

覗き込み型ディスプレイを用いた歩行者ナビゲーション端末

前田 典彦[†] 菊池 保文[†] 久保田 浩司[†]

本稿では、覗き込み型ディスプレイと方位センサを組み合わせた、新しい歩行者ナビゲーション端末の提案を行なう。覗き込み型ディスプレイは、端末の携帯性と情報表示能力の両立を図り、地図等の詳細情報の表示を可能にする。方位センサは、ユーザの向いている方向を検出し、ユーザに理解しやすいナビゲーション情報の生成を可能にする。以上の提案を基に、実際に歩行者ナビゲーションシステムを試作し、その評価実験を行なった。実験の結果、覗き込み型ディスプレイでの詳細地図表示が可能であること、方位情報を反映した歩行者ナビゲーションが有効であることを確認した。同時に、試作端末のユーザインタフェースに関する課題も確認した。

Pedestrian Navigation Terminal with Viewfinder-type Display

FUMIHIKO MAEDA,[†] YASUFUMI KIKUCHI[†] and KOJI KUBOTA[†]

This paper proposes a pedestrian navigation terminal that has a viewfinder-type display and a direction sensor. The viewfinder-type display facilitates greater mobility and wide display capacity of the terminal. The direction sensor enables us to generate effective information for pedestrian navigation. Results of an experiment using a prototype navigation system verify the efficacy of the viewfinder-type display and a direction sensor. Problems in the user interface of the prototype are also discussed.

1. はじめに

携帯電話やPDAによるモバイルデータ通信の普及は目覚しく、インターネットへのアクセス手段として、重要な位置を占めるようになってきている。そこでは、時刻表情報や店舗紹介等、移動するユーザにとって有益な情報が数多く流通するようになってきている。

このような状況を踏まえ、筆者らは歩行者ナビゲーションシステムの検討を行なっている。カーナビゲーションは車の運転ができる人を車の中だけで支援するが、歩行者ナビゲーションは、車の運転ができない若年層も含め、より多くのユーザに密着した情報提供を実現する可能性がある。また、都心部においては、通勤や出張に電車等を利用する人が多く、歩行者ナビゲーションの潜在需要は多いと考えられる。

歩行者ナビゲーションにおいては、ユーザの移動活動の妨げにならないよう、携帯性に優れたユーザ端末が求められる。また、できるだけ簡単なユーザ操作で、有益なナビゲーション情報をユーザに提供できるようにすることが求められる。

そこで本稿では、覗き込み型ディスプレイを用いた歩行者ナビゲーション端末の提案を行なう。これは、小さな表示画面をレンズによって拡大し、大きな画面のように見せかけることを狙ったものである。一般的には、端末を小さくすると表示部も小さくなり、ユーザに提供する情報が簡素化される傾向があるが、本提案により携帯性と表示能力の両立を目指す。

加えて、歩行者ナビゲーション端末に、方位センサを組み込みことを提案する。これにより、システムはユーザがどの方位を向いているかを知ることができ、ユーザの正面方向を上向きにした地図等、ユーザにとって理解し易いナビゲーション情報の生成と提供に貢献すると考えられる。

以降では、提案に基づいて構築したプロトタイプシステムと、その評価実験から得られた知見を報告する。

2. 関連技術

端末の携帯性と情報表示能力を両立させることは、歩行者ナビゲーションに限らず、モバイルコンピューティング分野において以前より指摘されていた課題である。

この課題に対して、表示するコンテンツを調整することで、表示能力の不足を補おうとするアプローチが

[†] NTT サービスインテグレーション基盤研究所
NTT Service Integration Laboratories

ある。例えば経路案内地図の場合、地図を端末の表示能力に見合った略地図に変換し、同時にテキストによる経路の説明文を添付して、ユーザに提供する技術が提案されている¹⁾²⁾。

その他に、表示部自体を工夫することで、端末の表示能力の向上を図るアプローチがあり、折り畳み式の表示部を必要に応じて展開させる技術³⁾、超小型ディスプレイをレンズによって拡大表示する技術⁴⁾等が提案されている。このアプローチが十分に発展した場合、携帯端末にもデスクトップPCと同程度の表示能力が提供される可能性がある。

ユーザ位置の特定方法については、GPS衛星からの到達電波を参照する方法や、PHS基地局からの到達電波を参照する方法がある。また、方位情報に関しては、位置の差分によって求める方法や、方位センサによって検出させる方法がある。

この様に個々の要素技術の検討は進められているが、高度な歩行者ナビゲーションを実現する場合、今日では通信を担当する携帯電話と、情報の入出力を担当するPDAを組み合わせて利用するケースが多かった。これにより、端末によってユーザの両手が塞がるなどの問題があった。

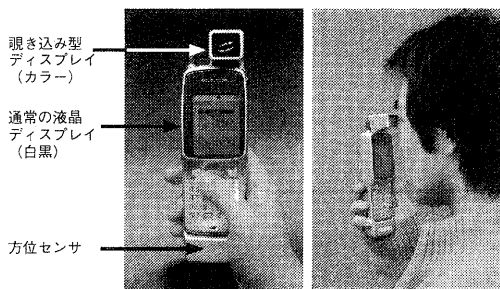


図1 試作端末

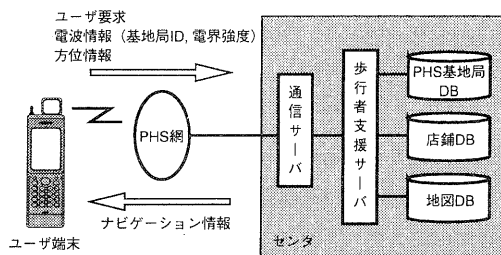


図2 システム概要

3. 歩行者ナビゲーションシステムの提案

3.1 着目点

本検討が提案する歩行者ナビゲーションシステムは、以下に示す点に着目している。

<覗き込み型ディスプレイによる端末の小型化> ユーザ端末の小型化と、詳細な地図画像表示の両立を目指し、覗き込み型のディスプレイを、ユーザの通信端末に組み込む。従来は、情報表示を担当するPDAと、データ通信を担当する通信端末を組み合わせて利用することが多かったが、本検討ではそれを1台のユーザ端末で実現することを目指す。

<方位センサを利用した経路案内> ユーザの向いている方位を検出するため、ユーザ端末に方位センサを組み込む。各ユーザの方位情報を反映することにより、ユーザの正面方向を上向きにした地図を提供するなど、わかりやすいナビゲーションの実現を目指す。

<PHS基地局を利用した位置算出> PHS基地局から来る電波の電界強度を参照し、ユーザの位置算出を実施する。これにより、地下や屋内など、GPS電波の届かない場所でもナビゲーションを可能にすることを目指す。(本項目は、関連報告^{5),6)}にて検討)

3.2 ユーザ端末

図1に、試作した歩行者用端末を示す。今回は、全く新規の端末を作るのではなく、既存のPHS端末に対する機能追加により、ラピッドプロトタイピングを行なった。

覗き込み型ディスプレイを端末上部に追加した。これは、320x240ドットの小型カラー液晶の画像をレンズによって拡大表示し、21インチモニタ相当(2m前方)の虚像としてユーザに提供するものである。直感的には、ビデオカメラ等に付属するビューファインダと同様のものであり、ユーザは覗き込むように片目を近づけることで、表示内容を確認することができる。今回は実装上の制約により、静止画情報のみ表示可能となっている。もともとPHS端末には、通常の白黒液晶ディスプレイが組み込まれており、追加したディスプレイと合わせて、二つの情報表示部を持つことになった。

方位センサを端末下部に追加した。このセンサは、東西南北などの絶対方位情報を16分割した値で出力する。今回用いた方位センサでは、PHS端末を垂直

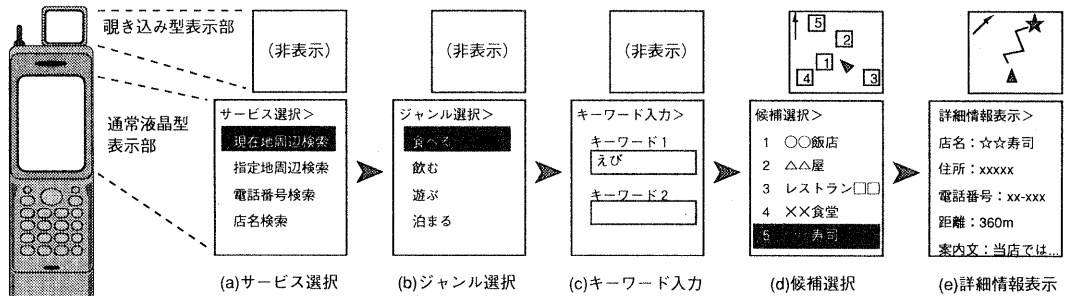


図3 歩行者ナビゲーション利用時の画面遷移

方向に立てた状態から、端末の背中を下側に60度傾けた状態までの範囲で、方位の検出が機能する。取得した方位情報は、センタ側に送信され、ユーザに提供する地図の向きを回転することに利用される。

また、電波情報を取得する機能を内部プログラムに追加し、基地局IDと電界強度の組合せを最大8局分取得することができるようにした。取得した電波情報は、センタ側に送信され、ユーザの位置算出に利用される。

3.3 プロトタイプシステム

試作した歩行者ナビゲーションシステムの概要を、図2に示す。

ユーザ端末は、ユーザがボタン操作によって入力するユーザ要求、方位センサによって取得する方位情報、PHS基地局の電波から取得する電波情報の3つをまとめてセンタ側に送信する。

センタ側の歩行者支援サーバは、端末より送られてきた電波情報と、PHS基地局DBを参照し、位置算出アルゴリズム⁶⁾を適用してユーザの現在位置を算出する。また、店舗DBからユーザ現在位置の周辺にある店舗群を検索することができる。さらに、地図DBからユーザ現在位置の地図を取り出し、地図の上に店舗群や、目的地までの経路をマッピングすることができる。この時、端末から送られてきた方位情報に応じて地図を回転させることにより、ユーザの正面方向を上向きにした地図を生成することが可能となっている。

通信サーバは、通信プロトコルや、情報表示のためのフォーマット等、端末に依存して異なる特性を吸収し、ユーザ端末と歩行者支援サーバ間の通信を補助する。

センタ側で生成されたナビゲーション情報は、ユーザ端末に送信され、地図やテキスト情報としてユーザに提供される。

3.4 歩行者ナビゲーションの利用イメージ

今回、ユーザ端末には二つの表示部があることから、その両方を活用して、情報の提供を行なうこととした。単なるテキスト情報と、項目選択や文字入力等のボタン操作が必要となる画面は、通常の白黒液晶ディスプレイに表示させている。一方、地図や写真などの画像情報は、視き込み型ディスプレイによってカラー表示させている。

図3は、試作した歩行者ナビゲーションシステムの利用イメージであり、目的地を絞り込みながら、最終的に経路情報を取得するまでの過程を示している。状態(d),(e)では、周辺検索の起点として、また距離計算の起点としてユーザの位置情報が利用されている。また、地図画像の生成においても、ユーザの位置情報と方位情報が利用されている。

今回のシステムでは、地図情報はセンタ側で静止画として生成されているため、端末上に地図が表示された後に、ユーザが体の向きを変えたとしても、それに追従して地図を回転させることは出来ていない。ユーザが新しい向きを反映させた地図を参照したい場合、再度センタ側にアクセスし地図を作り直させることが必要となっている。

4. 実験と評価

4.1 実験内容

試作した歩行者ナビゲーションシステムを、実際に屋外で利用する実験を行なった。被験者数は14人で、実験の概要は以下の通りである。

- 新宿駅東口近辺に、2つの実験コースを設定する。
- 被験者は、試作端末に表示される地図画像を更新しながら、各コースのスタート地点からゴール地点まで歩いて移動する。
- システムが提供する地図画像は、1つ目のコースでは「北方上向き」とし、2つ目のコースでは「正面上向き」とする。

- 実験終了後に被験者に対してアンケート調査を実施する。

本実験において、システムが被験者に提供した地図情報の例を図4に示す。画面中央付近の携帯電話のマークが被験者自身の位置と方位を示している。画面左上の北方向を示すマークが右下を向いているが、これは被験者の正面方向を上向きにした地図を生成したためである。

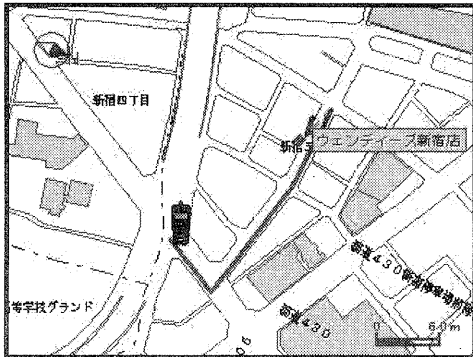


図4 ユーザ端末に表示される地図画像

4.2 位置精度、方位精度に対するユーザ評価

試作システムを利用した被験者による、位置精度と方位精度に対するユーザ評価を図5に示す。

位置精度に関しては、

位置精度に関しては、環境の影響を受けて大きな誤差となることがあり、新宿のような密集地域においては、その誤差が時として大通り1本分、あるいは1ブロック分のずれとなって現れる場合もあった。このため、ナビゲーションの位置精度としては不満足という意見が多く、今後の改善課題となった。

一方、方位精度に関しては、予想以上に不満足とする意見が多かった。この点に関しては、後述の考察で触れることとする。

4.3 向きに合わせた地図生成に対するユーザ評価

正面方向を上向きにした地図を生成することについて、被験者がどのように感じたかを図6に示す。「正面を上向きにした地図生成」を多くの被験者が「役に立つ」と感じていることがわかる。

実験中、表示された地図を確認する際、図7のように端末を回転させることによって、地図の向きを調整する被験者が見受けられた。地図生成方式と端末回転の関係を被験者に確認したところ、図8の結果を得た。

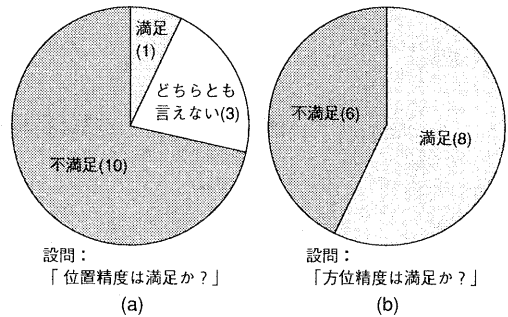


図5 位置精度、方位精度に対するユーザ評価

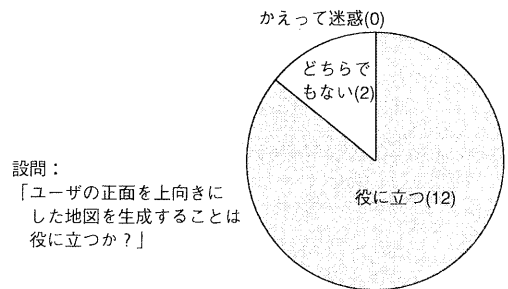


図6 向きを反映した地図生成に対するユーザ評価

「北方上向き地図の場合のみ、端末を回転させた」被験者が最も多いことから、端末に方位センサを組み込んだことが有効に機能したことがわかる。次いで、「北方上向き、正面上向きの両方の場合で端末を回転させた」被験者が多いが、今回位置精度の誤差が大きかったため、正面上向き地図の場合でも、端末の回転を試みる人が発生したと考えられる。

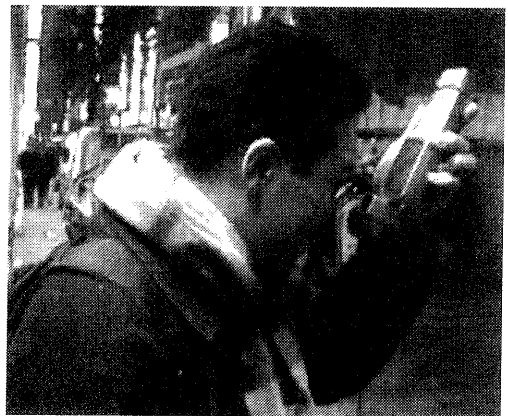


図7 端末を回転させて地図を見る被験者

設問：
「表示された地図画像を
確認する時、端末を
回転させたか？」

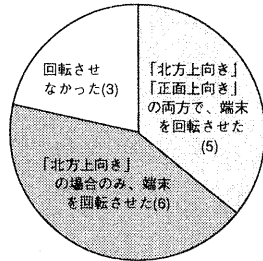


図 8 方位情報利用の有無によるユーザ挙動への影響

設問：
「覗き込み型表示部での
表示の大きさは？」

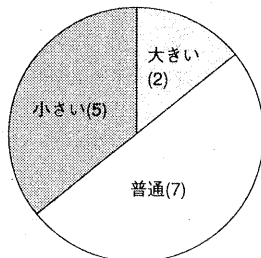


図 9 表示の大きさに対するユーザ評価

4.4 覗き込み表示部に対するユーザ評価

図 9 は、覗き込み型ディスプレイによる地図表示の大きさについて、被験者の評価を示したものである。

結果として「大きい」、「普通」と答える被験者が半数以上を占めたことがわかり、覗き込み型ディスプレイでの地図表示が、実用に耐え得るものであることが確認された。

その一方で、図 10 は、覗き込み型ディスプレイでの地図表示の見易さに対する、ユーザの評価を示している。結果としては「見難い」と答えるユーザが多数で、「むしろ通常の液晶表示部に、地図を表示した方がよい」という意見も多く聞かれた。原因としては、片目で覗くことが疲れやすいこと、手ぶれなどの影響を受けやすいこと、画像が遠方にあると大きく感じられないこと等が考えられる。

別の理由として、覗き込み型ディスプレイの性能とは無関係に、ここで扱っているコンテンツである地図を「地面に対して水平に置きたい」という心理が働いた可能性もある。実際図 11 に示す様に、試作端末を水平に持って利用する被験者も確認された。

これらの結果より、覗き込み型ディスプレイを使用することで、小型端末での詳細地図表示が実現できることは確認された。同時に、その見易さに関してはユーザの要求を満たしていないことがわかり、今後の技術改良や、この表示方式に適したコンテンツの種類を見極めていくことが必要になると考えられる。

設問：
「覗き込み型表示部による
地図画像表示の
見易さは？」

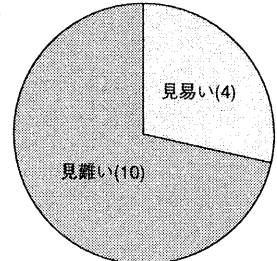


図 10 表示の見易さに対するユーザ評価

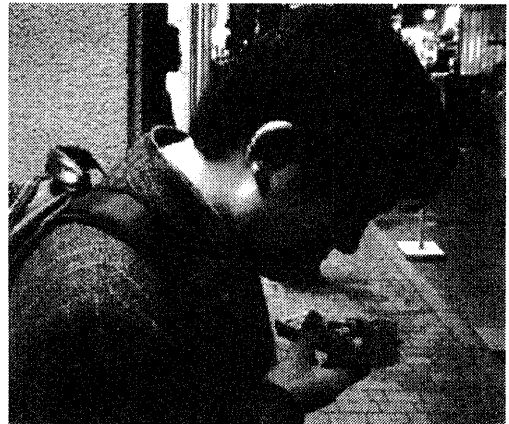


図 11 端末を水平にして地図を見る被験者

5. 考 察

ここでは、試作端末の利用を通し、確認された問題について述べる。

図 3 に示した端末画面の様に、ユーザによる文字入力や候補選択の時には、PHS 端末の白黒液晶画面と入力ボタンの機能を流用している。この時、ユーザは端末を顔から離して、やや傾けて利用することが一般的である。これに対し、覗き込み型ディスプレイを見る時には、端末を顔に近づけることになり、端末を立てた状態で利用することが一般的である。図 12 は、複数被験者を横から撮影し、端末の倒れ角を調査した結果である。この図から、通常の白黒液晶画面を見ながらボタン操作を行なう時には、倒れ角が大きくなることがわかり、今回の方位センサの正常動作範囲である 60 度を越えるケースが約半数に及んだことが読み取れる。

例えば、図 3 の状態 (e) において、正面方向を上向きにした地図を表示しているが、方位測定は前段階の状態 (d) で行き先を選択した直後に行なわれている。このため、方位測定が実際に行なわれた時点では、端

末の倒れ角が大きく、正常な方位測定が行なえなかった可能性がある。このことは、前述のユーザ評価における「方位精度に不満足」、「正面上向き地図の場合でも地図を回転させた」等の一因になったと考えられる。

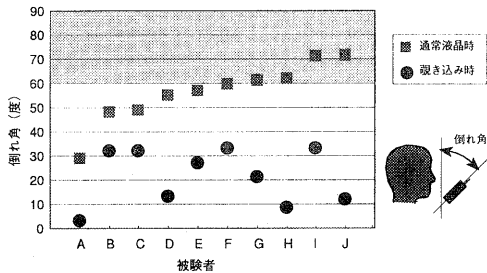


図 12 情報表示方式と端末の倒れ角

以上のことから、今回の端末のように性格の異なる二つの表示部がある場合、両方の利用時を想定して方位センサの性能や、埋め込み方を最適化する必要があることがわかった。

また、今後覗き込み型ディスプレイだけを持った端末を作る場合、画面から目を離すことなく、親指一本で全ての操作が行なえるようなユーザインタフェースも合わせて実現する必要があることがわかった。

6. ま と め

本稿では、ユーザ端末の小型化と詳細な地図画像表示の両立を目指し、ユーザ端末に覗き込み型ディスプレイを組み込み、情報を拡大して見せることを提案した。また、ユーザ端末に方位センサを取り付けることにより、ユーザの向いている方向を反映したナビゲーション情報の生成を提案した。

さらに提案を基に、歩行者ナビゲーションシステムのプロトタイプを実装し、PHSをベースとした試作端末によって、ユーザ要求の獲得、データ通信、ナビゲーション情報の表示を、1台の端末で可能にした。

プロトタイプシステムの評価実験から、正面方向を上向きにした経路案内地図の生成は、「ユーザが端末を回転させて眺める」ことを低減させる効果があることがわかった。また、被験者の多くから「正面方向を上向きにした地図の生成は役に立つ」という感想を得た。これらの結果から、歩行者ナビゲーションでは、方位情報への要求が高いことを確認した。

覗き込み型ディスプレイの利用については、小さな表示部の中で詳細な画像情報の表示が可能であることを確認し、携帯端末における表示方式の選択肢となる

ことを確認した。同時に、現状レベルでは「見難い」、「地図も、通常の液晶画面に表示した方が良い」と感じる被験者が多いことがわかった。

また、試作端末の経験から、見方の異なる二つのディスプレイを併用する場合、端末の姿勢の変化が頻繁に発生し、方位センサにとって不利な状況を作り出すことがわかった。こうして明らかになった問題点を踏まえつつ、今後の研究開発を進めて行く予定である。

謝辞 本研究を進めるにあたり、評価実験に御参加頂いたNTTサービスインテグレーション基盤研究所交通運輸情報流通支援プロジェクトの皆様へ感謝致します。また、プロトタイプシステムの実装と評価実験の実施に御協力頂いたNTTソフトウェアテレコム事業部、およびモバイルコンピューティング事業部の皆様へ感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 町田基宏, 井沢味奈子, 杉村利明: 携帯電話微小画面による歩行者ナビゲーション情報の提示方法に関する一検討, 情処研報, HI 86-10, pp. 57-62 (Nov. 1999).
- 2) 小池竜也, 加藤誠巳: VML/XMLを用いた歩行者ナビゲーション用略地図生成システム, 信学技報, ITS2000-23, pp. 7-12 (Sep. 2000).
- 3) 前田典彦, 山上俊彦: モバイルグループウェアを指向した情報表示方式 TrICKの提案, 情処研報, グループウェア 12-9, pp. 49-54 (Jun. 1995).
- 4) CyberDisplay,
http://www.kopin.com/html/pagers_phones.html
- 5) 菊池保文, 前田典彦, 久保田浩司: 歩行者ナビゲーションシステム, 2000年信ソ大, A-17-24, p. 274(2000).
- 6) 菊池保文, 前田典彦, 久保田浩司: PHS位置検出手法の検討 (本研究会にて発表予定).