

# 散策時の発見性向上のための 訪問経験に基づく動的散策マップシステムの評価

塩崎イサム<sup>†</sup>    奥    健太<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 龍谷大学理工学部   〒 520-2194 滋賀県大津市瀬田大江町横谷 1-5

E-mail: <sup>†</sup>t170485@mail.ryukoku.ac.jp, <sup>††</sup>okukenta@rins.ryukoku.ac.jp

あらまし 地図ベースのインタフェースを採用した観光情報推薦システムは多いが、地図上に過度に情報を提示することにより、散策時の発見性を損なう問題もある。本研究では、散策時の発見性を促すために、ユーザの訪問経験に応じてマップを隠蔽/解放する動的散策マップシステムを提案する。本システムでは、初期状態はマップのすべての領域を隠蔽しておき、その後、ユーザの訪問経験に応じて、隠蔽されていた領域を解放していく。このような要素により、散策に対する娯楽性の向上とともに、散策時の発見性の向上が期待できる。本研究では、動的散策マップシステムを散策意欲、発見性、セレンディピティの観点から評価する。被験者実験の結果、発見性、セレンディピティについて、隠蔽の対象を変化させることによる有意差は見られなかったが、散策意欲について、被験者の利用時間の観点では、要素を隠蔽/解放することによる向上傾向が示唆された。

キーワード 推薦システム, 観光情報推薦, 発見性, セレンディピティ

## 1. はじめに

ドライブやサイクリング, トレッキング, ウォーキングなどを楽しむ人々が多い。このような人々の中には、その道程自体を楽しむことを主目的とすることも多い。さらには、その楽しみ方の一つとして、これまでの軌跡を記録することの楽しみ、新規ルートを開拓することの楽しみも挙げられる。特に、これまでに通ったことのないルートを通ることで、新たな景観に出会ったり、新たな店を発見したりという喜びにつながる。

地図ベースのインタフェースを採用した観光情報推薦システムは多い[1]。Lee らのシステム[2]は、Google マップ<sup>(注1)</sup>を用いて、地図上に旅行ルートを提示する。他にも、地図ベース観光情報推薦システムとして、e-Tourism[3]やCity Trip Planner[4]、Otium[5]などが提案されている。また、CT-Planner[6]はユーザの嗜好や要求に合った旅行プラン情報を地図上に提示する。ここでは、訪問すべきスポットやスポット間を結ぶルートなどがナビゲーション情報と共に地図上に詳細に提示される。観光情報には観光スポットや宿泊施設、飲食店、ルートなど、位置情報に密接に関連した情報が多く含まれるため、これらを地図上に提示することはユーザにとって直感的に理解しやすい。これらのシステムは特に見知らぬ地域に訪れたユーザにとっては有用である。しかしながら、過度に情報を提示することにより、ユーザにとって旅行時の発見性を損なう問題もある。

Izumi ら[7]は、旅行時の発見性を促すために、黒塗り地図システムを提案している。彼らのシステムでは、初期状態では地図のすべてを黒塗りしておき、ユーザが実際に通過した部分のみが表示される。したがって、ユーザは自身が通過した領域の情報のみしか得られず、未通過の領域の情報は確認できな

い。この要素により、未通過の領域に対してユーザの興味を誘発し、探索意欲を向上させようというのが彼らのシステムの目的である。

我々も Izumi らの動機を参考に、これまでにユーザの訪問経験に応じてマップを隠蔽/解放する動的散策マップシステムを提案してきた[8]。本システムでは、初期状態はマップのすべての領域を隠蔽しておき、その後、ユーザの訪問経験に応じて、隠蔽されていた領域を解放していく。このような要素により散策に対する娯楽性の向上とともに、散策時の発見性の向上が期待できる。本研究では、動的散策マップシステム[8]を散策意欲、発見性、セレンディピティの観点から評価する。被験者実験の結果、発見性、セレンディピティについて、隠蔽の対象を変化させることによる有意差は見られなかったが、散策意欲について、被験者の利用時間の観点では、要素を隠蔽/解放することによる向上傾向が示唆された。

## 2. 関連研究

ユーザの散策を支援するシステムとして、これまでに多くのルート推薦システムが提案されている。

人気ルート推薦は、最短ルートや最速ルートに限らず、人気ルートを探索する手法である。Chen ら[9]は、与えられた出発地および目的地において、2地点を結ぶ最も人気なルートを探索している。ここで、最も人気なルートとは、GPS 軌跡データが最も多いルートを指し、必ずしも最短ルートや最速ルートとは一致しない。Luo ら[10]も、GPS データから最も人気なルートを探索している。Luo らは、すべての GPS データではなく、クエリ時間に関連する GPS データに限定して参照することで、より有用な軌跡を抽出している。

GPS 軌跡データ以外にもジオタグ付き写真から人気ルートを探索する手法も提案されている。Choundry ら[11]は、POI

(注1) : <https://www.google.co.jp/maps/?hl=ja>

(スポット)とジオタグ付き写真を対応付けたうえで、POIを結ぶルートを描出している。Araseら[12]は、ジオタグ付き写真から頻出旅行パターン、つまり、典型的なスポット訪問順序を描出している。Kurashimaら[13]は、Flickrに投稿されたジオタグ付き写真から主要なランドマークを結ぶ旅行ルートを推薦している。

Querciaら[14]は、感情を考慮したルートや快適なルートを推薦している。クラウドソーシングにより、ロケーションに対し、beautiful, quiet, happyをラベル付けし、そのラベルに基づきロケーションをスコア付けする。スコアに基づき、shortest, beautiful, quiet, happyに対応するルートを推薦する。

散策を楽しむ要素の一つとしてルート上の景観が挙げられる。そこで、景観を考慮したルート推薦システムも多く提案されている。Kawamataら[15]は、道路の景観特徴を用いた景観ベースルート推薦システムを提案している。彼らのシステムでは、あらかじめ道路ネットワーク上の道路リンクに対し、景観ベクトルを算出しておき、その景観ベクトルを基に、ユーザの要求に合った景観ルートを推薦する。Alivandら[16]は、ジオタグ付き写真およびボランティア地理情報(VGI)から景観ルートを抽出する手法を提案している。PanoramioやFlickr等に投稿されたジオタグ付き写真を道路ネットワークに対応付け、写真が密にあるルートを景観ルートとして抽出している。

Izumiら[7]は、旅行時の発見性を促すために、黒塗り地図システムを提案している。彼らのシステムでは、初期状態では地図のすべてを黒塗りしておき、ユーザが実際に通過した部分のみが表示される。したがって、ユーザは自身が通過した領域の情報のみしか得られず、未通過の領域の情報は確認できない。この要素により、未通過の領域に対してユーザの興味を誘発し、探索意欲を向上させようというのが彼らのシステムの目的である。本研究で提案する動的散策マップシステムはIzumiら[7]の目的に類似する。本研究では、このシステムを散策意欲や発見性、セレンディビティの観点から評価する。

### 3. 定義

本稿で用いる用語の定義を以下に示す。また、本稿で用いる記号を表1にまとめる。

**道路ネットワーク.** 道路ネットワークは有向重み付きグラフ  $G = (V, E)$  で表現される。ここで、 $V$  は道路ノード集合であり、 $E \subseteq V \times V$  は道路リンク集合である。道路ノード  $v_i \in V$  は交差点や道路の終端を表す。道路リンク  $e_{i,j} = (v_i, v_j) \in E$  は、始点ノード  $v_i$  から終点ノード  $v_j$  へ向かう有向リンクである。

**隣接行列.** 道路ネットワーク  $G$  はノード間の隣接行列としても表すことができる。隣接行列を行列  $A = [a_{i,j}]^{|V| \times |V|}$  で表す。ここで、 $a_{i,j} = 1$  のとき、二つのノード  $v_i, v_j$  は隣接するといひ、 $e_{i,j} = (v_i, v_j)$  が存在する。

**メッシュ.** 対象エリアを緯度・経度に基づいて同一の大きさで格子状に分割したものをメッシュとよぶ。対象エリアを分割したメッシュ集合を  $\mathcal{M}$  と表し、メッシュ  $k \in \mathcal{M}$  の矩形領域を  $M_k$  とする。 $M_k$  は一辺の長さ  $d$  の矩形領域で表され、その南西緯度・経度と北東緯度・経度を属性にもつ。

表1 本稿で用いる記号。

記号	説明
$G = (V, E)$	道路ネットワーク。
$i \in \{1, \dots,  V \},$ $j \in \{1, \dots,  V \}$	道路ノードのインデックス。
$v_i \in V$	道路ノード。
$e_{i,j} = (v_i, v_j) \in E$	道路リンク。
$A = [a_{i,j}]^{ V  \times  V }$	隣接行列。
$\mathcal{M}$	メッシュ集合。
$k \in \{1, \dots,  \mathcal{M} \}$	メッシュのインデックス。
$M_k \in \mathcal{M}$	メッシュ $k$ の矩形領域。
$c \in \{1, \dots,  V \}$	現在地ノードのインデックス。
$N$	スポット数。
$l \in \{1, \dots, N\}$	スポットのインデックス。
$s_i \in \{0, 1, 2\}$	ノード $i$ の状態ラベル。
$t_{i,j} \in \{0, 1\}$	リンク $e_{i,j}$ の状態ラベル。
$u_l \in \{0, 1, 2\}$	スポット $l$ の状態ラベル。
$m_k \in \{0, 1\}$	メッシュ $M_k$ の状態ラベル。

**ノードの状態ラベル.** ノード  $i$  の状態ラベルを  $s_i \in \{0, 1, 2\}$  で表す。 $s_i = 0$  のときノード  $i$  を未訪問、 $s_i = 1$  のとき訪問済みであることを表し、 $s_i = 2$  のときノード  $i$  が訪問済みノードに隣接するノードであることを表す。

**リンクの状態ラベル.** リンク  $e_{i,j}$  の状態ラベルを  $t_{i,j} \in \{0, 1\}$  で表す。 $t_{i,j} = 0$  のときリンク  $e_{i,j}$  を未通過、 $t_{i,j} = 1$  のとき通過済みであることを表す。

**スポットの状態ラベル.** スポット  $l$  の状態ラベルを  $u_l \in \{0, 1, 2\}$  で表す。 $u_l = 0$  のときスポット  $l$  は非公開、 $u_l = 1$  のとき公開、 $u_l = 2$  のとき訪問済みであることを表す。

**メッシュの状態ラベル.** メッシュ  $k$  の状態ラベルを  $m_k \in \{0, 1\}$  で表す。 $m_k = 0$  のときメッシュ  $k$  を隠蔽状態、 $m_k = 1$  のとき解放状態であることを表す。

### 4. 動的散策マップシステムの概要

本章では、提案システムである動的散策マップシステムの概要を説明する。図1はシステムのインタフェースである。本システムでは、初期状態はマップのすべての領域を隠蔽しておき、その後、ユーザの訪問状態に応じて、隠蔽されていた領域を解放していく。また、システムには「おうちで」モードと「リアル散策」モードの二つのモードを用意している。以降、各モードについて説明する。

#### 4.1 「おうちで」モード

ユーザは自宅でPCやタブレット端末などのデバイスを用いて本システムを利用する。システムには京都御所や嵐山といった小規模の散策エリアがあらかじめ登録されている。ユーザが散策したいエリアを選択すると、そのエリアマップがメインに表示される。ただし、初期状態では詳細な情報は表示されない。初期状態では、任意のいくつかのノードが開始地点候補として表示されている。ユーザはこの中から一つのノードを開始地点(以降、開始ノードとよぶ)として選択する。すると、選択さ

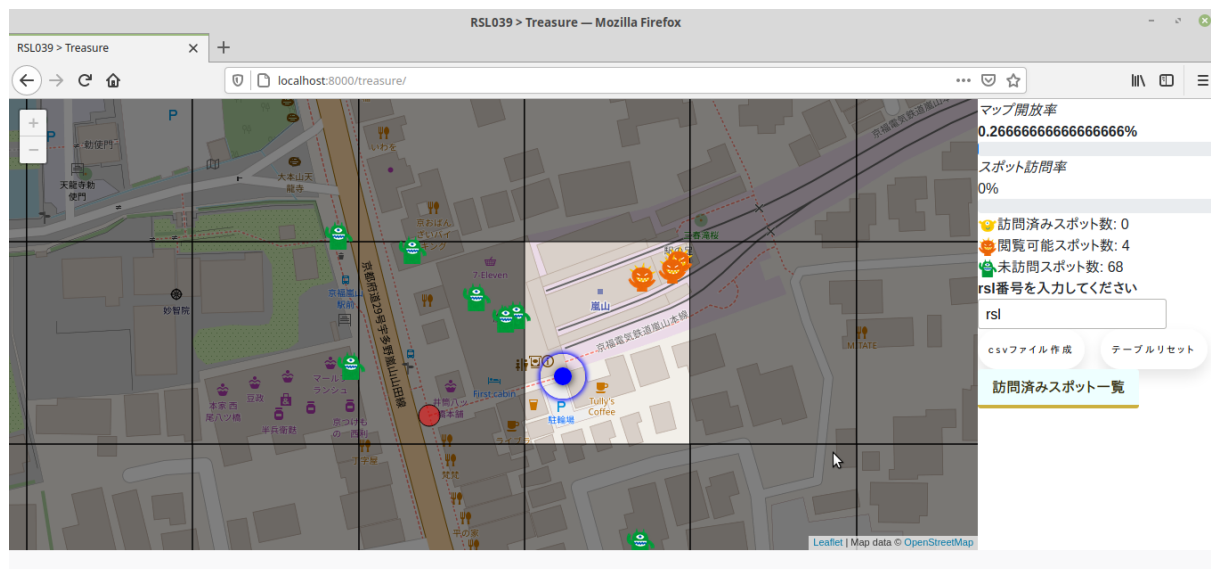
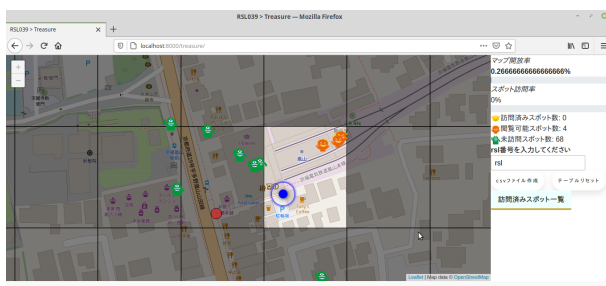
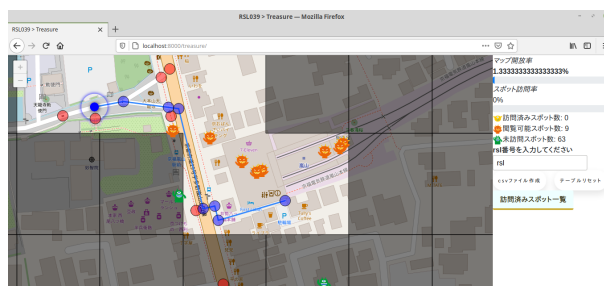


図 1 システムのインターフェース。インターフェースはマップビューとサイドビューから構成される。マップビューには地図が表示され、ユーザの訪問状態に応じて隠蔽/解放される。サイドビューにはマップ解放率やスポット訪問率などの情報が提示される。地図画像は Leaflet API を用いて OpenStreetMap の画像を取得した。



(a) 初期状態。



(b) 隠蔽領域の解放。

図 2 初期状態は (a) のように、スタート地点付近を除きマップのすべての領域が隠蔽されている。ユーザが散策を進めていくと、(b) のように訪問経験に応じて動的に隠蔽されていた領域が解放されていく。地図画像は Leaflet API を用いて OpenStreetMap の画像を取得した。

れたノードが現在地として強調表示される。

ユーザはこの開始ノードから散策を進めていく。初期状態では、図 2(a) のように開始ノード付近を除き、すべての領域が隠蔽されている。マップ上には開始ノードに隣接するノードが表示されている。ユーザは表示されているノードのうちいずれか一つをクリック（またはタップ）することで擬似的に移動する。すると、選択されたノードが新たな現在地として強調表示される。同時に、図 2(b) のように、新たな現在地周辺の領域が解放される。領域の解放とともに、その解放された領域に含まれるスポット（店舗や観光スポットなど）も表示される。

このような操作を繰り返していくことで、ユーザは擬似的なエリア散策を楽しむことができる。図 2 のように、散策を進めていくことで、動的に隠蔽されていた領域が解放されていく。このような要素により、ユーザがこれまでに通ったことのないルートやその沿道にあるスポットに気づき、実際に現

地を訪れてみたくなるような興味の誘発につながる事が期待できる。

## 4.2 「リアル散策」モード

ユーザは GPS 付きのスマートフォンやタブレット端末等に本システムをアプリとしてインストールし、実際に現地で散策を楽しむ。システムに登録されているエリア内にユーザが入ると、そのエリアマップがメインに表示される。「おうちで」モードと同様に、初期状態では詳細な情報は表示されない。本システムを利用しながら、散策していくことで通過したノード周辺が表示されていく。このような要素により現地での散策に対する娯楽性を向上させることができる。結果として、散策意欲が向上し、これまで通ったことのないルートを積極的に選択することで、これまでになかった新たな体験をもたらすことにつながる。

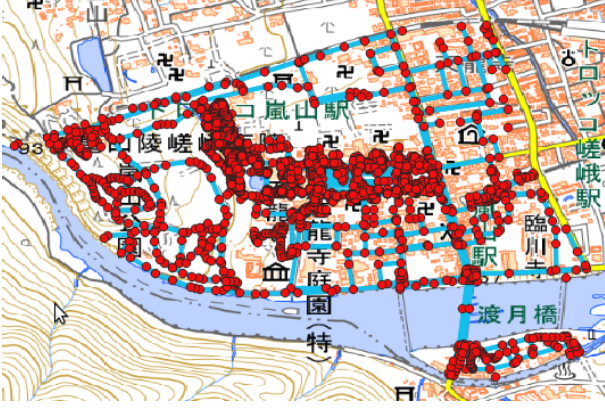


図 3 嵐山の道路ネットワーク. 点はノード  $v_i \in V$  を, 線はリンク  $e_k \in E$  を表す. 地図画像は OpenStreetMap の画像をキャプチャした.

## 5. ノードの訪問状態に基づくマップの隠蔽/解放

提案システムでは, ノードの訪問状態に基づき, マップの隠蔽/解放処理を行う. 本章では, この隠蔽/解放処理について説明する.

### 5.1 対象エリアの道路ネットワークデータの構築

本システムは京都御所や嵐山といった小規模の散策エリアを対象としている. ここでは, 便宜上, 対象とする散策エリアの道路ネットワークを  $G = (V, E)$  とする. 対象エリアを含む領域をポリゴンとして作成し, 全道路ネットワークからそのポリゴン領域に含まれる部分道路ネットワークを切り出し, それを  $G$  とする. 図 3 に嵐山の道路ネットワークの例を示す. 図中の点はノード  $v_i \in V$  を, 線はリンク  $e_{i,j} \in E$  を表す.

### 5.2 ノードおよびリンクの訪問状態の更新

道路ネットワーク  $G$  において, ユーザがノード  $i$  を訪問すると, これに応じて各道路ノードの状態  $s_i$  およびリンクの状態  $t_{i,j}$  を更新する. アルゴリズム 1 に更新アルゴリズムを示す.

まず,  $o$  には開始ノードのインデックスを入力する. 3 行目から 10 行目は初期化処理である. 現在地ノード  $c$  は NULL で初期化しておく. つづいて, すべてのノードの状態を  $s_i = 0$  で, すべてのリンクの状態を  $t_{i,j} = 0$  で, それぞれ初期化する. その後, 開始ノード  $o$  について訪問処理を行う.

訪問処理は `visitNode` 関数で行う. `visitNode` 関数では, 引数として受け取ったノード  $i$  を訪問済みとするため,  $s_i = 1$  に更新する. その後, 現在地ノードを  $c = i$  に更新し, `updateAdjNodes` 関数を呼び出す. `updateAdjNodes` 関数では, ノード  $i$  に隣接するノード  $j$  の状態を  $s_j = 2$  に更新することで, ノード  $v_j$  を訪問済みノードに隣接するノードとして扱う.

29 行目から 31 行目の `onVisit` 関数はイベントハンドラであり, ユーザの入力に応じて呼び出される. ここでは, ユーザがノード  $i$  を訪問したとき, この関数が呼ばれる. `onVisit` 関数では, `visitNode` 関数を呼び出すことで, ノード  $i$  に対する訪問処理を行う. `visitNode` 関数内では, 現在地ノード  $c$  から訪問先ノード  $i$  へのリンク  $e_{c,i}$  を通過済みとするため, 15 行目の処理で  $t_{c,i} = 1$  としている.

### Algorithm 1 訪問ノードに基づく更新アルゴリズム.

```

1: Input:  $o$ 
2:
3:  $c \leftarrow \text{NULL}$ 
4: for each  $v_i \in V$ 
5:    $s_i \leftarrow 0$ 
6: end for
7: for each  $e_{i,j} \in E$ 
8:    $t_{i,j} \leftarrow 0$ 
9: end for
10: visitNode( $o$ )
11:
12: function VISITNODE( $i$ )
13:    $s_i \leftarrow 1$ 
14:   if  $c \neq \text{NULL}$  then
15:      $t_{c,i} \leftarrow 1$ 
16:   end if
17:    $c \leftarrow i$ 
18:   updateAdjNodes( $i$ )
19: end function
20:
21: function UPDATEADJNODES( $i$ )
22:   for each  $v_j \in V$ 
23:     if  $s_j = 0$  and  $a_{i,j} = 1$  then
24:        $s_j \leftarrow 2$ 
25:     end if
26:   end for
27: end function
28:
29: function ONVISIT( $i$ )
30:   visitNode( $i$ )
31: end function

```

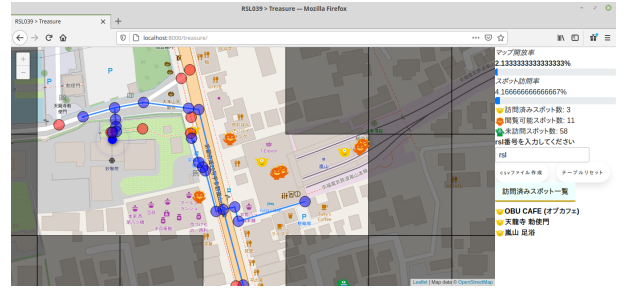


図 4 メッシュの描画の更新.  $m_k = 0$  のメッシュは半透明の黒で塗りつぶし,  $m_k = 1$  のメッシュは塗りつぶさない. 地図画像は Leaflet API を用いて OpenStreetMap の画像を取得した.

### 5.3 メッシュの隠蔽/解放

リンクの通過/未通過状態に基づきメッシュの隠蔽/解放処理を行う. メッシュ  $k$  の隠蔽/解放状態  $m_k$  は次式により更新する.

$$m_k = \begin{cases} 1 & \text{if } |\{t_{i,j} \mid t_{i,j} = 1 \wedge t_{i,j} \in M_k\}| \geq 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

ここで,  $t_{i,j} \in M_k$  は矩形領域  $M_k$  にリンク  $t_{i,j}$  が含まれることを表す. つまり, 矩形領域  $M_k$  に一つでも通過済みのリンクが含まれていれば,  $m_k = 1$  となる.

初期状態では、散策エリア全体のメッシュが隠蔽されており、開始ノード  $o$  を含むメッシュのみが解放されている状態である。つまり、開始ノード  $o$  を含むメッシュの状態のみ、 $m_k = 1$  であり、それ以外は  $m_k = 0$  である。メッシュの状態の更新はノードを訪問することに行う。

メッシュの隠蔽/解放状態の更新にともない、インタフェース上のマップの描画も更新する。図 4 のように、 $m_k = 0$  のメッシュは半透明の黒で塗りつぶし、 $m_k = 1$  のメッシュは塗りつぶさない

#### 5.4 スポットの隠蔽/解放

散策エリアには、店舗や神社、景観スポットなどのスポットが配置されている。スポットの状態  $u_l$  は、メッシュの隠蔽/解放状態に応じて次のように更新する。(i)  $u_l = 2$  (ユーザがスポット  $l$  を訪問済みである場合)、(ii)  $u_l = 1$  (ユーザがスポット  $l$  を未訪問であり、かつスポット  $l$  を含むメッシュ  $k$  の状態が  $m_k = 1$  である場合)、(iii)  $u_l = 0$  ((i), (ii) 以外の場合)。

$u_l = 0$  のとき、スポット  $l$  は非公開であり、マップ上でスポット  $l$  の位置は確認できるが、スポット情報を閲覧することはできない。 $u_l = 1$  のとき、スポット  $l$  は公開であり、マップ上からスポット  $l$  をクリックすることで、そのスポットの情報を閲覧することができる。 $u_l = 2$  のとき、スポット  $l$  は訪問済みであり、同様にスポットの情報を閲覧することができる。

## 6. 評価実験

本章では、提案システムの被験者評価実験について述べる。評価実験用システムとして、4. 章で述べた動的散策システムを Python の Web アプリケーションフレームワークである Django を用いて実装した。インタフェースの実装には HTML5 および JavaScript を用い、地図インタフェースは Leaflet API を用いて実装した。道路ネットワークデータは OpenStreetMap を、データベース管理システムは PostgreSQL 11.10 を用いた。

### 6.1 データセット

本実験では、散策エリアとして嵐山を対象とする。嵐山の道路ネットワークデータは、図 3 に示したとおりである。このエリアにおけるノード数は  $|V| = 2,182$  で、リンク数は  $|E| = 2,062$  である。また、メッシュの大きさは一辺  $d = 55.66\text{m}$  とした。図 3 に示す嵐山の領域を 375 個のメッシュに分割した。さらに、foursquare API, Google Places API を用いて嵐山のエリアに含まれるスポットデータを収集した。収集したスポットデータは 72 件である。

### 6.2 実験方法

本研究では、「おうちで」モードを想定した被験者実験を実施した。被験者評価実験は、予備実験および本実験で構成される。実験に参加した被験者は 12 名 (男性 10 名, 女性 2 名) であり、年齢層は 20 歳から 22 歳である。

#### 6.2.1 予備実験

まず、予備実験では、被験者に標準の地図システムとして OpenStreetMap を利用して擬似的に散策してもらう。その散策過程で訪問したいスポットを見つけてもらう。予備実験の具体的な流れは以下のとおりである：

表 2 予備実験で用いる質問。

質問番号	質問
Q1	このスポットを知っていましたか

(1) 被験者に「こちらの地図システム (OpenStreetMap を指す) を使って、地図上を散策してください。その際、実際に訪れたいと思ったスポットを 3 件以上挙げてください。」というタスクを提示する。ここで、地図システムの具体的な操作方法は実験者が説明する。

(2) 被験者は、OpenStreetMap 上で擬似的な散策を行い、タスクを遂行する (時間は無制限)。

(3) 被験者は、散策の過程で訪れたスポットを記録する (記録するスポット数は無制限)。

(4) 被験者が散策に飽きた段階で終了する。

(5) 被験者は、タスク終了後、記録した各スポットについて、表 2 に示した質問に回答する。

ここで、表 2 の Q1 については、3 段階評価 {3: 知らなかった, 2: 訪れたことはないが知っていた, 1: 訪れたことがある} で回答してもらう。

#### 6.2.2 本実験

つづいて、本実験では、予備実験に参加した同一の被験者に提案システムを利用してもらい、擬似的に散策してもらう。予備実験のときと同様に、散策過程で訪問したいスポットを見つけてもらう。本実験の具体的な流れは以下のとおりである：

(1) 被験者に、「こちらの地図システム (提案システムを指す) を使って、地図上を散策してください。」というタスクを提示する。ここで、地図システムの具体的な操作方法は実験者が説明する。

(2) 被験者は、地図システム上で擬似的な散策を行い、タスクを遂行する (時間は無制限)。

(3) 被験者は、散策の過程で訪れたスポットを記録する。

(4) 被験者が散策に飽きた段階で終了する。

(5) 被験者は、タスク終了後、記録した各スポットについて、表 3 に示した質問に回答する。

ここで、表 3 の Q1 については、予備実験と同様に 3 段階評価で回答してもらう。Q2 から Q5 については、5 段階評価 {5: 強くそう思う, 4: そう思う, 3: どちらともいえない, 2: そうは思わない, 1: まったくそうは思わない} で回答してもらう。

本実験では、6.3 節で述べるとおり、提案システム内で機能を変えた 3 種類のシステムを比較システムとして用いる。本実験では、被験者内評価として、一人の被験者には 3 種類の比較システムをすべて使用してもらう。つまり、上記の本実験をシステムを変えて 3 回試行してもらうことになる。なお、順序効果を相殺するために、比較システムの利用順序は被験者によって変える。具体的には、3 種類の利用順序のパターンを 6 パターン用意し、各パターンに被験者を均等に 2 名ずつ割り当てる。

#### 6.3 比較システム

マップ、ノード、リンク、スポット位置、スポット情報の各属性について、隠蔽/解放の対象であるか、常時表示の対象である



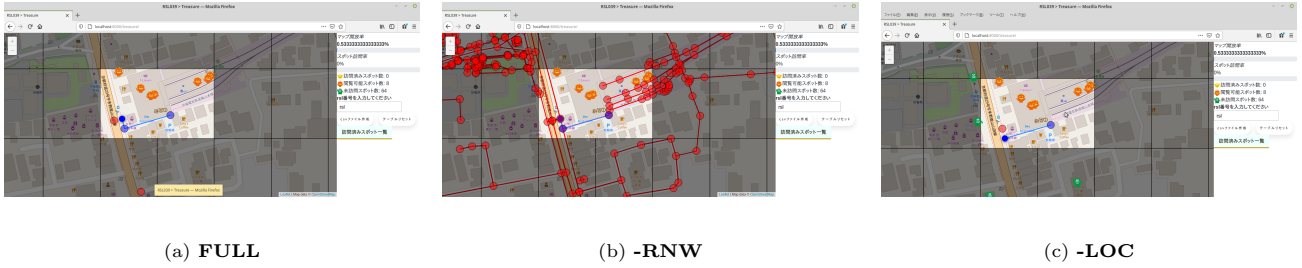


図 5 比較対象の各システムのインターフェース。

表 3 本実験で用いる質問。

質問番号	質問
Q1	このスポットを知っていましたか
Q2	このシステムを利用する前から、私はこのスポットに興味があった
Q3	このシステムを利用して初めて、私はこのスポットに興味があることに気が付いた
Q4	実際にこのスポットに訪れてみたい
Q5	私自身、自力ではこのスポットは見つけられなかったと思う

るかによって、3種類の異なるシステムを比較対象とする。表4に、比較システムについて隠蔽/解放の対象を示す。また、図5に各システムのインターフェースを示す。以下、各システムについて説明する。

#### a) FULL

全属性を隠蔽/解放の対象としたシステムである。図5(a)はFULLのインターフェースである。初期状態では、すべての要素が隠蔽されている。ユーザが開始ノードを入力すると、開始ノードを含むメッシュ、メッシュに含まれるスポット位置が解放される。隣接ノードを訪問すると、開始ノードと同様に隣接ノードを含むメッシュ、メッシュに含まれるスポット位置が解放される。

#### b) -RNW

FULLから道路ネットワークを構成するノード・リンクのみを常時解放の対象としたシステムである。図5(b)は-RNWのインターフェースである。初期状態では、すべてのノード・リンクが解放されている。隣接ノードを訪問したときの動作は、FULLの場合と同様である。

#### c) -LOC

FULLからスポット位置のみを常時解放の対象としたシステムである。図5(c)は-LOCのインターフェースである。初期状態では、スポット位置のみが解放されている。ただし、スポット情報は隠蔽されており、ユーザは閲覧することはできない。ユーザが開始ノードを入力すると、開始ノードを含むメッシュを解放し、メッシュに含まれるスポットの情報が閲覧できるようになる。隣接ノードを訪問すると、開始ノードの場合と同様に隣接ノードを含むメッシュ、メッシュに含まれるスポット情報が解放される。

## 6.4 結果および考察

### 6.4.1 散策意欲

提案システムの利用による散策意欲の向上について測るために、システムの利用時間およびシステムによる訪問スポット数について分析する。図6(a)にシステム利用時間を比較したものの、図6(b)に訪問スポット数を比較したものを示す。それぞれ、予備実験で用いたOpenStreetMapと本実験で用いたFULL、-RNW、-LOCによる結果を比較している。

システム利用時間については、非有意ではあったもののOpenStreetMapと比べて、各提案システムの方が長くなった。それにもかかわらず、本実験の方がシステム利用時間が長くなったことから、システムを利用することに楽しさを感じ、結果としてシステムによる散策意欲の向上傾向を示唆すると言える。スポット訪問数については、こちらも予備実験と提案システムの間に有意差は認められなかった。そのため、訪問スポット数の観点では、提案システムを利用することによる散策意欲の向上があるとは言えないと考える。しかし、非有意ではあったものの予備実験に比べ、各提案システムの方が訪問スポット数が減少した。減少した理由として、予備実験で、最低訪問数を3件以上と設定していたことにより、予備実験で訪れたスポットには本実験では訪れない傾向にあったため減少したと考える。

### 6.4.2 発見性

本項と次項では、では、各質問項目に対して与えられた評価を量的データとみなし結果について考察する。図7は、各質問項目に対する評価値をシステムごとに平均したものを示したものである。以下、図7を基に考察する。

表3に示した質問項目のうち、Q5が発見性に関する質問項目である。図7のQ5の平均評価値に、Q5に対する評価値の平均値を示す。t検定を行った結果、FULLと-LOC、-RNWと-LOCの両者に有意差は見られなかった。この結果から、スポット位置を常時表示する、あるいはユーザの訪問経験に応じて解放していくという要素は、発見性に影響を及ぼすとは言えない。

### 6.4.3 セレンディピティ

文献[17]を参考にセレンディピティに関して評価する。文献[17]で定義されているセレンディピティなアイテムのうち、以下の二つの定義について評価する：

定義I 未知で自力では発見できなかったであろうが、提示されて初めて興味をもったアイテム。

表 4 比較システム. ○は隠蔽/解放の対象, -は常時表示の対象を表す.

パターン	マップ	ノード	リンク	スポット位置	スポット情報
<b>FULL</b>	○	○	○	○	○
<b>-RNW</b>	○	-	-	○	○
<b>-LOC</b>	○	○	○	-	○

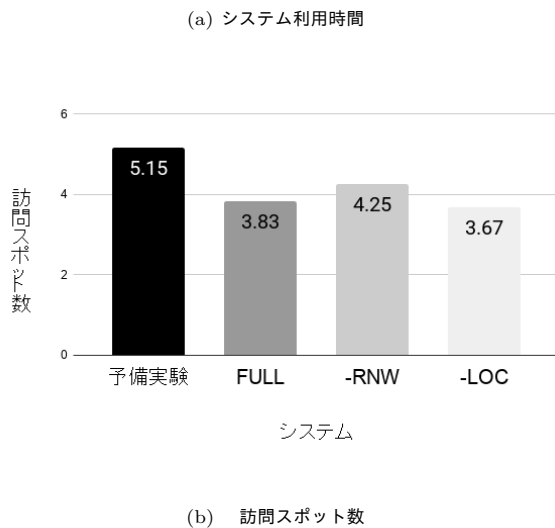
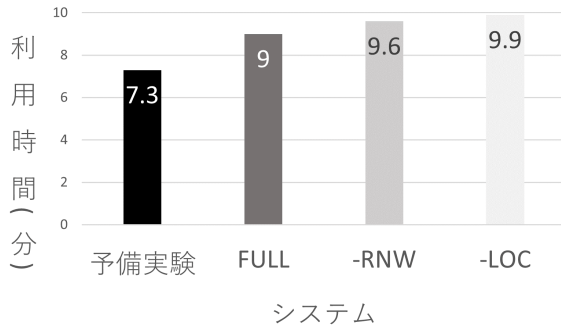


図 6 各システムの利用時間と訪問スポット数の比較.

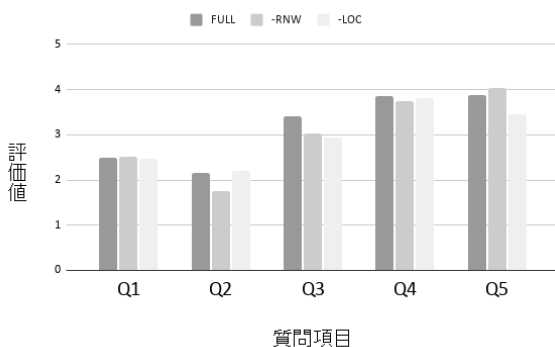


図 7 Q1 から Q5 の平均評価値.

定義 II 提示されるまでは興味がなかった (と思い込んでいた) が, 提示されて初めて興味をもったアイテム.

#### a) 定義 I

まず, 定義 I については, 表 3 に示した質問項目のうち, 「Q1:

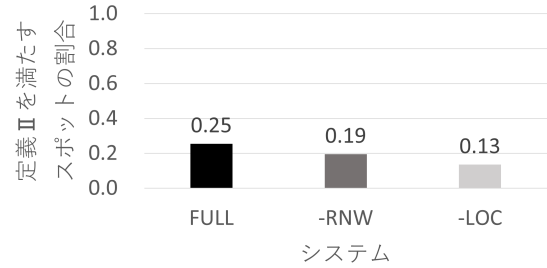


図 8 定義 I を満たすスポットの割合の平均値.

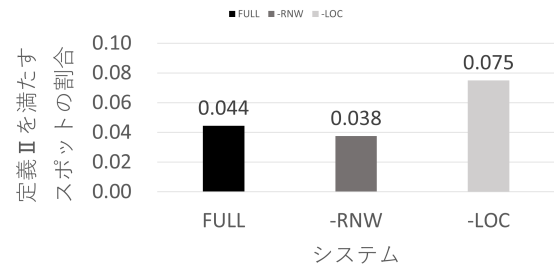


図 9 定義 II を満たすスポットの割合の平均値.

知らなかった」かつ「Q5: 自力では見つけられなかった」スポットのうち, 「Q3: システムを利用して初めて興味があることに気が付いた」スポットが, 各システムによりどの程度見つめられたかを調べることによって評価できる [17].

図 8 には, 「Q1 に対する評価値が 3」かつ「Q5 に対する評価値が 4 以上」かつ「Q3 に対する評価値が 4 以上」の条件を満たすスポットの割合の平均値をシステムごとに示している.

t 検定を行った結果, 各システム間の平均値の差に有意差は認められなかった. この結果より, 隠蔽/解放の対象の違いが, 定義 I 「未知で自力では発見できなかったであろうが, 提示されて初めて興味をもったアイテム」の観点からは, セレンディビティに影響を及ぼすとは言えない.

#### b) 定義 II

つづいて, 定義 II については, 「提示されるまで興味がなかった (と思い込んでいた) が, 提示されて初めて興味をもったアイテム」について調べる. ここでは, 「Q1: 知っていた」もので「Q2: システムから提示される前は興味がなかった」が, 「Q3: 提示されて初めて興味があることに気が付いた」スポットが, 各システムによりどの程度見つめられたかを調べた.

図 9 には, 「Q1 に対する評価値が 2 以下」かつ「Q2 に対する評価値が 2 以下」かつ「Q3 に対する評価値が 4 以上」の条件を満たすスポットの割合の平均値をシステムごとに示している. t 検定を行った結果, 各システム間の平均値の差に有意差

は認められなかった。この結果より、隠蔽/解放の対象の違いが、定義 II「提示されるまでは興味がなかった（と思い込んでいた）が、提示されて初めて興味をもったアイテム。」の観点からは、セレンディピティに影響を及ぼすとは言えない

-RNW のシステムでは、初期状態でルートを全て表示していることによりルートの先を閲覧して散策を行うことが可能となり、提示されることによる興味誘発の可能性が低くなったと考える。-LOC のシステムでは、スポット位置を常に表示することにより、任意のスポットを目指して散策を行うことが閲覧し、訪れたスポットに対して興味誘発につながらなかったと考える。FULL のシステムでは、-RNW や-LOC のシステムとは異なり、目標の地点を目指し、散策を行うことができないが、これらの要素が興味誘発につながらなかったことから、隠蔽/解放の対象の違いがセレンディピティの向上に影響を及ぼすとは言えないと考える。

## 7. おわりに

本研究では、散策時の発見性を促すために、ユーザの訪問経験に応じてマップを隠蔽/解放する動的散策マップシステムを提案した。本システムでは、初期状態はマップのすべての領域を隠蔽しておき、その後、ユーザの訪問経験に応じて、隠蔽されていた領域を解放していく。本稿では、どの要素が散策意欲、発見性、セレンディピティの向上に寄与するかを評価した。散策意欲について、利用時間の観点からは提案システムを利用することによる向上傾向が示唆された。しかし、スポット位置の常時表示、隠蔽解放という要素が発見性、セレンディピティに影響を及ぼすとは言えない。

本研究には以下のような課題が残っている。一つ目の課題は、適切なメッシュの検討である。本研究では散策エリアのメッシュの大きさを均等にしたが、スポットを多く含むメッシュと森林や住宅街などのスポットを含まないメッシュがあった。今回は、簡易的に散策エリアを一辺  $d = 55.66\text{m}$  のメッシュでマップを隠蔽したが、地域の特性や一度に解放するマップの範囲という面で適切なメッシュの大きさを検討する必要があると考える。二つ目の課題は、スポット情報の見せ方である。本研究では、スポットの位置とスポット名のみをマップ上に表示させた。被験者実験の際に、スポットのカテゴリやスポットの画像などがあるとどのような店かの判断が付きやすいとの意見が多かった。そのため、スポット情報のシステム上での見せ方については改善が必要であると考え。今後は、これら 2 つの課題について取り組み、フィードバックによる改善をしたいと考える。

## 謝 辞

本研究は JSPS 科研費 19K12567 の助成を受けたものです。ここに記して謝意を表します。

### 文 献

- [1] Joan Borràs, Antonio Moreno, and Aida Valls. Intelligent tourism recommender systems: A survey. *Expert Systems with Applications*, Vol. 41, pp. 7370–7389, jun 2014.
- [2] Chang Shing Lee, Young Chung Chang, and Mei Hui Wang. Ontological recommendation multi-agent for Tainan City

- travel. *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, No. 3 PART 2, pp. 6740–6753, 2009.
- [3] Cesar Guzman Laura Sebastia, Inma Garcia, Eva Onaindia. This paper must be cited as : E-Tourism : A tourist recommendation and planning application. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, Vol. 18, No. 5, pp. 717–738, 2009.
- [4] Pieter Vansteenwegen, Wouter Souffriau, Greet Vanden Berghe, and Dirk Van Oudheusden. The City Trip Planner: An expert system for tourists. *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, No. 6, pp. 6540–6546, 2011.
- [5] Arturo Montejó-Ráez, José Manuel Perea-Ortega, Miguel Ángel García-Cumbreras, and Fernando Martínez-Santiago. Otiüm: A web based planner for tourism and leisure. *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, No. 8, pp. 10085–10093, 2011.
- [6] Yohei Kurata. CT-Planner2: More Flexible and Interactive Assistance for Day Tour Planning. In *Information and Communication Technologies in Tourism 2011*, pp. 25–37, 2011.
- [7] Tomoko Izumi and Yoshio Nakatani. Do turning visited routes in black maps into white promote sightseeing? In *AIP Conference Proceedings*, Vol. 1863, pp. 1–4, 2017.
- [8] 塩崎イサム, 奥健太. 散策時の発見性向上のための訪問経験に基づく動的散策マップシステムの検討. ARG 第 16 回 Web インテリジェンスとインタラクション研究会, No. 16, pp. 15–18, 2020.
- [9] Zaiben Chen, Heng Tao Shen, and Xiaofang Zhou. Discovering Popular Routes from Trajectories. In *[ICDE2011]Proceedings of the 2011 IEEE 27th International Conference on Data*, Vol. 4, pp. 900–911, 2011.
- [10] Wuman Luo, Haoyu Tan, Lei Chen, and Lionel M. Ni. Finding time period-based most frequent path in big trajectory data. In *[SIGMOD2013]Proceedings of the 2013 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, pp. 713–724, 2013.
- [11] Munmun De Choudhury, Ronny Lempel, Technion Israel, and Sihem Amer-yahia. Automatic Construction of Travel Itineraries using Social Breadcrumbs. In *[HT2010]Proceedings of the 21st ACM conference on Hypertext and Hypermedia*, pp. 35–44, 2010.
- [12] Yuki Arase and Xing Xie. Mining people's trips from large scale geo-tagged photos. In *Proceedings of the 18th ACM international conference on Multimedia*, No. 49, pp. 133–142, 2010.
- [13] Takeshi Kurashima, Tomoharu Iwata, Go Irie, and Ko Fujimura. Travel route recommendation using geotags in photo sharing sites. In *[CIKM2010]Proceedings of the 19th ACM international conference on Information and knowledge management*, pp. 579–588, New York, New York, USA, 2010. ACM Press.
- [14] Daniele Quercia and Luca Maria Aiello. The Shortest Path to Happiness : Recommending Beautiful , Quiet , and Happy Routes in the City Categories and Subject Descriptors. In *[HT2014]Proceedings of the 25th ACM Conference on Hypertext and Social Media*, pp. 116–125, 2014.
- [15] Koji Kawamata and Kenta Oku. Roadscape-based route recommender system using coarse-To-fine route search. *Electronic Preprint for Journal of Information Processing*, Vol. 27, , 2019.
- [16] Majid Alivand and Hartwig Hochmair. Extracting scenic routes from VGI data sources. In *Proceedings of the Second ACM SIGSPATIAL International Workshop on Crowd-sourced and Volunteered Geographic Information*, pp. 23–30, 2013.
- [17] 奥健太, 服部文夫. セレンディピティ指向情報推薦のためのフュージョンベース推薦システム. 知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会誌) , Vol. 25, No. 1, pp. 524–539, 2013.