# 観光における次訪問スポット決定支援のための PoI 現況画像の自動生成法と評価

河中 昌樹 $^{1,a}$ ) 中村 優吾 $^{2}$  諏訪 博彦 $^{1,3}$  安本 慶 $^{-1,3}$ 

概要:これから訪れる観光スポット (以下 PoI: Point of Interest) の決定を支援するためには,観光地の現 在の状況 (現況) を共有する必要がある.観光地の現況を共有する方法には,ライブカメラの設置や観光 客にリアルタイムに写真を共有してもらう方法が考えられるが,設置・維持コストやプライバシ保護の観 点で課題がある. 本研究では、プライバシを保護しながら観光地の現況を共有するために、観光地のテン プレート画像とコンテキスト情報から PoI の現況画像を自動生成し,それをユーザに提示することで次に 訪問する PoI の決定を支援する観光支援システムを提案する.提案システムは,PoI の現況画像の自動生 成法と現況画像をユーザに提示するアプリケーションから構成される、提案システムを用いた観光実験と して、20 代から30 代の11 名を対象に奈良県奈良市にて、約2時間の観光を行った。観光実験では、12 箇所の PoI から、従来手法ではテンプレート画像見て次に訪問する PoI を 4 箇所選択し、提案手法では生 成した現況画像を見て次に訪問する PoI を 4 箇所選択する実験を実施した. 提案手法の有効性を評価する ために、意思決定に役立ったかおよび実際の風景との類似性について、5段階のアンケート調査を行った. その結果,提案手法は,テンプレート画像を提示する場合と比較して意思決定スコアが 0.27,類似性スコ アが 0.45 向上し, 有意な差があることを確認した. このことから, 提案システムが提供する現況画像は, テンプレート画像と比較して、次の PoI 選択の意思決定に役立ち、観光地の現況を正しく伝えていること が明らかになった。また、提示した画像と実際の風景が一致しているか天気、季節感、混雑度、時間帯の4 つの項目で評価した結果,テンプレート画像と比較して,天気,季節感,混雑度は,それぞれ11%,28%, 38%向上していることを確認した.

## 1. はじめに

近年,スマートフォンなどのモバイル端末を用いて観光計画を支援するシステムが提案されている[1],[2],[3],[4],[5].しかし,これらの観光支援システムでは,ユーザに事前に撮影した観光地の写真を提示するため,実際の観光地と季節感や混雑度など情報が異なる可能性がある。この問題を解決するためには,観光地の現況を反映した画像をユーザに共有する必要があるが,観光地にライブカメラを設置する方法や観光者にリアルタイムに写真を共有してもらう方法は設置・維持コストやプライバシの観点から困難である。

本研究では、観光地の現況画像を直接取得することが困難であることを考慮し、事前に撮影した観光地のテンプレート画像とコンテキスト情報を用いて観光地の現況画像を自動生成し、それをユーザに提示することで次に訪問す

る PoI の決定を支援する観光支援システムを提案する. 観光地のコンテキスト情報には, 天気や混雑度などの常に変化するコンテキストが含まれるため, リアルタイムに観光地の周囲の環境情報を収集する必要がある. 観光地の周囲の環境情報をリアルタイムに収集する方法として, 参加型センシング [6] が提案されており, 観光者から観光地の現況の情報を提供してもらうことが可能である. 参加型センシング用いて観光者が撮影した写真を収集することはプライバシの観点から課題があるため, 各観光者のモバイル端末上で動作するオブジェクト認識モデル [7], [8], [9], [10] を撮影した写真に適用することで取得可能な観光地のコンテキスト情報のみを共有することでプライバシを保護しながら観光地の現況の情報を取得することが可能である.

我々はこれまでに、テンプレート画像とコンテキスト情報から現況画像を自動生成する手法を提案している [11]. 提案手法では、セマンティックセグメンテーションを用いて、テンプレート画像を空クラス、樹木・芝生クラス、混雑クラス、全体クラスに分割し、別途取得する観光地のコンテキスト情報 (天気、樹木や芝生の様子、混雑度、時間

<sup>1</sup> 奈良先端科学技術大学院大学

Nara Institute of Science and Technology

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> 九州大学, Kyushu University

<sup>3</sup> 理化学研究所 革新知能統合研究センター(AIP), RIKEN AIP

a) kawanaka.masaki.kj1@is.naist.jp

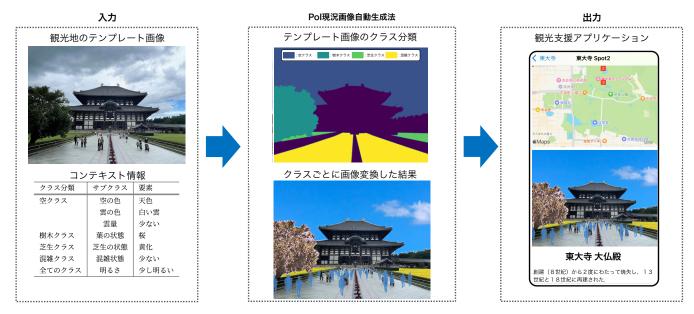


図1 提案システムの概略図

帯等) に基づいて各クラスに適切な画像変換を行う.

本稿では、プライバシを保護しながら観光地の現況を共有するために、観光地のテンプレート画像とコンテキスト情報から PoI の現況画像を自動生成し、それをユーザに提示することで次に訪問する PoI の決定を支援する観光支援システムを提案する。提案システムは、PoI の現況画像の自動生成法と現況画像をユーザに提示するアプリケーションから構成される。提案システムを用いた観光実験として、20 代から 30 代の 11 名を対象に奈良県奈良市にて、約 2 時間の観光を行った。観光実験では、12 箇所の PoI から、従来システムであるテンプレート画像を見て次に訪問する PoI を 4 箇所選択し、提案手法を用いて生成した現況画像を見て次に訪問する PoI を 4 箇所選択する実験を実施した。

観光実験の結果より、テンプレート画像を提示する従来システムと比較して、提案システムは意思決定に役立ったかを評価する意思決定スコアの平均が5段階評価において0.27向上し、実際の風景との比較スコアの平均も5段階評価において0.45向上した。また、提示した画像と実際の風景の一致率について天気、季節感、混雑度、時間帯の4つの項目で評価した。その結果、テンプレート画像と比較して、天気、季節感、混雑度は11.2%、28.2%、38.7%、向上した。また、時間帯においては92.3%の一致率であった。

## 2. 関連研究

スマートフォンを用いて情報を提供し、次に訪問するスポット決定支援を行う観光推薦や観光計画支援に関する既存の研究は数多く存在する [1], [2], [3], [4], [5]. 例えば Hidaka  $et\ al.\ [3]$  は、ユーザの嗜好を考慮しつつ、オンサイトで使用可能な観光スポットの推薦システムを提案して

いる. また、CT-Planner[5] は、ユーザが段階的に要望を 伝え、システムが納得いくまでプランを修正するという、 インタラクティブで循環的な観光計画支援を行うシステム である

しかし、これらの観光支援システムでは、次に訪問する PoI を選択する際には、事前に撮影した観光地のテンプレート画像が提示されている。このテンプレート画像と実際の風景では、季節感や混雑度などの動的に変化する"動的観光コンテキスト"[12] が異なる可能性がある。そのため、ユーザは観光地の現況を想像することが困難になり、次に訪問する PoI を選択が難しくなる可能性がある。観光地の現況を共有する方法として、ライブカメラを設置する方法や観光している人にリアルタイムに写真を共有してもらう方法が考えられるが、設置・維持コストやプライバシの観点から課題を抱えている。

本研究では、観光地の現況画像を直接取得することが困難であることを考慮し、観光地の現況画像を自動生成し、それをユーザに提示することで次に訪問する PoI の決定を支援する観光支援システムの実現を目指す.

## 3. 提案システム

提案システムの目的は、文献 [11] の手法を用いて生成した現況画像をユーザに提示することで、次に訪問する PoI の決定を支援することである. 提案システムの概要を図 1 に示す. 提案システムは、図 1 左に示す事前に撮影した観光地のテンプレート画像とコンテキスト情報を入力する. ここで、コンテキスト情報は、参加型センシング [6] として、各観光者が持つモバイル端末上で動作するオブジェクト認識モデル [7]、[8]、[9]、[10] に写真を適用し、リアルタイムに更新可能であると仮定する. その後、図 1 中央に示す

東大寺・大仏殿 奈良公園 登大路園地 二月堂 春日大社 二之鳥居

奈良県奈良市のPolのテンプレート画像



空色+白い雲+雲多い+枯れ木+芝生の黄化+ 人のシルエットを追加した結果

空色+白い雲+雲少ない+芝生の黄化+ 人のシルエットを追加した結果

人のシルエットを追加した結果

空色+白い雲+雲少ない 人のシルエットを追加した結果

図 2 Pol 現況画像の自動生成法を用いた生成画像

ように、セマンティックセグメンテーションの手法を用いて、テンプレート画像を空クラス、樹木・芝生クラス、混雑クラスに分割し、観光地のコンテキスト情報(天気、樹木・芝生の状態、混雑度)に基づいて各クラスに適した画像変換を行う[11]. 最後に、図1右に示すように、実装した観光支援アプリケーションを通じて、ユーザに観光地の現況画像を共有する.

## 3.1 Pol 現況画像の自動生成法

我々はこれまでに、テンプレート画像とコンテキスト情報から現況画像を自動生成する手法を提案している [11]. この手法は、観光地として東大寺の大仏殿のテンプレート画像とコンテキスト情報を用いて現況画像を生成しており、他の観光地のテンプレート画像を用いた現況画像の自動生成は検証していない。また、東大寺の大仏殿の現況画像の生成においても、植物の状態として枯れ木などは考慮していない。

そこで、植物の状態を枯れ木に変換した結果と他の観光地のテンプレート画像を用いて生成した現況画像を $\mathbf{2}$  に示す。ここで、各 PoI に反映したコンテキスト情報を $\mathbf{5}$  に示す。図 2 の結果より、枯れ木についても適切に表現可能であることや他の観光地おいても現況画像を生成可能であることが確認された。

# 3.2 PoI 現況画像を表示するアプリケーション

本節では、提案手法を用いて生成した現況画像を提示するモバイルアプリケーションを実装する. なお、本アプリケーションは iOS アプリとして実装し、開発言語にはSwift を用いる. 本アプリケーションの目的は、PoI の位置



図3 アプリケーションの各画面

情報や説明に加えて、提案手法を用いて生成した現況画像を提示することで、次に訪問する PoI の選択の支援を行うことである。そのため、実装するモバイルアプリケーションでは、i) 観光エリアを選択し各観光エリアの PoI を地図上に提示できること、ii) PoI を選択すると観光地の現況画像を提示できることという2つの要件がある。モバイルアプリケーションのユーザインターフェースを図3に示す。図3左は、観光エリアを選択する画面である。各観光エリアを選択することで図3中央の画面に遷移し、観光エリアの PoI を選択すると、図3右の画面に遷移し、提案手法を用いて生成した現況画像と PoI の説明を表示する。以下の節にアプリケーションの各画面の詳細を示す。

観光エリア	観光地の名称	Symbol	空クラス	樹木クラス	芝生クラス	混雑クラス	全体クラス
奈良公園	奈良公園 登大路園地	NP1	✓	-	✓	<b>√</b>	✓
	奈良公園 浮雲園地	NP2	✓	-	✓	✓	✓
春日大社	春日大社 慶賀門	KT1	✓	✓	-	✓	✓
	春日大社 二之鳥居	KT2	✓	_	_	✓	✓
	春日大社 水谷神社前	KT3	-	-	-	✓	✓
東大寺	東大寺 大仏前	TD1	-	-	-	✓	-
	東大寺 大仏殿	TD2	✓	✓	✓	✓	✓
	東大寺 南大門	TD3	✓	-	-	✓	✓
二月堂	二月堂	ND1	✓	-	-	✓	✓
	二月堂 良弁杉	ND2	✓	-	-	✓	✓
興福寺	興福寺 中金堂	KH1	✓	_	✓	<b>√</b>	<b>√</b>
	興福寺 三重塔	KH2	✓	-	✓	✓	✓

表 1 各 PoI に反映したコンテキスト情報

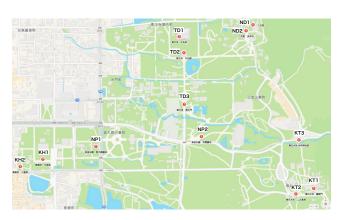


図 4 対象とした PoI の位置関係

## 3.2.1 観光エリア選択画面

図 3 左は、観光エリアを表示する画面であり、観光エリアを選択することで図 3 中央の PoI のマップ表示画面に遷移する。本アプリケーションで対象とする観光エリアは、"奈良公園"、"春日大社"、"東大寺"、"二月堂"、"興福寺"である。また、本画面は、アプリケーションの起動時に表示される画面であるため、観光エリアを選択する機能に加えて言語設定の機能も有する。本アプリケーションが対応している言語は日本語と英語であり、画面右上の"change language"を選択することで相互に言語を変換することが可能である。

#### 3.2.2 PoI のマップ表示画面

図 3 中央は,選択した観光エリアが有する PoI をマップに表示する画面である.マップには,各 PoI の番号と同様の番号が記載されたマップピンとアプリケーションを利用するユーザの位置が表示される.本アプリケーションで対象とする PoI の位置関係を図 4,名称を表 1 に示す.本アプリケーションは,奈良県奈良市の観光エリアを対象にしており,12 個の PoI の中から選択することが可能である.PoI の詳細を確認する場合は,マップの下に配置されている PoI ボタンを選択することで図 3 右の PoI の詳細画面に遷移する.

## 3.2.3 PoI の詳細画面

図3右は、PoI の詳細を表示する画面である。本画面では、PoI が表示されたマップに加えて、提案手法によって生成された PoI の現況画像と PoI の簡単な説明が表示される。PoI の現況画像はテンプレート画像に含まれるコンテキストが各 PoI によって異なる。各 PoI に反映したコンテキスト情報を表 1 に示す。

## 4. 提案システムを用いた観光実験

本章では、3章で提案したシステムの実用性および有効性を評価するための評価実験とその結果について述べる.

#### 4.1 実験概要

本実験は、提案手法を用いて生成した現況画像をユーザに提示することで、次に観光するスポットの意思決定支援を行うことができるか調査することが目的である。そのため、提案手法を用いて現況画像を提示する方法と観光地のテンプレート画像を提示する方法を比較することで検証を行う。また、実験終了後に提案システムの実用性を確認するためのアンケートを実施する.

本実験は、11名(男性8名、女性3名)の20代から30代 (平均=24.5、標準偏差=3.39)を対象に、奈良県奈良市に位置する12箇所のPoIを対象に実施した。被験者には、事前に実験内容の説明を行い、提案したアプリケーションをiOS端末にインストールした。実験は、提案手法で生成した現況画像を表示する方法(提案システム)と観光地のテンプレート画像を表示する方法(従来システム)に対して、次に訪問するPoIの意思決定支援を行うことができるか、提供画像と実際の風景は一致するかの観点から比較を行った。実験では、2023年1月21日の土曜日の14:00から徒歩で8箇所のPoIを観光する実験を実施した。実験日の天気は曇りであり、気温は約5.9°Cであり、周囲で特別なイベントは開催されていなかった。

まず被験者 11 人は,従来システムである観光地のテン

表 2 アンケートの設問

アンケート種別	アンケート内容
5 段階アンケート	Q1: 提示された画像は意思決定に便利だったか
5 权陥ノングート	Q2: 提示された画像と実際の風景を比較してどう思いますか
	Q3: 提示された画像は実際の天気と一致していましたか
クローズドクエスチェン	Q4: 提示された画像は実際の季節感と一致していましたか
クローストクエステェン	Q5: 提示された画像は実際の混雑度と一致していましたか
	Q6: 提示された画像は実際の時間帯と一致していましたか

表 3 システムごとの各 PoI の訪問者数

観光地名     奈良公園		春日大社		東大寺			二月堂		興福寺			
スポット名	NP1	NP2	KT1	KT2	KT3	TD1	TD2	TD3	ND1	ND2	KH1	KH2
従来システムの訪問者数	5	5	5	5	5	1	2	4	1	2	5	4
提案システムの訪問者数	5	5	3	3	4	1	1	6	4	5	4	3

プレート画像を見て 4 個の PoI を選択し、観光を行う. その後、提案システムである提案手法を用いて生成した現況 画像を見て 4 個の PoI を選択し、観光を行う. また、現況 画像を生成するためにはコンテキスト情報が必要であるため、実験の補助員に各 PoI の様子を 15 分ごとに写真で提供してもらい、提供された写真を基に観光地の現況画像の更新をおこなった. 観光実験中には、提示された画像が意思決定に便利だったか、各訪問スポットの提示された画像と実際の風景を比較してどう思うかについて解答するアンケートを行い、観光終了後にはシステムの実用性を確認するための事後アンケートを実施した.

#### 4.2 アンケート内容

本実験では、観光実験中のアンケートと、観光実験後のアンケートの2つがある。観光実験中アンケートでは、各PoIの観光が終了した後に、意思決定への有効性(意思決定スコア)と、提供された画像と実際の観光地の風景の類似性(類似性スコア)を比較するアンケートを設定している。アンケートの設問を表2に示す。この時、アプリケーションによって提示された画像と実際の風景の比較は、次に訪問するPoIを選択した際に表示されていた画像と実際の風景の比較の違いを考察するために、これらの画像は上記のアンケート時に収集した。また、クローズドクエスチョンでは、いいえと回答した時には、正しく反映されていない点について自由に記述してもらった。観光実験終了後には実用性を評価するためにアプリケーションのユーザビリティ(SUS)の設問を10問用意した。

#### 4.3 観光実験の結果

本実験で観光した各 PoI の人数を**表 3** に示す。表 3 より、従来システムと提案システムともに各 PoI を最低でも 1 人の観光者が観光している。観光者数については、二月 堂を除くと従来システムと提案システムで差が少ない。従

来システムにおいて二月堂を観光した観光者が少ないのは、実験開始場所を近鉄奈良駅としたため、他の PoI と比較すると遠くにあるためだと考えられる.

次に、観光実験中に収集した提示画像における PoI 選択 の意思決定の影響と実際の風景との比較結果を表 4に示 す. まず、意思決定スコアの平均が5段階評価において従 来システムでは3.98, 提案システムでは4.25であり, ど ちらも高いスコアを示していることがわかる.これは、次 の PoI 選択の意思決定には、言語情報だけではなく、画像 の情報が求められていることが分かる. また, 提案システ ムは従来システムと比較して意思決定スコアの平均が 0.27 向上しており、観光地のテンプレート画像をそのまま提供 するよりも、コンテキスト情報と観光地のテンプレート画 像を用いて生成した現況画像を提示する方が次の PoI 選択 の意思決定に役立つことが明らかになった.次に,提供し た画像と実際の風景との比較スコアの平均が5段階評価に おいて提案システムは従来システムと比較して 0.45 向上 している. このことから, 提案手法は, 観光地の現況を正 しく伝えていることが分かった. また, Shapiro-Wik 検定 を用いて, 提案システムと従来システムの意思決定スコア と実際の風景との比較スコアが正規分布に従っているか検 定を行った結果、全てのスコアが正規分布に従わないこと が分かった. そのため、ノンパラメトリック検定の1つで ある Wilcoxon の片側順位和検定を用いて、提案システム と従来システムの意思決定スコアと実際の風景との比較ス コアの検定を行った. 検定の結果より, 意思決定スコアの p 値は  $6.70 \times 10^{-4}$  であり、有意差が認められた。また、 実際の風景との比較スコアの平均のp値は $3.87 \times 10^{-6}$ で あり、意思決定スコアと同様に有意差が認められた. この 結果より、提案手法は従来手法と比較して、次に訪問する PoI の決定を支援可能であり、より現況を反映した画像を 提供できていたことが明らかになった.

次に,実際の風景と各コンテキストの一致率についても 比較を行う.提示画像と実際の風景の天気を比較した際に

表 4	提示画像における	S Pol 選択の意思	忠决定の影響と実際	の風景との比	<b></b> 段結果
		従来システム	提案システム	<i>p</i> 値	有意差

	従来システム	提案システム	<i>p</i> 値	有意差 (p ≤ 0.05)	
意思決定スコアの平均	3.98	4.25	0.70 \/ 10-4		
意思決定スコアの標準偏差	0.72	0.83	$6.70  imes 10^{-4}$	<b>V</b>	
類似性スコアの平均	3.66	4.11	$3.87 imes 10^{-6}$		
類似性スコアの標準偏差	1.15	1.03	3.87 \ 10 3	<b>V</b>	
天気が一致していると回答した割合	0.63	0.74	$1.44 \times 10^{-1}$	-	
季節感が一致していると回答した割合	0.39	0.67	$2.72  imes \mathbf{10^{-2}}$	$\checkmark$	
混雑度が一致していると回答した割合	0.48	0.86	$5.78 imes 10^{-5}$	$\checkmark$	
時間帯が一致していると回答した割合	0.92	0.92	$5.00 \times 10^{-1}$	-	



図 5 天気が一致していると回答された際のテンプレート画像と実 際の風景の写真

天気が一致していると回答した割合は、提案システムと従 来システムを比較すると天気の一致率が11%向上してい る. また、テンプレート画像を提示した際に一致率 63%に なった理由として, 実際の天気とテンプレート画像が撮影 された天気が一緒である点や図5に示すような雲の量が異 なる画像においても天気が一致していると回答するユーザ が存在したためだと考えられる. しかし、雲量によって天 気が違うと解答するユーザもいるため、全てのユーザに現 況を正しく伝えるためには空クラスの画像変換が必要であ る. また、提示画像と実際の風景の季節感を比較した際の 季節感が一致していると回答した割合は、提案システムと 従来システムを比較すると季節感の一致率が 28%向上して いる. 季節感について提案システムで"いいえ"と解答し たユーザは、葉や芝生の色合いや量の違いについて解答し ており、より高精度に季節感を反映させるためには、他の スタイル変換手法を活用するなどの提案手法によって生成 する現況画像の質を向上させることが必要であることが明 らかになった. 次に、提示画像と実際の風景の混雑度を比



図 6 混雑度が一致していないと回答された際の現況画像と実際の 風景の写真

較した際の混雑度が一致していると回答した割合は、提案 システムでは86%であり、従来システムと比較すると38% 向上している. 混雑度について提案システムは, 人のシル エットを重畳することで適切に混雑度を表現できているこ とが分かる. また、図 6 は混雑度が一致していないと回 答された際の現況画像と実際の風景の写真を示す. この写 真は, 東大寺の二之鳥居であり, 実際の風景の写真では鳥 居の奥に多くの人がいることが分かる. 混雑度を表現でき ていなかった理由として,移動中に混雑度の情報が急激に 変化してしまったためであると考えられる.最後に、提示 画像と実際の風景の時間帯を比較した際に時間帯が一致し ていると回答した割合は、提案システムと従来システムの 時間帯の一致率が共に92%であった.これは、テンプレー ト画像が撮影した時間帯の多くが今回の実験と同様の時間 帯に撮影された画像であったためであると考えられる. ま た、片側 z 検定を用いて、提案システムと従来システムに よって提示された画像と実際の風景との各コンテキストの 一致率について検定を行った、検定の結果より、季節感と

混雑度のp 値はそれぞれ  $2.72 \times 10^{-2}$ ,  $5.78 \times 10^{-5}$  であり,有意差が認められた.一方,天気と時間帯のp 値はそれぞれ  $1.44 \times 10^{-1}$ ,  $5.00 \times 10^{-1}$  であり,有意差があるとは言えない結果になった.現在の天気を表現する空クラスの画像変換では,テンプレート画像の空を事前に用意した空画像と置き換える方法を採用している.そのため,実際の空画像に似た空画像を事前に用意できていない場合は,天気を適切に表現することができていないため,有意差があるとは言えない結果になったと考えられる.この問題を解決するためには,GAN[13] などの生成モデルを用いて空画像を生成する必要があると考えられる.

実験終了後には,実用性を評価するためのアプリケーションのユーザビリティ (SUS) の設問を 10 問実験被験者に解答してもらった.その結果 SUS のスコアは 84.1 であり比較的高いスコアを達成した.

## 5. まとめ

本研究では、PoI 現況画像の自動生成法によって生成し た現況画像を提示することで次に訪問する PoI の決定を支 援する観光支援システムを提案した. 提案した観光支援シ ステムを用いた実証実験では、提案システムは意思決定ス コアの平均は 4.25 であり、PoI 選択の意思決定には、画 像の情報が必要であることが明らかになった.および、提 案システムの実際の風景との比較スコアの平均は 4.11 で あり、観光地の現況を十分に表現できていた. 提案システ ムを従来システムと比較すると、意思決定スコアの平均が 0.27 向上し、実際の風景との比較スコアの平均も 0.45 向 上した. 加えて, 天気, 季節感, 混雑度, 時間帯の4つの 項目について、提示した画像が実際の風景と一致している か評価した結果, テンプレート画像と比較して, 天気, 季 節感、混雑度は現況画像の一致率がそれぞれ11%、28%、 38%向上した.また、時間帯においては、テンプレート画像 および現況画像を提示した場合の双方で、92%と高い一致 率を示した.

なお、現状の提案システムでは、最新の観光地のコンテキスト情報が入手可能であるという前提のもと、観光地の現況画像を生成している。今後実用化するためには、観光者が撮影した写真をモバイル端末上で動作するオブジェクト認識モデル [7], [8], [9], [10] に適用することで最新の観光地のコンテキスト情報が入手できるか調査する必要がある。

# 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP21H03431 の助成を受けたものです.

# 参考文献

Shogo Matsuno, Reiji Suzumura, and Minoru Ohyama.
Tourist support system using user context obtained from

- a personal information device. In Adjunct Publication of the 26th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization, UMAP '18, p. 91–95, 2018.
- [2] Shogo Isoda, Masato Hidaka, Yuki Matsuda, Hirohiko Suwa, and Keiichi Yasumoto. Timeliness-aware on-site planning method for tour navigation. Smart Cities, Vol. 3, No. 4, pp. 1383–1404, 2020.
- [3] Masato Hidaka, Yuki Kanaya, Shogo Kawanaka, Yuki Matsuda, Yugo Nakamura, Hirohiko Suwa, Manato Fujimoto, Yutaka Arakawa, and Keiichi Yasumoto. On-site trip planning support system based on dynamic information on tourism spots. Smart Cities, Vol. 3, No. 2, pp. 212–231, 2020.
- [4] Shogo Kawanaka, Juliana Miehle, Yuki Matsuda, Hirohiko Suwa, Wolfgang Minker, and Keiichi Yasumoto. Task allocation interface design and personalization in gamified participatory sensing for tourism. arXiv, No. 2105.12032, pp. 1–21, 2021.
- [5] Yohei Kurata, Yasutaka Shinagawa, and Tatsunori Hara. Ct-planner5: a computer-aided tour planning service which profits both tourists and destinations. 09 2015.
- [6] Jeffrey A Burke, Deborah Estrin, Mark Hansen, Andrew Parker, Nithya Ramanathan, Sasank Reddy, and Mani B Srivastava. Participatory sensing. Center for Embedded Network Sensing, 2006.
- [7] Andrew G. Howard, Menglong Zhu, Bo Chen, Dmitry Kalenichenko, Weijun Wang, Tobias Weyand, Marco Andreetto, and Hartwig Adam. Mobilenets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications, 2017.
- [8] Mark Sandler, Andrew Howard, Menglong Zhu, Andrey Zhmoginov, and Liang-Chieh Chen. Mobilenetv2: Inverted residuals and linear bottlenecks. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), June 2018.
- [9] Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, and Ali Farhadi. You only look once: Unified, real-time object detection. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition, pp. 779–788, 2016.
- [10] Joseph Redmon and Ali Farhadi. Yolov3: An incremental improvement. arXiv preprint arXiv:1804.02767, 2018.
- [11] 河中昌樹, 中村優吾, 諏訪博彦, 安元慶一. テンプレート画像とコンテキスト情報を用いた観光地の現況画像の自動生成法の提案. マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2022) シンポジウム, pp. 678–685, 07 2022.
- [12] Gregory D. Abowd, Anind K. Dey, Peter J. Brown, Nigel Davies, Mark Smith, and Pete Steggles. Towards a better understanding of context and context-awareness. In Hans-W. Gellersen, editor, *Handheld and Ubiquitous Computing*, pp. 304–307, Berlin, Heidelberg, 1999.
- [13] Ian Goodfellow, Jean Pouget-Abadie, Mehdi Mirza, Bing Xu, David Warde-Farley, Sherjil Ozair, Aaron Courville, and Yoshua Bengio. Generative adversarial nets. Advances in neural information processing systems, Vol. 27, , 2014.