

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：24402
 研究種目：基盤研究(B) (一般)
 研究期間：2019～2021
 課題番号：19H02265
 研究課題名(和文) 視覚障害者街歩き支援音声ナビと音環境VRシステムによる「ことばの観光ガイド」構築

 研究課題名(英文) Verbal Sightseeing Guidebook for Visually-impaired by Combining Verbal AR Navigation App. and Sound VR System

 研究代表者
 内田 敬 (UCHIDA, Takashi)

 大阪市立大学・大学院工学研究科・教授

 研究者番号：60203535
 交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,200,000円

研究成果の概要(和文)：視覚障害者に外出権を保障することを目指して、音声による道案内・まち案内に合わせて歩行時に聞こえてくる環境音などを仮想的に再現する「ことばの観光ガイド」のひな形を、当事者を被験者とする実験を通じて作成した。音声による道案内・まち案内は、スマホのGPS機能を利用して、その場に即した案内を逐次提供するものである。また、現地に赴く前に、あらかじめ定めたコースについて自宅等で予習するモードも備えている。歩行時の環境音は、ビデオカメラで現地採録したものを加工して、模擬的な歩行状態に合わせて提供する。これらを観光ガイドブックの様に一体化して動画ファイル形式に取りまとめたものが「ことばの観光ガイド」である。

研究成果の学術的意義や社会的意義
 街歩きを疑似体験してもらう場合の課題は、第一に歩行路周辺の物的環境について納得し、安心してもらうことである。自動車の走行音や、周辺歩行者の足音、沿道の商店の呼び込みの声などの環境音について、視覚障害者はこれまでの体験と照合して、納得できて初めて疑似歩行が開始できる。第二に、より広範囲の位置関係が明確にならないと、街歩きの実感は得られない。晴眼者が略図や、鳥観図、航空写真等で面的な配置を確認するのと同様のことが、視覚障害者にも保障されなければならない。上記の二つの課題に対するひとつの解答を本研究で得た。学術的には視覚障害者の空間認知に関わる知見の拡充、社会的には外出権保障としての意義を持つ。

研究成果の概要(英文)：With the aim of guaranteeing the right to go out for visually impaired people, a prototype for a "verbal tourist guide" that virtually reproduces the environmental sounds heard when walking in accordance with voice directions and town guidance was created through experiments in which the person concerned was the test subject. Directions and town guidance by voice use the GPS function of the smartphone to provide guidance according to the situation sequentially. In addition, before going to the site, there is also a mode to prepare for the predetermined course at home etc. The environmental sound when walking is processed from on-site recordings with a video camera and provided according to the simulated walking conditions. These are integrated like a tourist guidebook and compiled into a video format form as a "verbal tourist guide."

研究分野：交通計画・交通工学

 キーワード：バリアフリー ユニバーサルデザイン 歩行支援 VR (Virtual Reality) AR (Augmented Reality)
 バーチャル散歩実験 スマホアプリ 環境音

1. 研究開始当初の背景

申請者は、日常的な外出・移動において誰もが同じ活動機会が享受できる社会(ユニバーサル社会)実現へ向けた諸研究の一つとして、視覚障害者の街歩きを支援するナビゲーションシステムの開発・実用化研究に、視覚障害当事者たちとともに十数年前から取り組んできた。近年の ICT (Information and Communication Technology; 情報通信技術)の進展は著しく、その成果は視覚障害者も享受している。例えば web やメールは、(読み上げ機能が高度化したことによって、)視覚障害者の基盤的な情報授受手段となっている。しかし外出時において、街の状況を確認して歩くことに関しては、晴眼者と視覚障害者の情報ギャップは広がる一方である。

ここでは外出・歩行支援を、Phase A: 現地での支援、Phase B: 自宅など非現地での支援、の2相に分けて論じたい。

Phase A: 現地での支援のうち、目的地までの道案内はスマホの普及・高度化によって、いわゆる歩行者ナビが多数、実用化されている。しかし一般の歩行者ナビは音声案内機能も有しているが、画面に表示された地図や周辺状況図・写真などを見て確認することが前提となっている。従って、視覚障害者は、一般の歩行者ナビを利用することは極めて困難である。また、晴眼者は現地での道すがら自身の視覚によって沿道状況を認識し、興味の赴くままに店舗、飲食店、名所・旧跡などに寄り道をすることも可能であるが、視覚障害者は、飲食店からの匂いなどで推察するのがせいぜいという状況にある。このようなギャップを埋めるために、申請者は、晴眼者であれば現地で見える、あるいは歩行者ナビ画面に提示される視覚情報を自然言語に置き換え・記述した「ことばの地図」「ことばの写生(スケッチ)」「道草案内」などの概念を提案し、道案内機能ならびに「(沿道)店舗情報」と一体化した「音声 AR 歩行者ナビアプリ」(AR: Augmented Reality, 拡張現実。現実空間において音声情報を適地・適時に提供するという点で現実を拡張している。)の開発・実用化研究を進めてきている。

Phase B: 自宅など非現地での支援の典型的な利用例は、なじみのない会場場所への道のりの予習や周遊行動のプランニングである(他に、旅行後の回想などがあるが、ここでは省く)。晴眼者は上述の歩行者ナビで概略ルートを知り、ガイドブックや、さらに最近では Google の「ストリート・ビュー」で当該ルートや周辺の街並みをつぶさに予習することができる。歩行者ナビやガイドブックは、前段落(Phase A)で示した「音声 AR 歩行者ナビアプリ」の応用で視覚障害者向けのモノを作成することが可能である。しかし「ストリート・ビュー」に代わる非視覚情報ツールはない。

周辺技術: 一方、e-Sports など 3D モデリングをベースとした VR (Virtual Reality; 仮想現実)技術の進展は著しい。当初の VR は画像に重点が置かれていたが、最近では立体音響など視聴覚全般の VR 化が進んでいる。この分野における技術を応用すれば音響版「ストリート・ビュー」、すなわち実空間の音環境を屋内で随時・随意に体験することができる「音環境 VR システム」が可能であると見込まれた。

2. 研究の目的

本研究課題の申請時における当初の研究目的は、以下の3つであった。

目的1 屋内(着座)で街歩きを疑似体験する音環境 VR システム(簡易版)の構築

あらかじめ定めたコース(延長 1km 程度)を歩行しながらビデオ撮影して採録した環境音(自動車騒音、生活音、通行者の声など)を素材として用いて、屋内再生で現地臨場感を再現するサラウンド音響システム、並びに、加工(分割など)・再生するシステムを構築する。既にス

マホに実装している「ことばの地図」を併用することで、屋内で「ことばの観光ガイド」(簡易版)を実現する。

目的2 音環境 VR システムで用いる現地環境音の採録手法の確立

視覚障害者がコース周辺の街の様子を、環境音と「ことばの地図」で具体的に思い描くためにキーとなる環境音要素を、街特性(都心商業エリア、都市内公園、郊外寺内町など)ごとに明らかにし、現地採録の手間と臨場感のバランスを考慮して、ビデオカメラ(サラウンド録音対応)による採録手法(移動速度・停止時間、撮影パン角度(環境音主軸方向)など)を確立する。この成果は、目的1の「ことばの観光ガイド」(簡易版)の改良に用いるとともに、次の目的3のベースともなる。

目的3 屋内(任意姿勢)で街歩きを疑似体験する音環境 3D モデリングの開発

聴取者(視覚障害者)の任意の速度、進行方向を許容(自由散策を模擬)するために、「Unity」などのVR(Virtual Reality)プラットフォーム上でコース周辺の街空間を3Dモデル化する。いわゆる、街のざわめきなどの音源が明確ではない環境音(現地採録)をVR空間で再現するための街空間細分化手法が主要課題となる。「音声AR 歩行者ナビアプリ」の機能と一体化することで、「ことばの観光ガイド」(VR版)を構築する。

3. 研究の方法

視覚障害者(約30名)を研究協力者として、試用実験を繰り返すことで研究を進めた。対象地は研究代表者の所属大学周辺(大阪市内、京都、神戸など)とし、現地環境音の採録や「ことばの地図」データの取材・作成には、研究補助者(学生を雇用)を充てた。

具体的な対象地の一部を表-1に示す。

表-1 対象地の概要

	伊 丹	箕 面	馬 見
対象地			
コースの特徴	交通量の多い道路沿いから、滑走路に沿って園内を歩く直線的なコース	最寄駅から箕面大滝に向かって屋台などが並ぶ川沿いの滝道を歩くコース	自然豊かな公園内の花畑や古墳に登るなどの冒険的なコース
実施年度	2020	2021	2021
まち特性	・公園	・観光地・滝道	・郊外・公園
環境音効果音	・航空機音・パーク内放送 ・噴水音・虫の音	・川や滝の音 ・お店の掛け声	・虫や鳥の鳴き声・落水音 ・イベント音
重点	・道草案内 航空機を実況中継風に案内 ・効果音	・道草案内 豆知識を加える ・お店情報 出店で商品購入時のやり取り	・道草案内, 自然体験 古墳や埴輪, 花畑 ・ことばの地図 変形交差点や曲線的な道案内

4．研究成果

(1)ことばの地図

広域版の情報から、位置関係がよく分かったという意見を得た。伊丹では、形や道順を説明する際にイメージしやすい表現（例：おわん型、L字型）を使用した。これのおかげで理解しやすかったという意見が得られた。その一方で、段差や斜面、通路端の情報が少ないという意見があった。単に段差などの有無を説明するのではなく、形状や大きさ、材質などについて詳細に説明する必要がある。また、色に関する情報も積極的に取り入れるべきである。これは、特に後天盲の場合に色情報が少ないと白黒写真を見ている感覚になるとの意見があったためである。その他、高低差があるエリアでは高さ情報を主要部に入れて、立体感を掴み易くする工夫も必要である。

馬見では、曲線的な道や変形交差点などの不定形な道であっても、道順などはイメージできるとの意見が多く得られた。進んだ先に階段などがある場合は、一つ前の地点で案内を入れることで、転落等の危険を防ぐとともに、歩行の際の目印となることが分かった。また、傾斜の急な階段、橋や池の欄干の有無などの歩行の際に注意が必要な場所は欠かさず具体的に注意喚起を入れることで安心感を与えることができる。

(2)環境音

伊丹では、園内放送などの環境音はパークの雰囲気味わうことができ、効果的と分かった。また、ことばの地図広域版でパークの説明をする時に、飛行機音があるとイメージしやすいと好評であった。しかし、ARアプリの音声案内と重なると、どちらに集中していいか分からず混乱する事例があったので注意が必要である。

虫の音など季節性の音は、効果音として挿入することで、楽しんだり、リラックスしやすくなったりすることが分かった。ただし、自分がどの季節に行くのか選択するのに有効との意見があった一方で、コースの途中で季節が変わると混乱するとの意見もあった。あらかじめ、環境音の採録時季を明示するなどの配慮が必要である。

箕面では、お店の人とのやり取り（商品購入など）の様子を効果音として入れており、現地の雰囲気がつかめて楽しいとの意見を得た。

(3)補助メディア（触地図）

研究当初においては予定していなかったが、空間理解を助けるために触知図の併用を試行したところ、ナビメッセージだけでは曖昧だった距離感や曲がり具合が分かりやすくなり、とても好評であった。バーチャル散歩と組み合わせることで、経路の把握に役立つと考えられる。また、これまでルート案内の表現で苦労した所（緩やかなカーブなど）でも「道なりに進んで下さい。」のように案内の簡易化が期待できる。一方、素材面では弱視（色盲）の人でも分かるようコントラストがはっきりした色を使い、その組み合わせも複数用意するなど工夫が必要である。

(4)実用展開に向けて

「ことばの観光地マップ」の実用展開へむけて YouTube 動画配信にも取り組んだ。動画内には様々な案内があるので、事前情報の収集に便利であるとの評価を得た。動画配信は、配布が容易なうえ、時間や場所にとらわれず多くの人に体験してもらえるため、有用な手段と考えている。ただし、やり取りが一方方向になり、リアルタイムでの反応確認やヒアリングが困難である。そこで、今後は動画配信を基本としつつ、定期的な実験やヒアリングを行い、改良を重ねることが必要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 松本浩子, 内田敬, 楊川優太	4. 巻 75
2. 論文標題 音環境を再現するバーチャル散歩システムによる「ことばの観光地マップ」の作成	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学)	6. 最初と最後の頁 I_491 ~ I_500
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.75.6_I_491	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 松本浩子, 内田敬, 楊川優太	4. 巻 75.6
2. 論文標題 音環境を再現するバーチャル散歩システムによる「ことばの観光地マップ」の作成	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学)	6. 最初と最後の頁 I_491 ~ I_500
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.75.6_I_491	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 石井 真弘, 松本 浩子, 内田 敬	4. 巻 8
2. 論文標題 「ことばの観光地マップ」実用展開へ向けた Zoom 遠隔実験	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 交通工学論文集	6. 最初と最後の頁 A_310 ~ A_318
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14954/jste.8.2_A_310	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 久保田実花, 内田敬, 松本浩子
2. 発表標題 視覚障害者の外出意欲向上を目指した「ことばの観光地マップ」の作成
3. 学会等名 土木学会第61回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 楊川優太, 内田敬, 松本浩子
2. 発表標題 音環境を再現するバーチャル散歩システムによる「ことばの観光地マップ」の作成
3. 学会等名 第59回土木計画学研究発表会(春大会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 久保田実花, 内田敬, 松本浩子
2. 発表標題 視覚障害者外出意欲向上を目指した「ことば観光地マップ」作成
3. 学会等名 2020年度 土木学会関西支部 年次学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 久保田実花, 内田敬, 松本浩子
2. 発表標題 視覚障害者の外出意欲向上を目指した「ことばの観光地マップ」の作成
3. 学会等名 第61回土木計画学研究発表会(春大会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石井真弘, 福永聖, 松本浩子, 内田敬
2. 発表標題 ことばの観光地マップの実用展開に関する研究 - 伊丹スカイパーク・清水を対象として -
3. 学会等名 2021年度 土木学会関西支部 年次学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石井真弘, 松本浩子, 内田敬
2. 発表標題 「ことばの観光地マップ」実用展開へ向けたZoom遠隔実験
3. 学会等名 第41回交通工学研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三浦慶太郎, 松本浩子, 内田敬
2. 発表標題 聴覚的MR体験としての「ことばの観光地マップ」の活用に関する研究
3. 学会等名 2022年度 土木学会関西支部 年次学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三浦慶太郎, 松本浩子, 石井真弘, 内田敬
2. 発表標題 「ことばの観光地マップ」の実用展開に向けたメディアミックス
3. 学会等名 第65回土木計画学研究発表会(春大会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------