

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 23 日現在

機関番号：12103

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25560101

研究課題名(和文) 触地図とオンライン地図との情報共有化手法の提案

研究課題名(英文) Proposal for Synchronization and Sharing Information between Tactile and Online Maps

研究代表者

巽 久行 (TATSUMI, Hisayuki)

筑波技術大学・保健科学部・教授

研究者番号：30188271

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、触地図をオンライン地図のような情報を引き出す利用形態にすることを目標としている。すなわち、オンライン地図から道路情報のみを抽出したベクトルデータ型の触地図を作成して、元のオンライン地図と触地図との間で情報の共有化を図る。触地図上の触指位置の検出は電子ペンの技術を用いることで、触地図とオンライン地図の位置が同期されて、全盲者でもオンライン地図の便利な機能や情報提供を受けることが可能となる。

研究成果の概要(英文)：We describe a method of sharing information between a tactile-map on paper and an online-map on the information terminal (e.g., tablet computer), by using "digital pen" technology which is used as an input method of hand-written characters. Our method is based on synchronizing the location of contact point on the tactile-map with the corresponding point on the online-map achieved through the following steps: 1) Create a road-only tactile map in SVG (scalable vector graphics) from the target online-map and copy it onto a tactile paper, 2) Point on the tactile-map by digital pen. Then, the coordinates of the contact point is synchronized by the digital pen synchronization mechanism and mapped onto the corresponding location in the online-map (a calibration is done beforehand between the maps using SVG facility). Thus, various information of the online-map can be provided to the visually impaired user in the text form from the online-map database in the similar way as to the sighted user.

研究分野：情報学

キーワード：視覚障害補償 触地図 オンライン地図 情報共有化 移動支援

## 1. 研究開始当初の背景

視覚障害者は、晴眼者（視覚に障害のない者）であれば誰もがパソコンや携帯端末で利用するオンライン地図などの便利な機能を使うことが難しい。近年、iPadのようなタブレット型パソコンに、便利な拡大操作や画面読み上げ操作といった視覚障害者向けのアクセシビリティ機能が充実した結果、弱視者はオンライン地図から晴眼者に近い地図情報の機能を使うことが可能となったが、強度の弱視者を含む全盲者は未だ恩恵に与っておらず、主に触地図（触って読み取る地図）に頼っている。

触地図の作成は、これまで視覚障害系支援団体等の晴眼者が個々の手作業で行ってきたが、現在では新潟大学工学部から、視覚障害者自身が Web で自動作成できるサービスも提供されている (<http://tmacs.eng.niigata-u.ac.jp/tmacs-dev/>)。また、視覚障害者が GPS 測位情報による位置検索を行うことができる GPS ナビも商品化されている (<http://www.extra.co.jp/sense/gpsnavi.html>)。

本研究は、これらを合わせたような利用形態、すなわち、オンライン地図と触地図との間で情報の共有化を図るとというのが当初の着想である。すなわち、視覚障害者が歩行時に触地図とオンライン地図を同期させて、触地図上の触指位置から、オンライン地図の便利な機能や情報を、晴眼者と同様に直接受けられることを目標とした。

## 2. 研究の目的

地理情報システムの発達により、誰もが手軽にパソコンや携帯端末などで、オンライン地図（例えば、グーグルマップやヤフーマップ等）を利用することができる。しかしながら、視覚障害者が使う触地図は、オンライン地図のような手軽に情報を引き出す利用形態にはない。本研究は、オンライン地図から道路情報のみを抽出してベクトルデータ型の簡易触地図を作成すること、および、元のオンライン地図と簡易触地図との間で情報の共有化を図ることを目的とする。触地図上の触指位置の検出方法は幾つか考えられるが（例えば、赤外線・超音波法、ドットパターン法、もしくは光学的手法など）、いずれかの方法を利用して、触地図とオンライン地図の位置を同期させて、視覚障害者でもオンライン地図の便利な機能や情報支援を受けられるようにする。

## 3. 研究の方法

研究課題を遂行するために設定した中間目標は、(a) オンライン地図から道路情報のみを抽出してベクトルデータ型簡易触地図を作成すること、(b) その触地図を自己メンテナンス型にすること、(c) 触地図上の触指位置の検出、(d) ベクター型触地図とオンライン地図の位置同期を図ること、の4項目で

ある。このうち、項目(a)と項目(b)を平成25年度に、項目(c)と項目(d)を平成26年度に、それぞれ達成する研究計画とした。項目(a)については、オンライン地図の文字領域の抽出（切り出した情報は文字認識処理を行って音声化のテキスト情報とする）を行うこと、および、地図記号（病院、学校、他）とアイコン記号（信号、コンビニ、他）の抽出と画像領域の分離を行うこと、項目(b)については、編集作業が容易なエディタ機能を付加すること、項目(c)については、赤外線・超音波法、ドットパターン法、光学的手法などを検討すること、項目(d)については、共有化インタフェースを設計すること、などである。

### (1) 平成25年度

#### ① 項目(a)（ベクター型簡易触地図）

ベクトルデータ型地図は、その編集やインターネット上での共有に向いており、テキスト集合であるので触地図に転用することも簡単である。以下に、触地図作成に必要な手続きを列挙する。

- ・オンライン地図のダウンロード画像から、文字領域の抽出、地図記号とアイコン記号の抽出を行い、道路領域を判定して道路情報を抜き出す（道路抽出）。
- ・道路情報の画像を SVG ファイルに変換する（この際、スプライン関数などを用いて整形せず、処理速度を重視して点集合で扱う）。文字認識された文字列、および、地図記号とアイコン記号などは説明をテキスト化し、音声化ファイルに蓄える。

#### ② 項目(b)（自己メンテナンス仕様）

触地図を作成する際、地図データ内で視覚障害者に必要なものを取り出して（すなわち、差分して）、触地図データを共有する。個人のランドマーク情報を切り離すことで、用途にあった触地図を作成することができる（個人のランドマーク情報を含んだ触地図は利用しにくい）。共有する触地図データは様々な用途への触地図作成が可能のように、編集作業が容易な自己メンテナンス型にする方が利便性も高い。個人用途の触地図作成は、自分用のランドマーク情報を挿入できることが必要であり、この意味で編集作業が容易な自己メンテナンス型で、かつ、地図エディタ機能もシステムに含めることが望ましい。

### (2) 平成26年度

#### ① 項目(c)（触指位置検出）

触指位置の検出は、電子ペン（デジタルペンとも呼ばれる、手書きの文字や図形を画像データとしてパソコンなどに取り込む文具）で使われている筆位置測定の原理を利用する。その方法として代表的なものは、赤外線・超音波法（音と光の時間差で位置を同定）、ドットパターン法（紙に印刷された特殊なドットパターンを読んで位置を同定）、光学的手法（マーカーを認識して位置を同定）の、3つ

である。我々は、触指位置検出器が試作可能ならば赤外線・超音波法で、試作不可能ならば光学的手法で、実現することとした。

## ② 項目(d) (位置同期)

触地図とオンライン地図の位置同期は、触地図の指定した位置を触指することで行う。共有化インタフェースにより、触指位置をマウス位置として機能させることで、触地図上に様々な機能ボタンも設置できる。

## 4. 研究成果

### (1) システムの概要

視覚障害者にとって触地図は、触って全体的な位置関係が理解できる利点はあるものの、実際の歩行では、現在地の不安、目的地方向の不安、移動している経路が正しいかどうかの不安、距離感がつかめない不安、などがある。我々が考察している触地図とオンライン地図との情報共有化とは、次の2つのステップからなるものである。

#### ① 触地図の作成 (歩行前)

(ア) 必要とするオンライン地図 (Online-Map, O と略記する) を指定する。

(イ) オンライン地図 O の画像から、道路の抜き出し (道路抽出) と、道路以外の情報の抜き出し (情報抽出) を行う。

(ウ) 抽出した道路画像を、ベクトルデータ型画像 (例えば、スケーラブル・ベクター・グラフィックス画像: SVG と記す) に変換し、そこから簡易な触地図 (Tactile-Map, T と略記する) を作成する。

このステップの概略を図1に示す。

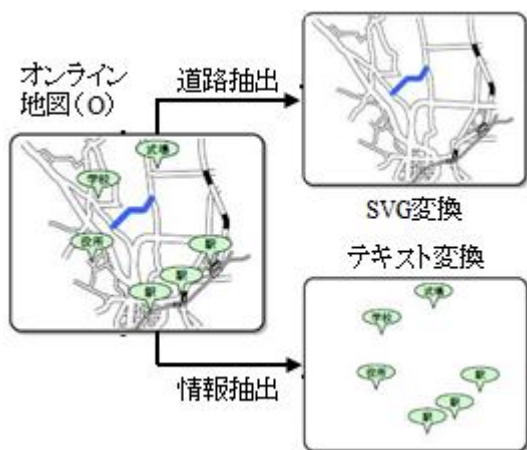


図1. 触地図の作成

#### ② 地図の共有化 (歩行時)

(ア) タブレット上のオンライン地図 O と触地図 T を同期させる。

(イ) 触地図 T 上の、触指位置を検出する。

(ウ) 触指位置に対応したオンライン地図 O 上の地点 (タブレット上ではカーソル位置に

相応) から、必要な情報を受け取る。

例えば、

- ・現在地点 (GPS 測位情報)、
  - ・目的地方向 (デジタルコンパス情報)、
  - ・移動経路 (経路探索, 結果を音声案内)、
  - ・距離感覚 (距離計算, 結果を音声案内)、
  - ・施設情報 (データベースから情報提供)、
- などである。

施設情報は、点字ブロックの有無、音声付き信号の有無、標識やランドマーク、トイレ情報 (コンビニなどの場所)、地下鉄の出入り口などである。このステップの概略を図2に示す。

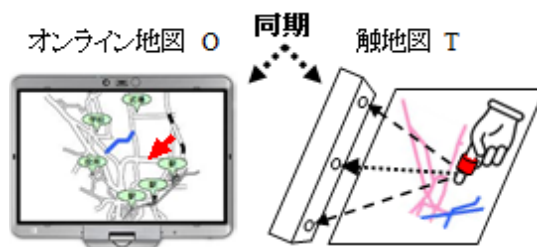


図2. 地図の共有化

#### (2) 触地図の作成

オンライン地図から道路情報を抽出してベクトルデータ型の簡易触地図を作成すること、および、抽出されたテキスト情報は編集可能な自己メンテナンス型にすること、を述べる。

最初に、オンライン地図から道路情報を抽出するのは、オンライン地図に用意されているプログラミングインタフェース (API) 等を使うことができれば簡単である。グーグルマップを例にとると、Google Maps API を使えば、簡単な Javascript プログラムで記述できる。その手順は、以下ようになる。

##### ① 初期化 (地図の表示)

- ・経度と緯度などの指定, オプションの指定 (ズーム倍率, 中心座標など)、
- ・地図オブジェクトの生成。

##### ② 表示スタイル

- ・文字などの表示と非表示, 色の変化 (道路など)。

##### ③ 地図の移動

- ・経度と緯度などの取得, Circle などの初期設定と作成。

図3は、研究代表者が所属している大学 (筑波技術大学春日キャンパス, 図中の赤丸印) とつくば駅 (図中の青丸印) を表示したグーグルマップである。このオブジェクトから表示スタイルを変化させて、道路の抽出と、道路以外の情報を抽出したものを、図4に示す。抽出した道路画像をベクトルデータ型画像にするのは、単純な方法 (点集合のみの処理) を採用している。

我々は過去に、SVG を用いて地図画像ファイルに音声テキストを埋め込むという、視覚



図3. オンライン地図(つくば駅周辺)

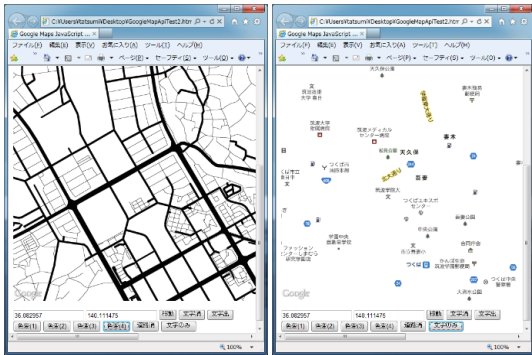


図4. 情報抽出(左:道路, 右:道路以外)

障害者のための“音声地図”の作成を行った経験がある。ベクトルデータ地図にする理由は、元のオンライン地図と、作成する触地図との間で、拡大・縮小率を計算できるようにするためである(また、SVGはXMLで記述されているので、インターネットとの利便性も良い)。ベクター画像を触地図にするには、カプセルペーパーと呼ばれる特殊な紙(定着したトナーが熱で発泡して盛り上がり、点や線が触知できる紙)に触地図の原図をコピーして、立体コピー作成機(例えば、ISK社のPIAFなど)で熱を加えればよい。もしくは、点図プリンタ(例えば、ViewPlas社のEmprint SpotDotなど)で作成することもできる。

我々はオンライン地図と同期させるので、触地図は最低限の道路情報のみで(この理由から簡易触地図と呼んでいる)、他の情報はテキスト化して、編集可能なデータベースに蓄えて、音声での情報保障に利用する。抽出したデータを自己メンテナンス型にする理由は、通常のオンライン地図に載っていない点字ブロックや音声付きの交差点信号などの情報を書き加えるためである。

### (3) 地図の共有化

簡易触地図上の触指位置を検出して、簡易触地図とオンライン地図の位置を同期する

こと、および、簡易触地図上でオンライン地図情報の支援を得るための各種機能を実現すること、を述べる。

最初に、触指位置の検出であるが、我々は指サック型の触指位置検出機器を作成することを目指していたが、その予備実験として、電子ペンで使われている筆位置測定の原理を利用している。電子ペンの筆位置検出は大別すると、赤外線・超音波法(ペン先から出る超音波と光の時間差で位置を同定する)、ドットパターン法(ペン先の小型カメラで紙に印刷された特殊なドットパターンを読んで筆位置を同定する。スウェーデンのアノト社の特許が有名)、光学的手法(多くは高性能カメラがマーカーを認識して位置を同定する)などが挙げられる。

本研究では、カプセルペーパーなどを使って触地図にすること、また、プログラミングで作成できる触指位置の検出を行いたいことから、赤外線・超音波法を採用している。赤外線・超音波法の原理は、筆圧で電子ペンのスイッチが入ると、ペン先から赤外線と超音波の二種類の信号が発信され、先に届いた赤外線センサーの時刻を起点に超音波の到達時間を測定する。二か所に設置された超音波センサーまでの距離は、到達時間×音速で計算できるので、三角測量の原理から筆位置が同定できる。

実験で使用した電子ペン(ペンテル社のAirPen)のソフトウェア開発キット(SDK, Software Development Kit)等は、イスラエルのペガサステクノロジーズ社からダウンロードできる。本研究ではWindowsタブレットを用いているので、Microsoft社のドットネットフレームワーク(.NET Framework)用SDKサンプルをもとにC#言語で開発を行った。

基本的に電子ペンの操作は、コンポーネント(pegasusPen)をフォームに貼り付けることで行える。ペン先は2次元座標として得られる(引数Pegasus.Library.PenEventArgsのe.Locationの値である)ので、この座標を使ってタブレット上の地図に描画(我々の目的では触指位置の検出)が行える。

試作したシステムでは、触地図の原図であるオンライン地図画像を読み込み、サイズを調整して触地図とタブレット上のオンライン地図との間でペン位置(触指位置)のキャリブレーションを行っている。画像サイズの変更量問題などで、長く使用すると多少、触地図とタブレット上のオンライン地図との位置にズレが生じるが、人間の触指行為はかなり精度が低いので、現時点では大きな問題にはなっていない(再キャリブレーションで解決可能である)。作成したプログラムの構成は以下の通りである。

### ① 初期化(描画準備)

- ・ウィンドウサイズや位置、倍率の指定、
- ・コンストラクタの生成(電子ペンの使用開始)。



## ② イベント処理

- ・ウィンドウのサイズが変更されたときの処理,
- ・ペンに接続したときの処理,
- ・ペンの書き初め（紙に触れたときなど）の処理,
- ・ペンの移動（書いている最中）の処理,
- ・高品質な描画の処理（拡大や回転などの処理),
- ・レンダリング時などのピクセルオフセット処理,
- ・ペンの書き終り（紙から離れたとき）の処理。

## ③ 再描画

- ・変更後の画像サイズと位置の計算,
- ・画像の位置変換，地図の表示。

図5に、電子ペンの描画（触指位置の検出）の様子を示す。同図において、赤丸画面内の青い線がペンの軌跡（触指の軌跡）である。



図5. 描画（触指位置の検出）

ディスプレイに触知出力機能があればオンライン地図を直接操作できるが、現状では触地図と同等の触知感覚を出力することは非常に困難な問題である。

### (4) 触地図の情報

オンライン地図の位置（経度，緯度）と簡易触地図の位置（2次元座標）は同期されており，触地図の触指位置からオンライン地図の位置情報を引き出すことができる。オンライン地図から簡易触地図を作る際に，道路以外の情報はテキスト化されて，データベースに蓄えられる。通常，オンライン地図に載っている情報は，場所の名称，道路の名称，鉄道の名称などである。しかし，視覚障害者が必要とする情報は，信号（一般信号，音声信号），タクシー乗り場，バス停，踏切，横断歩道，福祉施設等であり，これらの足りない情報は追加編集する必要がある。

触地図の作成は，以前は視覚障害支援団体等の個人が手作業で行っていたが，近年では国土地理院の触地図原稿作成システムの利用や，先にも述べたとおり，新潟大学工学部から視覚障害者自身がWebで自動作成できるサービスが提供されている。図6は，国土地理院の触地図原稿作成システムで作られた触地図原稿である。この図を見ると分かるように，道路（3種類の実線），鉄道（点線），

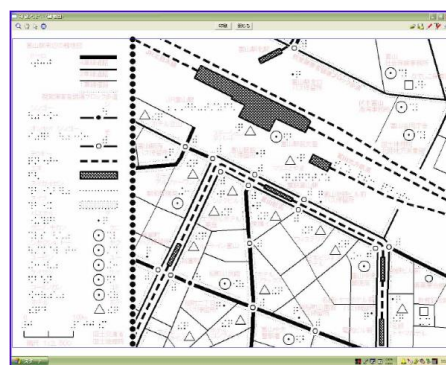


図6. 通常の触地図

信号（白丸は音声信号，黒丸は一般信号），ランドマーク（中点のある白丸は公共施設，三角は民間施設，四角は学校等）が，点字と共に描かれている。

我々が目標とする簡易触地図は道路情報のみであり，その他の情報はオンライン地図や自己メンテナンス型のデータベースから引いてくるが，特に，視覚障害者の要求に特化したもの（信号，横断歩道，点字ブロック等）がデータベースに必要である。現在，そのような情報を収集する手法を考えているが，基本的にはオンライン上の情報から抽出するという考えで行っている。

図7に，オンライン情報（例として，グーグルマップのストリートビュー）をもとに，特定物体認識のアルゴリズムとして有名なSURF（Speeded Up Robust Features）法を用いて検出した横断歩道の例を示す。現在，実験中であり，抽出精度も悪いが，位置情報（経度，緯度）検出のみに限れば実現の可能性があると考えている（これは広い意味で，視覚障害者の移動支援を目的としたビックデータからの情報抽出である）。また，オンラインマップ上では道路として重要視されないが，歩行にとって大切な道（歩行者専用の遊歩道など）の検出も必要である。



図7. 横断歩道の検出

最後に，触地図上でのオンライン地図情報支援であるが，両地図はベクトルデータで設計されているので，触指移動が実際の距離に換算できること，GPS情報から現在位置の触指に誘導できること，移動方向も目的地の

方向も、また、経路の正しさの保障も、さらには、ネットワークにつなげることで遠隔地から移動の監視の指示も行うことができる。すなわち、両地図は共有化されているので、触指位置がマウス位置として機能させることも可能である。

本研究は、視覚障害者も地理情報システムやオンライン地図等の情報支援が受けられることを目指すものであり、視覚障害における新たな歩行支援に展開できる技術になり得ると考えている。

## 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 Hisayuki TATSUMI, Yasuyuki MURAI, Iwao SEKITA, Masahiro MIYAKAWA: Synchronization and Sharing Information of Tactile Map with Online Map --- An Online Navigation Tool for the Visually Impaired ---, Proc. 2015 IEEE Int. Conf. on Systems, Man and Cybernetics, 査読有, 2015 (Accepted).
- ② 巽久行, 村井保之, 関田巖, 宮川正弘: 触地図とオンライン地図との情報共有化の提案, 筑波技術大学テクノレポート, 査読有, Vol. 22, No. 1, pp. 1-5, 2014. <http://www.tsukuba-tech.ac.jp/repo/dspace/handle/10460/1266>
- ③ 巽久行, 村井保之: 補視器への挑戦 --- 弱視力および狭視野を補償する機器の開発, 筑波技術大学テクノレポート, 査読有, Vol. 21, No. 1, pp. 128-130, 2013. <http://www.tsukuba-tech.ac.jp/repo/dspace/handle/10460/1214>

[学会発表] (計6件)

- ① 巽久行: 図形情報触知のための触指位置軌跡 --- 触知による図形イメージ取得の解明を目指して ---, 電子情報通信学会第1種研究会・第78回福祉情報工学研究会, 2015年3月13日, 筑波技術大学(茨城県つくば市).
- ② 巽久行: 視覚障害補償のための触指位置の検出と情報共有, 電子情報通信学会第2種研究会, 第28回多値論理とその応用研究会, 2015年1月10日, てんぷす那覇(沖縄県那覇市).
- ③ 巽久行: オンライン地図の触図化と位置情報共有による移動支援, 第30回ヒューマンインタフェースシンポジウム(HIS2015), 2014年9月12日, 京都工芸繊維大学(京都府京都市).
- ④ 巽久行: 視覚障害者のためのオンライン地図情報を利用した触地図移動, 第13回情報科学技術フォーラム(FIT2014), 2014年9月4日, 筑波大学(茨城県つくば市).

- ⑤ 巽久行: オンライン地図と情報を共有したナビゲーション触地図の開発, 第30回ファジィシステムシンポジウム(FSS2014), 2014年9月2日, 高知城ホール(高知県高知市).
- ⑥ 巽久行: 触地図とオンライン地図との情報共有化手法, 第12回情報科学技術フォーラム(FIT2013), 2013年9月6日, 鳥取大学(鳥取県鳥取市).

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

巽 久行 (TATSUMI, Hisayuki)  
筑波技術大学・保健科学部・教授  
研究者番号: 30188271

### (2) 研究分担者

宮川 正弘 (MIYAKAWA, Masahiro)  
筑波技術大学・名誉教授  
研究者番号: 70248748

### (3) 連携研究者

村井 保之 (MURAI, Yasuyuki)  
日本薬科大学・薬学部・准教授  
研究者番号: 30373054

関田 巖 (SEKITA, Iwao)  
筑波技術大学・保健科学部・教授  
研究者番号: 40357322