

音声サインデジタルマップを用いた経路誘導に関する研究 — 視覚障害者用音声付きデジタルマップの開発 — Research on the course guidance using a voice sign digital map

小孫 堅一†
Kenichi KOMAGO

小泉 宣夫‡
Nobuo KOIZUMI

1. 背景と目的

視覚障害者にとって今日の大都市における大規模化、複雑化する駅周辺施設や、地下鉄、バスターミナル、超高層ビルなどに代表される空間での行動には分かりやすいサインが欠かせない。しかし現状において、視覚障害者用音声ガイドシステムは限られた場所だけに設置されているだけで、ほとんどの場所は中途半端な点字ブロックだけが敷設されているだけである。[1]

彼らは、そのような空間の中で、自分の位置や目的地を見失って不安感を抱いたり、間違った場所に行ってしまう危険に遭遇するなど、ストレスを感じたりすることがある。

健常者は、慣れた都市空間において、まず案内版などのサインによってランドマークとなるものや歩行経路を決定し、その後それらの情報や方向指示板を頼りに目的地にたどり着こうとする。しかし、それらのサインは視覚障害者にとって利用することは困難であり、唯一の点字ブロックも必ずしも分かりやすい情報源であるとは限らず、中途でなくなるなど、すべてが目的地に到達するために十分な条件を備えているとは言い難い。

通常、健常者は目的地に初めて行くためには、地図を利用する。視覚障害者は、触擦できる点字の地図(触地図)を利用する。

しかし、中途失明者の多くは、点字を使用できる人は限られており、触地図に代わる視覚障害者用地図が必要になる。にもかかわらず、視覚障害者用地図の研究は数多く見受けられない。早急に研究開発する必要がある。

そこで、視覚障害者に自立的歩行を支援することを目的として、従来の点字ブロックの誘導や触地図に代えて、音声サインで具体的な交通信号情報や位置情報を伝える音声サインデジタルマップの開発を行った。

また、デジタルマップの経路選択や探索歩行に関して、不必要な情報を排して音声サインの有効性だけに焦点を当てた評価実験を行うことで、音声サインを動的かつ立体的に捉え評価・分析し、新しい音声サインシステムデザインの方法、また方向性を検討した。

2. システムの概要

2.1 構築したシステム

開発したシステムは、視覚障害者が自立した生活を送る歩行の助けになり、歩行の楽しみも実現することを目的として、歩行中の視覚障害者が、いつでも付近の情報(街角情報)を確認でき、また歩行の目印のためのプライベートな情報として登録でき、さらに共通で利用できる情報をw

e b上にアップロードできるというもので、将来的にはGPS機能付携帯電話で情報を得られるようなシステムである。

システムの概要は、WindowsのOSの入ったパソコンシステム、画面読み上げソフト(「95Reader」)、表計算ソフト(マイクロソフト社「Excel」)などからなる。

音声発生仕組みは、画面読み上げソフト及び表計算ソフトの組み込まれたパソコンとディスプレイで構成されるパソコンシステムを利用する。

使用方法は、テンキーの操作により、前進、右折、左折、後退し、一步一步に対するフィードバックをサウンドによって行い、街中を歩いているイメージをしてもらう。周辺の状況の情報取得及び誘導経路指示は、音環境により提供する。

目的のセルを選択すると、その部分の情報がスクリーンリーダーの音声で表現されるので、環境を認知しやすく、シートから別のシートへリンクを貼ることで、面と面のつながりを無限に作ることができる。往路と復路の違いでルートが遮断されないという利点もあり、視覚障害者がメンタルマップをイメージしやすい。

さらに、蓄積された情報に自分なりの歩行情報を入力することで、自分だけのものを作ることができ、自分の歩行実態に合わせた学習ができる。過去の歩行状況を確認することで、学習内容を主体的に自己評価することもできる。

発展的な学習では、地域の商店街や大型小売り店舗のwebページ等にリンクを貼ることで、より詳しい情報を入手することもできる。

2.2 利用した地図構成

本研究で利用した地図は、ゼンリン社がweb上にフリーで提供している電子地図帳で市町村のデータが網羅されており、ユーザーが欲しい詳細地図データを即座に取り出すことができるものである。

本研究は、視覚障害者がよく利用する施設「トライアングル」のあるJR総武線「稲毛駅」周辺の地図データを利用した。

地図作成の準備として、移動する地域の情報を収集する。(危険箇所の確認・道路形状、音、壁など)

次に、エクセルのシートに歩行ルート情報を入力する。入力する方法は、コンピュータ(表計算ソフトとスクリーンリーダーを併用)から情報を入力できるようにするため、歩行ルート地域の目印になるものを基盤の目のようにエクセルのシートに配置する。矢印キーを使用して、目的地まで移動するが実際の移動距離とセルの移動が相似な関係になるように、セル1つあたりの距離を設定する。セル1つの移動で何m移動するかは、シートに配置した地図の大きさにより調整する。今回はセル1つが10mになるように設定した。例えば、3つセルを移動すれば、約30m

† 東京情報大学 大学院経営情報学研究所
‡ 千葉県立千葉盲学校

移動したことになる。

目印になるような情報(音の情報、道路の形状、点字ブロックの様子等)を挿入する。もしコースを外れてしまった場合に、元に戻ることができるような情報を経路になるセルの周囲に挿入する。(図1)

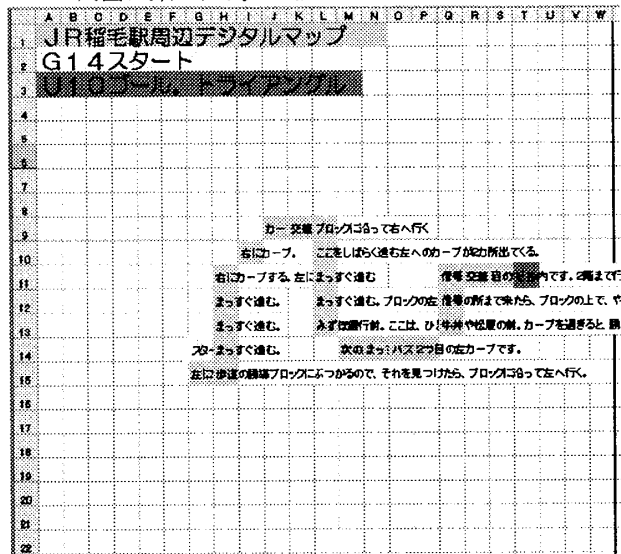


図1 視覚障害者の音声サインデジタルマップ

目的地までのルートは、実際に土地勘のある視覚障害者がよく使っているルートとした。

音声サインは伝達機能によって大別すると、

- 1) 記名サイン (事物の名称を示して他と識別させる),
 - 2) 誘導サイン (目的事物への方向を示す),
 - 3) 案内サイン (事物の所在と相互関係の全体を示す),
 - 4) 説明サイン (管理者側の意図や事物の内容を示す),
 - 5) 規制サイン (安全や秩序を保つための行動を促す),
- の5種類となり、このうち本研究では経路誘導に関係すると考えられる必要なものを選択して音声サインとした。

(表1)

今回は実際の歩行を行う前に、シートを使ってルートを確認する。実際に歩いた後、自宅に戻り、情報を追加する。

検索もできるように、シート内は、ショートカットキーを活用して音声で検索する。

このシステムの特徴は、大規模な装置を必要とせずに、家庭にあるようなパソコンさえあれば、手軽に自分で操作できること。また、商店街の情報、駅やバス停の情報等を組み込むことができ、これさえあれば出かける前にシミュレーションができることである。

3. 被験者による音声サインの評価実験システムの概要

3.1 実験方法

被験者は実験場所に土地勘がない男子学生4名の全盲者(先天性失明者2名、中途失明者2名)で、年齢は16歳~20歳であった。

課題は、音声サイン入りデジタルマップシステムで作られたJR稲毛駅(総武線)周辺を被験者に仮想歩行させることによって行った。

行動は、JR稲毛駅東口改札口から視覚障害者施設

表1 経路案内音声データの内容

No	経路	経路案内音声データの内容
1	G14	スタート。前へ5m進む。稲毛駅東口改札口を出る
2	G15	左に90度方向をとる。このとき、改札口の前を横切る形になるので、出入りする人に十分注意する。
3	H15	左へ90度曲がる。歩道の誘導ブロックにぶつかるので、それを見つけたら、ブロックに沿って行く。
4	H14	前へ10m。まっすぐ進む。
5	H13	前へ10m。まっすぐ進む。
6	H12	前へ10m。まっすぐ進む。
7	H11	右にカーブ45度曲がる。左に公衆トイレ。駅の方から女子、男子と並んでいる。
8	I10	右にカーブ45度。
9	J9	カーブが終わると、交差点がある。右へ90度曲がる。ここの交差点はまっすぐだが、わりと大きく、音響信号がない。自信が無いときは援助依頼をする。
10	K9	交差点を渡る。前へ5m。
11	L9	右へ90度曲がる。ブロックに沿って行く
12	L10	前へ10m。ここをしばらく進む左へのカーブが2カ所出てくる。
13	L11	まっすぐ進む
14	L12	まっすぐ進む。ブロックの左に、自転車など障害物があるので、ブロックの右側を歩く。
15	L13	みずほ銀行前。ここは、ひとつ目の左カーブ45度。
16	M14	左へ90度曲がる。次のカーブまでは、バスを待つ人が並ぶのでブロックの左側を歩く。
17	N14	まっすぐそのまま歩く。
18	O14	バス停まえです。前へ10m。
19	P14	2つ目の左カーブ45度です。
20	O13	牛井や松屋の前。左へ90度曲がる。カーブを過ぎると、誘導ブロックの材質が変わる。ここへ来たら信号が近いので、誘導ブロックの右側で白杖をスライドさせて信号に伸びるブロックを探す。
21	Q12	前へ10m。信号の所まで来たら、ブロックの上で、やや左に方向をとる。
22	Q11	信号のところ。右へ90度曲がる。音響信号がないので、青かどうかは、自分のうしろから左折する車を見て判断する。信号を渡って行く。自動車が停止していても、渋滞の可能性があるので渡らない。
23	R11	交差点横断中。前へ5m。
24	S11	目の前がトライアングルのビルなので、前へ2m進む。左にある入口を探す。到着です。
25	T11	ビル内です。2階まで行き、手すりや壁に12時に方向をとって進み、壁まで行ったら壁際に歩き、トライアングルを見つける。トライアングルの前にはマットがあるので、これが目印になる。ここがゴールです。

「トライアングル」への場所移動とする。一人ずつ単独歩行で実験を行う。

次に、現地に出向き、実際にゴール地点まで単独歩行してもらおう。

使用した主な装置は、Windows用パソコン(Dell GX270)と液晶ディスプレイ、記録用デジタルレコーダ、ソフトウェアは、音声リーダー(95Readerシステムソリューション)とExcel2003(Microsoft)などである。

実験の流れとしては、まず矢印キーの操作について説明を行い、練習用空間での操作練習を行う。その後現地で目的地を伝え、発話を促す教示をした後、矢印キーを使用して、JR稲毛駅東口改札口から視覚障害者施設「トライアングル」への場所移動の仮想空間歩行を行う。

実験後、アンケートを行い制作したデジタルマップの音声サインデザインの評価、問題点の抽出を求める。

次に実際に現地に出かけ、実際に歩行してもらった現実空間歩行の実地実験を行い、経路選択の全課程について説明を聞く。

3.2 仮想空間実験結果の考察

実験から得られた歩行軌跡(キー操作の履歴)、プロトコルデータ、アンケート結果、インタビュー中の発話などを基データとして考察を行った。

実験結果による経路間違いの分類を経路選択の間違いの程度などからA(迷い無し)、B(分岐で迷い)、C(後戻り)、D(経路間違い)の4段階に分け、プロトコルデータやインタビュー中の発話から考察を行った。

A段階(迷い無し)の迷うことなく最短経路で次の目的地までたどり着くことで、「まっすぐ進む」など、音声サインの表示情報が明確で、次の目的地を比較的容易にコースを判断推測できたと考えられる。

B段階(分岐で迷い)の分岐で迷ったが、すぐに正しい経路に復帰できた。これは音声サインの表示を誤った解釈をしたことに気が付いたと考えられる。

C段階(後戻り)経路を間違えたことに早い段階で気づき、後戻りして正しい経路に復帰できた。後戻りすることで音声サインを聞き直し、正しい情報を得て、次の目的地を見つけたことができたと考えられる。

また、他の音声サインを聴いて経路間違いに気づき、経路を折り返し目的地にたどり着いたと考えられる。

D段階(経路間違い)経路を間違え違うところに行ってしまう、そこから再び元に戻れずギブアップしてしまうことはなかった。

被験者4人の平均は、A段階の操作が71.0%、B段階の操作が12.5%、C段階の操作が7.5%、D段階の操作が9.0%であった。

3.3 アンケート結果からの考察

アンケートの質問項目である「必要な場所に音声サインがあるか」、「必要な情報が音声サインに書かれているか」、「音声サインの表示の仕方が分かりやすいか」の各項目とも「どちらとも言えない」よりも高い評価を得たが、デジタルマップシステム全体としての評価は「どちらとも言えない」を下回った。

表2 仮想空間実験結果

被験者	O	P	Q	R	平均
A(迷いなし)	25 89%	25 52%	25 83%	23 61%	71.0%
B(分岐で迷い)	3 11%	6 13%	3 10%	6 16%	12.5%
C(後戻り)	0 0%	5 10%	2 7%	5 13%	7.5%
D(経路間違い)	0 0%	12 25%	0 0%	4 11%	9.0%
打鍵回数	28	48	30	38	

この理由としては、一般の地図と同様にデジタルマップの上方向を北とする方法で制作したため、前方向と歩行の進行が一致せず進行変更時に歩行者に生成される空間イメージが、執りにくいからであると考えられる。

また、違う駅利用経験者の意見で、駅周辺の様子イメージがあるので今回通った経路では迷うことはなかったが、自分の利用経験として上方向を北とする方法では、分かりにくいと感じたことがあるということであった。このことから、歩行の進行方向とデジタルマップの前方向を常

に一致させるような設定方法で制作するのが望ましいと考えられる。

3.4 自由記述や発話からの考察

アンケートの自由記述やインタビュー中の発話から得られた、音声サインの問題点や意見について考察を行った。

自由記述や発話から得られた音声サインに関する問題点・意見は次の通りである。

- ・音声サインが聞き取りやすい。
- ・音声サインが多くてどれを聴いてよいのか分からない。
- ・自動販売機や路上に出ている看板の情報が欲しい。
- ・動線に直角に操作できる方が分かりやすい。
- ・スタートの位置が分かりづらい。
- ・距離が長いところは音声サインを確認していても不安になるので、距離や時間を確認したい。
- ・行き先の案内の表示だけでなく方角(北行き、南行き)の表示を書いた方がいい。

音声サインの問題点・意見は、認知的な視点から聞き取り、理解、確認、概念把握の4タイプに整理した。

聞き取りに関する問題・意見は、音声サインの合成音は、適当な音量で明瞭度もよく、聞き取りやすいとの意見が挙げられた。

理解に関する問題・意見としては、カーブを表示する音声サインは理解しにくいとの指摘があった。

確認に関する問題・意見としては、長い距離を誘導されていると不安になるので距離や時間を確認したいという意見が挙げられた。このことから音声サインに方向指示だけでなく安心要素を求めていることが分かる。

概念把握に関する問題・意見としては、次の目的地に行くために、余計な情報は逆に迷惑で、立体的な把握が困難であるとの指摘があり、目的地へ誘導する音声サインは簡潔な情報にしてほしいなどが挙げられた。

3.5 実地実験からの分析

事前学習し、課題の経路選択が迷うことなく達成できた上で、実際に現地で歩行した。

被験者全員が、迷うことなく目的地に到着することができた。被験者からのアンケートの自由記述やインタビュー中の発話から得られた、音声サインの問題点や意見について考察を行った。

進む方向の判りやすさ評価として、事前の学習のため、一人で歩けると評価した。また、実証実験事後の歩きやすさの評価は全員が「歩きやすい」と評価した。

音声サインデジタルマップにより、事前に学習できることで、今までだと、最低一度は、ガイドヘルパーをお願いして、経路について説明を受け実地訓練をする必要があったが、ガイドヘルパーなしでも、事前の情報を基にしてイメージマップを作ることができ、ある程度の道順が分かり、少ない援助依頼で移動可能であることが分かった。また、次の目的地を明確にできたので、「安心して、余裕ができた。」「役に立つ良いものだ」との意見が多かった。

4 サインの新しい在り方の指針

視覚障害者用に音声サイン付きデジタルマップの開発を行った。経路誘導音声サインの表示の仕方が問題である。そこで、これまでの調査・実験から得られた結果に基づき以下の4タイプの新しい音声サインの在り方の指針を提示

する。

4.1 変化情報を反映した音声サイン

1) 相対位置確認機能

同じ表示が続いていると、自分の進路が本当にあっているのか、後どのくらいで着くのかと不安になってくる。それらの不安を取り除く、若しくは和らげるための安心材料として目的地との相対位置・距離を音声サインで表示する。

2) 間違い危険度表示機能

経路間違いにも、余り負荷が加わらない間違いと大きく加わる間違いとがある。そういった負荷の度合いを危険度とし音声サインに織り込む。

3) 注視の程度に対応した重層的表示機能

負荷情報を配することで基本情報である方向指示機能が薄れてはいけない。音声サインに方向指示しか求めている人は、指示方向を確認でき、負荷情報まで求める人は注意深く聴いて、安心材料まで読みとることができる音声サインが望ましい。

4.2 連続性を持った音声サイン

1) 音色による表示情報推測機能

同じ表示情報の音声サインは何らかの関連を付けて、自分にとって必要なサインか不必要なサインかを瞬時に判断できるようにする。こういった関連づけをすることで、表示情報まで確認しなくても女性の声や男性の声など音色を認識できただけで表示情報まで推測することができる。

2) 線状サインによる常時確認機能

音声サイン同士の関連づけが希薄だと、歩行者が次に見るべき音声サインを見つけにくい。点字ブロックのように床面を利用し線状につながった音声サインにすることで、常に音声サインを確認でき、次の音声サインを探す必要がなくなる。多量の音声情報を認知しにくいので、表示情報ごとに区切るなどして直感的に聞き分けできるようにする必要がある。

4.3 経路を間違えた人のための音声サイン

1) 経路間違い警告機能

音声サインは指示方向に何があるかをアナウンスしているだけで、その方向に進むとこの目的地には行けないという警告情報がない。そのため、間違った推測をして経路を外れてしまうことがある。こういった警告音声サインを経路間違いが、犯す可能性が高い場所に、配置する必要がある。

2) 経路復帰機能

切実に音声サインが必要となるのは経路から外れ、正しい経路に復帰しようとするときである。経路を外れた人を正しい経路に戻すことを念頭に置いた音声サインを設計段階から考える必要がある。

4.4 増減可能な音声サイン

1) 利用者意見反映機能

経路間違いに対応するには幾らシミュレーションをしても、現場に行って始めて分かるような思いがけない問題もある。増減を見越した音声システムでサインを作ること、既存の音声サインとの関連性を保ったまま利用者の意見を絶えずフィードバックしていくことができる。

5 まとめ

視覚障害者に自立的歩行を支援することを目的として、従来の点字ブロックの誘導や触地図に代えて、音声サインで具体的な交通信号情報や位置情報を伝える音声サインデジタルマップの開発を行い、音声サインデジタルマップに織り込む新しい音声サインシステムデザインを以下のように提案した。

- 1) 変化情報を反映した音声サイン
- 2) 連続性を持った音声サイン
- 3) 経路を間違えた人のための音声サイン
- 4) 増減可能な音声サイン

6 今後の課題

本研究での提案は、音声サインの方向性の提示にとどまっており、実際に現地に携帯できる、現実的な音声サインデジタルマップシステムの提案までは、できていない。この指針に沿って、現実的なレベルでの音声サインデジタルマップシステムデザインを、行う必要がある。

実験方法・機器の面では、

1) 利用者の行動パターンを一経路に限定したため、最終目的地に行く複数のルートを設定し、歩行者に適した経路探索の方法を明らかにする必要がある。他の行動でも実験をすることで、今回得られなかったような問題点や意見を得ることが期待できる。

2) 発話の割合や内容に個人差があり、発話の教示の仕方などを工夫する必要がある。

こういった問題点を改善して、より現実に近い環境で実験を行うことでさらに高度な音声サインデジタルマップの制作を実現することができる。

将来的には、高齢者や障害者を含むあらゆる歩行者の移動を支援するために、目的地までのルート案内や施設案内を行なうシステムで、地域のバリアやバリアフリー情報をデータ化し、歩行者の身体状況に応じ、目的地までの経路検索ができる機能を保有したものになりたい。

「電動車いすを利用」「杖を利用」「ベビーカーを利用」「全盲」「人ごみをさける」など、歩行者に応じた条件を設定、出発地と目的地を指定すれば、それぞれの身体状況に応じた最適・安全なルートを表示する。「段差」「歩道の車道への傾斜」など、障害者による調査を反映した詳細な調査項目を元に、現地を実際に調査してデータ化し、地図上に表現するシステムとしたい。

文献

- [1] “高齢者・障害者等に優しいアシストシステムの評価研究 報告書,” 地域振興のための電波利用に関する調査研究会, March, 2000.
- [2] 亀井康孝, “CGを用いた経路誘導に関するサイン評価,” 平成14年度修士論文, 京都府立大学, 2002.
- [3] 杉山 勇, 都市および地域環境の安全性・快適性に関する研究, 平成12年度福祉のまちづくり工学研究所報告集, pp.78, 2001.
- [4] <http://www.sccj.com/odekake/an.html>, 「音のお出かけ地図」プロジェクト技術研究, 2004.