

NAIST-IS-MT1651090

修士論文

オンサイト観光プランニングのための 観光スポット推薦システムの実現

日高 真人

2018年2月1日

奈良先端科学技術大学院大学
情報科学研究科

本論文は奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科に
修士(工学) 授与の要件として提出した修士論文である。

日高 真人

審査委員：

安本 慶一 教授	(主指導教員)
中村 哲 教授	(副指導教員)
荒川 豊 准教授	(副指導教員)
諏訪 博彦 助教	(副指導教員)

オンサイト観光プランニングのための 観光スポット推薦システムの実現*

日高 真人

内容梗概

近年，日本に来る外国人観光客の激増に伴い，快適に観光を満喫できる環境を整備することは非常に重要である．観光客にとって満足度の高い観光の実現には，観光客の趣味嗜好（プロファイル）といった静的情報に加えて，目的地及び移動経路の現在の混雑度といった動的情報を考慮した観光コンテンツをタイムリーに提供することが望まれる．しかし，こうした情報の収集・更新／整理・編纂には，観光地側・観光客の双方に労力・時間・金銭の面で負担がかかるという問題点がある．本研究では，観光客が，観光を行う現地において，タイムリーに良質な観光プランの提供を受けることが可能なシステムの実現を目指す．本システムは3つの要素技術（1. オンサイトで有効な推薦手法，2. 個人嗜好，観光スポットの魅力に加え，混雑度など観光地の現在の状況（動的情報）を考慮したキュレーション手法，3. 観光客の嗜好取得方法）で構成されており，それらについて提案・実装した．

提案手法では，一対比較の繰り返しによって，意思決定に用いる複数の評価基準を数値で抽出する手法であるAHP（階層分析法）と，重回帰分析を用いて全体効用値から部分効用値を算出する手法であるコンジョイント分析を組み合わせることによって，観光客に負担をかけず高い精度で観光客の嗜好を取得する．また，各観光スポットの持つ自然度合い，日本らしさといった特性と観光客のそれらに対する嗜好をそれぞれ特徴ベクトルで表し，それらのコサイン類似度を観光客の嗜好を考慮した各スポットの推薦度とする．この推薦度を混雑度を考慮して高い順に並び替えることで，対象観光客に対する観光スポット推薦順位を決定し，観光スポット推薦を実現する．

さらに，提案システムの有効性を評価するため，実際の観光地およびシミュレーションを用いた実験を行った．その結果，1) 観光前に詳細な計画を立てない観光客に対して，オンサイト観光スポット推薦は有効であり，2) 提案手法によって嗜

*奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 修士論文，NAIST-IS-MT1651090，2018年2月1日．

好取得における被験者の負担を大幅に減少させながら被験者の嗜好を観光スポット推薦に反映させることが可能であり，3) 一般的に多く利用される観光のモデルコースと比較してより高い満足度を得ることができる，という知見が得られた．

キーワード

観光スポット推薦, キュレーション, コンジョイント分析, 推薦システム

Tourist Spot Recommendation System for Onsite Tourism Planning*

Hidaka Masato

Abstract

Satisfactory tour planning entails providing tourists with tour plans that reflect both static information, such as tourists' preferences and profiles; and dynamic information, such as crowded sightseeing spots and congested paths to these spots. Collecting, maintaining, and curating such dynamic information imposes a lot of time, monetary, and labor costs on those who manage tourist spots and the tourists themselves.

In this thesis, we propose a system that uses two novel mechanisms: (1) a participatory collection mechanism that efficiently and timely collects and updates both static and dynamic information about tourist spots and paths; and (2) a content curation mechanism that selects important items from the collected information and compiles them into tour plans. The proposed system creates quality sightseeing plans at low cost and provides them to tourists on site locally where sightseeing is done in a timely manner.

For (A), by combining AHP (hierarchical analysis method) and conjoint analysis, we will acquire tourist's preferences with high accuracy without burdening tourists. AHP is a method of extracting multiple evaluation criteria to be used for decision making by numerical values by repeated integration comparisons and conjoint analysis is a method of calculating partial utility values from total utility values using multiple regression analysis. In addition, characteristics such as the degree of naturalness of each sightseeing spot, Japanese seasonality and the interest (preference) of tourists to these characteristics are represented by feature vectors, and the cosine similarity between the spot characteristics and each tourist's interest is taken as the recommendation degree of each spot. By sorting this recommendation degree considering the congestion degree in descending

*Master's Thesis, Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology, NAIST-IS-MT1651090, February 1, 2018.

order , the sightseeing spot recommendation ranking for the target tourists is determined and shown to the tourist.

Through the experiment conducted to evaluate the effectiveness of the proposed system, we obtained the following four findings: (i) onsite tourist spot recommendation is effective for tourists who do not plan detailed plan before sightseeing, (ii) the collection of tourist information through participatory sensing can ensure the quality and quantity of tourism information equal to or better than existing methods with less effort than existing methods, (iii) it is possible to reflect subject's interest in sightseeing spot recommendation while greatly reducing subject's burden in preference acquisition by the proposed method, and (iv) tourists can obtain higher satisfaction with our method than following a model course in a guidebook.

Keywords:

Tour plan creation, content curation, sightseeing spot recommendation

目 次

1. 序論	1
1.1 研究背景	1
1.2 実時間観光プランニングのための観光スポット推薦システムの考案	2
1.3 提案システムにおける課題とアプローチ	2
1.4 本研究によって得られた知見	3
1.5 本論文の構成	4
2. 関連研究	5
2.1 観光スポット推薦	5
2.2 参加型センシング	5
2.3 混雑度推定	6
2.4 関連研究の課題	6
3. システム要件・定義	7
3.1 観光の満足度に影響を与える 3 要素	7
3.1.1 個々の嗜好・要求の反映度合い	7
3.1.2 情報のリアルタイム性	7
3.1.3 観光客の負担コスト	7
3.2 理想的な観光プランの条件	8
3.3 システムの想定環境	8
4. システム構成	9
4.1 システムの構成図	9
4.2 観光スポットデータベース	9
4.3 次行動予測機構	10
4.4 観光スポットの推薦順位決定機構	10
4.5 観光スポット推薦インターフェース	11
4.6 観光情報収集機構	11
4.6.1 嗜好情報取得手法	11
4.6.2 参加型センシング	12
5. 評価実験	13
5.1 推薦内容の良さを知るための評価実験	13
5.1.1 実験方法	13
5.1.2 実験結果	16
5.1.3 考察	17

5.2	オンサイト推薦の効果を知るための評価実験	18
5.2.1	実験方法	18
5.2.2	実験結果	19
5.2.3	考察	22
6.	結論	23
	謝辞	25
	参考文献	26

図 目 次

1	観光情報の循環	2
2	提案システムの概要図	9
3	コンジョイント分析	12
4	嗜好取得方法	14
5	疑似観光での観光スポット推薦のビュー	15
6	推薦がある場合の被験者の行動状態遷移図	19

表 目 次

1	アンケートの質問内容	16
2	仮想環境での実験結果	17
3	アンケートの質問内容	20
4	グループ1（計画を普段から立てるグループ）の実験結果	21
5	グループ2（計画を普段から立てないグループ）の実験結果	21

1. 序論

1.1 研究背景

近年，日本に来る外国人観光客の急激な増加に伴い，快適に観光を満喫できる環境が求められている．そのためには，慣れない土地でも効率よく魅力的なスポットを巡回できる良質な観光プランが必要である．良質な観光プランの条件として，

1. 個々の観光客の嗜好・要求に合致していること
2. 混雑状況や景観の変化など観光地の現在の状況に対応していること
3. 手軽に利用・再現出来ること

が挙げられる．観光客にとって満足度の高い観光の実現には，観光客の嗜好（プロファイル）といった静的情報に加えて，目的地及び移動経路の現在の混雑度といった動的情報を考慮した観光プランを実時間で提供することが望まれる．

しかし，こうした情報の収集・更新／整理・編纂には，観光地側・観光客の双方に労力・時間・金銭の面で負担がかかるという問題点がある．観光スポットの推薦に関する既存研究 [8][5][4] では，観光客の有名観光スポット間の移動履歴を収集し，それらを観光客の国籍・性別・年齢によってモデルを作り，機械学習によって行動予測するというアプローチをとっている．しかし，これらの既存研究では，対象としている観光エリアが広いため，推薦対象となる観光スポットは有名なものばかりである．加えて，1人の観光客に対する推薦のために多くの学習データが必要であるため，実運用ではコールドスタート問題が起こりうる．

また，他の既存研究では，遺伝的アルゴリズムを用いて，ユーザの観光プランの作成を補助している [6] [3]．

しかし，観光客の7割は観光の際，事前に観光プラン作成を行わないというデータがある．また，来訪経験がない観光地での観光プランの作成は一般に容易ではない．さらに，既存の観光プランや既存研究によって生成される観光プランは，観光スポットの種別や営業時間など静的情報のみを扱っているため，実際に観光を行う際の天気や混雑状況，期間限定のイベントといった動的情報が反映されていない．そのため，観光客は自ら膨大な観光情報を取捨選択し予定を立て，現地の状況に合わせて観光プランを修正しなければならない．よって，既存の観光プランは先述の良質な観光プランの条件を満たしていないといえる．

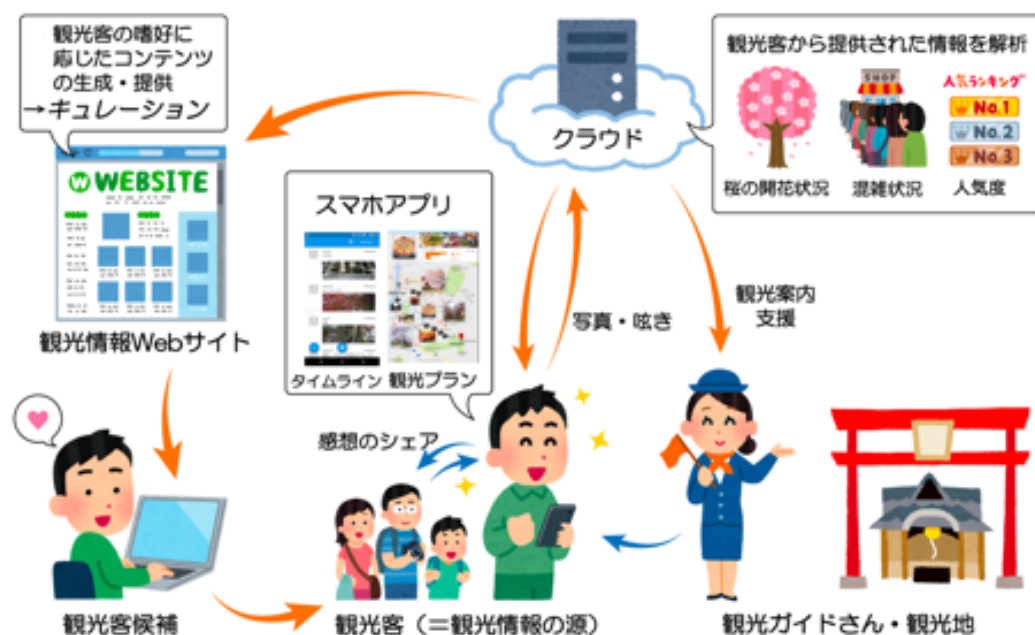


図 1: 観光情報の循環

1.2 実時間観光プランニングのための観光スポット推薦システムの考案

これらの背景を踏まえて、「観光情報の循環」をコンセプトとした、良質な観光プランを低コストで作成・提供するシステムを提案する。このシステムでは、観光客が「観光情報を享受するだけの存在」としてだけではなく、「観光客自身が観光情報を生み出し、発信していく存在」としても振る舞うことを想定している。観光客が観光情報の生成や更新の役割を担うことで、観光情報の整備にかかるコストを抑えることができる。また、収集した情報を、個々の嗜好/要求および観光地の現在の状況に合わせて編纂（キュレーション）することで、観光プランをタイムリーにオンサイトで提供することが可能となる。

1.3 提案システムにおける課題とアプローチ

低コストでの良質な観光プランの作成を実現すべく、スマートフォン上で動作し、実時間観光プラン提供に向けた観光情報収集・キュレーションシステムの設計/開発を行った。提案システムでは、以下の3つの課題を達成する機構の実現

を目指している。

1. 観光客の嗜好を考慮した推薦
2. 動的情報を考慮した推薦
3. オンサイトな推薦

本研究では、研究目的で述べた課題を達成するための2つの機構（A）観光情報収集機構、（B）観光スポットの推薦順位決定機構を備えたシステムを設計する。そして、基本性能の評価に向けた実証実験を作成したアプリケーションを用いて実際の観光地および仮想環境上にて行う。観光情報収集機構では、AHP（階層分析法）とコンジョイント分析を組み合わせることによって、観光客に負担をかけず高い精度で観光客の嗜好を取得する。AHPとは、一対比較の繰り返しによって、意思決定に用いる複数の評価基準を数値で抽出する手法である。観光客にとって、直感的に利用しやすいというメリットがあるが、必要なユーザの回答回数が多くなってしまいうというデメリットがある。そこで、本研究では、これにコンジョイント分析という手法を組合せて、ユーザの回答回数を減らす。コンジョイント分析とは、重回帰分析を用いて全体効用値から部分効用値を算出する手法である。また、観光スポットの情報は参加型センシングによって、実時間で低コストで収集する。観光スポットの推薦順位決定機構では、各観光スポットの持つ自然度合い、日本らしさといった特性と観光客の嗜好をそれぞれ特徴ベクトルで表し、それらのコサイン類似度を観光客の嗜好を考慮した各スポットの推薦度とする。この推薦度を混雑度を考慮して高い順に並び替えることで、対象観光客に対する観光スポット推薦順位を決定し、観光スポット推薦を実現する。

1.4 本研究によって得られた知見

提案システムの有効性を評価するため、2つの実験を行った。オンサイト推薦の効果を知るための評価実験では、実際の観光地において複数の被験者に観光してもらい、人気観光スポット推薦がある場合とない場合で満足度等を比較・評価を行った。その結果、観光前に詳細な計画を立てない観光客に対して、実時間での観光スポット推薦は有効であるという知見が得られた。また、参加型センシングによる観光情報の収集は、参加者14人かつ3時間という少人数かつ短い時間の観光、つまり既存手法より少ない労力で観光情報の質と量が既存手法と同等以上に確保できるという知見が得られた。

推薦内容の良さを知るための評価実験では、AHP（階層分析法）とコンジョイント分析を組合せた提案手法を用いて、複数の被験者に対し、嗜好を取得す

る際の被験者の負担とその精度の評価を行った。また、取得した嗜好を用いて、GoogleMap と Google ストリートビューを元に作成した疑似観光ツールを用いて、PC 上で複数の被験者に観光してもらった。嗜好と混雑度を考慮した観光スポット推薦がある場合と実際の観光でよく利用されるモデルコースとで2回観光を行って満足度等を比較・評価を行った。その結果、提案手法では、嗜好取得における被験者の負担を従来手法と比べて27%減少させることができ。また、被験者の嗜好を観光スポット推薦に38%強く反映させることができるという知見が得られた。さらに、提案手法によって作成したコースは、一般的に多く利用される観光のモデルコースと比較して29%高い満足度を得ることが出来るという知見が得られた。

1.5 本論文の構成

以下に本論文の構成について述べる。第2章では本研究に関連する研究や取り組みについて説明し、本研究の特徴を明確にする。第3章では、提案システムの要件や観光における満足度に関する指標などを定義する。第4章では、提案システムの構成について述べる。第5章では、構築したシステムの評価について述べる。第6章はまとめとする。

2. 関連研究

提案システムでは，参加型センシングを用いて観光情報を収集し，収集した観光情報からユーザのプロファイルや観光地の混雑度などの情報に応じて推薦すべき情報を選定する．以下では，提案システム実現のために必要な，観光スポット推薦手法，参加型センシング，混雑度推定の各手法について，既存研究を概観する．

2.1 観光スポット推薦

一般的な推薦技術は，協調フィルタリングを利用した推薦と内容ベースフィルタリングを利用した推薦の2つに分類される．協調フィルタリングとは，多くのユーザの嗜好情報を過去の行動という形で記録し，そのユーザと嗜好の類似した他のユーザの嗜好情報を用いてユーザの嗜好を推測する手法である [9]．また，内容ベースフィルタリングとは，アイテムの内容とユーザの嗜好情報を比較し，その関連度に基づいてフィルタリングを行う手法である [7]．観光客のプロファイルを考慮した観光スポットの推薦に関する研究には協調フィルタリングを利用する手法が主流である．例えば，Flicker などの写真投稿サイトや SNS に投稿された Geo-tag 付きの写真を用いて，観光客間のプロフィールや過去に訪れたスポットの類似度から協調フィルタリングによって次に行く観光地を推薦する研究がある [8][5][4]．また，観光スポットの持つ特性（レストラン，お寺などの分類）を用いて，内容ベースフィルタリングと協調フィルタリングを合わせて行う研究もある [14]．

2.2 参加型センシング

参加型センシングとは，一般ユーザの持つスマートフォンなどの IoT（Internet of Things）機器をセンシング機器として活用し，都市地域の環境情報を取得するユーザ参加型環境センシングである．網羅的なデータ収集やリアルタイムな情報更新が期待される一方で，ユーザがセンシングに参加するモチベーションを保つことや，使用端末のセンサ个体差や測定環境の差異を補正することが必要となるといった課題を抱えている [15]．ユーザのモチベーションを維持するための取り組みとして，金銭的な報酬を与える「金銭的インセンティブ」や，金銭的ではなく“体験”を報酬として与えるゲーミフィケーションが挙げられる [1]．

2.3 混雑度推定

混雑度推定とは，都市街区などにおける人々の存在や行動を把握し，混雑予想や大規模イベント推定に活用する技術である．スマートフォンで得られる位置情報をユーザから収集し混雑状況や移動傾向を把握する手法，スマートフォンで撮影された群衆の画像から対象領域の人密度を推定する手法 [16]，スマートフォンの加速度センサから推測される「歩きやすさ」および「雑踏の音」に基づき人密度を推定する手法，Bluetooth や Wi-Fi の MAC アドレスの観測数に基づき周辺の人密度を推定する手法などが提案されている．しかし，プライバシー問題，収集したデータをクラウド側で集約・管理する場合，ネットワーク帯域幅やクラウドの計算資源の浪費が指摘されている [13][2]．これらを解決する手法として，日時やイベントなどの状況に応じて群衆分布のパターンが複数存在すると仮定し，時空間的に散在する人密度の観測を蓄積することでこれらのパターンを学習する手法が提案されている [12][10]．

2.4 関連研究の課題

既存手法では，過去に収集した観光客の移動履歴等のデータを学習することによって，観光客の行動を予測している．しかし，これらの手法では，混雑度や期間限定のイベントのような観光スポットの動的情報を扱っていないため，観光客は現地の状況に合わせて観光プランを修正しなければならないという問題点がある．また，観光客の趣味嗜好を考慮した情報提供についても，観光客のプロファイル分類が年齢・性別・国籍といった大まかなものであったり，推薦に用いられる観光スポットの候補が東京や大阪というような都市レベルの広く浅いものであるため，実際の観光で現地で使用することは難しいと考えられる．こうした問題点を踏まえて，本研究では，観光客が観光地において実時間で利用できるようなシステムの実現を目標とする．

3. システム要件・定義

3.1 観光の満足度に影響を与える3要素

3.1.1 個々の嗜好・要求の反映度合い

満足度が高い観光スポットの条件の1つとして、個々の観光客の静的な嗜好と動的に変化する要求と合致することが求められる。これを満たすためには、1. 個々の観光客の嗜好と要求の把握、2. 観光スポットの特性の把握、3. 合致度合いを元としたオススメスポットの順序付きリストの作成が必要である。

3.1.2 情報のリアルタイム性

観光地の現在の状況とは、主に混雑度や行われているイベントなどのことを意味している。例えば、飲食店などは混雑していて待ち時間が長い、季節限定のメニューを食べ逃がしたといったことは観光客の満足度に大きく影響する可能性が高いと考えられる。また、景色に魅力がある観光スポットでは、季節や天候、時間帯によって魅力が変化する。総合的な満足度が高くするためには、観光地の現在の状況に合わせて、巡回する順番を決める必要がある。

3.1.3 観光客の負担コスト

想定するアプリケーションに必要なコストとして、1. 観光スポットに関する情報収集にかかる労力、2. 個々の観光客の嗜好・要求の把握、またシステム利用時にかかる労力、3. 観光プラン作成にかかる計算コストが挙げられる。低コストで良質な観光プランを作成するためには、これらのコストを削減する必要がある。

現在、観光客の観光プラン作成の障壁となっている主な要因として、自分の嗜好/要求の整理・入力の手間や観光前の想像と観光中の現実とのギャップが考えられる。また、満足度を高めるために嗜好/要求に沿ったスポットを効率的に巡回するためには事前に観光プランを計画する必要があるが、事前に作成された観光プランによって次に行く場所が予め全て決まっていると満足度が下がってしまうというジレンマもある

3.2 理想的な観光プランの条件

日本交通公社の調査¹によれば，日本に来る外国人観光客は，日本に対して．食事・日本的な建造物・風景を楽しみにしており，情報収集・交通手段・費用の面で不満を持っていることが分かる．つまり，観光客にとって満足度の高い観光の実現には，観光客の嗜好（プロファイル）といった静的情報に加えて，目的地及び移動経路の現在の混雑度といった動的情報を考慮した観光プランをタイムリーに提供することが望まれるといえる．よって，理想的な観光プランには

1. 個々の観光客の嗜好・要求に合致していること
2. 混雑状況や景観の変化など観光地の現在の状況に対応していること
3. 手軽に利用・再現出来ること

が必要である．

3.3 システムの想定環境

全ての観光客は，スマートフォンを所持しており，1割以上の観光客が，提案システムの機能を持つアプリケーションを導入しているものとする．

¹http://www.dbj.jp/pdf/investigate/etc/pdf/book1510_01.pdf より引用．

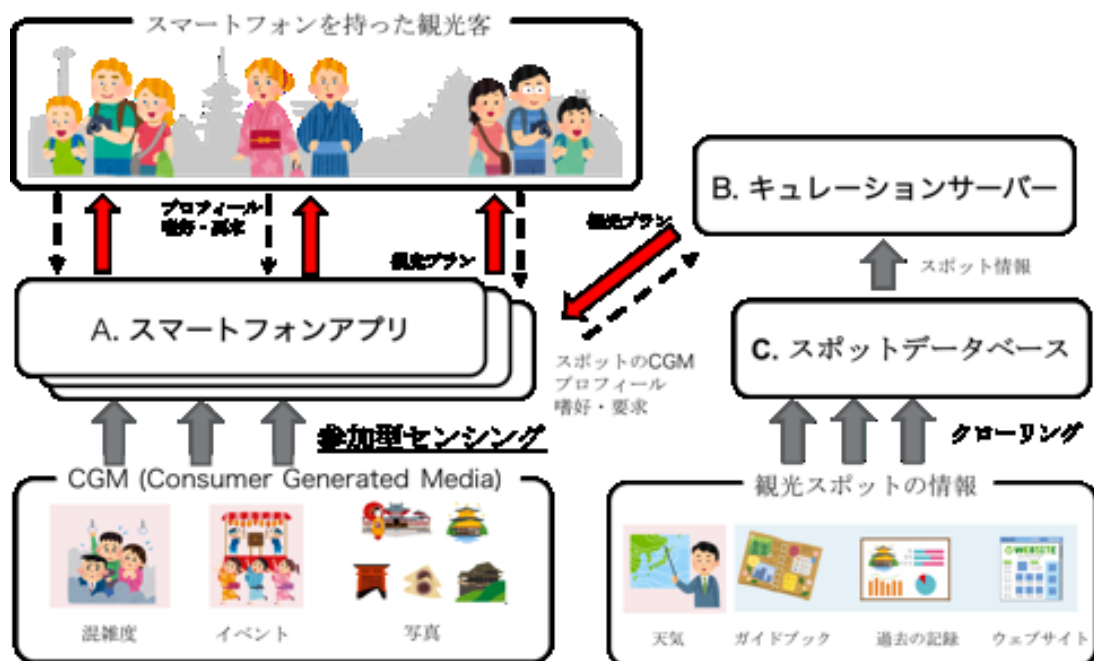


図 2: 提案システムの概要図

4. システム構成

4.1 システムの構成図

本システムは、図2に示す5つのモジュールから構成されている。

次節以降では、各モジュールの詳細、および各モジュールとシステム要件との関係を述べる。

4.2 観光スポットデータベース

観光スポットデータベースでは、観光スポットの種類・位置・写真・提供しているサービス・平均所要時間・平均消費金額・平均レビュー・訪問客のプロフィール・混雑度・行われているイベントを格納する。データベースの更新には、観光情報収集機構だけではなく、ウェブクロールリングも利用する（図2中のC: スポットデータベースに相当する。）

4.3 次行動予測機構

次行動予測機構では，観光客の現在地・プロフィール・嗜好・当日やそれ以前の移動・訪問履歴から観光客が次にとる確率が高い行動ジャンル（飲食，体験，観覧，購買など）を予測し，観光客の要求を把握する．提案システムが完成した後に，一般ユーザに配布し，実際の観光客の行動を収集することで，モデルを構築することを計画している（図2中のB：キュレーションサーバーに相当する．）

4.4 観光スポットの推薦順位決定機構

観光スポットの推薦順位決定機構では，観光情報収集機構と観光スポットデータベースから，個々の観光客にとって満足度が高くなるような観光スポット候補を順序付きリストで出力する．満足度の計算方法として，各観光スポットが持つ特徴や観光客の嗜好をそれぞれ特徴量ベクトルで表現し，その積を満足度とする．このリストを元に，次行動予測機構を用いて，観光プランを複数作成する．

個々の観光客にとって価値が高くなるように編纂し，スマートフォンアプリ（A）へと提供する役割を果たす．キュレーションシステムでは，ユーザが次にどのような観光行動を行うかの状態遷移モデルを用い，スマートフォンアプリ（A）から取得した情報をもとに，観光客のユーザタイプを判別し，観光客のユーザタイプと適合する状態遷移モデルを選択する．観光客の関心と各スポットとの適合度 $p_1, p_2 \dots$ のベクトル $\vec{P}$ ，個々の観光客のプロファイルに依存しない各観光スポットの推薦度 $s_1, s_2 \dots$ のベクトル $\vec{S}$ は，それぞれ 1, 2 のように定義する．これら P と S の積を 4 に示す式で算出することで，観光客の関心を考慮した各スポットの推薦度 $\vec{R}$ を得る．さらに， $\vec{R}$ を推薦度が高い順に並び替える (3) ことで，対象観光客に対する観光スポット推薦順位 $\vec{O}$ を決定する．

$$\vec{P} = \begin{pmatrix} p_1 & p_2 & p_3 & \cdots & p_n \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$\vec{S} = \begin{pmatrix} s_1 & s_2 & s_3 & \cdots & s_n \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$\vec{O} = \text{Sort}(\vec{R}) \quad (3)$$

$$\vec{R} = \vec{P} \cdot \vec{S} = \begin{pmatrix} r_1 & r_2 & r_3 & \cdots & r_n \end{pmatrix} \quad (4)$$

例えば，普段から神社仏閣への興味が強く，現在地が二年坂付近であり，満腹状態であれば，観光客の関心と各スポットとの適合度は（清水寺，井筒八ツ橋本舗，鴨川）＝（0.7, 0.2, 0.3）となる．また，清水寺に人が少なく，休憩時で井筒八ツ橋本舗が混雑しており，鴨川付近が渋滞しているならば，個々の観光客のプ

ロファイルに依存しない各観光スポットの推薦度は（清水寺, 井筒八ツ橋本舗, 鴨川）＝（0.8, 0.1, 0.2）となる．これらの内積を計算することで，観光客の関心を考慮した各スポットの推薦度は（清水寺, 井筒八ツ橋本舗, 鴨川）＝（0.56, 0.02, 0.06）となり，対象観光客に対する観光スポットの推薦順位は清水寺，鴨川，井筒八ツ橋本舗の順となる（図2中のB：キュレーションサーバーに相当．）

4.5 観光スポット推薦インターフェース

観光スポット推薦インターフェースでは，観光スポットの推薦順位決定機構で決定した観光スポットの一部を次行動予測の結果を考慮して，アプリケーション上に表示する．次に行われる可能性が最も高い行動ジャンルから推薦順位の高いスポットを優先して表示する．この例では，飲食，観覧，購買の順になっている．観光客はこれらのジャンルから自由に行きたいスポットを変えることができる（図2中のA：スマートフォンフォンアプリに相当．）

4.6 観光情報収集機構

観光情報収集機構では，参加型センシングによって観光スポットの情報を取得し，観光スポットデータベースに情報を格納する．また，観光客がアプリケーション利用時に登録した情報や観光中の情報を次行動予測機構と観光スポットの推薦順位決定機構に渡す（図2中の参加型センシングやクローリングが相当する．）

4.6.1 嗜好情報取得手法

観光客にとって満足度が高い観光スポットを推薦するためには，観光客の個人の嗜好・要求を取得する必要がある．そのため，本研究では，消費者アンケート調査などで用いられるAHPとコンジョイント分析を組合せた手法を開発した．図3に手法の流れを示す

1. 混雑度，日本らしさ，自然度合いなどの特性が異なる観光スポットを複数用意する
2. 取得したい観光客の嗜好の種類数に基いて，直交表を用いて，特定の特性を持つ観光スポットを8つ選択し，観光スポットの組を8つ作る．
3. ユーザには各組に対して，どちらの方がどの程度好きか回答してもらう．

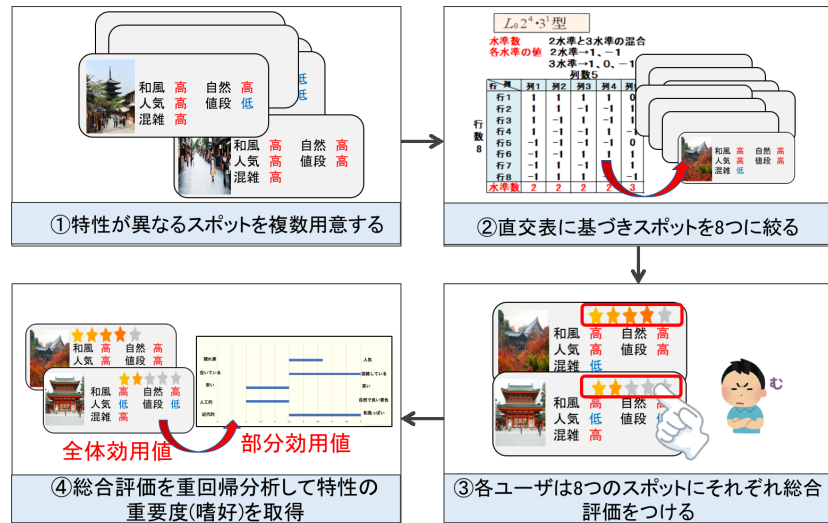


図 3: コンジョイント分析

4. 3で得た回答から8つの観光スポットについての全体効用値を算出する。またここで得た全体効用値を用いて、重回帰分析を行い、各観光スポットの特徴から部分効用値を算出する。

AHP とは、一対比較の繰り返しによって、意思決定に用いる複数の評価基準を数値で抽出する手法である。観光客にとって、直感的に利用しやすいというメリットがあるが、必要なユーザの回答回数が多くなってしまうというデメリットがある。そこで、本研究では、これにコンジョイント分析という手法を組合せて、ユーザの回答回数を減らす。コンジョイント分析とは、重回帰分析を用いて全体効用値から部分効用値を算出する手法である。

4.6.2 参加型センシング

本研究では、観光情報の収集に観光客の持つスマートフォンをセンシング機器として活用し、観光地・観光スポットの情報を収集する。観光客が観光中に行う行動をセンシングに利用することで、情報収集にかかるコストを削減する。自発的な参加型センシングとして、SNS へのつぶやきなどがこれに当たる。また、情報が少ない観光スポットの情報収集のために、システムから観光客にセンシングを促す場合もある。この場合、観光客に対して報酬を与えるなど、モチベーションを維持する必要がある。

5. 評価実験

5.1 推薦内容の良さを知するための評価実験

本実験では、参加型センシングによる情報収集力と実時間での観光スポット推薦による満足度向上効果を評価することを目的とする。

5.1.1 実験方法

本実験は、8名の参加者により、2018年1月に行った。各被験者に対し、AHP（階層分析法）とコンジョイント分析を組合せた提案手法を用いて嗜好を取得し（図4）、その際の被験者の負担とその精度について評価を行った。また、取得した嗜好を用いて、祇園四条駅から清水寺までの往路を、GoogleMapとGoogleストリートビューを元に作成した疑似観光ツール（図5）を用いて、PC上で複数の被験者に観光してもらった。嗜好と混雑度を考慮した観光スポット推薦がある場合と実際の観光でよく利用されるモデルコース²とで2回観光を行って満足度等を比較・評価を行った。

1回目：観光スポット推薦あり

1. 被験者の嗜好を取得し、マップを生成する
2. 被験者に次に行くべきスポットを4つ推薦する。
3. 被験者は4つの観光スポットから1つ選択する。ただし、アプリの推薦候補以外のスポットに行っても良い。
4. 選択すると、時間が消費され、また新たに別のスポット4つが推薦される
5. 3, 4を繰り返し、ゴール地点を目指す
6. ゴール地点でアンケートに回答する。

²<https://www.kyotokk.com/map2.html> から引用



Q2:どちらのスポットの方がより行きたいと思いますか？ *

	1	2	3	4	5	6	7	
京都美術館	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	花見小路通り

花見小路通り(和風, 人工的, 値段高い, 人気低い, 混雑度高い)



図 4: 嗜好取得方法

残り時間【180 分】です



Rank1 ID:61 Toget Temple Exhibition Time:25.0



Congestion:3 Popular:4 Price:1 Natural:4 Japanese:4

Rank2 ID:64 Keninji Time:26.0



Congestion:3 Popular:3 Price:2 Natural:4 Japanese:5

Rank3 ID:20 YamatojiDori Time:17.0



Congestion:4 Popular:2 Price:2 Natural:2 Japanese:3

Rank4 ID:40 Hanamikoji Time:24.0



Congestion:4 Popular:4 Price:5 Natural:2 Japanese:4

図 5: 疑似観光での観光スポット推薦のビュー

表 1: アンケートの質問内容

質問番号	質問内容
質問 1	提案手法で作成したコースの総合的な満足度を教えてください
質問 2	予め決まったモデルコースを観光するのと提案手法のように随時次に行く観光スポットを決めるのではどちらの方が満足できそうか？
質問 3	モデルコースと提案手法で作成したコースではどちらのほうが総合的に良かったか？
質問 4	スマートフォンアプリ等で提案手法が使えるならば使いたいと思いますか？
質問 5	行きたい観光スポットの嗜好について、自分で指定する検索などと比較して今回の嗜好取得方法の負担は大きいのか？
質問 6	提案手法により予測された趣味嗜好はあなたの実際の趣味嗜好とどのくらい近かったか？
質問 7	モデルコースと提案手法で作成したコースではどちらのほうあなたの嗜好が反映されていると感じたか？

5.1.2 実験結果

実験結果を表 2 に示す。質問 1 では、提案手法によって作成したコースの絶対的な満足度について確認している。被験者間の平均は 3.88 と高い水準であり、提案手法の満足度は高いといえる。

質問 2 では、本実験に限らず、被験者が普段の観光する際の観光スポットの決定方法の好みについて確認している。被験者間の平均は 3.88 であり、予め決まった観光スポットを周るより提案手法のように随時次に行く観光スポットを決めたいと考える傾向にあるといえる。

質問 3 では、本実験において、モデルコースと提案手法によって作成したコースとの満足度を比較している。被験者間の平均は 3.88 であり、提案手法の方が満足度が高かった。

質問 4 では、スマートフォンアプリ等で提案手法が使えるならば使いたいと思うかその意思を確認している。被験者間の平均は 4.25 と高い水準であり、提案手法の使用意志は高いと言える。

質問 5 では、本実験において行った提案手法による嗜好取得方法と従来の嗜好取得方法とで被験者が感じる負担の度合いを比較している。被験者間の平均は 4.13 であり、提案手法の方が負担が小さいといえる。

表 2: 仮想環境での実験結果

被験者	質問 1 単純 満足度	質問 2 決定方法 の好み	質問 3 満足度 比較	質問 4 提案手法 有用性	質問 5 嗜好取得 負担比較	質問 6 嗜好取得 精度	質問 7 嗜好 反映度
O	4	4	3	4	4	4	4
P	4	4	2	4	4	4	2
Q	4	4	4	4	4	4	5
R	4	4	4	5	5	4	4
S	4	5	4	4	4	4	4
T	4	4	5	5	4	5	4
V	4	4	4	4	4	4	4
W	3	2	5	4	4	4	5
平均	3.88	3.88	3.88	4.25	4.13	4.13	4.00
分散	0.33	0.78	0.93	0.43	0.33	0.33	0.87

質問 6 では、提案手法による嗜好取得方法の精度を確認している。被験者間の平均は 4.13 と高い水準であり、提案手法はユーザの嗜好を適切に表しているといえる。

質問 7 では、モデルコースと提案手法によって作成したコースとどちらの方がより被験者の嗜好を反映できているかを比較している。被験者間の平均は 4.00 と非常に高い水準であり、提案手法は被験者の嗜好を十分反映できているといえる。

5.1.3 考察

表 2 の質問 1 の結果より、提案手法で作成したコースの満足度は高いことが確認された。また、質問 3 の結果より、提案手法で作成したコースがモデルコースで観光する場合よりも高い満足度を示していることが確認された。これらのことから、提案手法による観光スポット推薦は、利用者の満足度を高めるのに有効であると考えられる。

また、表 2 の質問 2 の結果より、観光客は次に行く観光スポットを随時その場で決めたいと考える傾向にあることが確認された。また、質問 4 の結果より、スマートフォンアプリとして実装される本システムを利用したいという意志があることが確認された。これらのことから、スマートフォンという携帯可能な端末で、その都度観光スポットを選択できる提案手法は、観光客に受け入れられやすい方式になっていると考えられる。

また、表2の質問5、質問6および質問7の結果より、提案手法による観光客の嗜好取得は、従来手法と比較して観光客が感じる負担を軽減できている。さらに、観光客の実際の嗜好を高い精度で取得できている、提案手法で作成したコースはモデルコースに比べ、観光客の嗜好をより反映できている。このことから、提案手法で採用した嗜好情報の取得および反映手法は、有効に作用していると考えられる。

5.2 オンサイト推薦の効果を知るための評価実験

本実験では、参加型センシングによる情報収集力とオンサイトでの観光スポット推薦による満足度向上効果を評価することを目的とする。

5.2.1 実験方法

本実験は、14名の参加者により、2016年11月に行った。各実験参加者には、異なる日に2回、祇園四条駅から清水寺までの往路を、写真を撮りながら1人で2時間半観光してもらった。1回目は、本実験のために独自に作成したスマートフォンアプリケーション（以下、アプリ）による観光スポットの推薦を行い、2回目は、推薦を行わない。1回目と2回目の各参加者の満足度を比較することで、観光スポット推薦の効果を評価する。実験1で被験者に推薦する観光スポットの選定は、著者らが本実験前に収集した観光情報をもとに、現在地からの距離の近さを基準に選定した。また、今回の実験で使用したアンケートは、SD法に基づき作成を行った[11]。

以下、実験1回目、2回目の詳細手順を記述する。

1回目：観光スポット推薦あり

1. スタート地点で被験者にアプリを入れた端末を渡す。
2. アプリから次に行くべきスポットが3つ推薦される。
3. 表示されたスポットのどこか1つに行って写真を撮る。これにより、チェックインしたことになる（図6①）。
4. チェックインすると、また新たに別のスポット3つが推薦される（図6②）。ただし、アプリの推薦候補以外のスポットに行く、写真を撮るなどの行動は、任意のタイミングで何度でも行ってよい。
5. 3、4を繰り返し、ゴール地点を目指す（図6③）。



図 6: 推薦がある場合の被験者の行動状態遷移図

6. ゴール地点でアンケートに回答する。

2 回目：観光スポット推薦なし

1. 実験前に、被験者を事前に観光計画を作るグループ1と作らないグループ2の2つに分けた。グループ分けには、普段観光の際、観光計画をどの程度立てるかを基準とした。観光計画はガイドブック及びインターネットの情報を元にし、作成時間は2時間とした。
2. 事前に観光計画を作ったグループはそれぞれの観光計画に沿って行動する。作らなかったグループは特に制限なく、それぞれ自由に観光する。
3. 被験者は任意のタイミングで写真を撮る。
4. ゴール地点でアンケートに回答する。

5.2.2 実験結果

グループ1とグループ2の実験結果をそれぞれ表4、表5に示す。

以上の実験結果から、観光前に詳細な計画を立てない観光客に対して、実時間で観光スポット推薦は有効であり、参加型センシングにより、既存メディアと

表 3: アンケートの質問内容

質問番号	質問内容
質問 1	今回（実験 1 回目）の観光の満足度はどのくらいだったか
質問 2	推薦結果がどのくらい参考になったか
質問 3	「知らなかったまたは予想していなかったが、行ってみると意外と良かった」というスポットがどのくらいあったか
質問 4	「知らなかったまたは予想していなかったが、行ってみると意外と良かった」というスポットが観光の満足度とどのくらい関係があったか
質問 5	今回（実験 2 回目）の観光の満足度はどのくらいだったか
質問 6	「知らなかったまたは予想していなかったが、行ってみると意外と良かった」というスポットがどのくらいあったか
質問 7	「知らなかったまたは予想していなかったが、行ってみると意外と良かった」というスポットが観光の満足度とどのくらい関係があったか
質問 8	今回のようにスタート地点とゴール地点が決まっている観光の場合、推薦アプリがある場合とない場合ではどちらが楽しいか

比べて、より短い時間で同等以上の質・量の観光情報が収集できるという知見が得られた。

本実験では、事前準備した観光情報とのズレを小さくするため、1 回目の実験（推薦がある観光）と 2 回目の実験（推薦がない観光）との期間を短く設定している。被験者は短期間に同じエリアに 2 回行くことになる都合上、2 回目の観光は邂逅度（「知らなかったまたは予想していなかったが、行ってみると意外と良かった」というような偶然の出会いの数）が減るため、満足度が下がると仮定していた。実際に、1 回目の実験と 2 回目の実験では両グループとも被験者が感じる邂逅度は大幅に減少しており、被験者も満足度は邂逅度に強く影響されたと回答している（表 3,4 中質問 3,6 及び質問 4,7）しかし、被験者の満足度と邂逅度との相関係数を計算したところ、1 回目の実験では、計画を普段から立てるグループは 0.73、計画を普段から立てないグループは 0.46 と相関が強く、2 回目の実験ではそれぞれのグループで 0.16, 0.21 と相関が弱かった。

質問 1 及び 5 では、観光スポットの推薦がある観光とない観光で、それぞれ満足度の結果を示している。計画を普段から立てているグループは、観光スポットの推薦がある場合とない場合で平均値に差があまりないのに対し、計画を普段から立てていないグループは、推薦がある場合とない場合で大きく差がある。

表 4: グループ 1 (計画を普段から立てるグループ) の実験結果

被験者	来訪経験	1 回目 (推薦あり)				2 回目 (推薦なし)			
		質問 1 満足度	質問 2 有用性	質問 3 選好度	質問 4 選好影響度	質問 5 満足度	質問 6 選好度	質問 7 選好影響度	質問 8 推薦必要性
A	5 回以上	5	5	5	5	3	2	3	5
B	2 回	4	4	4	4	4	3	4	5
C	1 回	5	5	5	5	5	5	5	4
D	1 回	4	5	4	5	4	4	5	2
E	初	3	4	4	3	5	1	3	3
F	初	4	5	5	5	3	3	3	5
平均		4.17	4.67	4.50	4.50	4.00	3.00	3.83	4.00
分散		0.47	0.22	0.25	0.58	0.67	1.67	0.81	1.33

表 5: グループ 2 (計画を普段から立てないグループ) の実験結果

被験者	来訪経験	1 回目 (推薦あり)				2 回目 (推薦なし)			
		質問 1 満足度	質問 2 有用性	質問 3 選好度	質問 4 選好影響度	質問 5 満足度	質問 6 選好度	質問 7 選好影響度	質問 8 推薦必要性
G	5 回以上	4	4	2	3	4	3	3	4
H	5 回以上	5	4	4	5	4	3	5	4
I	5 回以上	4	4	4	5	4	4	5	4
J	3 回	4	5	4	5	2	3	4	5
K	2 回	5	5	4	5	3	1	3	5
L	1 回	4	4	4	4	3	3	5	4
M	1 回	5	5	5	5	4	3	4	5
N	初	4	4	4	5	4	2	4	4
平均		4.38	4.38	3.88	4.63	3.50	2.75	4.13	4.38
分散		0.23	0.23	0.61	0.48	0.50	0.69	0.61	0.23

また、質問 2 では、システムからの観光スポット推薦が観光中どの程度参考になったかを示している。両グループとも平均値は高水準であるが、計画を普段から立てているグループの方が計画を普段から立てているグループをやや上回っている。

質問 8 では、観光スポットの推薦がある場合と観光スポットの推薦がない場合ではどちらの方が観光が楽しいと思うかを比較してもらった結果を示している。普段から立てるグループからの評価はバラつきが大きく、計画を普段立てないのグループからの評価の平均は高水準である。

質問 3 及び 6 では、行ってみると意外によかったスポットの数を聞いている。計画を普段から立てているグループは、観光スポットの推薦がある場合は平均 4.50、ない場合は 3.00 であったのに対し、計画を普段から立てていないグループは、観光スポットの推薦がある場合は平均 3.88、ない場合は 2.75 と観光スポットの推薦がない場合は両グループとも大きく減少している。

質問4及び7では、行ってみると意外によかったスポットの数とそれぞれの観光の満足度にどれくらい相関があると感じたかという結果を示している。両グループとも高水準であった。

5.2.3 考察

表4から、計画を普段から立てるグループ1は推薦の有用性（質問2）に対する評価は高いが、推薦がある場合（質問1）とない場合（質問5）で観光の満足度に大きな違いがないことが分かる。このグループは観光前に既存メディアを用いて観光計画を立てているためだと考えられる。さらに、参加者の満足度（質問1, 5）と邂逅度³（質問3, 6）との相関係数を計算したところ、1回目の実験では0.73と相関が非常に強く、2回目の実験では0.16と相関が弱かった。これは、観光の際、計画を普段から立てる観光客は自身の満足度が高くなるように観光する能力が高いため、1回目の実験では意外性を重視し、2回目の実験では自分の嗜好に合っているかどうかを重視したからだと考えられる。よって、動的情報を含んだ観光コンテンツの提供は、情報の有用性という点において、計画を普段から立てる観光客にとって、価値が高いと言える。

また、表5から、計画を普段から立てないグループ2は、推薦がある場合（質問1）とない場合（質問5）で観光の満足度が大きく違い、推薦の有用性（質問2）が高いことが分かる。さらに、1回目の実験における参加者の満足度と邂逅度との相関係数は0.46と高いが、2回目の実験では0.21と低い。これは計画を普段から立てるグループに比べ、自身の満足度が高くなるように観光する能力が高くないため、2回目の実験で自分の嗜好に合った観光スポットに行けなかったためであると考えられる。

よって、オンサイトな観光スポット推薦は、情報の有用性や観光客の満足度向上において、計画を普段から立てない観光客にとって非常に有効であると言える。

³邂逅度。思いがけないめぐりあい。

6. 結論

本研究では、参加型センシングを情報収集、キュレーションシステムを収集した情報の編纂に用いることで、タイムリーな観光情報の収集・更新・編纂・提供に対する問題を解決するシステムを提案し、さらに提案システム実現のための課題検討と2つの実験について報告を行った。

本研究で提案する嗜好取得方法では、AHPとコンジョイント分析を組み合わせることによって、観光客にとって少ない労力かつ高い精度で観光客の嗜好を取得できる。また、各観光スポットの持つ特性と観光客の嗜好のデータから、観光客の現在地、混雑度など動的情報を考慮して、観光客にとって実用的かつ満足度の高い観光スポット推薦を行う手法を提案した。

さらに、2つの実験によって、提案システムの有効性を評価した。オンサイト推薦の効果を知るための評価実験では、実際の観光地において複数の被験者に観光してもらい、人気観光スポット推薦がある場合とない場合で満足度等を比較・評価を行った。その結果、観光前に詳細な計画を立てない観光客が推薦ありで観光を行った場合、推薦がない場合と比較して観光後の満足度は1.25倍高くなり、オンサイト観光スポット推薦は有効であることが確認できた。また、参加型センシングによる観光情報の収集は、参加者14人かつ3時間という少人数かつ短い時間の観光で??(b)のように既存の観光コンテンツである観光マップ上にある主要な観光スポットをカバーしている。この結果は既存手法より少ない労力で観光情報の質と量が既存手法と同等以上に確保できたといえる。

推薦内容の良さを知るための評価実験では、提案手法を用いて、複数の被験者に対し、嗜好をする際の被験者の負担とその精度の評価を行った。また、取得した嗜好を用いて、自作の疑似観光ツールを用いて、PC上で複数の被験者に観光してもらった。嗜好と混雑度を考慮した観光スポット推薦がある場合と実際の観光でよく利用されるモデルコースとで2回観光を行って満足度等を比較・評価を行った。その結果、提案手法では、嗜好取得における被験者の負担を従来手法より減少させること、被験者の嗜好を観光スポット推薦に反映させらること、提案手法によって作成したコースがモデルコースと比較して高い満足度を与えることができることを確認した。

今後の課題は、次に訪問するスポットだけでなくその後の観光スケジュールのバランスを考慮した観光プランの作成手法の提案である。

これは、本研究で行った次に行く観光スポットを推薦する研究の発展である。観光客に対してオススメ度が高い観光スポットの集合を単に羅列して提供するのではなく、それらをどのように組み合わせて提供すれば満足度の高い観光プランを提供できるかを検討する。例えば、普段、景観より飲食への関心の方が高い観光客でも、1日の観光中常に飲食店に行き続けるといったことがありえないのは明

らかである．よって，ある1つのスポットに行ったことによる別のスポットへの評価の変化を明らかにする必要がある．

この課題を解決するためのアプローチとして，次行動予測のためのデータ収集と具体的なモデルの構築を行う必要がある．観光客の観光行動遷移を確率モデルに組み込んで設計する．具体的には，観光客の現在地・プロフィール・嗜好・当日やそれ以前の移動・訪問履歴から観光客が次にとる確率が高い行動ジャンル（飲食，体験，観覧，購買など）を予測するモデルを構築する．この課題を解決するためには，フィールド実験や地方自治体との協力で得られた観光客の移動履歴データを分析し，機械学習によって構築する手法が考えられる．

謝辞

本研究の主旨導教官である安本慶一教授には、研究テーマの立ち上げ時から本修士論文の作成に至るまで、熱心なご指導及び数多くのご助言を賜りました。日頃より、学生が研究活動を進めやすいようにと、研究環境を整えて下さいました。研究発表の機会を多く設けてくださり、さらには、日頃より多数の共同研究にアサインして下さり、本流の研究活動のみではできない貴重な経験をさせて下さいました。研究者として右も左も分かっていなかった私に対して、研究のすすめ方だけではなく、進捗の管理方法や報連相の作法、コミュニケーションの作法、メールの書き方、伝わりやすい発表方法など懇切丁寧にご指導を賜りました。筆舌にはとてもではないほどに尽くしがたいほどではありますが、心より感謝の意を表させていただきます。

また、副指導教官である中村哲教授には、御多忙の中にも関わらず、本研究の論文審査委員を引き受けて頂き、心より感謝申し上げます。また、中間発表の際には評価に関する重要なお意見をくださり、自らの研究を見直す契機となりました。重ねて御礼申し上げます。

副指導教官の荒川豊准教授には、原稿作成や発表練習の際に的確なご指導及びご助言を頂きました。多大なるご支援を賜り、心より感謝申し上げます。

副指導教官の諏訪博彦助教には、本研究の進行において、本筋から逸れないように幾度もご指摘をいただきましたほか、評価実験の計画やアルゴリズムの設計・実装において、多大なご協力と配慮を頂きまして、心より感謝申し上げます。

副指導教官の藤本まなと助教には、日頃より研究生活を熱心にサポートして下さりました。学生室での滞在時間も比較的長く、些細なことでも温かく相談に乗って下さりましたこと、心より感謝申し上げます。

水本旭洋特任助教には、研究室内での日常生活を熱心にサポートして下さいました、心より感謝申し上げます。

金岡恵事務補佐員、山内奈緒事務補佐員、小川事務補佐員には、毎月の出張や学会の手続きを含む事務処理等、非常に柔軟にご対応くださり、研究生活を支えて頂きました、謹んで感謝申し上げます。

先輩の中村優吾さん、松田裕貴さん、同級生の河中祥吾君、梅木寿人君、後輩の金谷勇輝君、永野一馬君は何度も研究でお世話になりました。また、日常生活でも多くの刺激と示唆を得ることができました。ありがとうございます。

また、共に励まし合った同輩、慕ってくれた後輩の皆様に心より感謝致します。最後に、私生活においても大変御世話になった本学ユビキタスコンピューティングシステム研究室の皆様に、御礼申し上げます。

参考文献

- [1] Y. Arakawa and Y. Matsuda. Gamification Mechanism for Enhancing a Participatory Urban Sensing: Survey and Practical Results. *Journal of Information Processing*, 57(1), 2016.
- [2] Neil Beagrie. Digital curation for science, digital libraries, and individuals. *International Journal of Digital Curation*, 1(1):3–16, 2008.
- [3] Yohei Kurata, Yasutaka Shinagawa, and Tatsunori Hara. Ct-planner5: a computer-aided tour planning service which profits both tourists and destinations. In *Workshop on Tourism Recommender Systems, RecSys*, volume 15, pages 35–42, 2015.
- [4] Kwan Hui Lim, Jeffrey Chan, Christopher Leckie, and Shanika Karunasekera. Personalized Tour Recommendation Based on User Interests and Points of Interest Visit Durations. In *Proceedings of the 24th International Conference on Artificial Intelligence, IJCAI’15*, pages 1778–1784. AAAI Press, 2015.
- [5] Xin Lu, Changhu Wang, Jiang-Ming Yang, Yanwei Pang, and Lei Zhang. Photo2Trip: Generating Travel Routes from Geo-tagged Photos for Trip Planning. In *Proceedings of the 18th ACM International Conference on Multimedia*, MM ’10, pages 143–152. ACM, 2010.
- [6] Atushi Maruyama, Naoki Shibata, Yoshihiro Murata, Keiichi Yasumoto, and Minoru Ito. P-tour: A personal navigation system with travel schedule planning and route guidance based on schedule. *IPSJ Journal*, 45(12):2678–2687, 2004.
- [7] François Pachet, Pierre Roy, and Daniel Cazaly. A Combinatorial Approach to Content-Based Music Selection. *IEEE MultiMedia*, 7(1):44–51, 2000.
- [8] Adrian Popescu and Gregory Grefenstette. Mining Social Media to Create Personalized Recommendations for Tourist Visits. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Computing for Geospatial Research & Applications*, COM.Geo ’11, pages 37:1–37:6. ACM, 2011.
- [9] Paul Resnick, Neophytos Iacovou, Mitesh Suchak, Peter Bergstrom, and John Riedl. GroupLens: An Open Architecture for Collaborative Filter-

- ing of Netnews. In *Proceedings of the 1994 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, CSCW '94*, pages 175–186. ACM, 1994.
- [10] J. Weppner and P. Lukowicz. Bluetooth based collaborative crowd density estimation with mobile phones. In *2013 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom)*, pages 193–200, 2013.
 - [11] 豊彦 岩下. *SD法によるイメージの測定：その理解と実施の手引*. 川島書店, 1983.
 - [12] 友洋 西村, 雄大 樋口, 弘純 山口, and 輝夫 東野. スマートフォンを活用した屋内環境における混雑センシング. *情報処理学会論文誌*, 55(12):2511–2523, 2014.
 - [13] 中村 優吾, 諏訪 博彦, 荒川 豊, 山口 弘純, and 安本 慶一. 観光案内向け CGM キュレーションのためのローカル IoT プラットフォームの提案. In *マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO 2016) シンポジウム論文集*, pages 1108–1115, 2016.
 - [14] 樽井 勇之. 協調フィルタリングとコンテンツ分析を利用した観光地推薦手法の検討. *上武大学経営情報学部紀要*, 36:1–14, 2011.
 - [15] 松田 裕貴, 荒川 豊, and 安本 慶一. 多様なユースケースに対応可能なユーザ参加型モバイルセンシング基盤の実装と評価. In *マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO 2016) シンポジウム論文集*, pages 1042–1050, 2016.
 - [16] 小島 颯平, 内山 彰, 廣森 聡仁, 山口 弘純, and 東野 輝夫. スマートフォン画像を用いたクラウドソーシングによる群衆人数推定システム. In *マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2016 論文集*, volume 2016, pages 262–272, 2016.