

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：54301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K12165

研究課題名（和文）触地図ディスプレイと連動した視覚障害者を歩行支援する触地図情報配信システムの構築

研究課題名（英文）Construction of a tactile map information distribution system linked to a tactile map display to assist the visually impaired in walking

研究代表者

丹下 裕（Tange, Yutaka）

舞鶴工業高等専門学校・その他部局等・教授

研究者番号：50435434

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：携帯情報端末から取得した地図情報から触地図情報に変換する小型触地図システムを試作した。このシステムを用いれば、携帯情報端末から取得した地図上の道路や建造物の色に着目することで対象物を識別し、2値化した情報をもとに、LEDディスプレイに現在地における道路と方角の情報を即時に表示できる。最終年度までに基礎技術は完成しているが、今後は早急に各部の機能の充実化を目指すとともに連結し、全体システムの運用試験と実証試験を行う予定である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

試作段階ではあるが、健常者が携帯情報端末から取得した地図において行先を検索して目的に向かうように、視覚障害者にとっても現在地から、方角に合わせた地図情報（今回は道路のみ）を即時に表示できるLEDディスプレイを開発した。表示部を点図に変更すれば、白杖に加えて視覚障害者の単独歩行をより確実なものにすることが可能である。

研究成果の概要（英文）：We have developed a prototype of a small tactile map system that converts map information acquired from a mobile information terminal into tactile map information. Using this system, objects can be identified by focusing on the colors of roads and buildings on a map acquired from a mobile information terminal, and information on roads and directions in the current location can be immediately displayed on an LED display based on the binarized information. The basic technology has been completed by the final year of the project, and we are planning to link the various parts as soon as possible to enhance their functions, and conduct operational and demonstration tests of the entire system.

研究分野：福祉工学、医用工学

キーワード：視覚障害者 触知図 電子マップ 携帯情報端末 歩行支援

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

### 1. 研究開始当初の背景

厚生労働省の調査によると、日本全国の視覚障害者数は約 31 万人に上る。視力を矯正しても十分に回復しない弱視者を含めると、その数は 160 万人を超える。空間情報の把握に制限が伴う視覚障害者の歩行には、一歩先（約 1m）の路面情報を触擦するための白杖と触覚により空間認識を行うための触地図が必要不可欠である。すでに白杖に関する研究においては様々な研究が進められており、多種のセンサを用いることで単独歩行に関する試みがされている。健常者が携帯情報端末から取得した地図において行先を検索して目的に向かうように、視覚障害者にとっても現在地から、方向に合わせた触地図を即時に表示できる触地図ディスプレイを開発できれば、白杖に加えて視覚障害者の単独歩行をより確実なものにすることができると考えた。

### 2. 研究の目的

代表者は、携帯情報端末と連携した触地図情報の表示デバイスを試作しており、表示デバイスとして視覚的に理解しやすいLEDマトリックスを使用していた。市販されている点図セルを用いることで、他研究にない携帯情報端末から取得した地図情報と連動する新しい触地図システムを構築する。加えて、現在地を中心として方向を考

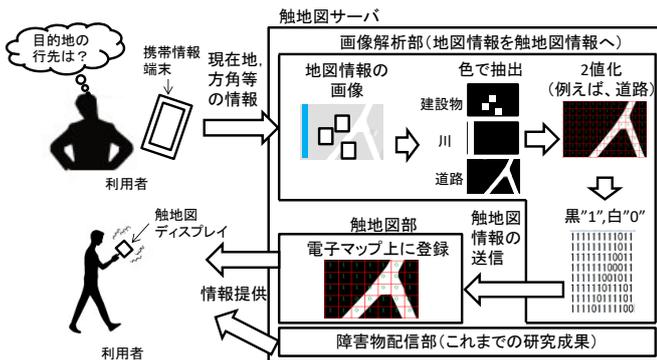


図1 提案するシステムの全体像

慮した触地図情報を提供し、地図情報によって即時に変化する触地図システムを構築する。得られた情報は、本研究室の成果である障害物通知システムにおける電子マップ上に付加し、初めて通路を歩行する利用者が障害物に関するアナウンスとともに、触地図により空間情報を把握できるような情報共有システムを構築する。

### 3. 研究の方法

本研究で構築するシステムは、携帯情報端末と連携した触地図ディスプレイと触地図情報を生成、登録、配信する触地図サーバから構成される。触地図ディスプレイは、(1)触地図を認識するための最適な点図幅の決定、触地図ディスプレイに表示する情報と操作方法の検討、(2)地図情報によって可変する触地図ディスプレイの製作、(3)携帯情報端末で表示する触地図アプリの制作と視覚障害者に特化した操作性を持つ機能追加を行う。地図情報を配信する触地図サーバでは、(4)現在地の地図から触地図情報を生成、登録、配信する電子マップサーバの構築を行う。その後、システムの運用実験と実証試験を行うことで、本システムの有用性を評価する。

### 4. 研究成果

#### (1)最適な点図幅の決定と、触地図ディスプレイに表示する情報と操作方法の検討

福井県越前市社会福祉法人光道園の歩行訓練士及び視覚障害者(弱視)にインタビューを行った。詳細な地図情報は情報過多になる可能性があり、情報の間引きができる点図セル幅 2.4 mm を採用した。また、本システムは実際の利用者を想定し、次の仕様で構築することとなった。①屋外での使用を想定、②特に通勤等の「家から目的地へ」を原則とする。③利用者のいる場所は分かりやすく表現する。④凹凸表示は、ON/OFF の 2 状態で表現する。⑤表示速さは重視しない。⑥停止状態での地図確認を原則とする。歩行時の安全を確保することから移動しながらの地図確認はしない。⑦駆動時間は 0.5~1.0h 程度とする。帰宅後、毎回充電することを前提とする。

⑧方角の表示。⑨音声案内機能の搭載。⑩デバイスサイズより表示画素数を優先する。以後、この条件を参考にして触地図ディスプレイの製作と電子マップサーバの構築を行う。

### (2) 地図情報によって可変する触地図ディスプレイの製作

触地図ディスプレイは、市販点図セルを用いる予定であったが、デバッグ作業の容易さと費用の面からLEDアレイを自作することにした。製作されたLEDアレイのドット数は $32 \times 48 = 1536$ ドットであり、この数のLEDを用いたLEDディスプレイを製作した。しかし、1536個ものLEDを用いたディスプレイを正確に製作することは困難であり、ディスプレイの製作後に不具合が多発した。そのため、市販LEDディスプレイを用いて触地図情報の表示を行う方針とした。

試作段階では、携帯情報端末が現在地周辺の地図の読み込みと触地図情報への変換を行い、Arduinoによりその情報を受け取る。そして、ArduinoがLEDディスプレイを制御してその触地図情報を表示することとした。また、このLEDディスプレイ用の外部電源として、持ち運びが可能で容易に入手できるモバイルバッテリーを採用した。

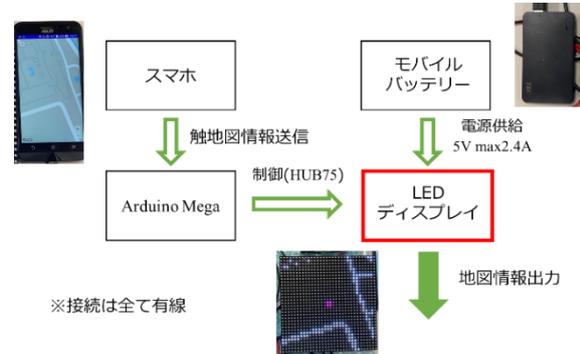


図2 システムの構成図

### (3) 携帯情報端末で動作する触地図アプリの制作

触地図アプリは、携帯情報端末のGPS機能を利用して位置情報を取得した。位置情報に変化が生じる可能性があるため、数秒間隔で更新する。位置情報に変化が生じた場合、携帯情報端末のアプリ画面を画像として抽出する。その後、必要な画像範囲をトリミングして二値化処理を加え、市販ディスプレイのピン数（ $32 \times 32$ 、ディスプレイのサイズの関係で上下8ドット分を切り取ったもの）に合わせて分割を行う。分割処理では、1マス毎に80%以上白色ならば「1」、そうでなければ「0」に変換し、地図配列を生成する。本研究では、視覚障害者にとって歩行する上で最重要となる道路を対象とした。この他に触地図アプリの改良として、地磁気センサと加速度センサを使うことで地図の向きと携帯情報端末の方角を同期させる機能の追加や道路名や建物名などのラベルが含まれた地図画像を使用したときの道路抽出の最適化、触地図情報への変換方法の改善を行った。

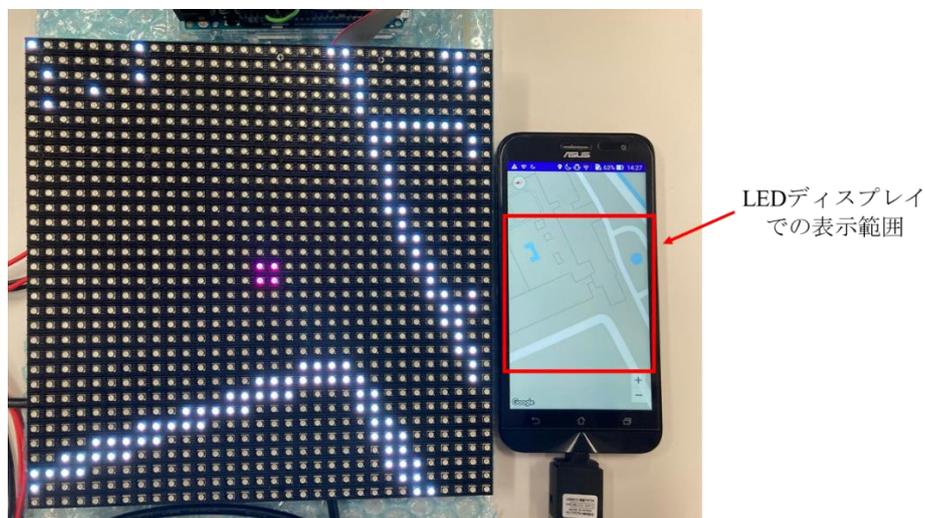


図3 地図の表示（中心が現在地（赤丸）になるように設定）

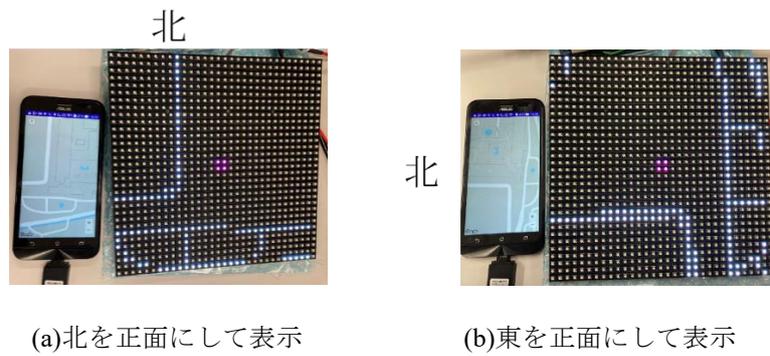


図4 方角機能の動作実験

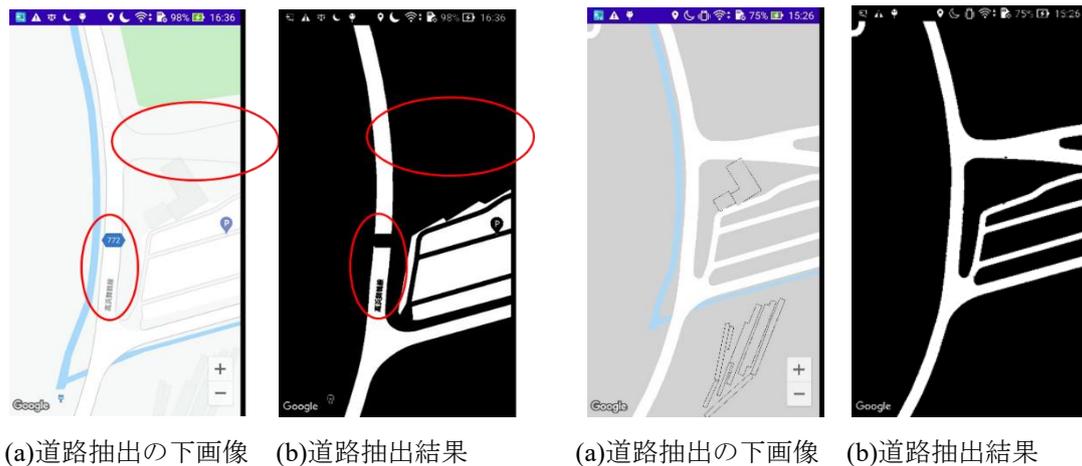


図5 道路抽出の失敗例

図6 最適化後の道路抽出

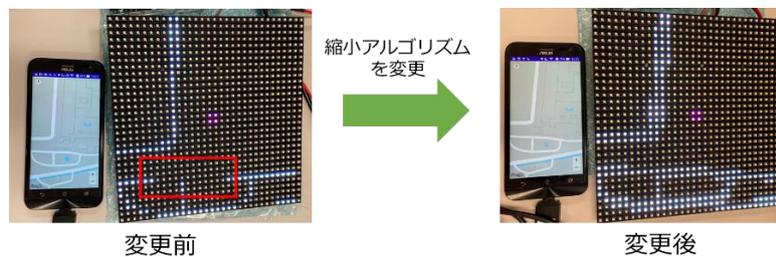


図7 触地図データ変換方法の改良

#### (4) 実証試験の準備のための聞き取り調査

実証試験の準備のため、舞鶴市身体障害者団体連合会に視覚障害者の日常生活について聞き取り調査を行った。歩行時には足元から1 m先の障害物や顔の高さの障害物が検知できず危険であるという意見があった。それをもとに、視覚障害者が触地図を使い、歩行することを考えると、小型・軽量の歩行支援装置の開発も検討する必要があると考えたため、関連した研究として2つの装置開発を行った。①障害物の距離によって通知音が変わる小型・軽量の障害物検知装置身に着けても違和感がないような小型・軽量で、前方上部の障害物も検知して通知する超音波を利用した障害物検知装置の開発を行った。②携帯情報端末を活用した視覚障害者向け障害物検出システム ToFカメラを含む高性能なカメラ群を搭載した携帯情報端末に着目し、それを活用した3次元的な障害物検出システムを構築した。

全体システムの運用試験と実証試験を行うための準備を進めていたが、各技術の細部にこだわったため、一部のシステムの開発やアプリ機能の実装、サーバへの機能の追加に手が付けられていない。最終年度までに基礎技術は完成しているが、今後は早急に各部の機能の充実化を目指

すとともに連結し、全体システムの運用試験と実証試験を行う予定である。



図 8 開発した障害物検知装置の一例

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1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 森田光明、丹下裕、片山英昭	4. 巻 25
2. 論文標題 深度センサ搭載のスマートフォンを活用した視覚障害者向け障害物検出システムの開発	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本福祉工学会誌	6. 最初と最後の頁 22-28
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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10件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 森田光明、丹下裕
2. 発表標題 深度センサ搭載のスマートフォンを活用した視覚障害者向け障害物検出システムの開発
3. 学会等名 日本福祉工学会九州支部大会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森田光明、丹下裕
2. 発表標題 スマートフォンを活用した視覚障害者向け障害物検出システムの開発
3. 学会等名 第6回日本福祉工学会九州支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中島滉太、片山英昭、丹下裕、森健太郎
2. 発表標題 スマートフォンによる歩行者用信号機検出の基礎研究
3. 学会等名 第29回視覚障害リハビリテーション研究発表大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Tange, T. Konishi and H. Katayama
2. 発表標題 Development of a New Detection System for Overhead Obstacles
3. 学会等名 2020 IEEE 2nd Global Conference on Life Science and Technologies (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 丹下裕, 片山英昭
2. 発表標題 視覚障害者の単独歩行を支援する静止障害物検出のための超音波白杖の開発
3. 学会等名 地域ケアリング
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 片山英昭, 小柴雄輝, 杉山聡一郎, 丹下裕
2. 発表標題 小型デバイスを用いた歩行者支援システムの性能評価
3. 学会等名 第28回視覚障害リハビリテーション研究発表大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 丹下裕, 荒木雄斗, 吉田海斗, 片山英昭
2. 発表標題 地図情報によって即時に変化する小型触地図システムのための触地図情報の生成
3. 学会等名 第28回視覚障害リハビリテーション研究発表大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y.Tange, T. Konishi and H. Katayama
2. 発表標題 Development of Vertical Obstacle Detection System for Visually Impaired Individuals
3. 学会等名 7th ACIS International Conference on Applied Computing & Information Technology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荒木雄斗, 吉田海斗, 丹下裕, 片山英昭
2. 発表標題 視覚障害者のための小型触地図システムの開発
3. 学会等名 平成30年度高専卒業研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田海斗, 荒木雄斗, 島田蒼夜, 丹下裕, 片山英昭
2. 発表標題 地図情報によって可変する触地図システムの試作
3. 学会等名 電子情報通信学会2018年ソサイエティ大会
4. 発表年 2018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
研究分担者	片山 英昭  (Katayama Hideaki)  (30280407)	舞鶴工業高等専門学校・その他部局等・教授   (54301)	

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
---------	---------