

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 5 日現在

機関番号：24402
 研究種目：基盤研究(B)
 研究期間：2012～2014
 課題番号：24360209
 研究課題名(和文) 音声ARとRFIDを融合した視覚障害者向け街歩き支援ナビシステムの実用化研究

 研究課題名(英文) A System of Visually-impaired People Navigation Equipped with AR and RFID

 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) 6,500,000円

研究成果の概要(和文)：視覚障害者の街歩き支援を目指し、音信号・音声ベース歩行者ナビゲーションの開発・実用化研究に取り組んでいる。試作機器・システムを視覚障害者に、実世界に限りなく近い状況で使ってもらう実験を主体として研究を進め、以下の成果を得た。

ハイブリッド位置特定：建物周辺でのピンポイント的案内、それ以外の街路等でのGPS位置特定誤差を考慮した「ことばの地図」による空間把握支援という分担のもとで、メッセージ記述ガイドラインを提案した。
 音声ARと「ことばの写生」：その場にふさわしいナビメッセージを音声で伝えるARアプリを実装した実験の結果、「ことばの地図」を拡張した「ことばの写生(スケッチ)」の提案に至った。

研究成果の概要(英文)：This study aims to assist visually-impaired people to enjoy daily town walking by developing verbal message-based pedestrian navigation system. Through the experiments which simulate real situations and adopt developing systems, followings are achieved.

(1) Hybrid locating message: pin-point locating message applicable near public buildings and broad locating message called "verbal map" are distinguished. We propose a guideline of verbal maps which considers positioning error of GPS (Global Positioning System) and helps visually-impaired people to recognize nearby entities and routes.

(2) Verbal AR (Augmented Reality) and "Verbal Sketch": We conducted experiments where an AR application program provides navigation messages. The result generates a new concept of "Verbal Sketch" which extends "Verbal Map."

研究分野：交通計画・国土地域計画

キーワード：交通工学 ユニバーサルデザイン ITS 実験 ケータイ スマートホン スマホ

1. 研究開始当初の背景

(1) 社会的背景

GPS 機能と web アクセス機能のついた携帯電話の普及により、「NAVITIME」など歩行者を対象としたナビゲーションサービスの機能的進展が著しい。人工衛星からの電波を利用する GPS の特性として、屋内のみならずビルの谷間においても歩行者への道案内としては精度に不満が残る場面があること、大資本のチェーン店などが主たるコンテンツ提供者であって、街を面的に知る、歩き回るといった観点からは不十分であることなど、改良すべき点はあるものの、晴眼者にとっては以前とは比較にならないほど高機能の街歩き支援ツールが提供されている。

ところが視覚障害者にとっては、「らくらくホン」のように音声読み上げ機能のついたインターネット対応携帯電話の市販によってメールを外出先でもやり取りできるようになるなど、コミュニケーション支援の向上こそ達成されているものの、外出行動自体を支援するには至っていない。例えば、通勤などで通いながれた道であっても、曲がるべき交差点の識別は記憶とあいまいな「目印」(白杖の路面感触など)に頼っており(現状の GPS ナビの位置精度、音声案内では使い物にならない)、また、沿道にある施設や店舗についてはほとんど何も知ることが出来ないという状況に置かれている。あるいは、新たに開業したショッピングセンターを訪問してみようとする、清眼者とスケジュールを合わせて「連れて行ってもらう」という地位に置かれたままである。

上記の状況—視覚障害者が圧倒的に不利な状況は、スマートホンの登場により、更に悪化しつつある。画面を触って直感的に操作できること、高精細な画面を活かした魅力的な画像コンテンツは、晴眼者にとっては極めて魅力的である。ところが視覚障害者にとっては、画像コンテンツが利用できないため恩恵は無い。それどころか、キー操作を主体とする携帯電話の衰退・消滅の危機すら懸念されている。

この様な QOL (生活の質) の低さ、デジタルデバイドをいくばくかでも解消したい、しかも、不十分な点は残っていても可能な限り早く実現したいという欲求(申請者のみならず、これまでの研究過程において実験にご協力いただいた多くの視覚障害者たちの切なる願望)のもとにこの研究を構想した。

(2) 研究の経緯

研究代表者らは、音信号・音声ベースの街歩き支援ナビゲーションの開発・実用化研究に 2002 年から取り組んでいる。早期実用化の観点から、既に商用化されている機器・サービスや、かなりの程度の普及が見込める要素技術を活用し、それらを一体的なシステムとして組上げるために必要となる事柄を研究課題としてきた。本研究に直接的につなが

る研究として以下を行ってきた。

① 10メートル程度の通信エリアを持つ UHF 帯の RFID (無線タグ) を電波灯台として用いることにより、交差点など屈曲点ごとに逐次的な進行方向指示を行う歩行者ナビシステムの開発。本研究においては、GPS の精度が期待できないエリアでの適用(GPS と無線 IC タグとのハイブリッド位置特定)を検討する。なお UHF 帯 RFID に代えて Bluetooth・無線 LAN 機器などの普及品を利用することも検討する。

② 視覚障害者にとって周辺環境把握に最重要である聴覚に負担を掛けないように、骨伝導ヘッドフォンを用いることを前提として、簡潔かつ明瞭な信号音および指示メッセージ内容と、それらを提供すべきタイミング・地点について検討を進めてきた。さらに、複雑な経路を簡略なメッセージで記述するためのサイン体系や「ことばの地図」についても検討してきた。本研究においても、一部拡張しながら、これら成果を用いる。

③ 視覚障害者は目的施設の近傍に到達しても、その入り口が詳細にわからなければ(1メートル程度以内に到達しなければ)目的を果たせない。したがって地上・施設側から誘導する何らかの手立てが必要である。そのために用いることのできる設備として店頭で設置可能で無線 RFID を内蔵したまちナビシール・看板や、大規模施設や駅頭に設置するディレクトリ(直感的に理解でき、触知図や点字などの親和性にも配慮した「電子案内板」)を提案している。これらハードのみならず、利用者嗜好を考慮した push 型情報配信のあり方も検討してきている。

2. 研究の目的

健常者向け携帯電話ナビの進展状況を鑑みると、視覚障害者向けのシステムを独立して構築するのは得策ではない。機能の拡張や変更によるユニバーサルデザイン化を目指す。その実現に資する技術的ガイドラインの提案を目標とする。その内容には前項(経緯)に示す成果に加えて、次の事項を含む：

(1) ハイブリッド位置特定:GPS による位置特定・誘導で十分なエリアと RFID によって詳細誘導を行うべきエリアとの明確な区分、それらの遷移エリアの設定方法、全体システム構築コストも考慮した役割・エリア分担の考え方を確立する。

(2) 音声 AR: 複雑な街路・交差点形状(例えば五叉路)の地点や広場・広幅員歩道など、白杖による探知歩行が困難な地点で「ことばの地図」を自動再生すること、さらに周辺店舗情報など街歩きの質を向上する案内情報

を自動再生することを、AR 技術を応用して実現する。更に、視覚障害者の現状を一刻も早く改善するため、個々の利用者が試行錯誤を伴いつつカスタマイズできる環境（システム）も開発・配布する：

(3) 音声 AR 連携アプリ：視覚障害者自身が自身の覚えとして、「目印」や店舗情報を現地で入力・音声記録できるアプリを開発・実装する。上記 2) 音声 AR と連携して、次にその場に来た時には自動再生することで、利用者個人毎の（カスタマイズされた）歩行支援ナビとなる。

3. 研究の方法

(1) 研究アプローチ

本研究は実用化を目指すものであるから、実世界に限りなく近い状況で試作機器・システムを視覚障害者に使ってもらう実験を主体として進める。応用しようとしているスマートホンや RFID 技術は変化が激しいこと、また、成果であるガイドラインや音声 AR 連携アプリも逐次公表することが研究進展・実用化に有利に作用すると期待することから、6 か月～1 年程度を 1 期として開発・提案—実験—評価・改良のプロセスを繰り返す漸進的アプローチをとる。

実験は、2 タイプに大別される：

- a) 大学内ならびに周辺の駅前商店街、住宅街等をフィールドとし、日時を限定して被験者に試用してもらう（一般的な）実験【サイト実験】、
- b) 音声 AR/同連携アプリなどを実装したスマートホンを一定期間（1 カ月程度）被験者に貸し出して日常生活の中で使用してもらう【モニター実験】。

上記 b) モニター実験においては、GPS のみを位置特定技術として用いる（RFID は利用しない）こととし、市販されているスマートホン（OS は Android、通常の携帯電話同様の物的キーにより操作可能）を利用者機器として利用する。このモニター用スマートホンには、ア) 晴眼者向けに商用サービスが提供されている（いわゆる）歩行者ナビと同様の道案内を提供するナビ・アプリ、イ) 周辺の店舗情報などを音声で自動的・即地的に案内する音声 AR アプリ、ウ) 利用者（モニター）自身が「目印」などを記録することのできる音声 AR 連携アプリ、を実装する。

いずれの実験においても、実験結果は被験者・モニターの主観的評価やコメント・要望として得られる。これを解釈して、技術仕様、ガイドラインやコンピュータプログラム・アルゴリズムに変換（改良）する。改良されたプログラム等は、次期の実験の際には具体的な音声ナビ・サービスとして試すことになる。このプロセスを繰り返すことによって、最終成果に至る。

(2) 実験の概要

表 1 に示す通り、実験を実施した。

表 1 実験の概要

No	期間	被験者数	主課題
1	2012 年 11 月	28 人	【サイト実験】 広場的空間における「ことばの地図」
2	2013 年 11 月	10 人	【サイト実験】 繁華街での店舗等 情報ニーズ
3	2014 年 1 月	20 人	【サイト実験】 横断歩道周辺の 「ことばの地図」
4	2014 年 6 月 ～11 月	7 人	【モニター実験】 日常的に利用して いるランドマーク の掌握
5	2014 年 11 月 ～12 月	30 人	【サイト実験】 「ことばの写生」 の有用性

※ 被験者は何れも視覚障害当事者である



図 1 サイト実験の様子

4. 研究成果

(1) 主な成果

- ① ハイブリッド位置特定
建物周辺（特に入口ドア周辺）では RFID（Bluetooth, WiFi を含む）によるピンポイント的案内、それ以外の街路等においては GPS の位置特定誤差（場合によっては 20 メートル程度にも及ぶ）を許容し得る「ことばの地図」による空間把握支援、という役割分担を明確にしたうえで、「ことばの地図」の記述ガイドラインを提案し、実験で検証した。

- ② 音声 AR

音声 AR アプリを Android スマホに実装し、上表（表 1）に示す実験 No.5 におい

て被験者に実体験評価をしてもらった。テンキー付きのスマホの販売が中止されるなどハードウェアの問題があってアプリ配布には至っていないが、アプリの機能、特に、その音声案内の特徴である「ことばの地図」については、実験 No.1~3 の成果も反映して、実用に耐えるレベルに達している。

③ 音声 AR 連携アプリ

本アプリを実装したスマホを実験 No.4 では、1 被験者あたり 2~3 週間にわたって貸し出し、日常生活で利用してもらった。操作性には問題はなくアプリとして実用可能であることが検証できた。

また、ヒアリングの結果として、ランドマークとして有用な地物を確認したのみならず、情景描写が街歩き（楽しむシチュエーション）においては重要であることが発見された。このことから「ことばの地図」を拡張して、「ことばの写生（スケッチ）」をナビメッセージとして提案するに至った（後述 5. [学会発表] ①、②、ならびに次項参照）。

④ ことばの写生

「ことばの写生」は、例えば、「このバス停の近くには大学があります。今は昼時なので、学生が多く、とても賑やかです。」という情景描写である。実験 No.5 では、数例の「写生」を試したところ、「指示やことばの地図のように硬い表現が続く中にことばの写生があると、緊張しているのが和らいだ。」との肯定的な意見が支配的であった。

(2) 成果の位置づけ・展望

進展・普及が著しい商用機器・システムを視覚障害者向けに応用することから早期の実現が期待できる点に最大の特色がある。また、音声による空間記述・方向指示（ことばの地図）のあり方を明らかにすることで空間認知に関する学術的知見も提示することができた。

今後の展望としては、音声 AR 連携アプリは利用者間の情報交換によって街情報の蓄積が可能であるから、市民主体まちづくり活動の新展開への発展も期待できる。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 3 件）

- ① Mei TAKAHASHI, Takashi UCHIDA: An Empirical Study of Verbal Map Guidelines for Visually-impaired People to Enhance Daily Mobility, *Memoirs of the Faculty of Engineering, Osaka City University*, Vol. 54,

pp. 47-56, 2013 [査読なし]

- ② 高橋咲衣, 根木和幸, 内田 敬: 視覚障害者向け音声ARアプリの地物記述ガイドライン, 第33回交通工学研究発表会論文集, pp. 509-514, 2013 [査読有]
- ③ 奥畑悠樹, 内田 敬: 街中観光ナビにおける利用者嗜好反映型観光スポット提案のための観光情報誌解析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学研究・論文集), Vol. 68, No. 5, pp. I_641-I_648, 2012 [査読有]

[学会発表] (計 4 件)

- ① 高橋咲衣, 内田 敬, 松浦啓介: 視覚障害者向け歩行支援ナビへの「ことばの写生」の導入, 第35回交通工学研究発表会, 2015年8月31日~9月1日, 日本大学理工学部駿河台キャンパス (東京都・千代田区)
- ② 松浦啓介, 高橋咲衣, 吉田長裕, 内田 敬: 視覚障害者の外出意欲増進に資する「言葉の地図」ナビシステム, 平成27年度土木学会関西支部年次学術講演会, 2015年5月30日, 摂南大学 (大阪府・寝屋川市)
- ③ 小谷智也, 高橋咲衣, 内田 敬: 視覚障害者向け音声ナビガイドラインの精細化, 土木学会第69回年次学術講演会 (IV, pp. 59-60), 2014年9月10日~12日, 大阪大学豊中キャンパス (大阪府・豊中市)
- ④ 根木和幸, 内田 敬: 視覚障害者街歩き支援ナビのための「ことばの地図」ガイドライン, 土木学会第68回年次学術講演会 (IV, pp. 221-222), 2013年9月4日~6日, 日本大学生産工学部津田沼キャンパス (千葉県・習志野市)

6. 研究組織

(1) 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

(2) 研究分担者

(なし)

(3) 連携研究者

(なし)

(4) 研究協力者

根木 和幸 (NEKI, Kazuyuki)
高橋 咲衣 (TAKAHASHI, Mei)