

平成 30 年 5 月 30 日現在

機関番号：13903

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2013～2017

課題番号：25700009

研究課題名(和文) ソーシャルアノテーションに基づくモバイル音声ナビゲーションの実現

研究課題名(英文) Realization of mobile voice navigation based on social annotation

研究代表者

山本 大介 (Yamamoto, Daisuke)

名古屋工業大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：00402470

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 19,300,000円

研究成果の概要(和文)：近年、スマートフォン向けの音声ナビゲーションが広く普及している。その一方で、これらのシステムでは、目的地名等をキーボードの代わりに音声で入力しているのに過ぎず、また、音声案内文も機械的で分かりにくいいため、結局は地図を見て理解しなければならなかった。本研究では、分かりやすいモバイル音声ナビゲーションを実現すると共に、スマートフォン向け応用システムの開発も行った。特に、地図の持つ構造や意味を考慮した処理が特に重要であると考え、認知地図の概念とグラフ理論を組み合わせた地図解析技術や、ソーシャルアノテーション技術に基づく音声道案内技術を研究した。

研究成果の概要(英文)：In recent years, voice navigation for smartphones has been widely spread. On the other hand, in these systems, we just entered the destination name by voice instead of the keyboard. Also, since the voice guidance sentence is also mechanical and incomprehensible, after all it had to see and understand the map. In this research, in addition to realizing intuitive mobile voice navigation, we also developed an application system for smartphones. Especially, considering the processing which takes the structure and meaning of the map into consideration, I studied the map analysis technology combining the concept of cognitive map and the graph theory and the audio guide method based on social annotation.

研究分野：情報工学

キーワード：地理情報システム 音声対話システム Webサービス サービス工学 インタラクション

1. 研究開始当初の背景

近年、スマートフォン向けの音声ナビゲーションが普及しつつある。その一方で、これらのシステムでは、目的地名等をキーボードの代わりに音声で入力しているのに過ぎず、また、音声案内文も機械的で分かりにくいいため、結局は地図を見て理解しなければならなかった。本研究では、モバイル環境における分かりやすさを定量化することによって、分かりやすいモバイル音声ナビゲーションを実現すると共に、スマートフォン向け応用システムの開発も行う。そのためには、地図の持つ構造や意味を考慮した処理が特に重要であると考え、提案者らが研究してきた地図解析技術と、ソーシャルアノテーション技術を組み合わせることによって実現を目指した。

2. 研究の目的

研究者らが開発してきた音声対話技術と、地理解析技術、及びソーシャルアノテーション技術を土台として、分かりやすさを考慮したモバイル音声ナビゲーションの開発と、その一般公開を含む評価実験を実施することを目的とする。これにより、分かりやすいモバイル音声ナビゲーションの仕組みを解明し、その関連技術の確立を目指す。

優れたモバイル音声ナビゲーションを実現するためには、1) ユーザの地図に関する曖昧な発話音声の意図を機械が理解すると同時に、2) 人間にとって分かりやすい対話文による経路案内が出来ることが重要である。そのためには、特に地図の構造や意味を機械が理解できる必要があるが、本研究では、地図解析技術的アプローチと、ソーシャルアノテーション的アプローチを組み合わせることによって解決する。

地図解析技術的アプローチとは、認知地図と呼ばれる学問分野を参考に、道路ネットワークの解析技術を用いて、道路の意味的な構造を発見する手法である。我々は、道なり道路探索手法や、周回道路探索手法などを提案しており、これらの技術を発展的に活用する。

ソーシャルアノテーション的アプローチとは、機械的に獲得できない意味情報を人間の力で補完する手法である。たとえば、分かりにくい交差点では、目印となる情報やその分かりにくさの度合などを利用者がアノテーション(メタデータ)として付与していくことを想定している。多くの人々がこれらのアノテーション作業に関与することによって、より分かりやすい案内文を生成する手助けになると考えている。

3. 研究の方法

当初は、大学構内を想定したモバイル音声ナビゲーションの実現を目指した。大学構内には道路や広場・建物などがあるため実世界のサブセットと考えられ、また、無線LANの整備や、学生参加による実験が行いやすい利点

がある。その上で、地図や案内文の分かりやすさを定量化し、分かりやすさ優先の経路探索や案内文生成などの手法を実現する。また、管理者による地図へのアノテーションの仕組みを開発するなどして、分かりやすいナビゲーションのために必要なメタデータの種類や問題点を把握した上で、一般ユーザによるソーシャルアノテーションの仕組みを構築した。

(1) 分かりやすさの定量化に基づく案内文の生成

道や、音声案内文の分かりやすさを定量化し、歩行者のための、分かりやすさ優先の経路探索等を実現する仕組みを検討する。例えば、細く入り組んだ路地であっても、道なりに進む経路、突き当りを曲がる経路、目印がある経路は分かりやすい。また、長い合成音声文を聞くことは人間にとってストレスであるため、音声案内文は短い方が分かりやすい。特に、屋内や地下街ではGPSを受信できず地図上で正確な現在地を表示できないため、分かりやすい経路案内を生成することは重要である。そこで、経路の分かりやすさを自動解析する手法について検討すると同時に、これらをコスト関数として、分かりやすい音声案内文を自動生成する手法について検討する。

(2) 利用者によるソーシャルアノテーション

管理者によるアノテーション手法では、対象地域が広がると人的コストに問題があるため、多数のユーザが手軽に参加できるソーシャルアノテーション手法について検討する。その際、ユーザがアノテーションに参加する動機付けをいかに与えるかという課題があるが、Web上に店舗や事務所へのアクセスマップが多数掲載されている点に着目した。これらのアクセスマップでは、地図だけでなく、人的コストをかけ、写真や文章を用いて分かりやすく解説している場合も多い。そこで、これらの作成者を想定ユーザとして、Synvieを参考に、アクセスマップが容易に作成できると同時に、副次的に音声案内のためアノテーションも蓄積可能になるWebサービスを開発する。

(3) 認知地図を考慮したナビゲーション手法

従来のナビゲーション技術は、地図を道路(線)と交差点(点)のネットワークとしてモデル化している。しかしながら、歩行者は公園や大学などの区画内も自由に移動できるため、周回道路探索手法を拡張し、区画(面)やストロークも含めた道路+交差点+区画モデルを提案する。

(4) モバイル音声ナビゲーションシステムの開発と公開実験

スマートメイちゃんの技術と上述した地図解析手法やソーシャルアノテーション手法を組み合わせ、Android 向けの分かりやすいモバイル音声ナビゲーションアプリの公開を目指す。これにより、実践的なニーズと問題点の評価を行う。

4. 研究成果

代表的な研究成果を5件紹介する。

(1) Pace-Based Clustering of GPS Data for Inferring Visit Locations and Durations on a Trip Date of Evaluation

旅行の推奨および旅行の日記作成アプリケーションは、旅行者のGPSデータからの訪問の期間および場所を推測する方法から大幅に利益を得ることができます。しかしながら、空間的距離に基づいてGPSポイントをクラスタリングする従来の推論方法は、訪問時間を推測するには適していない。本稿では、訪問場所と滞在時間を推測するためのペースベースのクラスタリング手法を紹介する。(1)訪問中に記録されたGPSポイントを、速度を考慮し、各トリップに確率密度関数を適用することによってクラスタ化する。その結果、訪問には無関係なGPSポイントをクラスタリングすることはありません。(2)それはまた、それらの時間的順序を考慮することにより、クラスタ内に追加のGPSポイントを含む。その結果、訪問者から遠く離れているが訪問中に記録されているGPSポイント、例えば屋内のGPSノイズなどによってクラスタを完成することができる。我々の提案した方法と3つの公表された推論方法を比較した実験的評価の結果は、提案された方法が平均誤差率8.7%の訪問期間を推測し、他の方法を著しく上回ることを示している。

(2) Fisheye Map Using Stroke-Based Generalization for Web Map Services

魚眼レンズマップを使用すると、詳細な領域と広い領域の両方を表示できます。Focus + Glue + Context マップはWebマップシステムに適した魚眼レンズマップです。詳細なマップ(すなわち、フォーカス)、広域マップ(すなわちコンテキスト)およびフォーカスとコンテキストの間のスケールの差異を吸収する領域からなる。Glueは圧縮されているため、道路密度は高すぎるため、このエリアのすべての道路を描画できません。既存の方法では道路をフィルタリングして描画することができますが、Glueでの道路密度と接続性のレンダリングには問題があります。本論文では、加重ストロークに基づく一般化手法を適用してGlueの道路をフィルタリングする改良手法を提案する。また、加重ストロークデータベースを用いて提案手法を高速化する手法について述べる。応答性の高い試作Webマップシステムを開発し、その接続性、道路密度、応答性を評価した。

(3) A Voice Dialog Editor Based on Finite State Transducer Using Composite State for Tablet Devices

近年、モバイル音声対話システムがますます普及している。我々は、音声対話システムを構築するためのツールキットであるMMDAgentを開発しました。ユーザーは、Finite State Transducer (FST) スクリプトを作成することにより、好みに合わせてMMDAgentをカスタマイズできます。しかし、初心者は自然なダイアログを記述するために状態の数が大きくなるため、手動でFSTスクリプトを編集することは困難であることがわかりました。これらの問題を解決するために、本論文では、複合状態を用いて音声対話コンテンツを編集する方法を提案する。実施された実験の結果は、この目的が達成されたことを示している。

(4) Development of Mobile Voice Navigation System Using User-Based Mobile Maps Annotations

音声ナビゲーションシステムは、最近、事実上普及しつつある。しかし、現在のシステムでは、歩行中にユーザーが常に携帯端末上の地図を見なければならぬため、歩行者が常に利用することは容易ではありません。本稿では、ユーザベースのモバイル地図注釈を利用し、ユーザが入力したガイド注釈に基づいて自動的にナビゲーション文を生成するモバイル音声ナビゲーションシステムを提案する。音声だけでユーザーフレンドリーなナビゲーションを実現することは困難です。したがって、提案されたシステムは、音声と写真の両方を使用して経路をナビゲートすることができる。また、ランドマークの視点は観測点によって異なるため、ノードとランドマークの関係を利用して、任意の位置から適切なナビゲーションを実現する。さらに、スマートフォンでよく知っているユーザーから、写真やランドマークなどのガイド注釈を収集します。これは、マネージャのみを使用してすべてのガイド注釈の詳細を入力するのは退屈で時間がかかるためです。ユーザにより追加されたガイド注釈と生成されたナビゲーションの内容が評価された実験の結果は、そのシステムが有効であることを示した。

(5) ランドマークグラフを用いた案内粒度変更可能な音声案内システム

本研究では、経路案内を音声のみで行う場合に歩行者にとってわかりやすい案内手法を提案するために、Android 端末用の音声案内アプリの開発を行った。既存の音声経路案内システムではユーザを経路通りに進ませるような音声案内を行うが、その手法はGPSの誤差に影響されやすく、またユーザ自身の直感に合っていない道を進ませる場合

がある。この問題を解決するため、本稿では、以下の機能を有する音声経路案内システムを提案する。(1) ランドマークグラフ付近の交差点をノードとし、交差点を結ぶ道路をリンクとするランドマークグラフを生成する機能、これによって、ランドマークを結び付けて案内することが容易になる。(2) ユーザが指定した案内粒度に従って、経路途中のチェックポイントを設定し、各チェックポイント(中間点と呼ぶ)をランドマークグラフのノードの中から選択する機能。(3)GPS と道路データからユーザの向かう経路を予測し、遠回りや行き止まりを検知する機能。(4)GPS と 中間点の座標からユーザの歩いている方向や中間点までの距離を推定し、進むべき方向と距離などの情報を音声で伝える機能。この実現のため、手軽に会話ができる音声インタラクションシステム構築ツールキット "MMDAgent" の音声を利用した。さらに、作成したプロトタイプシステムに対する評価を行い、提案手法の有用性を評価した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 5 件)

Daisuke Yamamoto, Masaki Murase and Naohisa Takahashi, Fisheye Map Using Stroke-Based Generalization for Web Map Services, IEICE Transactions on Information and System, Vol. E101.D, No. 1, pp. 171-180, 2018

Takahiro Uchiya, Masaki Yoshida, Daisuke Yamamoto, Ryota Nishimura, Ichi Takumi, "Design and Implementation of Open-Campus Event System with Voice Interaction Agent", Journal of Mobile Multimedia, Vol.11, No.3&4, pp237-250, 2015.

Pablo Martinez Lerin, Daisuke Yamamoto and Naohisa Takahashi, Pace-Based Clustering of GPS Data for Inferring Visit Locations and Durations on a Trip Date of Evaluation, IEICE Transactions on Information and System, Vol. E97-D No.4, pp.663-672, April 2014.

Pablo Martinez Lerin, Daisuke Yamamoto and Naohisa Takahashi, Encoding Network-constrained Travel Trajectories using Routing Algorithms, International Journal of Knowledge and Web Intelligence, Vol.4, No.1, pp.34-49, 2013.

Hiroya Mizutani, Daisuke Yamamoto and Naohisa Takahashi, A preventing method for overlapping

focuses in a Focus+Glue+Context Map, International Journal of Knowledge and Web Intelligence, Vol.4, No.1, pp.50-69, 2013.

〔学会発表〕(計 12 件)

Takahiro Uchiya, Kiyotaka Sato, Shinsuke Kajioaka, Daisuke Yamamoto, Ichi Takumi, Improvement of Indoor Position Estimation of Open-Campus Event System using BLE Beacon, Proc. of 20th International Conference on Network-Based Information Systems, pp 845-852, 2017.8.

Yuki Hirako, Daisuke Yamamoto, Naohisa Takahashi, Making a semi-convex focus area in a Focus+Glue+Context map in consideration of map visibility and the locations of transportation access points, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science (IOP Publishing), Vol.34, No.1, pp.12-15, 2016.05.

Takahiro Uchiya, Masaki Yoshida, Daisuke Yamamoto and Ichi Takumi, Development of Open-Campus System Using Voice Interaction Agent, INWC-2015: The 5-th International Workshop on Information Networking and Wireless Communications, Taipei, Sep. 2-4, 2015.

Keitaro Wakabayashi, Daisuke Yamamoto, Naohisa Takahashi, A Voice Dialog Editor Based on Finite State Transducer Using Composite State for Tablet Devices, Proc. of IEEE/ACS ICIS 2015, Las Vegas, 2015.6.29.

Tomohiro Yanagi, Daisuke Yamamoto, Naohisa Takahashi, Development of Mobile Voice Navigation System Using User-Based Mobile Maps Annotations, Proc. of IEEE/ACS ICIS 2015, pp. 373 - 378, Las Vegas, 2015.6.30.

Masaki Murase, Daisuke Yamamoto, Naohisa Takahashi, On-demand Generalization of Guide Maps with Road Networks and Category-based Web Search Results, Proc. of W2GIS 2015, Springer LNCS, vol. 9080, pp 53-70, 2015,

Ryota Nishimura, Koji Sugioka, Daisuke Yamamoto, Takahiro Uchiya, Ichi Takumi, A VoIP-based Voice Interaction System for a Virtual Telephone Operator Using Video Calls, Proc. of the IEEE GCCE 2014,

pp.529-532, 2014.
Ryota Nishimura, Daisuke Yamamoto,
Takahiro Uchiya, Ichi Takumi,
Development of a Dialogue Scenario
Editor on a Web Browser for a Spoken
Dialogue System, Proc. of the 2nd
International Conference on Human
Agent Interaction, ACM digital
library, pp. 129-132, 2014.
Daisuke Yamamoto, Keiichiro Oura,
Ryota Nishimura, Takahiro Uchiya,
Akinobu Lee, Ichi Takumi and
Keiichi Tokuda, Voice Interaction
System with 3D-CG Human Agent for
Stand-alone Smartphones, Proc. of
the 2nd International Conference
on Human Agent Interaction, ACM
digital library, pp.320-330, 2014.
Takahiro Uchiya, Daisuke Yamamoto,
Ryota Nishimura, Ichi Takumi,
Tetsuo Kinoshita "Proposal of
Voice Control-based Interactive
Design Method of Agent System,"
Proc. of the 13th IEEE
International Conference on
Cognitive Informatics and
Cognitive Computing (ICCI*CC2014),
pp.496-500, Aug. 2014.
Hiroya Mizutani, Daisuke Yamamoto
and Naohisa Takahashi, A Geometric
Transformation Method for
preventing Focuses from
Overlapping in a
Focus+Glue+Context Map,
Proceedings of the The Second
International Conference on
E-Technologies and Business on the
Web (EBW2014), pp.5-13, 2014.
Kiichi Hikawa, Daisuke Yamamoto,
Naohisa Takahashi, Making a Travel
Diary from GPS Traces Using an
Area-Based Reverse Geocoder,
Proceeding of the MMEDIA 2014,
pp.85-90, 2014.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

6 . 研究組織

(1)研究代表者

山本 大介 (YAMAMOTO, Daisuke)
名古屋工業大学・工学研究科・准教授
研究者番号： 00402470