

## 無線情報端末を利用した歩行者ナビゲーションシステムの提案

白川 洋 歌川 由香 福井 良太郎 重野 寛 岡田 謙一 松下 温  
慶應義塾大学大学院 理工学研究科

近年、急速に移動体通信が発達しており、ユーザは手持ちの携帯端末からインターネットを始めとして、様々なサービスを受けられるようになった。そのサービスの一つにユーザを目的地まで誘導する歩行者ナビゲーションがある。しかし、歩行者ナビゲーションのためには、膨大なナビゲーション情報を常に最新のデータとして用意しておく必要がある。また、街角に無線情報端末を設置し、その端末から様々な情報を提供するプロジェクトがあり、将来実用化される見通しがある。そこで、この情報端末にナビゲーション情報を蓄積し、複数の人がナビゲーション情報を分担して管理する事により、ユーザをスムーズに誘導するナビゲーションシステムを提案する。

### A proposal of pedestrian navigation system using wireless information terminal

Hiroshi SHIRAKAWA, Yuka UTAGAWA, Ryoutarou, FUKUI  
Hiroshi SHIGENO, Keniti OKADA and Yutaka MATSUSHITA  
Faculty of Science and Technology, Keio University

In these years mobile communication has been advanced, and users can easily access the Internet and get a latest information through mobile devices. We need to prepare huge navigation information as the newest data for a pedestrian navigation. And There has advanced a project which install wireless information terminals in street corners and offers various information from the terminals and has the prospect put in practical use in the future. Then, we propose a pedestrian navigation system which can offer a navigation information smoothly by decentralized administration of navigation data accumulated to the wireless information terminal.

## 1 背景と問題点

近年、急速に移動体通信が発達しており、一般ユーザは手持ちのノート PC や携帯端末等からインターネットにアクセスし、最新の情報を容易に入手することができるようになった。そこで、携帯端末から得られるサービスのニーズが高まっている。そのサービスの一つに目的地までの経路探索がある。

既存の経路探索サービスの問題点として3つの点が挙げられる。まず経路地図を表示するサービスの場合には、通常の地図はデータサイズが大きく、転送時間がかかる事があげられる。さらに微小画面で表示するために、目的地と出発地が一面分の地図に収まらないため目的地と出発地の位置関係が理解しにくいことがあげられる。次に、GPS を用いてユーザの位置を判断し、情報を提供するサービスの場合、屋内や地下等、GPS を利用できない位置では、ジャイロセンサ等の補正技

術を併用しないとユーザの位置を把握できないことがあげられる。さらに、データベースからナビゲーションに必要な情報を取得するサービスの場合、個人が望む経路は様々であるため、歩行者ナビゲーションに必要とされるデータ量は膨大になり、その結果、ユーザにきめ細かな情報を提供することが困難になる。その結果、その土地を初めて訪れるユーザにとってはわかりにくい情報しか提供できない。

そこで本研究では、これらの問題点に着目し、携帯端末を用いたよりよい歩行者ナビゲーションシステムを提案する。まず、街角にナビゲーション情報を持たせた無線情報端末（以下ポストと称す）を設置し [1]、ユーザがポストを辿ることによってナビゲーションを行う。ナビゲーションデータをポスト毎に分散して管理することで、ユーザは中央サーバからナビゲーション情報を受け取るのではなく、そのポストから直接データを受け取ることによりナビゲーションを行う。この

ため、ユーザに細やかな情報を与えつつ、サーバに負荷のかからず、あたかもシステム側がユーザの位置を把握しているかのようなシステムを構築することが可能となる。さらにポストがナビゲーション情報として持つ風景画像や指示案内文 [2] を XML で定義する事により、ポストの新規設置や削除等の変化に柔軟に対応することを可能とした。これらの特徴を持たせることにより効果的なナビゲーションを実現するシステムを提案する。

## 2 システムの提案

図 1 にシステム構成の概要を示す。

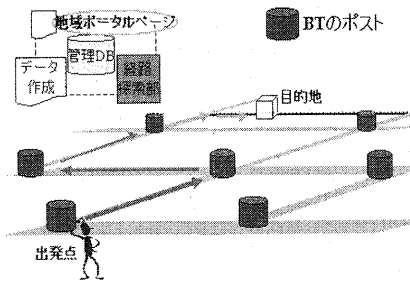


図 1: システム構成

### 2.1 システム構成

本システムでは現在高知県で視覚障害者用に、「段差があります」といった情報をユーザに提供できる Bluetooth(以下 BT) のポストを街の交差点等の至るところに設置する動きが実際にあり [14]、そのようなポストが街中の交差点に設置されることを前提に提案を考えている。「そのポストを障害者だけではなく、一般の歩行者ナビゲーションで利用しようではないか」といのが本提案を思いつくに至った第一の契機である。

システム構成の概要を図 1 に示す。本システムは地域毎に存在するポータルページとナビゲーションポスト(以下ポストと略す)からなる。

ポストは国や地方自治体等の公共機関が設置し、あるポストから隣接するポストへ行くためのナビゲーションデータは公共機関が作成し、管理するものとする。最寄りのポストから目的地までのナビゲーション情報は、目的地関係者(企業、店舗等)が作成するものとする。ナビゲーションを始めに受けるポストをスタートポスト、目的地が登録されたポストは目的ポスト、途中で

経由するポストを経由ポストと呼ぶことにする。

ポータルページは電車やバスの駅毎に存在し、半径約 2km 以内の地域を管理するものとし、ユーザにとってのナビゲーションの窓口となる。また目的地関係者がナビゲーションデータを作成する窓口の役割も果たす。ポータルページはポストの設置位置情報(道路地図上にマッピングされたデータ)を保持しており、目的地と最寄りのナビゲーションポストとの関係をデータベースで管理している。さらにこれらの情報を元に、経路探索を行う役割も果たす。風景画像や指示案内文といったナビゲーション情報は一切保持していない。

### 2.2 本システムの特徴

本システムに持たせた特徴について、以下で述べる。

- ナビゲーションデータの分散管理

本システムではユーザの端末に表示させるナビゲーション情報をポータルページは保持しておらず、各ポストがそれぞれ保持している。既存の殆どどのシステムでは、ナビゲーションデータは一つの中央サーバが一括して管理しているために全ナビゲーションデータの量は莫大なものになり、「右に曲がって下さい」というような簡潔な指示案内文を提供することはできても、「右に曲がって緩やかな坂を下り、交差点まで進んでください」というきめ細かな情報までは提供できていないのが現状である。しかしこのような指示案内文を本システムでは交差点等に設置されたポストが分散して保持しているため、既存のシステムに比べて、データ更新時におけるサーバにかかる負荷を軽減でき、ユーザはポストからナビゲーション情報を受け取るため、スムーズなデータ提供が可能となる。

- 風景画像と指示案内文によるナビゲーションデータの作成

本システムでは、交差点や横断歩道といった目印になるところにポストが設置されていることを前提としている。「\*\*から××して〇〇にあるポストまで行ってください」のようにあるポストから次のポストに着くまでの指示案内文を表示している。こうすることで、ユーザの現在いるポストと次のポストとの位置関係を理解しやすくした。このようにすることで、ユーザに的確な指示を出すことができ、ユーザの経路理解を促進し、効果的なナビゲーションを行なうことが可能になる。

またユーザの現在いるポストから次のポストに向かう際における、ユーザの視点にたった風景画像を表示することで、ユーザが次に向かう場所が正しいかの確認を可能とした。指示案内文と画像を同時に表示することにより、ユーザは確実に正しい経路を進むことが可能となり、ユーザの不安感の解消にもつながる。

このように、ユーザの現在位置の画像と指示案内文を表示することにより、地図を表示するナビゲーションの際に生じる「地図が小さいため経路が理解しにくい」という問題点を解消することができる。

- **ポストが保持するXMLによるナビゲーションデータの定義**

ポストが持つナビゲーション情報には、隣接するポストに辿り着くための風景画像と指示案内文及びそのポスト周辺の目的地に着くためのナビゲーション情報(目的地側が作成)がある。この、隣接するポストに着くまでのナビゲーション情報をNML(Navigation Markup Language)と呼びXMLで定義する。ポストが設置された場所が十字路であれば、次のポストに進む時の風景画像を1方向につき1つ、計4種類用意した。また指示案内文は一方の道に対して4種類、計16種類の情報を用意した。1方向に対して指示案内文を4つ用意した理由はユーザがどのポストを経由して現在いるポストに着いたかを考慮して”右に曲がって緩やかな坂を下り、交差点の手前にあるポストまで進んでください”という情報を提供するためである。またそのポストがスタートポストである場合にも、ユーザに進行方向を間違えさせないために”ポストを正面に見て右に曲がり...”という情報も持たせておく。ユーザがどの方向からどこへ向かうのかによってこのように指示文を使い分けることによって、あたかもシステム側がユーザの位置を把握しているかのようなシステムを実現することが可能となる。また、目的地に着くためのナビゲーション情報はHTML形式で保存し、NMLとは別のデータベースで管理している。そのため、目的地が新たに登録された場合でも、NMLの中身を変更する必要がないため、データ更新時における負担は少ない。

- **ユーザが経由するポストを記述したデータの定義**  
ユーザが目的地に到着するまでに経由するポストを記述したデータをPML(Path Markup Language)

と呼びXMLで定義する。各ポストはユーザが持っているPMLの情報を参照し、次にユーザがどこに行きたいかを判断する。

- **目的地関係者によるデータ作成**

本システムでは、任意のポストから目的地までのナビゲーションを目的としており、目的地関係者は最寄りのポストから目的地までのデータを作成することになる。

本システムでは目的地周辺の経路を熟知している人がデータを作成しているため地図データベースを利用したナビゲーションサービスでは提供が困難であったユーザの立場に立った理解しやすいナビゲーション情報の提供が可能となった。さらにユーザの位置情報の把握にGPSを用いないため、屋内であってもナビゲーション可能である。

### 2.3 ナビゲーションの流れ

ユーザはまずスタートポストを通じてその地域のポータルページにアクセスし目的地を指定する。地域ポータルページには経路探索部を設け、ここで経路探索を行う。歩行者が多い地域では、この経路探索部を複数個用意することによって、同時に多数のユーザが経路探索を開始した際においても、スムーズなナビゲーションを可能とした。スタートポストはその経路探索の結果をPMLの形式で受け取る。そして、スタートポストはPMLと、スタートポストが持つNMLを照合し、どの風景画像と指示文をユーザに提供すべきか判断し、ユーザの画面に表示させる。またPMLもユーザに送信する。次に着いたポストからは、ユーザがPMLをポストに送信し、そのPMLと各々のポストが持つNMLを照合してユーザに提供する情報を判断しユーザの画面にナビゲーション情報を表示させる。

もしユーザが経由ポスト及び目的ポスト以外のポストと通信した場合は、NMLとPMLを照合してもユーザに提供すべき情報が見つからない。この場合ポストはユーザが道を間違えたと判断し、そのポストをスタートポストとし、再び経路探索することによりPMLを新たに作成し、その新たに生成されたPMLを使用して再度ナビゲーションを行う。よって、ユーザが道を間違えた場合でも、任意のポストからリルートが可能である。

ユーザが目的ポストに辿り着くと、ポストは目的地までの経路情報を一括してユーザに送信する。その情報によりユーザを目的地までナビゲーションする。



かうデータが不要だからである。このときに SKIP-ID という変数を利用する。下に目的地側が作成し、ポストに置いてある情報の一例を示す。

```
<A_G1.html skip_id="0">
  <guidance>AからCに進んでください</guidance>
  <image>AtoC.gif</image>
  <guidance>C から G1 に進んでください</guidance>
  <image>CtoG1.gif</image>
</A_G1.html>
```

SKIP-ID の値は元々0が入っている。この値を1増やすことで、A-G1.HTML タグの一番前にある GUIDANCE タグと IMAGE タグを読み飛ばすようにしている。また、HTML のファイル名も、A-G1.HTML から C-G1.HTML に変更する。また逆に、元々ポスト A、C が存在していたがポスト C が削除された場合も説明する。この場合、ポスト C には下のような目的地 G1 に関する情報が入っていたとする。

```
<C_G1.html skip_id="0">
  <guidance>C から G1 に進んでください</guidance>
  <image>CtoG1.gif</image>
</C_G1.html>
```

そこでポスト C が削除されて、目的地 G1 の最寄りのポストを A にする時は、ポスト A からポスト C に行く情報は元々ポスト A が持っているため、この情報を、上記の C から G1 に行くための情報を記した C-G1.HTML タグの中の先頭に追加すれば良い。この場合は、SKIP-ID の値は0のままである。HTML のファイル名は、C-G1.HTML から A-G1.HTML に変更する。

このように SKIP-ID という変数を定義することによって、目的地関係者の負担なく、サービスを提供することが可能となる。

### 3 システムの実装

#### 3.1 システムの実装環境

システムの実装環境について説明する。本システムは、サーバ(ポスト)とクライアント(ユーザの持つ携帯端末)から成る。現在日本で市販されている携帯電話

は、BT や赤外線等のハードウェアを制御するアプリケーションを新たに追加できないため、今回は、サーバ、クライアント共にノート PC(OS:Windows2000)を使用し、サーバ、クライアント間は無線 LAN で通信した。実装言語は JAVA(JDK1.3) を用いた。

#### 3.2 実装

提案で述べた通り本システムでは、まずユーザはスタートポストを介して地域ポータルページにアクセスし、目的地を選択する。そして、ポスト同士が通信し経路探索を行い、PML を作成する。その作成された PML とスタートポストが持つ NML を照合した結果、ユーザに提供される情報を図5に示す。

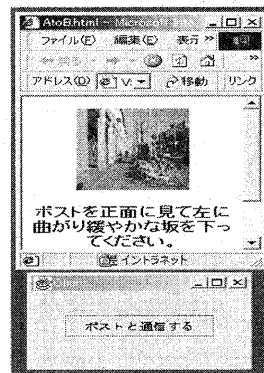


図 5: 実装画面 1

ユーザが次のポストに到着すると図5の画面の下の、「ポストと通信する」というボタンをユーザがクリックすることにより、クライアントがスタートポストで受け取った PML をポストに送信する。ユーザが経路を間違えた時は、そのポストをスタートポストとして再び経路探索をする。図6にユーザが経路を間違えた際の実装画面を表示する。

ユーザが目的ポストに到着すると、目的ポストは目的地までの情報をクライアントに一括して送信する。図7にユーザが目的ポストで受け取る情報を表示する。なお、目的ポストから目的地までに途中で曲がり角があり1枚の HTML ファイルで目的地まで案内できない場合は1枚目のファイルに LINK を貼ることで対応した。

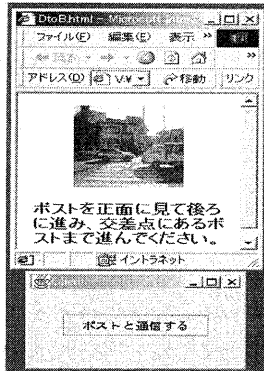


図 6: 実装画面 2



図 7: 実装画面 3

に柔軟に対応することを可能とした。

このようなシステムの提案により、既存のシステムでは困難であった、ユーザの立場にたったナビゲーション情報の提供が可能となり、さらにリルート可能なナビゲーションシステムを構築することができた。

## 参考文献

- [1] <http://www.oki.com/jp/NSC/JIS/SOLUTION/OKIFAIR/fair/seminor/pdf/c10.pdf>
- [2] 歌川 由香, 田中 健一郎, 茂呂 麻衣子, 重野 寛, 松下 温: データの差分利用を考慮した携帯電話による歩行者向けナビゲーションシステムの提案, 情報処理学会第 62 回全国大会, 2001

## 4 まとめと考察

本研究では、携帯端末を用いた歩行者向けのナビゲーションシステム及びナビゲーションに必要なデータ定義を提案した。

本システムで扱うナビゲーションデータは指示案内文とユーザの視点にたった風景画像から成る。このようなナビゲーション情報を本提案では各ポストに分散して管理している。よってユーザは現在通信しているポストから直接ナビゲーション情報を受け取るため、正しい情報が正しい位置で取得できる。このため、GPSを使わずしてあたかもユーザの位置を把握しているかのようなシステムを構築することができた。

また、ナビゲーションに必要な情報を XML で定義することにより、街の道路状況及びポストの配置状況