

機関番号：13101

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20300200

研究課題名（和文） 触知しやすい触図作成支援システムの開発に関する研究

研究課題名（英文） Research on the development of a tactile graphics creation system which produces tactually easy-to-understand graphics

研究代表者

渡辺 哲也（WATANABE TETSUYA）

新潟大学・自然科学系・准教授

研究者番号：10342958

研究成果の概要（和文）：任意の住所を入力するだけで視覚障害者向けの触地図を自動的に作成するシステムを開発した。その操作実験により、視覚障害者自身が触地図を作成できることを確認した。他方で、触地図の評価では、道路や店舗・施設の情報不足が指摘された。そこで、情報の豊富な商用の地図データを導入し、これに応じたシステムの改変を行った。新しいシステムで作成した触地図を用いた歩行実験により、触地図が視覚障害者の単独歩行の支援において有効であることを示した。

研究成果の概要（英文）：We have developed a Web application system which enables blind persons to produce tactile maps of arbitrary locations in Japan just by inputting target locations. An experiment showed that blind computer users can create tactile maps by themselves with this system. At the same time, potential blind users raised a few problems on the tactile maps such as lack of some roads, shops and facilities. Some of these problems were solved by introducing commercial digital map database and revising the system. A walking experiment using new tactile maps showed the effectiveness of the revised system.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	4,700,000	1,410,000	6,110,000
2009年度	4,500,000	1,350,000	5,850,000
2010年度	3,500,000	1,050,000	4,550,000
総計	12,700,000	3,810,000	16,510,000

研究分野：福祉工学、視覚障害者支援、触知覚

科研費の分科・細目：人間医工学、リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：視覚障害者、触地図、触知覚、立体コピー、点図、GIS、触図ガイドライン

## 1. 研究開始当初の背景

ICT の発展と視覚障害者用機器・ソフトの開発により視覚障害者の文字処理環境は四半世紀前と比べて格段に向上し、文書情報の入手と作成・発信が独力で可能となった。しかしながら図形情報に関しては、供給される触図が少なく、また視覚障害者自身が触図を作成する立場にないなど、視覚障害者が図形情報に自由にアクセスできる状況であるとは言い難い。そこで、現状を改善するためのシステム開発に取り組む。

## 2. 研究の目的

本研究では、(1)視覚障害者にとって触知しやすい触図を、(2)健常者が手軽に作成でき、(3)視覚障害者自身もその作成に関与できる触図作成支援システムの開発を目指す。

目的(1)で触知しやすさを研究する理由は、従来、個別の触知記号の触知覚に関する研究は多いが、複数の記号を含む実的な触図における記号の触知しやすさについては実証データが少ないためである。

(2)、(3)のシステムは、グラフや地図の触図を半自動的に作成できる機能を持たせることで、健常者と視覚障害者の両者にとって触地図の作成を容易にする。これにより、供給される触図の種類と量を格段に増加させる。

### 3. 研究の方法

視覚障害者のニーズを聞き（下の(1)）、これに応じたシステムの開発を行い（同(2)）、システムの操作性や触地図の有効性を各種実験（同(3)、(8)、(9)）と試用討論会で評価した（同(4)）。評価結果にもとづいてシステムの修正を行った（同(5)～(7)）。このサイクルを繰り返して研究開発を進めた。

#### (1) 研究談話会の開催

研究の方向性を得るため、視覚障害者とその支援者、研究者を対象とした研究談話会「視覚障害者と触地図」を研究期間の初年度に開催した。6人の専門家に講演していただいた後、聴講者を交えて討論をした。

#### (2) 触地図自動作成システムの開発

携行可能な触地図へのニーズを受けて、触地図自動作成システムを開発することとした。システムの要件は次の4点である。

第1に、誰もがいつでも、どこからでも使えるように、Webアプリケーションとする。

第2に、視覚障害者が操作できるようWebアクセシビリティを確保する。

第3に、操作を半自動化することで、支援者及び視覚障害者の操作を容易にする。

第4に、触地図は、点字プリンタより安価な立体コピーで作成する。

Linux上にシステムを構築した。地図データの検索にはPostgreSQLを用い、地図画像の作成にはMapServerを用いた。数値地図データは国土地理院の2万5千分の1データをもとにした製品を使用した。ジオコーディングにはGoogle Maps APIを、自動点訳にはeBrailleを使うなど、インターネット上のサービスを活用した。システム概念図を図1に示す。

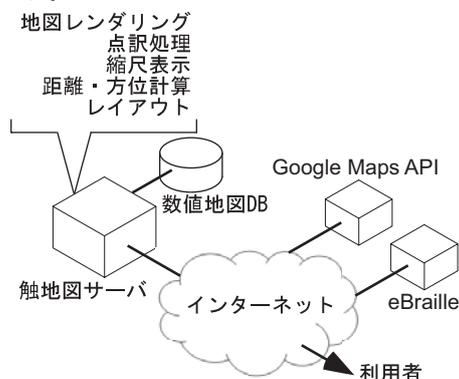


図1 システムの概念図

#### (3) システムの操作実験

日常的にスクリーンリーダでインターネットにアクセスしている視覚障害者3人にシステム操作実験に参加してもらった。

はじめに、立体コピー用紙の印刷面を触覚で弁別してもらった。次に、触地図自動作成システムを使って触地図を作ってもらい、操作上の問題の有無を調べ、問題があった場合はその操作工程と内容を特定した。

#### (4) 触地図の評価

触地図ワークショップを開催し、これに参加した視覚障害者5人から、システムで作成した触地図に対して意見を聞き、整理した。

#### (5) ランドマーク出力機能の開発

触地図に対する要望（4. 研究成果の(4)①、②）に対応するため、詳細な道路情報や施設・店舗情報等を含む商用の地図データを導入し、これらの情報を表示するようにシステムを改変した。

#### (6) 経路情報に絞った触地図の簡略化

触地図上での経路探索を容易にするため、最短経路検索を行い、その経路周辺のみ画像を残して他を消去する方法で経路情報に絞った触地図を作成できるようにした。

#### (7) 点図触地図作成機能の開発

利用者の要望に応じて、点図による触地図出力機能を開発することとした。MapServerで触地図画像を作成する際に点線を描くことで点図上の点を作成した。点字プリンタの3種類のサイズの点を打ち分けるため、作図の際にプリンタの点の種類ごとに図中の点の色を変えた。プログラムは、Microsoft Visual Studio 2003.NETを用いて開発した。

#### (8) 触地図における触知記号の探索実験

出発地と目的地を表す触知記号を地図内から探す時間に触知ガイドや座標が及ぼす影響を調べるため、触知実験を行った。

実験には、高齢4人、若年4人合計8人の視覚障害者に参加してもらった。実験では、触知ガイドまたは座標がある地図とない地図とで探索にかかる時間を計測・比較した。立体コピーによる触地図では触知ガイドの有効性を調べ、点図触地図では座標の有効性を調べた。地図で用いた線記号や面記号の識別性についてもアンケート形式で調べた。

#### (9) 触地図を使った歩行実験

触地図を使うことで、視覚障害者が初めての土地でも単独で移動できるかどうかを検証するため、歩行実験をおこなった。

歩行経路には目標物を多く含む土地3箇所を選んだ。距離は400m～700m程度である。

実験では、歩行直前に視覚障害者に触地図を渡し、出発地から目的地までの経路を決めてもらい、その経路に沿って1人で移動してもらった。移動中の様子をビデオで撮影するとともに、移動中に聴覚的・嗅覚的・触覚的に発見した目標物についての発言をICレコーダで記録した。ビデオ映像記録と発言記録とを照合することで、視覚障害者が検出できる目標物を調べた。

#### 4. 研究成果

##### (1) 携行可能な触地図へのニーズ

研究談話会の参加者は39名であった。討議において、設置型触知案内図よりも、携行可能な触地図に対する視覚障害者のニーズが高いことがわかった。このことを受けて、触地図作成支援システムの開発に研究のリソースを傾注することとした。

##### (2) 触地図自動作成システムの開発

半自動で触地図画像を作成できるWebアプリケーションを開発した。このシステムを利用するために必要な機材は、インターネットに接続したパソコン、一般のレーザプリンタ、立体コピー現像機、立体コピー用紙（熱を加えると発泡する特殊なインクが塗られた用紙）である。

触地図作成の流れを図2に示す。利用者が出発地と目的地を指定すると、システムは地図データを検索し、触知しやすい地図画像を作成し、自動点訳した出発地と目的地、及び方位と縮尺の記号を地図の周りに配置して触地図の画像を作成する。利用者がこの画像を立体コピー用紙に印刷し、その用紙を立体コピー現像機にかけると、線や点の部分が盛り上がり触れるようになり、触地図が完成する。

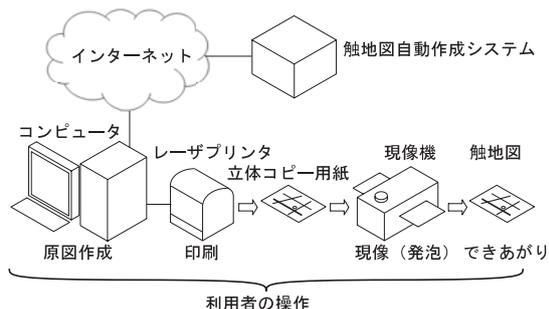


図2 触地図作成の流れ

このシステムで作成した触地図の例を図3に示す。触地図内の要素は、道路、鉄道、水域、出発地と目的地を表す記号だけである。これは、伝えたいことだけに要素を絞ってシンプルにするという触図作成の原則に則っている。

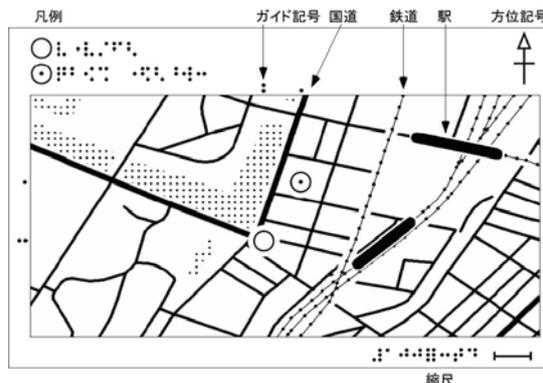


図3 触地図の例

##### (3) システムの操作可能性

立体コピー用紙の印刷面の弁別課題では、2種類の立体コピー用紙のいずれにおいても、参加者3人は20秒程度で面の整列を終え、整列の正答率は100%であった。

参加者3人ともシステム操作のすべての工程を達成し（達成率100%）、3枚の触地図を作成できた。しかし、操作中に実験者の説明が必要となった場面と、原図の印刷結果が予測通りでなかった問題があった。

- ①ポップアップブロック：ポップアップ自動表示ブロック機能のため、新しいウィンドウの表示が妨げられた。
- ②タブ表示：新しいタブが表示されたとき、スクリーンリーダが読み上げなかった。
- ③印刷内容の大きさ：A4サイズで印刷されるべきところを、これより小さく、または大きく出力される場合があった。
- ④印刷方向の設定：ダイアログボックスで印刷方向を「横」に設定する操作が印刷のたびに起こり面倒であるという意見が出た。

このうち印刷に関する課題は、触地図の原図画像をPDFファイルで出力することで、印刷内容の大きさの変化を抑えるとともに、印刷方向の設定を不要にできると考えている。

##### (4) 触地図への意見

討論会における視覚障害者からの要望を以下に整理した。

- ①道路：細い道路を含むすべての道路の表示。実際の道路幅に応じた地図上の線幅の変化。高速道路の表示／非表示の選択。点字による道路名の表示。
- ②目標物：以下の目標物の表示：信号機、誘導チャイム、郵便局、コンビニエンスストア、ATM、各種飲食店、パチンコ店、地下鉄出入口、大きな建物の入口。
- ③経路探索：出発地から目的地までの最短経路の探索と、線種を変えた経路の表示。経路地図では、経路と主要な道路、それに交差する道路に絞った表示が望ましい。
- ④言葉による説明：出力した触地図の全体や歩行経路を言葉で説明する機能。

- ⑤縮尺の自動調節。
- ⑥点図触地図の出力：立体コピーの触図より点図を好む人もいるため。
- ⑦普通文字の印刷：晴眼者に援助依頼をするときのため。

(5) ランドマーク出力機能の開発  
道路の詳細な情報や施設・店舗情報等を含む商用の地図データを導入し、これに応じてシステムを改変することにより、図4のように詳細情報を含む触地図の作成が可能になった(同じ地点の図3と比較してほしい)。上の(4)の要望の①と②に対応した。

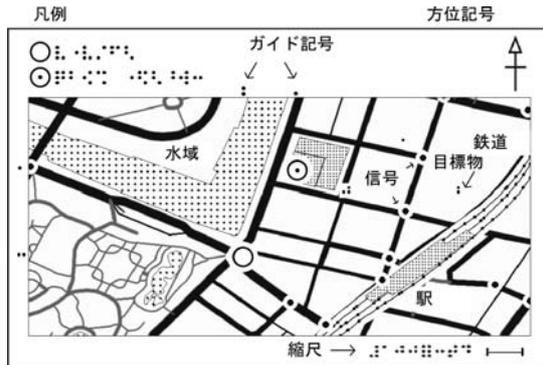


図4 情報が詳しくなった触地図

- ①目標物：視覚障害者が聴覚や嗅覚で発見しやすくとされる店舗を表示した。これらの表示のオン/オフは操作画面で選択できる(図5)。目標物の位置に数符を省略した0~9の点字を配置した。触地図上の番号と施設の種類の、名称との対応表は目標物リストとして表す(図6)。
- ②信号機：直径約2mmの円で表す。
- ③建築物：出発地または目的地に指定した場所にある建築物が存在した場合は面記号で表示する。
- ④道路：道路を表す実線の幅は、実際の道路の幅に応じて4段階で表現した。公園内の構内道路も表示できるようになった。



図5 新しいシステムの操作画面

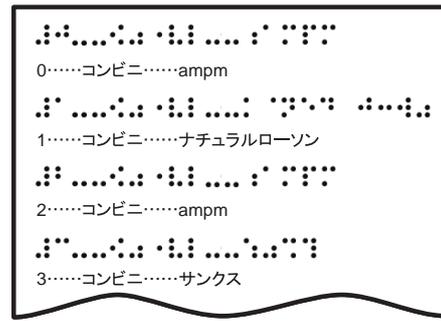


図6 目標物リスト

(6) 経路情報に絞った触地図の簡略化  
プログラムは、まず最短経路問題の解決策として一般的なダイクストラ法を用いて、出発地と目的地を結ぶ最短経路を検索する。次に、最短経路とこれに沿った一定の幅のみを残して、他の部分を削除する。ただし、線路や駅は現在地の把握に役立つので、経路から離れていても表示する。上の(4)の要望の③に対応した。

同じ地点の通常の触地図(図7上)と、この機能で簡略化した触地図(図7下)を示す。

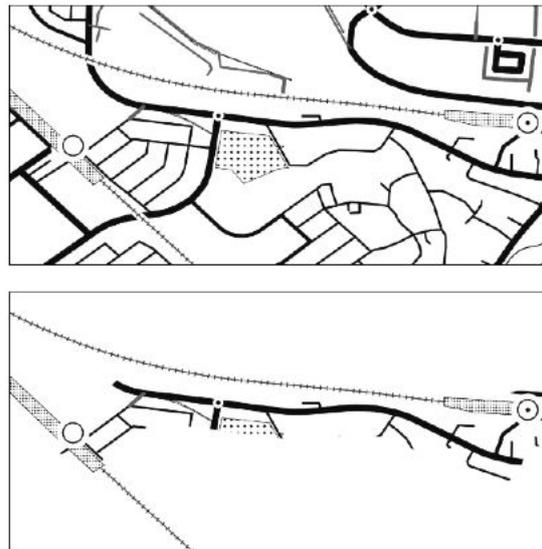


図7 簡略前の触地図(上)と経路に絞った簡略後の触地図(下)

(7) 点図触地図作成機能の開発  
点図の触地図を作成する機能を開発した。上の(4)の要望の⑥に対応した。

2種類の方法で点図を印刷可能である。一つは、開発したプログラムから点字プリンタに直接出力する方法である。もう一つはフリーの点図作成・印刷ソフトであるEDELの形式で点図ファイルを出力し、EDELで印刷する方法である。印刷物の精密さでは直接印刷の方法が優れ、点図触地図の普及させやすさとしては、点訳ボランティアの間で普及しているEDELを介する方法に利点がある。

点図触地図の一例を図8に示す。地図中の

表示物は立体コピーによる触地図と同じで、道路、信号、鉄道、駅、水域、出発地と目的地、ランドマークとなる建築物である。



図8 点図触地図

#### (8) 触知記号の探索容易性と識別性

立体コピー触地図では、触知ガイドをつけた方がつかない場合より触知記号の探索時間が短くなった(図9)。同様に、点図触地図についても、座標をつけた方がつかない場合より探索時間が短くなった。

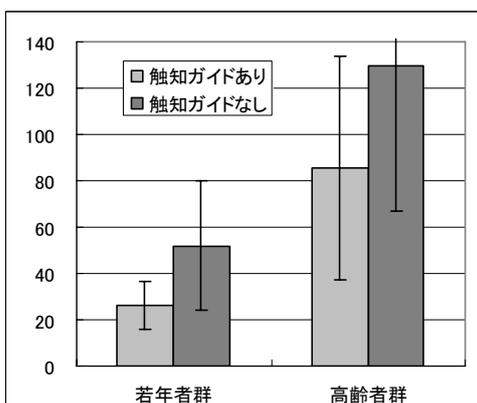


図9 触知ガイドの有無による探索時間の変化。縦軸は探索時間、単位は秒。

アンケートからは、道路の表示に用いている大サイズの点による点線と中サイズの点による点線の道路を区別しづらいこと、水域を表す面記号と(小サイズの点、千鳥格子)と建物を表す面記号(小サイズの点、正方格子)を区別しづらいことが明らかになった。これらの記号の改善が今後必要である。

#### (9) 触地図を使った歩行実験

2人×3経路=6経路のうち5経路で、実験者が介入することなく参加者は目的地に達した。実験者が介入した経路で歩行者(視覚障害者)が現在地把握を間違えた理由は、大型施設の敷地内に駐車場へ続く道路があったが、これが地図に載っていないためだった。  
 交差点の検出：第1経路の4番目の交差点を除いて、歩行者2人ともすべての交差点を検出した。3経路全体の検出率は96%に上る。

交差点の特徴を検出しても、地図上の交差点ではないと判断することがあった。逆に、駐車場入口のように地図上で交差点ではない地点を、交差点かもしれないと参加者が考えた箇所もあった。

目標物の検出：ガソリンスタンド2軒は検出されたが、コンビニエンスストア5軒とファーストフード2軒は検出されなかった。

今回の触地図には載せていなかったが、匂いを放つ飲食店等を歩行者は検出した。これらは位置を特定するのに役立つので、今後、触地図に表示して目標物として活用できるようにしたい。

#### (10) 研究成果の普及活動

開発物を誰もが利用できるように、触地図自動作成システムをWebアプリケーションとして公開した(アドレスは、5. 主な発表論文等の〔その他〕に記載)。

印刷機材がないなどの理由で触地図を自分で作れない方のために、要望に応じて触地図を作成・送付するサービスを試験的に運用している。2010年6月からの半年間の申込み件数は20件と決して多くはないが、利用者からは「一人歩きをする私としては、俯瞰して確認できる触地図はとても助かります」、「私が知らなかった「街の姿」のイメージがしやすくなりました」といった触地図の有効性を述べた感想が得られた。

視覚障害者、及びその支援者に研究成果を伝えるため、研究成果報告会を3回開催した。また、各種視覚障害者向けイベントで開発システムを展示し、イベントの参加者に触地図を体験してもらった。更に、学術分野の人たちに障害者支援システムについて知ってもらうため、学会等の発表会で実演展示を行った。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

- ① 渡辺哲也, 新たな触地図作成システムTMACSの開発, 地図中心, 査読無, Vol. 465, 2011 (印刷中)。
- ② 渡辺哲也, SIGACI第3回研究談話会報告テーマ「視覚障害者と触地図」, ヒューマンインタフェース学会誌, 査読無, Vol. 10, No. 3, pp. 79-80, 2008.

〔学会発表〕(計10件)

- ① Kazunori Minatani, Tetsuya Watanabe, Toshimitsu Yamaguchi, Ken Watanabe, Joji Akiyama, Manabi Miyagi, and Susumu Oouchi, Tactile Map Automated Creation System to Enhance the Mobility of Blind Persons - Its Design Concept and Evaluation through Experiment, ICCHP 2010 Part II, pp. 534-540, 2010.

- ②渡部謙, 渡辺哲也, 秋山城治, 山口俊光, 南谷和範, 宮城愛美, 大内進, 触地図自動作成システムにおける点図触地図出力機能の実装, 電子情報通信学会技術研究報告, WIT2010-6, 2010.
- ③渡辺哲也, 秋山城治, 渡部謙, 山口俊光, 南谷和範, 宮城愛美, 大内進, 触地図を使った視覚障害者の歩行実験, 電子情報通信学会 2009 年度HCGシンポジウム論文集, HCG-A6-4, 2009.
- ④渡辺哲也, 山口俊光, 南谷和範, 大内進, 宮城愛美, 岩下恭士, 視覚障害者が操作可能な触地図作成システムの開発, 電子情報通信学会技術研究報告, WIT2008-71, 2009.

[その他]

ホームページにおける研究紹介

- ①触地図作成システム - 科学研究費補助金基盤研究(B) -  
<http://vips.eng.niigata-u.ac.jp/Tactile/TactileMaps/TactileMapsJp.html>
- ②触地図自動作成システム (Web アプリケーション) のページ  
<http://tmacs.eng.niigata-u.ac.jp/tmacs-dev/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

渡辺 哲也 (WATANABE TETSUYA)  
新潟大学・自然科学系・准教授  
研究者番号：10342958

### (2) 研究分担者

大内 進 (OOUCHI SUSUMU)  
国立特別支援教育総合研究所・教育支援部・上席総括研究員  
研究者番号：40321591  
宮城 愛美 (MIYAGI MANABI)  
筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・講師  
研究者番号：60447258  
南谷 和範 (MINATANI KAZUNORI)  
大学入試センター・入学者選抜共同研究機構・特任准教授  
研究者番号：90551474  
山口 俊光 (YAMAGUCHI TOSHIMITSU)  
新潟大学・自然科学系・特任助手  
研究者番号：40554283

### (3) 連携研究者

なし