリアルタイムプローブデータを相互に活用, 本田技研工業株式会社ニュースリリース, in URL <http://www.honda.co.jp/news/2008/4080828b.html>, 2008.8.28.
- [7] 市河 研一, 杵渕 哲也, 金澤 昭浩, 鈴木 章, 小池 秀樹, 蔵屋 孝, 中井 章文: 渋滞情報からの旅行時間推計, 情報研報 ITS, Vol.2007, No.90, pp.7-14, 2007.
- [8] 栗山 恭嘉, 花野 博司, 澤 悠太, 村田 佳洋, 柴田 直樹, 安本 慶一, 伊藤 実, 藤原 礼征: 多数の観光候補地から効率良い観光スケジュールを自動的に作成・提案するシステム P-Tour の Google Maps を利用した設計と実装, 情報研報 CSEC, Vol. 2008, No.21, pp. 261-266, 2008.
- [9] 市川尚, 前本虎太郎, 佐藤歩, 田中雄二, 大平恵理, 米田信之, 狩野徹, 阿部昭博: UD の知識面に配慮した RFID 観光情報システムの開発, 情報処理学会 研究報告, 2007-IS-99(14)
- [10] 米田信之, 阿部昭博, 狩野徹, 加藤誠, 大信田康統: アクティブ RFID による観光情報の UD 化を目指した情報システムの開発, 情報処理学会 研究報告, 2007-IS-99 (13), 2007/3/15
- [11] 狩野均, 中村信昭, 中村友洋: 知識の集団を用いた GA による不特定な立ち寄り地を含む経路探索, 人工知能学会論文誌, 17 巻 2 号 D, 2002 年
- [12] 河野亜希, 谷村孟紀, 崔楊, 河合由起子, 川崎洋: 景観を考慮したドライブナビゲーションシステムの検討, 情報処理学会インタラクシオン 2007
- [13] Marco Dorigo, Member IEEE, Vittorio Maniezzo, Alberto Colomi: The Ant System: Optimization by a colony of co-operating agents, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-part B, vol.26, No.1, 1996, pp.1-13
- [14] Marco Dorigo, Gianni Di Caro: Ant Algorithms for Discrete Optimisation, Artificial Life, MIT Press, 1999.