

言葉の壁がない観光ナビゲーションシステム

佐々木諒*・阿部真也**・山本佳世子***

Sightseeing Navigation System with Language-Barrier-Free Interfaces

Ryo Sasaki*, Shinya Abe**, Kayoko Yamamoto***

Abstract: Though tourists can search for necessary information on the internet while sightseeing, it takes effort and is inconvenient to obtain available information related to specific sightseeing spots among the large amount of information online. Targeting all parts of Japan, the present study aims to develop a sightseeing navigation system with language-barrier-free interfaces, integrating Web-GIS, recommendation system and location-based augmented reality (AR). The system displays sightseeing spot information using non-linguistic information such as Arabic script and pictogram in the reality and virtual spaces. From the evaluation results, using the system, it was possible to immediately obtain the information related to location and route in suburban and rural areas of Tokyo Metropolis. Additionally, as the characteristics of the system related to non-linguistic information and AR were highly evaluated by users, and it is expected that users will further utilize it for sightseeing.

Keywords: ナビゲーションシステム (Navigation System), 観光スポット (Sightseeing Spot), 言語バリアフリー化 (Language-Barrier-Free), 推薦システム (recommendation system), 拡張現実 (Augmented reality)

1. 研究の背景と目的

近年の情報社会では、スマートフォンやタブレット PC などの携帯情報端末の普及により、誰でも手軽にインターネットにアクセスし、情報の発信・取得ができる。しかし、インターネット上には様々な情報が混在しているため、ユーザはインターネットで自身が必要とする情報を効率的に検索する必要がある。また、多種多様で膨大な情報があるため、検索して必要な情報を取得するには長時間を要することもある。したがって、ユーザには必要な情報を適切に判断し、これらを効果的に利用する情報リテラシーが求められている。

観光分野においても、以上のことは当てはまる。観光中でもインターネットを用いて情報検索が可能であるが、膨大な量の情報から観光スポットや訪問を希望する場所の関連情報を取得するには、時間や労力がかかり、不便である。そのため、観光情報を

効率的かつ適切に観光客に提示する手段が必要とされる。その手段に拡張現実 (Augmented Reality: AR) を用いるシステムが注目されており、Fujita ら (2016) や深田ら (2011) の AR を用いた研究成果から、AR を利用したシステムが観光情報の提供に有用であることが示されている。

一方、日本では 2003 年から「ビジット・ジャパン・キャンペーン」が開始され、2013 年には訪日外国人観光客数 1,000 万人を達成した。また、2021 年には東京オリンピック・パラリンピックが開催予定のため、COVID-19 に関連した問題が収束すると、訪日外国人観光客数はさらに増加することが予想できる。しかしながら、訪日外国人の多様化に伴って言語の壁が課題となっている (亀山ら, 2016)。このような課題を解消するためには観光支援手段の多言語化が一般的であるが、多言語化によって必要十分な数の言語を網羅することは難しく、真の意味で言語

* 学生会員 電気通信大学大学院情報理工学研究科 (University of Electro-Communications, Graduate School of Informatics and Engineering)

〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1 E-mail : s1930055@edu.cc.uec.ac.jp

** 非会員 地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター (Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute)

*** 正会員 電気通信大学大学院情報理工学研究科 (University of Electro-Communications, Graduate School of Informatics and Engineering)

格差を解消するには至らない。

本研究は以上のことを考慮し、言語のみによる情報伝達には限界があるという立場に立った上で、このような問題の解決策として、Web-GIS, 推薦システム, 位置情報型 AR を統合し、アラビア数字, ピクトグラム（記号やマークなど）などの空間イメージといった非言語情報を用いる観光支援手段として、日本全国を対象とした観光ナビゲーションシステム（言葉の壁がない観光ナビゲーションシステム）を構築することを目的とする。

2. 関連分野における本研究の位置付け

本研究は、(1)AR を利用したナビゲーションに関する研究（岡田ら 2011, 栗原ら 2014, Fujita ら 2016, 両角ら 2016）、(2)AR を用いた情報提供に関する研究（深田ら 2011, 菰田ら 2013）、(3)ピクトグラムを利用した情報提供に関する研究（草野ら 2013, 阿部ら 2019）の 3 つに関連している。以上の先行研究と本研究を比較し、本研究の第一の独自性として、仮想空間では非言語情報を利用して、観光スポットを携帯情報端末の画面上に可視化し、情報を提供することがあげられる。第二の独創性として、現実空間では位置情報型 AR を利用して、観光スポットへのナビゲーションを提供する点があげられる。したがって、観光マップや Google マップのような地図を読むことが苦手な人でも、本システムを利用することにより、観光をより楽しむことができることが期待できる。

3. システム設計

3.1. システムの概要

本システムは Android 携帯情報端末で利用するモバイルアプリケーション・ソフトウェアであり、OS は Android（5.0 以上）であることが求められる。また、Web-GIS, 推薦システム, AR を統合して開発した。Web-GIS としては Google Map, 推薦システムでは観光スポット間の類似度を用いる方法を利用する。AR とは、携帯情報端末やスマートグラスといったウェアラブル端末などを用いて、現実空間に画像や動画などのデジタルコンテンツを表示させて、情報

を可視化する技術である。本システムの AR は GPS で得た位置情報を用いる位置情報型 AR であり、開発用 SDK の Wikitude SDK（Wikitude GmbH 社）を利用して開発した。

本システムを利用する場合は、スマートフォンなどの携帯情報端末から Web サイトにアクセスするか、または所定の QR コードを読み取り、オンラインストレージ上にアップロードしてあるアプリケーション・ソフトウェアを携帯情報端末にインストールする。

3.2. システムの有用性

開発したシステムの有用性は、a.仮想空間における観光スポットの検索と経路案内、b.国内外からの観光客を対象とした観光スポットの推薦、c.現実空間における AR による現地案内の 3 点である。これらの有用性により、観光前には訪問したい地域の観光スポットを検索し、観光計画を立案すること、観光中には現在位置近くの観光スポットを検索し、AR を用いて経路案内を行うことが可能になる。このため、情報検索に慣れてないユーザでも、本システムを用いて観光を楽しむことができる。

4. システム構築

4.1. フロントエンド

システムのフロントエンドには、以下の機能が実装されている。(1)～(3)の機能は仮想空間における機能、(4)の機能は現実空間における機能であり、これらの機能は 3.2 節のシステムの有用性の a と c に関連する。(3)の機能はシステムの有用性の b に関連する。

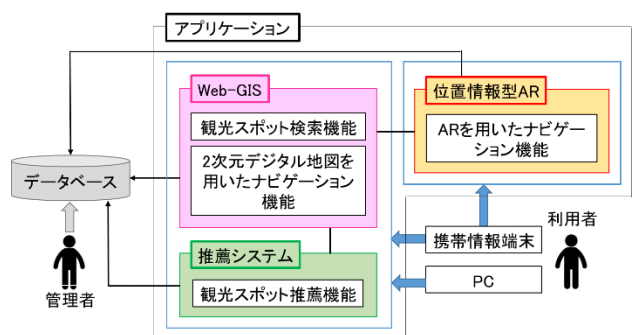


図1 システムの設計

本システムのフロントエンドでは、観光スポットの種類や移動手段を示すために、JIS 規格で定められたピクトグラムを使用する。このように空間イメージは、観光スポットを容易に想像できるものとする。移動時間や料金などの表記は、世界共通のアラビア数字のみを使用する。これらのことにより、本システムでは言語バリアフリー化を実現した。

(1) 観光スポット検索機能

図2に観光スポットの検索画面を示す。図2に示されるように、観光スポットの種類や移動手段はピクトグラムから選択するボタン、移動時間や料金はアラビア数字から選択するドロップダウンリストで構成されている。このように、観光スポットはピクトグラムで表示されているため、ユーザは画面上に表示される場所がどのような場所なのかが直感的にわかる。

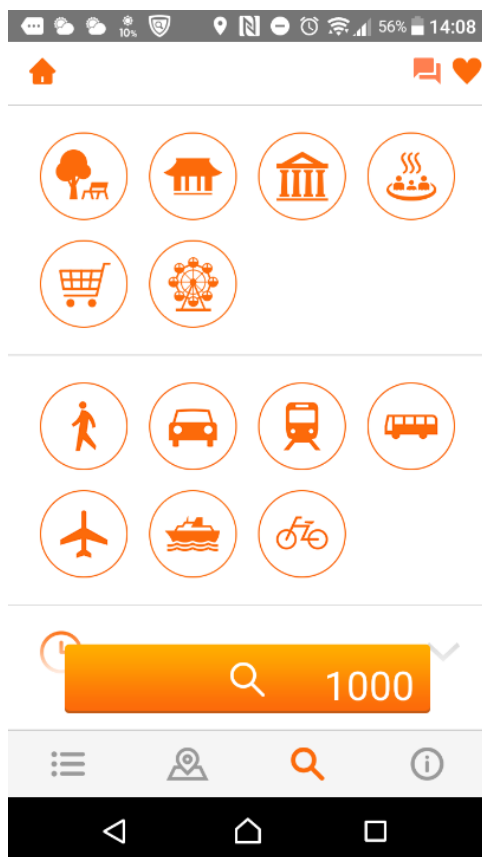


図2 観光スポットの検索画面

(2) 2次元デジタル地図を用いた観光スポット表示機能

図3には Web-GIS の2次元デジタル地図上での各観光スポット表示画面を示す。図3で明らかなように、観光スポットをピクトグラムでデジタル地図上に表示している。補足情報として、観光スポットをピクトグラムでトの名称を英語で表記するとともに、画像を画面の下部に掲載している。これらのことにより、ユーザは観光スポットの地理的条件を一瞥で確認することができる。

(3) 観光スポット推薦機能

システムには観光スポットの推薦機能も実装している。図4には推薦した観光スポットの表示画面を示しており、観光スポットの紹介は簡単な英語で表現されている。また、この画面の上部の観光スポットと類似した特性を持つ観光スポットとして、下部



図3 Web-GIS の2次元デジタル地図上での観光スポットの表示画面

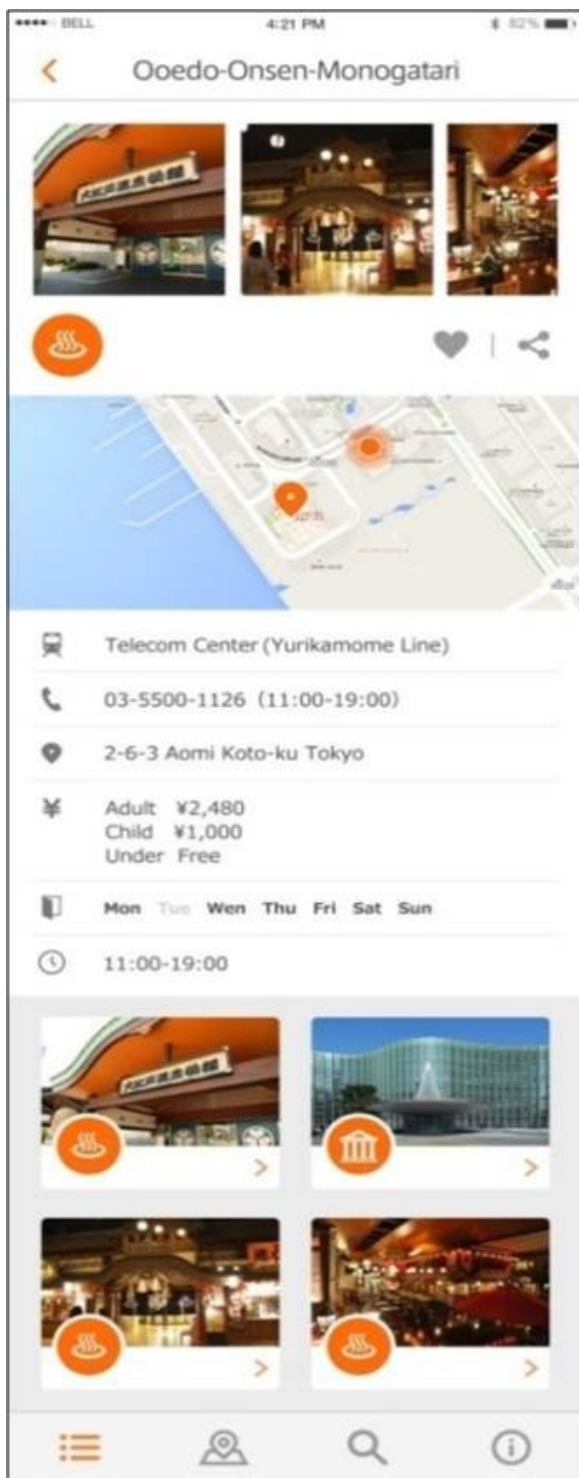


図4 推薦した観光スポットの表示画面

の4箇所の観光スポットが推薦されている。もし、ユーザの検索意図が十分に反映されなかった場合でも、これらの観光スポットから辿ることにより、類似した特性を持つ観光スポットの情報を得ることができる。さらに、推薦される観光スポットは、図2

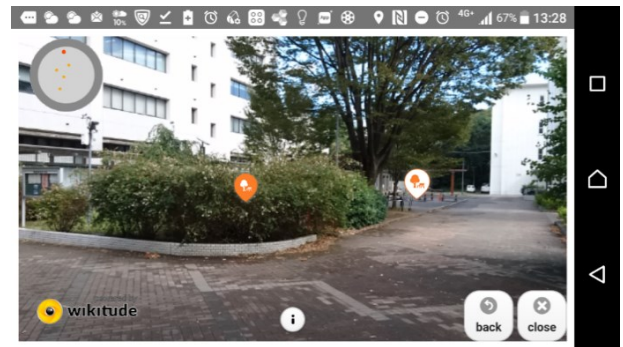


図5 位置情報型ARによる観光スポットの表示画面

の検索画面から何らかの条件を付けて絞り込むこともできる。したがって、土地勘がなく、地図を読むことが苦手な人でも、国籍や使用言語を問わず、観光スポットの検索や経路案内が容易に可能である。

(4) ARを用いたナビゲーション機能

図5には位置情報型ARによる観光スポットの表示画面を示す。位置情報型ARでは、ユーザが選択した観光スポットだけではなく、これと類似した特性を持つ観光スポットのピクトグラムとそこへの方角を表したマーカの画像も、携帯情報端末の画面上に表示することができる。加えて、画面上の画像をタップすることで、その観光スポットの名称とそこまでの距離が同じく画面上に表示される。マーカを選択した場合には、選択した観光スポットとリンクしている観光スポットのマーカが画面上に表示される。

位置情報型ARの画面が開く時に、GPSでユーザの現在位置を求め、あらかじめ決められた位置に観光スポットの画像が配置される。その後、ユーザの現在位置から画像の観光スポットまでの距離が計算される。位置情報型ARの画面を開いている間はずっと、GPSを利用してユーザの現在位置がリアルタイムで更新され、全ての画像の観光スポットまでの距離も再計算される。したがって、ユーザに画像の観光スポットまでの距離の情報をリアルタイムに提供することができる。

4.2. バックエンド

システムのバックエンドには、以下の機能が実

装されている。(1)～(4)の機能はユーザ向けの機能、(5)の機能は管理者が利用する機能である。

(1) 対話型検索機能検索

本システムのように言語バリアフリー化された検索インタフェースでは、キーワード検索に比べて検索語の入力の自由度が低いと、ユーザの検索意図を反映することが難しい。しかし、ユーザの意図が反映されない場合でも、本システムから推薦されたスポットから対話的に辿ることで、所望の観光スポットの情報を得ることができる。

(2) 観光スポットの推薦

各観光スポット間の類似度を前もって算出し、値付けする。この類似度の算出には、アイテムベース協調フィルタリングを用いた。これは、評価が類似しているアイテムを探し、そのアイテムの評価値から未知のアイテムの評価値を予測する方法である。本研究の場合には、交通手段、最寄り駅、直線距離、料金、営業日時、直感的な類似性の6項目を取り上げ、重み付きコサイン類似度を用いて各観光スポットの評価値を算出した。

データ構造は、図6に示すように、観光スポットをノード、観光スポット間の関連性をリンクとするネットワークである。ユーザがある1つの観光スポットを選択すると、そのスポットと直接関連があるスポット、すなわち選択したスポットと直接リンクされているスポットを全て表示する。ユーザが何らかの条件を付けて絞り込み検索をしたときは、リンクされているスポットの中から条件に合うスポットのみを表示する。

(3) GPS を利用した位置情報と距離の情報の更新

本システムでは、携帯情報端末に搭載されたGPSを利用して、ユーザの現在位置を求める。現在位置が更新された後、現在位置から全ての画像までの距離が更新される。更新された距離の情報はリアルタイムで反映されるため、ユーザが表示された画像をタップすることだけで、その場所までの距離を知ることができる。

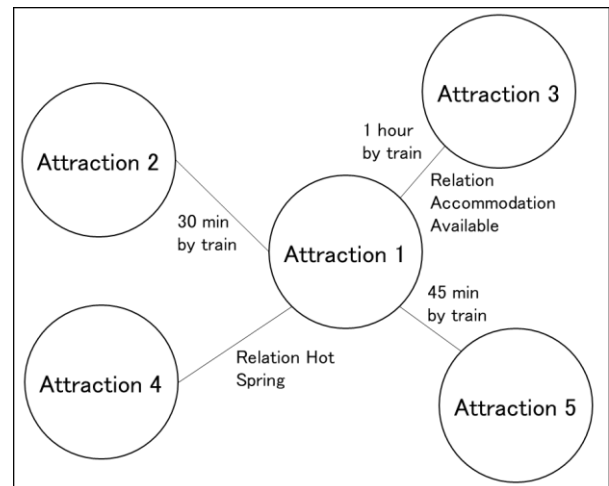


図6 観光スポット間の関連性

(4) マーカが表示される高度と画面上に表示されるピクトグラムを距離に応じて変更

ユーザの現在位置から全ての画像までの距離が計算された後、マーカの場合は距離が大きいものほど画像の高度が高く、小さいものほど画像の高度が低く表示されるように設定する。これにより、マーカが重なって後ろにあるマーカが見えなくなることや、タップできなくなることという問題を防ぎ、ユーザがどの観光スポットが近くにあるかを直感的に理解することができる。

(5) Android Studio でのデータ管理

位置情報型ARでは、観光スポットや施設の位置情報や名称がまとめられたファイルを読み込み、その場所に画像を配置する。管理者は、画像を表示させる場所やその場所の名称などをAndroid Studio内で管理する。また、表示させる画像やインタフェースを構築するHTMLファイルなどもAndroid Studio内で管理する。管理者が管理しているデータを更新する場合は、Android Studio内でデータを編集し、apkファイルを出力し、ダウンロードできるオンラインストレージにアップロードする。その後、ユーザにapkファイルをダウンロードして、アプリケーションをアップデートする。これにより管理者は、アプリケーション内のデータを更新することができる。

4.3. インタフェース

本システムでは、ユーザ向けに PC と携帯情報端末用のインタフェースを用意している。しかし、4.1 節の AR を用いたナビゲーション機能は、携帯情報端末向けのインタフェースのみで用いることができる。

5. システムの運用と評価

5.1. システムの運用

本システムは 2019 年 10 月 1 日から無償で運用を開始している。2020 年 7 月 10 日時点で、大企業 3 社、中小企業 17 社、公益法人 2 社、地方自治体 2 自治体から、製品化・事業化の相談を受けている。

5.2. システムの性能評価

表 1 に示すように、東京都多摩地域の JR 中央線と五日市線の各駅において、位置情報（緯度、経度、海拔）と経路情報（道のり、勾配）の取得時間を測定することにより、本システムの性能評価を行った。位置情報の取得時間は、中央線の沢井駅～奥多摩駅間を除いて 2 秒以内であった。経路情報の取得時間は、中央線では川辺駅以西、五日市線では秋川駅～武蔵益戸駅間を除いて 3 秒以内であり、全駅で位置情報の取得時間より 1 秒以上長かった。また、特に御嶽駅の取得時間のみ、位置情報は 2.29 秒、経路情報は 4.00 秒と、他駅のものよりもやや長くなっていた。これは、御嶽駅周辺は山間部であるという地形的条件の影響であると考えられる。しかしながら、以上の性能評価結果から、都心から離れた駅であっても、本システムでは位置情報、経路情報を迅速に取得できることが明らかになった。

5.3. ユーザによる評価

本システムのユーザによる評価を行うため、2019 年 10 月にユーザ 41 名（日本人 36 名、外国人 5 名）を対象として、アンケート調査を行った。図 7 に本システムの評価結果を示す。本システムの特性に関する「非言語情報を利用した表現のわかりやすさ」「AR を利用したナビゲーションのわかりやすさ」では、ほぼ肯定的評価のみであった。特に前者では

表 1 東京都多摩地域の JR 線駅における位置情報と経路情報の取得時間（秒）

JR 線駅	位置情報	経路情報
JR 中央線		
立川	1.74	2.92
西立川	1.71	2.88
東中神	1.70	2.86
中神	1.68	2.84
昭島	1.65	2.80
拝島	1.66	2.83
牛浜	1.69	2.91
福生	1.69	2.93
羽村	1.70	2.94
小作	1.73	2.99
河辺	1.81	3.09
東青梅	1.86	3.15
青梅	1.89	3.19
宮ノ平	1.84	3.13
日向和田	1.84	3.14
石神前	1.82	3.13
二俣尾	1.99	3.45
軍畑	1.98	3.45
沢井	2.07	3.62
御嶽	2.29	4.00
川井	2.05	3.55
古里	2.01	3.47
鳩ノ巣	2.07	3.51
白丸	2.09	3.51
奥多摩	2.07	3.44
JR 五日市線		
拝島	1.66	2.83
熊川	1.66	2.86
東秋留	1.73	2.98
秋川	1.82	3.13
武蔵引田	1.88	3.23
武蔵増戸	1.88	3.19
武蔵五日市	1.74	2.95

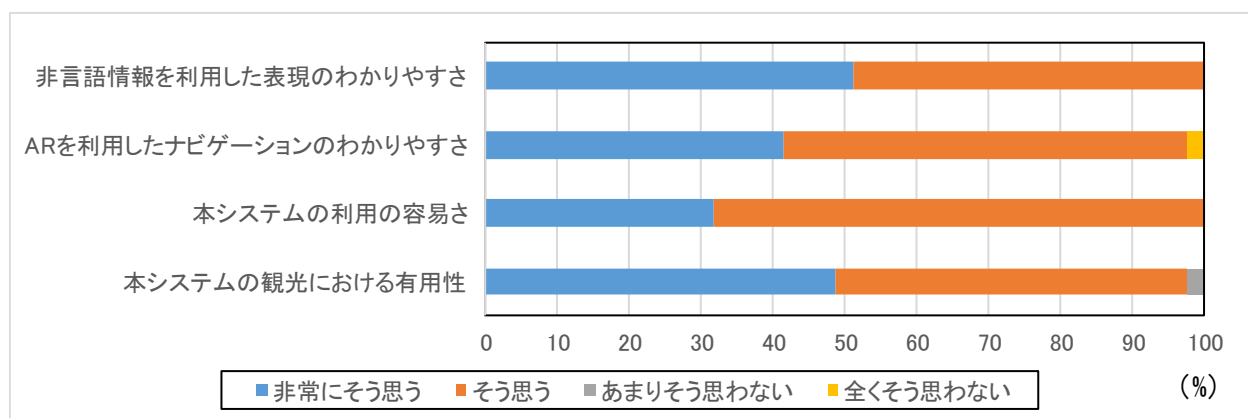


図7 本システムのユーザによる評価結果

「非常にそう思う」の回答の割合が約半数を占めていた。後者については、回答者の多くがARを利用した経験がほとんどないため、前者よりも評価がやや低くなったと考えられる。

また、「本システムの利用の容易さ」「本システムの観光における有用性」でも、ほぼ肯定的評価のみであった。しかしながら、「非常にそう思う」の回答の割合に着目すると、前者は32%、後者は49%と差があった。このことから、回答者は、本システムの観光における有用性を認めているものの、本システムの利用があまり容易ではなかったことが明らかである。しかしながら、本システムを長期的に利用することにより、ユーザが本システムに慣れてくると、こうした問題は解決できると考えられる。

6. 結論と今後の研究課題

本研究の結論は以下の3点に要約することができる。本研究では、システムの設計と構築（第3章、第4章）を行ったうえで、運用と評価（第5章）までを行った。本研究は以下の3点に要約することができる。

(1) 本研究では、言語のみによる情報伝達には限界があるという立場に立った上で、このような問題の解決策として、Web-GIS、推薦システム、位置情報型ARを統合し、アラビア数字、ピクトグラムなどの空間イメージといった非言語情報を用いる観光支援手段として、日本全国を対象とした観光ナビゲーションシステム（言葉の壁がない観光ナ

ビゲーションシステム）を構築した。

(2) 開発したシステムの有用性は、a.仮想空間における観光スポットの検索と経路案内、b.国内外からの観光客を対象とした観光スポットの推薦、c.現実空間におけるARによる現地案内の3点である。これらの有用性により、観光前には訪問したい地域の観光スポットを検索し、観光計画を立案すること、観光中には現在位置近くの観光スポットを検索し、ARを用いて経路案内を行うことが可能になる。

(3) システムの評価結果から、本システムの性能として、都心から離れた地域においても、位置情報や経路情報を迅速に得られることが明らかになった。また、ユーザへのアンケート調査に基づく評価では、非言語情報を利用した表現のわかりやすさ、ARを用いたナビゲーションという本システムの特性に関して高い評価を得ることができ、今後の観光における利用が期待される。

今後の研究課題としては、まず、本システムには日本全国の主要な観光スポットのデータを入力しているが、さらにデータを増やすためにユーザからの投稿機能を追加することがあげられる。次に、5.1節で述べたように、企業や地方自治体から製品化・事業化の相談を受けているため、特定地域において詳細な観光情報を入力して、ユーザの操作性を向上させたシステムを開発し、社会実装化を進めることがあげられる。

謝辞

本研究ではシステムの利用とアンケート調査において、多くの方々に多大なご協力を賜った。この場を借りて厚く御礼申し上げる。

参考文献

- 亀山嘉大・侯鵬娜（2016）インバウンドの拡大と地方公共団体の情報発信.「経済地理学年報」, **62(3)**, 191-209.
- 岡田浩征・吉見貴博・本車田匡隆・太田正哉・山下勝己（2011）マーカーから位置情報を取得する AR ナビゲーションシステム.「情報処理学会関西支部大会講演論文集」, **2011**, 4p.
- 栗原和也・佐藤文明（2014）位置情報を共有するマーカーベースの屋内ナビゲーションシステム.「マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2014 論文集」, **2014**, 1099-1103.
- Fujita, S. and Yamamoto, K. (2016) Development of Dynamic Real Time Navigation System. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, **7(11)**, 116-130.
- 両角信吾・山崎祥行・千種康民・服部泰造（2016）AR を用いた飲食店ナビゲーションシステムの開発.「情報処理学会第 78 回全国大会講演論文集」, **2016(1)**, 361-362.
- 深田秀実・船木達也・兒玉松男・宮下直也・大津昌（2011）画像認識型 AR 技術を用いた観光情報提供システムの提案.「情報処理学会研究報告. 情報システムと社会環境 (IS)」, **2011-IS-115(13)**, 1-8.
- 菰田悟史・鷹巣由佳・水野慎士（2013）地域映画「タカハマ物語」のロケ地散策のためのスマートフォンアプリ.「情報処理学会研究報告. デジタルコンテンツクリエーション (DCC)」, **2013-DCC-3(16)**, 1-3.
- 草野翔・泉朋子・伸谷善雄（2013）ピクトグラムを用いた災害情報共有システムの提案.「情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集」, **2013(1)**, 803-804.
- 阿部真也・吉次なぎ・三木大輔・山本佳世子（2019）情報検索システムの言語バリアフリー化.「情報システム学会誌」, **14(2)**, 57-64.