

コンシューマ・システム論文

プライバシーを考慮したスマートフォン向け 回遊場所推薦システム

美原 義行^{1,a)} 市川 裕介¹ 武藤 伸洋² 岡本 学³ 内田 典佳¹ 井前 吾郎¹ 館 裕之¹

受付日 2016年9月30日, 採録日 2017年2月27日

概要: 地域フリー Wi-Fi スポットの拡大に向け, 自治体等の導入事業者とエンドユーザの双方にとって効果があるサービスが求められている. Wi-Fi には, Wi-Fi 利用ユーザが所属したアクセスポイント (AP) の情報から大まかなユーザ位置を把握できるという特徴がある. そこで我々は, ユーザの回遊履歴から事業者側で誘導したいエリアの中で適していると思われる候補を提示し, 誘導を促すシステムを設計した. 本システムでは, ユーザにとってプライバシー性が高く, 提示に心理的障壁が高い, ユーザの回遊履歴等のパーソナルデータをサーバに送信しない設計とし, ユーザの回遊履歴に基づいて提示する情報を決定するルールを設計した. 我々は, 本システムを姫路城周辺エリアに対して適用し, 観光客が姫路城だけでなく周辺にある複数の商店街を回遊するよう, ユーザの回遊履歴から適していると思われる商店街の情報を提示し, その際の誘導効果を検証した. 実験では, 駅で観光客と思われる 1,041 名にアプリをインストールしてもらい, その中の有効データ 156 名分を分析したところ, ユーザの商店街の誘導率が, ランダムな情報を提示したときと比較して平均 16.5% 向上し, 滞在時間も約 50 分向上していたことを確認できた. 本実験で商店街流入効果を確認でき, 地域フリー Wi-Fi スポットの導入効果を示すことができた.

キーワード: パーソナライゼーション・ナビゲーション, モバイルアプリケーション, 無線 LAN, プライバシ

Visit Recommendation System for Smartphones without Privacy Overhead

YOSHIYUKI MIHARA^{1,a)} YUSUKE ICHIKAWA¹ SHIN-YO MUTO² MANABU OKAMOTO³
NORIYOSHI UCHIDA¹ GORO INOMAE¹ HIROYUKI TATE¹

Received: September 30, 2016, Accepted: February 27, 2017

Abstract: Local municipalities are trying to promote free Wi-Fi-enabled areas by offering attractive services to end users. Localization is possible as the user's rough position can be detected from Wi-Fi access point (AP) information. We design a navigation system that recommends locations from among those selected by local municipalities. The system does not send personal data such as user's movement history with high privacy and high psychological barriers to presentation. We also design a rule to decide the information to present based on user's movement history. We study the navigation efficiency of our system by applying it to the Himeji-castle area in western Japan. In the experiment, our system, running on the user's terminal, selects shopping areas suitable for the user using the user's moving history and directs the user to the castle and local shopping areas. 1,041 visitors were persuaded to install the program on their smartphone at Himeji-station and we analyze the valid data gathered from 156 user. We confirm that our system improves the visit rate by 16.5% and visit time by about 50 minutes. We confirm the system's effectiveness in raising the visit rates of shopping malls and thus the attractiveness of installing Wi-Fi access points.

Keywords: personalization/navigation, mobile applications, wireless LAN, privacy in data mining

1. はじめに

1.1 背景

全国の集客力のある主要な観光ランドマークを持った地域の中で、観光客が最寄りの交通機関からランドマークへの最短経路による往復に終止してしまい、商店街のような近隣の商業施設まで回遊されない地域が存在する。このような地域では、地元の商業施設への利益誘導が行われていない。そこで、観光客の現在位置に基づいて近隣の商業施設に関する有益な情報を提示することで、観光客を商業施設へ誘導することが可能となれば、自治体にも観光客側にも有益なサービスとなりうると考えられる。

しかしながら、誘導に効果があると考えられるユーザの位置情報はパーソナルデータにあたり [1]、これら機密性の高い情報が漏洩した際の社会的損失は運営者にとって非常に大きい。そのため、運営側にとって、パーソナルデータ等の機密性の高い情報の管理は非常に煩雑なものになっている。運営側にとっては、パーソナルデータを扱わない構成が望まれ、また、ユーザ側にとってもパーソナルデータを外部に送信しないことで安心感を得ることができる。そこで、ユーザの位置情報を利用したサービスにおいても、サーバにその位置情報が送信されないシステムが必要となる。

1.2 本研究の目的

我々はこれまでスマートフォンを持ったユーザの位置に対応した情報や情報交換のための掲示板を提供し、観光客に有益な情報を提供するサービスを検討してきている [2]。我々はこのコンセプトを具現化し、主要なランドマークに対して観光客の訪問が少ない商業施設が近隣にあるような地域において、観光客をランドマークだけでなく、商業施設へも誘導するシステムの実現を目指す。我々は本システムの適用先として、兵庫県の姫路城周辺エリアを実験フィールドに選定し、このエリアでの誘導課題を解決する。ある特定のエリアへ観光客を誘導するためには、観光客がいる位置を測位し、適切なタイミングで誘導情報を提示することが必要と考えられる。本システムでは、ユーザの回遊履歴を利用するが、回遊履歴というパーソナルデータの管理の手間を軽減するため、回遊履歴はサーバ側で管理せず、スマートフォンデバイス内に蓄積し、外部に送信しないシ

ステムを目指す。

1.3 姫路城周辺エリアの地理情報と位置測位

ユネスコ^{*1}から世界遺産に認定されている姫路城は、2015年3月末に6年間の修復を終え、初公開を行った。公開後も非常に多くの観光客が訪れている。姫路城は、姫路駅より直線的な大通り（大手前通り、図1^{*2}太線）で結ばれ、駅から徒歩15分程度で行くことができ、駅からの利便性が非常に高い。また、駅のホームからも姫路城を見ることができ、駅に降り立った観光客が姫路城の所在が不明であることはきわめて稀だと考えられるほどの位置関係となっている。

姫路城（図1, A）を訪れる観光客は、駅（図1, C）を降り立ってから、大手前通りを通過して姫路城に向かう。その帰りとして姫路城から再度大手前通りを通過して駅に向かい、神戸三宮や大阪、広島等の他観光地へ移動する機会が多い。姫路城周辺エリアには、図1に示すように商店街は北側からみゆき通り商店街（図1, D・E）、おみぞ筋商店街（図1, F）、駅前地下街の3つがある。特にみゆき通り商店街は南北に500mもある大きな商店街である。これらの商店街における店舗も総数として100以上あり、観光客の様々な嗜好に対しても適合しうる多様性を持った商店街である。これら商店街の全域がアーケードになっており、天候に左右されず買い物を楽しむことができる。しかしながら、これらの商店街は大手前通りには面しておらず、大手前通りからでは1ブロック横に逸れる必要がある。したがって、これらの商店街に寄らずに、駅と姫路城間を大手前通りを通過して往復するだけの観光客が多いという現状がある。

ユーザの位置測定手法としては、GPS^{*3}、BLE^{*4}、Wi-Fiがある。GPSは屋内やアーケード内で利用できず、利用において制限があるという問題がある。一方、BLEはGPSやWi-Fiと比較して位置測位精度が非常に高いことが様々な研究で示されている。ビーコンの設置数や密度に応じた測位精度も検証されている [3], [4]。また、定期的にRSSI^{*5}値を検査してパラメータの補正を動的に行う手法 [5] や、障害物の影響等で発生する電波強度のゆらぎに対しても適切に近接ビーコンを検出する手法 [6] も提案され、BLEの測位精度を向上させる手法も様々存在する。BLEは屋内だけでなく、屋外においても測位精度が高いことが示されている [7]。しかしながら、サービス化に至るまでBLEの設備は普及しておらず、街中での実サービスで利用することは困難である。したがって、本研究では姫路城周辺エリアで

¹ NTT サービスエボリューション研究所
NTT Service Evolution Laboratories, Yokosuka, Kanagawa 239-0847, Japan

² 日本大学工学部
College of Engineering, Nihon University, Koriyama, Fukushima 963-8642, Japan

³ NTT メディアインテリジェンス研究所
NTT Media Intelligence Laboratories, Yokosuka, Kanagawa 239-0847, Japan

a) mihara.yoshiyuki@lab.ntt.co.jp

^{*1} <http://www.unesco.or.jp/unesco/>

^{*2} OpenStreetMap and contributors, 地図は CC BY-SA としてライセンス

^{*3} Global Positioning System

^{*4} Bluetooth Low Energy

^{*5} Received Signal Strength Indicator



図 1 姫路城周辺エリアの Wi-Fi 設置箇所と各商店街エリア

Fig. 1 Wi-Fi installation place in the area around Himeji Castle and each shopping area.

すでに敷設されている Wi-Fi 環境を利用し、ユーザが所有しているスマートフォンが帰属したアクセスポイント（以下、AP）情報から回遊履歴を作成して活用することで、提示する内容を決定する。

1.4 本研究の成果

本研究では、観光客ユーザが所有しているスマートフォンが帰属した AP の情報からユーザの回遊履歴を求め、その履歴をもとにユーザに適していると思われる回遊先を提示するシステムの開発と、姫路城周辺をフィールドとして実際の観光地での評価を行った。本システムはプライバシーを考慮し、回遊履歴をサーバ側で処理せずにスマートフォン内部で処理する設計とした。

Wi-Fi の AP は、図 1 のように各店舗に設置されておらず、約 50 メートルから 80 メートルの間隔で代表店舗に設置されている。したがって、回遊履歴の単位としては図 1 の A から H のような大きなエリアに設定した。たとえば、姫路城、商店街、駅前エリアというスケールである。本システムでは、ユーザが新たに他のエリアに移動した数分後に、回遊履歴に応じて推薦する次の回遊先をスマートフォンに提示した。本研究では、この誘導システムを、姫路城を訪れる観光客に対して提供し有効性を検証した。その結果、商店街への流入人数が、何も情報を提示しない場合やランダムな情報を提示する場合と比較して向上し、また、商店街の滞在時間も向上した。

本実験により位置情報を取得可能な設備からの情報を利用し、スマートフォン端末内部でのみ実行される固定的な推薦ルールであっても、サービスを提供する事業者側が誘導したいエリアへ誘導することが可能であることを確認で

きた。本システムは、パーソナルデータである、回遊履歴をサーバ側にアップロードしない設計となっているため、パーソナルデータの管理等が困難な小規模の自治体にとっての導入障壁も低くなっている。

2. プライバシを考慮した回遊場所推薦システム

本研究では、姫路城周辺エリアを回遊する観光客ユーザに対して、その回遊履歴をもとに次に訪れるべき近隣のエリアを提示し、誘導を図るシステムを実現する。

2.1 要件

観光客ユーザのスマートフォンが帰属した AP の情報から、ユーザに適した情報を提供するためには以下の要件を設定した。

- 要件 A：パーソナルデータをサーバ側で管理しない。
- 要件 B：Wi-Fi の AP の設置密度でサービスを実現する。

2.2 システム設計

要件 A：パーソナルデータをサーバ側で管理しない

ユーザの個人情報やパーソナルデータの漏洩等は社会問題として関心が高く、運用についても新たな規定が次々と定められている [8], [9]。したがって、ユーザの個人情報や回遊履歴等のパーソナルデータの管理は、サービス提供側にとって煩雑であり注意を要する。その結果、サービス提供者にとって、ユーザの現在位置を利用したサービスの導入ハードルは高くなっている。そこで、本システムでは運用障壁の低減に向け、個人情報やパーソナルデータはサー

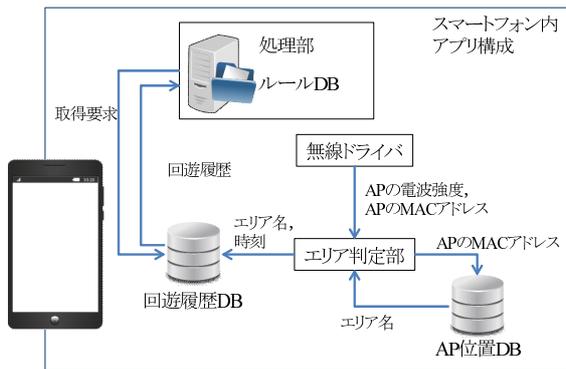


図 2 システム構成

Fig. 2 A system configuration.

バ側で管理せず、スマートフォン内に蓄積し、外部に送信しない設計とした。

サービス提供側が誘導したい場所に誘導させることは、購入を促す広告を提示しユーザーに購入させることと目的が似ている。購入を促す広告において、ユーザーの購買履歴を利用することで購買可能性が高い商品の情報を推薦する研究が存在する。商品の推薦に向けて、閲覧した web ページから適切な興味ワードを抽出する研究 [10] や、購買データをもとに類似するユーザー群を発見する手法 [11] が提案されている。さらに、ユーザーの購買パターンから適した商品を推薦する手法 [12]、情報収集行動から状況を把握することで最適な広告を構成する手法 [13] 等も提案されている。しかしながら、これら研究は全ユーザーの情報をサーバで集約し、学習処理を行っている。本システムは、パーソナルデータをサーバで管理しないため、スマートフォンデバイス単体では従来研究で実施しているような、各ユーザーのデータを集約して学習することができない。本研究では、観光客の回遊履歴に応じて回遊先を固定的に推薦するルールを作成し、スマートフォン単体でもユーザーの回遊履歴から回遊先を推薦可能とする設計とした。

要件 B : Wi-Fi の AP の設置密度でサービスを実現する

Wi-Fi の AP 帰属情報をもってユーザーの現在位置と判断する場合、設置密度が粗いため位置測位精度は高くない。その中で、AP の設置密度にあわせて、回遊を促す情報を配信しなければならない。したがって、本研究におけるユーザーの回遊履歴単位としては、1つの商店街程度の大きさ (図 1) に設定した。この単位をエリアと呼ぶこととする。図 1 に示すように、駅周辺をエリア C として、姫路城周辺をエリア A とし、姫路城に行く観光客のほとんどが通る姫路城前の公園をエリア B とする。

本研究で開発したシステムの構成を図 2 に示す。スマートフォン側のエリア判定部では、Wi-Fi の AP からの受信電波強度を確認し、AP を含むエリアに入ったか否かを判定する。そして、その AP が属するエリアは、AP 位置データベース (以下、DB) に蓄積されており、その DB と照合す

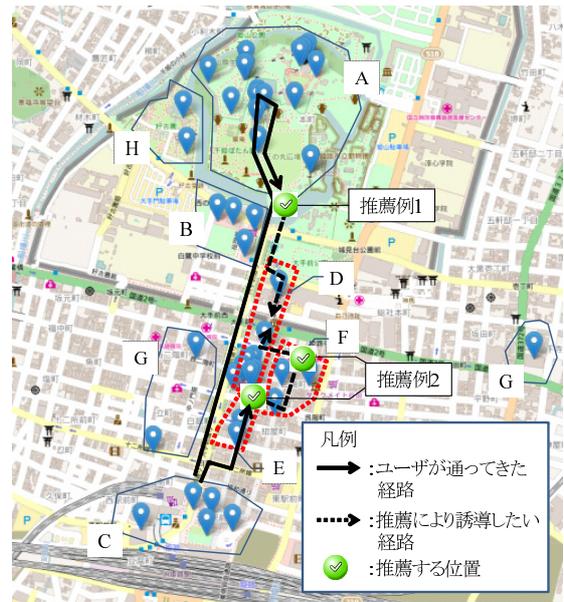


図 3 代表的な商店街への誘導例

Fig. 3 Representative examples of navigation to shopping districts.

ることでユーザーが入ったエリアを判定可能である。そして、ユーザーが入ったエリアとその時刻を回遊履歴 DB に蓄積する。処理部は、新たなエリアに入った時刻から指定した時間後にルール DB を参照して、ルール DB 内の適合したルールに基づき、次の回遊先を推薦する。漏洩リスクを下げるため、回遊履歴 DB は 1 日ごとに消去する設計とした。

2.3 ルール DB の設計とプッシュ通知

2.3.1 候補推薦イメージ

本システムでは、姫路城周辺エリアに詳しい専門家の方の監修のもと推薦候補を決定するルールを設計する。ルールの設計においては、駅から姫路城へ行き、駅に帰るユーザーの一般的な経路を大きく変更することなく、少しの遠回りで行くことが可能な商店街を推薦することとした。

回遊先推薦イメージの 2 つを図 3*6 に示す。図 3 の実線左側矢印の推薦例 1 では、エリア B の次にエリア A (姫路城) に行き、現在エリア A を出たユーザーの例である。姫路城と駅を往復する一般的な観光客の経路を通ると想定すると、このユーザーは次に駅に行くことが予想される。したがって、図 3 実線左側矢印の経路をたどってきたユーザーの次の経路は駅までの経路と認識し、一般的な経路から大きく変更せずに移動できるエリア D の商店街の情報を提示する。また、図 3 の実線右側矢印の推薦例 2 は、エリア C の次にエリア E の商店街に行ったユーザーの例である。このユーザーは観光客が通る一般的な経路を通ると想定すると、姫路城方向に向かうことが予想される。したがって次は経路より少しだけ遠回りになるが非常に近い位置にあるエリア F の

*6 OpenStreetMap and contributors, 地図は CC BY-SA としてライセンス

商店街を推薦する．さらに，エリア F の商店街に誘導が成功した際は，次にエリア D の商店街への誘導を実施する．

2.3.2 推薦候補決定手法

全回遊履歴を全エリアの順列に対して設計した場合， i カ所訪れたデータから $i + 1$ カ所目を推薦する際のパターン数は全エリア数が 8 のため $8P_i$ となる．したがって，総数は以下の数式のように約 7 万通りにもなり，膨大な量のパターンに対して設計しなければならない．

$$\sum_{i=1}^7 8P_i = 69,280$$

約 7 万通りの全パターンに対して推薦候補を設計することは，困難をきわめる．推薦候補を用意するパターン数を減らす必要がある．

我々はユーザーが新たなエリアに入った際に推薦する候補を決定するためのエリア順を下記順序のようにそれぞれのエリアに対して決定した．各行のアルファベットはエリアを省略して記載している．下記順序の各行において，エリアが重複することはない．ユーザーが新たなエリアに入った際，推薦するエリアは，下記順序の各行の中で 1 番目はそのエリアである行の順序に従い決定する．もし，2 番目の候補エリアを訪れていた場合は，3 番目の候補エリアを推薦し，3 番目の候補エリアもすでに訪れていた場合は 4 番目の候補エリアを推薦する．下記の順序は，駅とお城を往復するコースを一般的な経路として，コース上 1 つ前に訪れたエリアに近い商店街からランドマークを推薦している．

ユーザーがエリア F に新たに入った場合，下記順序の 6 行目の順序を用いる．エリア F の次がエリア D，その次としてエリア E を推薦することとしていた場合，エリア D をすでに訪れていた場合は，一般的な経路を想定すると姫路城から駅に向かう途中と予想できる．そして，次の 3 番目の候補であるエリア E が選ばれ，一般的な経路を大きく変更することなく商店街を推薦できる．

$$A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow H \quad (1)$$

$$B \rightarrow A \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow H \quad (2)$$

$$C \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow D \rightarrow A \rightarrow G \rightarrow H \quad (3)$$

$$D \rightarrow B \rightarrow F \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow A \rightarrow G \rightarrow H \quad (4)$$

$$E \rightarrow F \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A \rightarrow G \rightarrow H \quad (5)$$

$$F \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A \rightarrow G \rightarrow H \quad (6)$$

$$G \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow H \quad (7)$$

$$H \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow G \quad (8)$$

この手法により，すでに訪れていた場所は推薦されることがない．経路を予測したうえで推薦することが可能であり，かつ，設計したパターン数は上記順序の 8 パターンであり設計を効率化することができた．専門家からの回遊順序に対する意見も取り入れやすくなっている．この順序



図 4 アプリの遷移例

Fig. 4 Application transition examples.

がルール DB に格納されている．

2.3.3 プッシュ通知による回遊先推薦

本システムでは，ユーザーが新たなエリアに入った際にルール DB を参照し，それまでの回遊履歴に応じて回遊先を選出する．この際，ユーザーに対してはスマートフォンを鳴動（以下，プッシュ通知）させることで気づきを与える設計とした．この設計により，ユーザーはつねにスマートフォンを見ていなくても，システムが推薦する回遊先を把握することが可能となる．

2.3.4 推薦画面例

回遊先を推薦する際の画面例を図 4 に示す．インストール後のトップ画面が図 4 左上である．姫路城関連のコンテンツを閲覧することができるようになっている．そして，ユーザーは本アプリを持って姫路城周辺を回遊することで帰属した AP の情報からエリアが判定される．ユーザーは新たなエリアに入った数分後に，回遊履歴からルール DB 内で合致したルールに応じて，プッシュ通知によりユーザーに回遊先を推薦する．図 4 左下の新着情報一覧画面においては，最新着情報が一番上に表示されるようになっている．新着情報一覧画面では短い文章で推薦される回遊先を紹介することができるが，ユーザーにタップしてもらうことで，その候補の詳細情報を閲覧することも可能となっている．

3. 評価

3.1 実験情報

3.1.1 実験パターン

本提案である、適切な回遊先を推薦することによる誘導効果を確認するため、比較用の実験パターン2つを用意した。1つめのパターンは、我々の提案手法とは異なり、スマートフォンへのプッシュ通知を利用して適している回遊先を気づかせることはせずに、ユーザがアプリを明示的に起動することでコンテンツを見ることができる。本パターンをパターン1とした。次のパターンは、パターン1と異なりプッシュ通知は実施されるが、推薦される回遊先はランダムに決定され、現在位置から非常に遠い場所を含めて案内される。このパターンをパターン2とした。我々の提案手法はパターン3とした。それぞれのパターンで実験を行い、商店街であるエリアD、エリアE、エリアF (図1)の商店街への観光客の誘導効果を比較した。

本実験は誘導効果を検証するため、実験中にのみ1日に1回だけスマートフォンアプリからサーバに対して回遊履歴DBの内容をアップロードするようアプリの機能を変更した。検証においては、商店街を訪れたか否かを確認し誘導率を検証した。

3.1.2 期間

実験期間は、2015年のシルバーウィーク期間である9月17日から9月30日までの14日間実施した。表1は、2015年における9月シルバーウィーク期間の曜日と祝日の情報である。本期間を設定した理由は、期間中の土日と祝日を合わせた休日(表1下線)が7日あり、それ以外の平日も7日で同数となっているためである。また、シルバーウィーク期間であるために、観光客が多く来ることも予想されたためである。

事前に予想された天候も考慮し、全パターンで大きく人数が変わらないようスケジュールを設計した、用意した3パターンの割当ては表2である。パターン1は、17日から21日、パターン2は26日から30日、パターン3は22日から25日と、それぞれの実験パターンを割り当てた。

3.1.3 実験協力者とその確保

実験協力者として、日本人観光客1,000人の確保を目指した。確保の手法としては、駅で観光客とみられる人に声をかけ、本実験の説明を行ったうえで、我々が開発したスマートフォン用のアプリをGoogle playサイト*7よりダウンロードし、インストールしてもらった。この際、実験協力者の方に謝礼を支払った。実験協力者へは、スマートフォンのWi-Fi機能をアクティブにすることで、インストール時にアプリ上の属性アンケートに対して回答してもらうこと、自由に姫路城周辺を回遊してもらうことを依頼した。その際、アプリから推薦される情報には従う義務がないことも説明した。また、姫路城周辺観光エリアにいる間は、本アプリをアンインストールしないことも依頼した。利用に関するアンケート評価については、インストールした場所に再度戻ってきてもらうオペレーションが煩雑になってしまうため、アンケート評価は割愛した。

駅で声をかけ、ユーザにアプリをインストールしてもらい、駅から回遊が始まるため、ユーザにおける回遊履歴の開始地点は駅周辺エリアとなる。

3.2 結果

3.2.1 有効データ数

14日の期間中、1,041名に対してアプリをインストールしてもらった。1,041名のデータを振り返ったところ、お城を訪れたデータが存在しないユーザは885名分あり、それ以外のデータは156名分の15.0%のデータであった(表3)。885名は、駅に滞在したデータのみが残っているユーザや、商店街を訪れているが姫路城を訪れていないユーザである。駅に滞在したデータのみが残っているユーザは、それ

表2 実験期間と実験協力者数

Table 2 Experiment period and the number of collaboration in experiment.

実験パターン	期間	アプリダウンロード数
パターン1: プッシュ通知なし	平日2日 9/17(木), 9/18(金)	81
	休日3日 9/19(土)~9/21(月)	224
パターン2: プッシュ通知あり	平日3日 9/28(月)~9/30(水)	150
	休日2日 9/26(土), 9/27(日)	203
パターン3: プッシュ通知あり	平日2日 9/24(木), 9/25(金)	151
	休日2日 9/22(火), 9/23(水)	232
計		1,041

表3 有効データ数

Table 3 The number of valid data.

実験パターン	有効データ数
パターン1	52
パターン2	41
パターン3	63
計	156

表1 2015年9月シルバーウィーク期間のカレンダー

Table 1 Calender of "Silver Week" period September 2015.

Sun.	Mon.	Tue.	Wed.	Thu.	Fri.	Sat.
				17	18	<u>19</u>
<u>20</u>	<u>21</u>	<u>22</u>	<u>23</u>	24	25	<u>26</u>
<u>27</u>	28	29	30			

*7 <https://play.google.com/store>

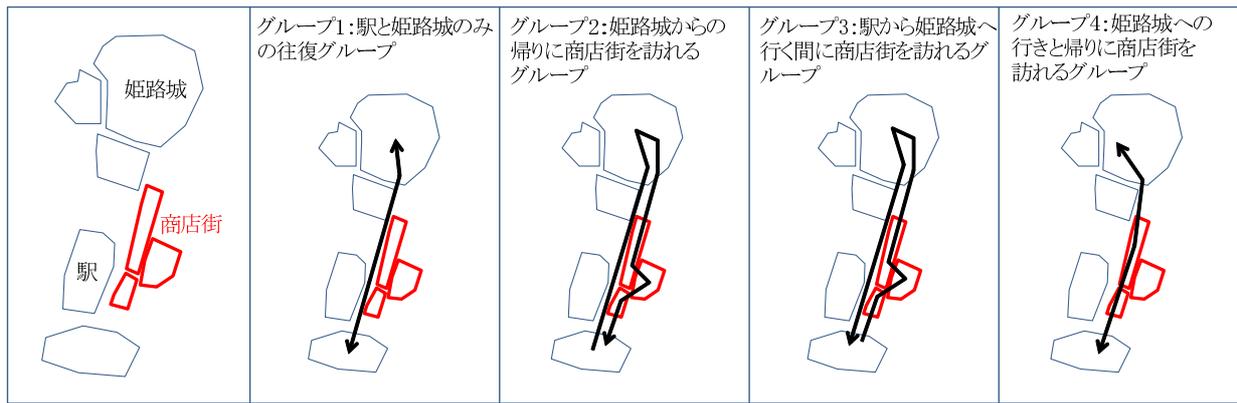


図 5 各グループの説明

Fig. 5 Explanation of each group.

表 4 各グループと商店街への誘導率

Table 4 Navigation rates to shopping districts in each group.

実験パターン	グループ 1: 駅と姫路城のみの往復グループ	グループ 2: 姫路城からの帰りに商店街を訪れるグループ	グループ 3: 駅から姫路城へ行く間に商店街を訪れるグループ	グループ 4: 姫路城への行きと帰りに商店街を訪れるグループ	計
パターン 1: プッシュ通知なし 移動履歴考慮あり	78.8%	9.6%	9.6%	1.9%	100%
パターン 2: プッシュ通知あり 回遊履歴考慮なし	87.8%	7.3%	4.9%	0.0%	100%
パターン 3: プッシュ通知あり 回遊履歴考慮あり	71.4%	12.7%	14.3%	1.6%	100%

以外の場所には訪れていないか、インストール直後にアンインストールされたことが想定される。商店街を訪れているが姫路城を訪れていないユーザは、観光客ではなく地元の方々と考えられる。我々は、885名以外の156名のデータのみを観光客の有効データとして扱い、分析を行った。

3.2.2 商店街への誘導率と滞在時間

実験で得られたデータを分析し、図 5 に示すような 5 グループにユーザを分類した。図 5 の多角形は、図 1 に記載されている各エリアを示している。1 つ目は、駅と姫路城のみを往復するグループ（グループ 1 とする）で、商店街には行かないグループである。2 つ目は、駅から姫路城へ行く途中には商店街に寄らず、姫路城から駅までの帰りの途中商店街に寄るグループ（グループ 2）である。3 つ目は、グループ 2 と商店街に寄る順序が逆で、駅から姫路城へ行く途中に商店街に寄り、姫路城から駅までの帰りには商店街に寄らないグループ（グループ 3）である。最後は、駅から姫路城へ行く途中、さらに姫路城から駅へ帰る途中の両方のタイミングで商店街に寄ったグループ（グループ 4）である。本研究の目的は、駅と姫路城のみを往復するグループ 1 に属する観光客を商店街へ誘導することが目的である。

表 4 は、各グループ、各パターンの人数の割合である。この中で商店街を訪れたグループは、グループ 2, 3, 4 である。

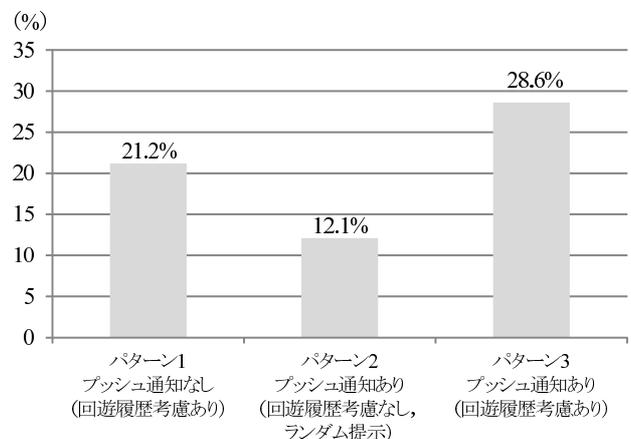


図 6 姫路滞在中の商店街への誘導率

Fig. 6 Navigation rates to shopping districts while staying in Himeji area.

グループ 2, 3, 4 の割合を誘導率とし図 6 に示す。パターン 3 は商店街に行った人が 28.6% (= 12.7 + 14.3 + 1.6) の人が訪れたのに対し、パターン 2 は 12.1% (= 7.3 + 4.9 + 0.0) のみの人が商店街を訪れた。パターン 3 はパターン 2 と比較して 16.5% 誘導率が向上していた。さらに、Welch の t 検定を行ったところ、有意水準 5% でパターン 2 とパターン 3 には有意な差があるとされた。この検定結果から、提案手法が観光客の一般的な姫路城への訪問経路と回遊履

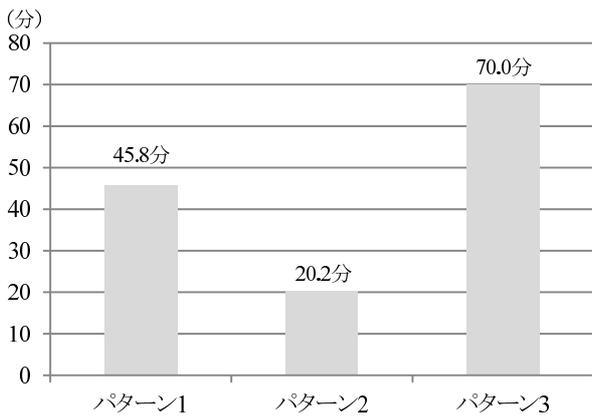


図 7 商店街平均滞在時間

Fig. 7 Shopping center average staying time.

歴からユーザーに適した回遊先を推薦できており、商店街へ誘導可能であることを確認することができた。また、パターン1は21.2% (= 9.6 + 9.6 + 1.9)の人が商店街を訪れた。提案手法であるパターン3をパターン1と比較すると7.9%誘導率が向上していた。しかしながら、同様にt検定を行ったところ、有意な差は認められなかった。したがってパターン3が1より誘導される人数が増えることを確認するには、さらにデータ数を増やすこと等が必要であるが、回遊先の推薦においてプッシュ通知を利用することにより、ユーザーの注意をうながし、誘導に効果がある可能性が高い。

誘導率において、パターン1とパターン2では、パターン1のほうがパターン2よりも高かった。この2つのパターンにおいても有意差は認められず、傾向のみの確認となった。パターン2はプッシュ通知されたが、現在地から遠いエリアも提示された。全パターンにおいて実験協力者に対してインストール時にアプリを利用することを依頼したため、パターン1でも適切なタイミングで我々が推薦した情報を見ることができたこともあったと想定できる。その結果、パターン2は適切なタイミングで商店街情報を提示できなかったため、パターン2のほうがパターン1よりも誘導率が低くなったと考えられる。

全パターンにおいて、最もユーザー比率が多かったグループはグループ1であった(表4)。しかしながら、姫路城までの行きか帰りの途中で商店街を訪れたグループ2、グループ3、グループ4のユーザー群において、パターン3はそれ以外のパターンと比べてユーザー比率が増えていた。姫路城周辺エリアの観光客に対して本システムによりユーザーに適した情報を提示することで、商店街への誘導効果を確認することができた。

次に、商店街と姫路城を訪れたグループ2, 3, 4のユーザー群のパターン1からパターン3における、商店街3つの平均滞在時間を図7に示す。パターン3とパターン1を比較すると24.2分向上し、パターン3とパターン2の比

較では49.8分も向上した。パターン3とパターン2では、Welchのt検定を行ったところ、有意水準5%でパターン2とパターン3において有意な差があるとされた。パターン3とパターン2で差がでた理由としては、ユーザーに経路上にある商店街の魅力適切なタイミングで気づかせることで、より商店街を回遊する動機づけを与えることができたためだと考えられる。

また、パターン1とパターン2においてもt検定により有意な差があるとされた。パターン2はエリアを出るタイミングで毎回推薦を行う仕様になっている。推薦の回数が多くなり、無視されることが多くなることで、商店街内ではユーザーの注意を喚起できず、大手前通りからは遠い位置にあるエリアFまでユーザーを誘導できなかったため、パターン2がパターン1より滞在時間が短かったと考えられる。

上記の結果より、本システムでユーザーに適した情報を提示することにより、商店街への滞在時間を長期化する効果を確認することができた。

4. まとめと将来課題

本研究では、ユーザーの回遊履歴からユーザーに適した回遊候補を提示することで、サービスを提供する事業者側が誘導したいエリアに誘導させることを目指した。その中で、プライバシー性の高い回遊履歴をサーバ側に送信せずスマートフォン内部で処理を行う設計とした。本システムでは、大まかにエリアを区切った粒度での回遊履歴を用いる。我々は、本システムを姫路城周辺エリアに対して適用し、観光客が姫路城だけでなく周辺にある複数の商店街を回遊するよう、ユーザーの回遊履歴から適していると思われる商店街の情報を提示するルールを設計し、誘導効果を検証した。その結果、スマートフォン内部でのみ動作するルールにおいても、ユーザーの商店街の誘導率を、ランダムな情報を提示したときと比較して平均16.5%向上させ、滞在時間も約50分向上させることができた。位置情報を取得可能な設備の利用により、運用側が誘導したいエリアへ誘導効果を確認することができ、滞在時間も長期化させることができた。

ユーザーの回遊履歴から適していると思われる商店街の情報を提示する誘導率において効果の傾向を確認することができた。しかしながら、パターン3とパターン1、パターン2とパターン1のデータに対するt検定の結果からは有意な差が認められず、傾向のみの確認となった。これは母数が少なかったことが原因の1つと考えられる。実験では観光客と思われる人に声をかけ、アプリをその場でインストールして利用してもらったが、有効データは全体の約15%程度であった。今後、本実験と同様の実験を行う場合は、オペレーションが複雑化するが、回遊後のユーザーに声をかけた場所まで戻ってきてもらい、利用確認をしてから謝礼を支払う等の工夫を取り入れることで、有効データの

割合を増やしていきたい。今後は、地域フリー Wi-Fi スポットをすでに提供している他のエリアへの展開に向けて、本誘導システムの導入を目指してだけでなく、地域フリー Wi-Fi スポット未導入の自治体に向けて、本サービス提供のような Wi-Fi 設備の導入効果を示すことで、Wi-Fi 提供エリアの拡大を狙っていきたい。また、本システムでは、各エリアの情報として専門家が監修した情報を提示したが、ユーザの興味を把握したうえで、各商店街の提示情報を動的に変化させることで、より誘導率が向上することが期待できる。今後は潜在的な興味抽出に向けて、ユーザ属性等の情報も活用していきたい。

謝辞 本研究を進めるにあたり、姫路市産業局産業振興課の皆様にご協力いただきました。ここに記して深謝いたします。

参考文献

- [1] 総務省：パーソナルデータの利用・流通に関する研究会報告書—パーソナルデータの適正な利用・流通の促進に向けた方策 (2013), (Online), 入手先 (http://www.soumu.go.jp/main_content/000231357.pdf).
- [2] 岡本 学, 藤田尚樹, 井前吾郎, 館 裕之: Wi-Fi を利用し, 場所に対応した情報集積「Wi-Fi LBS」, *NTT 技術ジャーナル* 2013.5, pp.13-16 (2013).
- [3] Faragher, R. and Harle, R.: Location Fingerprinting With Bluetooth Low Energy Beacons, *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol.33, Issue 11, pp.2418-2428 (2015).
- [4] Ji, M., Kim, J., Jeon, J. and Cho, Y.: Analysis of positioning accuracy corresponding to the number of BLE beacons in indoor positioning system, *International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, pp.92-95 (2015).
- [5] Jianyong, Z., Haiyong, L., Zili, C. and Zhaohui, L.: RSSI based Bluetooth low energy indoor positioning, *International Conf. Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN)*, pp.526-533 (2014).
- [6] 工藤大希, 堀川三好, 古館達也, 岡本 東: 近接ビーコンを利用した屋内位置測位手法の提案, *研究報告モバイルコンピューティングとパーベイシブシステム (MBL)*, 2015-MBL-77, 23, pp.1-6 (2015).
- [7] 花田雄一, 肥田一生, 森信一郎: Study of Low-Power Indoor/Outdoor Seamless Positioning System, *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*, pp.1947-1954 (2014).
- [8] 個人情報の保護に関する法律及び行政手続における特定の個人を識別するための番号の利用等に関する法律の一部を改正する法律 (平成 27 年 9 月 9 日法律第 65 号) (2015) (Online), 入手先 (http://www.ppc.go.jp/files/pdf/151112_kaiseian.pdf).
- [9] 経済産業省: 個人情報の保護に関する法律についての経済産業分野を対象とするガイドライン, *厚生労働省・経済産業省告示第 4 号* (2014).
- [10] 長野翔一, 市川裕介, 小林 透: 閲覧履歴におけるユーザの意図を考慮したキーワード抽出方式の提案, *研究報告自然言語処理 (NL)*, 2009-NL-194, No.7, pp.1-7 (2009).
- [11] Ahmeda, R.A.E.-D., Shehaba, M.E., Morsya, S. and Mekawiea, N.: Performance Study of Classification Algorithms for Consumer Online Shopping Attitudes and Behavior Using Data Mining, *International Conference*

on Communication Systems and Network Technologies (CSNT), pp.1344-1349 (2015).

- [12] Gatzourou, A. and Sánchez-Marrè, M.: A Case-Based Recommendation Approach for Market Basket Data, *IEEE Intelligent Systems*, Vol.30, Issue 1, pp.20-27 (2014).
- [13] 小河真之, 原田史子, 島川博光: 消費者の情報探索行動に着目した広告の内容と表示の個別化, *研究報告データベースシステム (DBS)*, 2010-DBS-150, No.17, pp.1-8 (2010).



美原 義行 (正会員)

2004 年東京工業大学理学部情報科学科卒業, 2006 年同大学大学院情報理工学系研究科数理・計算科学専攻修了。2006 年 NTT 入社。以来, ホームネットワーク管理サービスの技術設計等の研究開発, プロトコルの標準化に従事。現在, NTT サービスエボリューション研究所研究主任。2012 年一般社団法人情報通信技術委員会 (TTC) 功労賞, 2013 年情報処理学会山下記念研究賞受賞。博士 (情報学)。



市川 裕介 (正会員)

1994 年慶應大学理工学部計測工学科卒業。1996 年同大学大学院修士課程修了。1996 年日本電信電話株式会社入社。以来, 通信履歴活用サービスの研究開発に従事。情報処理学会山下記念研究賞 (2005 年) 受賞。



武藤 伸洋

1990 年早稲田大学大学院理工学研究科修士課程修了。1990 年 NTT 入社, NTT サイバーソリューション研究所主幹研究員を経て, 2016 年より日本大学工学部機械工学科教授。この間, 2000~2003 年国立情報学研究所客員助教授。日本ロボット学会, 日本機械学会会員。博士 (工学)。



岡本 学

1989年九州芸術工科大学芸術工学部音響設計工学科卒業。1991年同大学大学院情報伝達専攻修了。2007年九州大学大学院芸術工学府博士課程後期単位取得退学。1991年NTT入社。以来、通信システム音響系の構築技術・再生方式、ICTサービスのシステム設計、および音声認識等の研究開発に従事。現在NTTメディアインテリジェンス研究所主幹研究員。日本音響学会、電子情報通信学会、IEEE各会員。博士（芸術工学）。



内田 典佳

1991年電気通信大学電気通信学部機械制御工学科卒業。1991年日本電信電話株式会社ヒューマンインタフェース研究所入社。以来、生体情報計測、コンテンツ管理、端末の研究開発に従事。現在、NTTサービスエボリューション研究所研究主任。



井前 吾郎 （正会員）

2002年慶應義塾大学理工学部情報工学科卒業。2004年同大学大学院理工学研究科修士課程修了。同年NTT入社。以後、新たなコミュニケーションサービスや映像配信システムのプロトコルの研究開発に従事。現在、NTTサービスエボリューション研究所主任研究員。



舘 裕之

1986年筑波大学第3学群社会工学類経営工学主専攻卒業。1988年同大学大学院博士課程社会工学研究科経営工学専攻前期終了。1988年日本電信電話株式会社入社。以来、通信網構成管理方法、先進サービスの可視化、R&D向けクラウドの研究開発、大規模ブロードバンドサービス事業立ち上げに従事。現在、NTTサービスエボリューション研究所主幹研究員・グループリーダー。電子情報通信学会員。