

## GPS 情報を利用した歩行者向け実写道案内システムの検討

神田準史郎<sup>†</sup>、脇本浩司<sup>†</sup>、田中聡<sup>†</sup>、臼井澄夫<sup>††</sup>

<sup>†</sup>三菱電機株式会社 情報技術総合研究所 <sup>††</sup>三菱電機株式会社 IT 宇宙システム推進本部  
<sup>†</sup>〒247-8501 鎌倉市大船 5-1-1 <sup>††</sup>〒110-8310 東京都千代田区丸の内 2-2-3

GPS 付き携帯電話の普及により、歩行者への道案内サービスが広まりつつあるが、現時点ではわかりやすさの面でまだ十分なサービスが提供できていない。筆者らは、案内経路上の実写案内画像を順次提供して利用者を目的地に導く実写道案内システムの構築と検討を行ってきた。このシステムに関し、GPS からの位置情報を利用するようにシステムの拡張を検討した。その結果、わかりやすい道案内を行うためには、端末測位精度は 3m 程度であり、移動履歴から進行方向を推定して適切な情報を提供し、案内情報提示位置と端末との距離に応じて情報の詳細度を変更することが必要であることと考えられる。本報告ではこの検討内容に関して述べる。

## A pedestrian navigation system by real street scene using positioning information by GPS

Junshiro Kanda<sup>†</sup>, Koji Wakimoto<sup>†</sup>, Satoshi Tanaka<sup>†</sup>, Sumio Usui<sup>††</sup>

<sup>†</sup>Mitsubishi Electric Corporation Information Technology R&D Center  
<sup>††</sup>Mitsubishi Electric Corporation Space Solution Systems Development Group

By popularization of mobile phone with GPS feature, it is expected that pedestrian navigation system is going to spread, but there is not enough service on a point of understandability. We have proposed and developed a pedestrian navigation system that provides guidance pictures using real street scenes. Now we are going to enhance our system using positioning information by GPS. For understandability, the system needs about 3m accuracy positioning. And the system needs to provide proper information by estimating user's traveling direction using traveling history, to switch guidance information in accordance with the distance between user's position and navigation point.

## 1. はじめに

総務省では、緊急通報の位置特定を行うために、2007年4月以降発売されるすべての第三代携帯電話へのGPS機能の搭載義務付けを検討している。これが決定すると、大半の携帯電話はGPS機能が内蔵されることになるため、GPS機能を利用し、利用者の位置に応じた適切な情報を提供するLBS (Location Based Services) の普及も進んでいくと思われる。

LBSの中で期待されているアプリケーションの一つとして、歩行者を目的地に対して案内する歩行者ナビゲーション<sup>[1][2][3]</sup>があげられる。我々は、歩行者ナビゲーションにおける情報提供方法の一案として、位置に対応づいた撮影済みの実写映像上に進行方向などの案内情報を重畳表示した画像を順次提供することによって、利用者が画面上の提供画像と周囲の風景を見比べながら目的地まで迷わずたどり着けることを目標とした、実写を利用した携帯道案内システムを提案し、開発を行っている<sup>[4]</sup>。我々の開発したシステムでは、利用時にGPSから位置情報を取得せず、利用者が提供画像の風景が見えるところまで移動した際に、次の画像を要求する、といった操作を繰り返すことで案内を行っていた。このようにすることで、GPS機能の存在しない端末でも利用可能となり、さらに利用者は目的地までのすべての行程を任意のタイミングで確認することができる、しかし、その反面、適切な位置で案内情報を取得しなければ、周囲の風景と案内画像の間に乖離が生じ、逆に利用者にとってわかりにくくなってしまいう原因となっていた。

今回、GPSからの位置情報を取得して動作するように携帯道案内システムを拡張した。これにより位置に応じて適切な情報を提供可能とした。その際に、道案内に必要な測位精度を考慮した上でシステムを検討したので、そ

の内容に関して報告する。

## 2. 携帯道案内システム<sup>[4]</sup>

我々が開発した実写を利用した携帯道案内システムに関して述べる。携帯道案内システムは映像と位置情報を同期記録して管理するデータベースに相当する「リアルマップ映像連携システム」<sup>[5]</sup>と、経路上における交差点やランドマークが見える位置と言った案内ポイントの位置情報を自動的に算出し、それらの位置を記憶しておく「案内情報生成システム」の二つの部分からなる(図1)。以下にそれぞれに関して記述する。

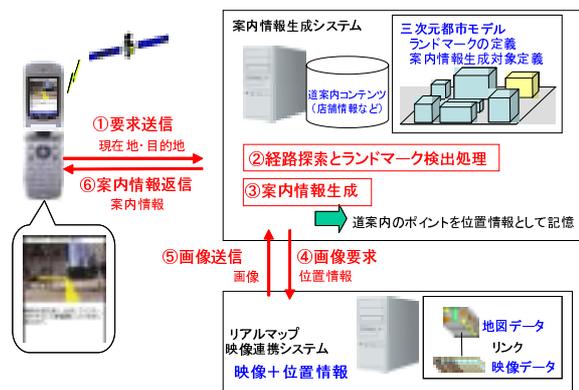


図1 リアルマップによる  
携帯道案内システムの概略構成

Fig.1 System structure of Pedestrian  
Navigation System for Mobile Phone using  
Real Map

### 2 - 1 . リアルマップ映像連携システム<sup>[5]</sup>

リアルマップ映像連携システム(以下リアルマップ)とは、GPSからの測位情報と、ビデオカメラによる映像の撮影フレームとを対応付けて記録し、この対応関係を保持したまま計算機内に記録して、後に位置に応じて関連する映像フレームを出力することができるデータベースシステムである。

リアルマップを利用するために、まず、街並

みの映像データとそれに対応づいた位置情報を収集する。リアルマップではGPSからの位置情報を変調して音声信号化し、ビデオテープの音声トラックに記録する。ビデオテープ上の音声トラックと映像トラックは同期しているため、これにより位置情報と映像フレームの対応付けを行うことができる。今回のシステムでは民生用のminiDV形式のカメラとテープを利用した。このようにして撮影したDVビデオテープをIEEE1394経由でPC内に取り込み、その結果をリアルマップ登録ツールにかけることで、映像とそれに対応づいた位置情報がリアルマップ内のデータベースに登録される。

登録された映像情報は位置情報もしくは位置情報の列として構成される経路情報をキーとして、検索することができる。たとえば、地図上で確認したいポイントを指定すると、その位置から撮影した静止画像を取得することが可能である。ある道路を指定することで、道路に対応した経路が映像として再生される。

リアルマップではGPSからの位置情報の入力形式としてNMEAをサポートしているので、各映像フレームに対応づく位置情報はGPSそのものの精度に依存するものとなる。したがって高精度なGPSを利用することで単純に映像フレームの位置精度が高くなる。

## 2 - 2 . 案内情報生成システム

案内情報生成システムは、端末からの出発点、目的地情報を元に案内情報を生成して端末へ配信するシステムである。システムでは出発点、目的地の情報を元に経路探索を行い、その結果に基づいて案内上重要となる交差点やランドマークが見える地点の位置(これを案内ポイントと呼ぶことにする)をピックアップする。案内ポイントの実写画像をリアルマップから検索して取得し、経路の情報に基づいてその位置

でどちらの方向に行くかを示す矢印をコンピュータグラフィックによって合成表示したものを案内情報として記録する。システムはその後、最初の地点の案内情報を利用者端末に送信する。利用者は提示された画像と同じ風景の場所に到着したら、次の目標地点の案内情報をシステムに要求する。システムはこの要求に基づき、次の案内情報を送信する。これを繰り返す行うことで、最終的な目的地に利用者を導くことができる(図2)。また、システムでは経路探索時に用意された案内ポイントの間に位置する地点の情報を検索するための実写検索機能も用意している。これは利用者が案内情報の風景が見当たらない場合に、直前の案内ポイントからどの程度の距離を進んだかを入力することで、経路上の該当位置の風景を返す機能である。これにより、案内ポイント間が広く開いている場合でも利用者は自分が計路上を進んでいるか、外れているかを提供画像と周囲の風景から判断することができるため、利用者の道を間違えているかもしれないといった不安を軽減して、仮に間違えていたとしても早めに元の経路上へリカバリすることが期待できる。

位置に応じた実写映像を出発点①から目的地⑧の順に表示し案内する。

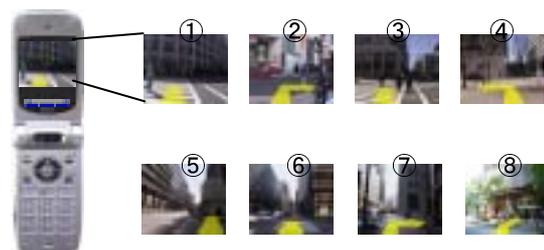


図2 携帯電話道案内システムの画像例  
Fig.2 Display samples of Pedestrian Navigation System for Mobile Phone

## 3 . GPS 情報を利用した歩行者向け実写道案内システムの検討

2章で述べたシステムは案内情報の要求タ

イミングを利用者にゆだねていた。GPS 機能付きの携帯端末の増加を見越し、位置に応じた確かな情報を提供するように、システムを GPS からの位置情報を利用可能とするための検討を行った。ここで、GPS からの位置情報利用の目標は、出発点の自動認識とシステム利用中に一定間隔で端末の位置情報をシステムに送信し、システムが端末の位置を把握して情報を提供することと設定する。

#### ( 1 ) 端末の測位精度

地図上で自位置を表示・認識した上で案内を行うシステム<sup>11)</sup>の場合、測位誤差により実際の自位置と地図上に表示された自位置との間に差があるために、曲がり角を間違えてしまうといった問題点がある。歩行者の移動速度は自動車のそれと比べてはるかに遅いため、自動車では移動中に吸収できる誤差量が歩行者ではそのまま現れるものと思われる。例えば時速 36Km で走行している自動車の測位誤差が 10m あったとしても、1 秒で走行してしまうため、誤差としての影響は少ないと思われる。しかしながら、分速 60m で歩く歩行者の場合、一秒では 1m しか移動しないため、誤差の影響は多大である。また、カーナビゲーションシステムにおいては、車は道路上を走ると言う前提のもとマップマッチングにより進行方向に対して横方向の誤差を補正しているが、歩行者は道路上の移動だけとは限らないため、移動に関する自由度が高くマップマッチングを適用した結果が正しい位置であるかどうかの判断は難しい。したがって、歩行者ナビゲーションに用いるためには、自位置と検出位置の差が容認できる精度、が必要となる。この精度は個人ごとに主観的に異なるため、一概に設定することは難しいと考えられる。そこで、今回の検討では使用条件を以下のように考える。

- a) 様々な世代の人が使うことを想定し、歩行速度を 60m/分 ~ 80m/分と考える
- b) 案内画像のデータサイズを、わかりやすさのために高い画像品質が必要となることを考慮して 20KB とする
- c) 回線の速度は第三世代携帯電話でも最低限でも利用できることを想定し、64Kbps とする

以上の想定では、測位してからデータが表示されるまで 2.5 秒未満となる。この間に移動する移動量は、上記条件によると、2.5m ~ 3.3m となる。よって必要となる測位精度は、3m 前後と考える。

GPS の測位精度は、搬送波測位による測量用の GPS で 2 ~ 3cm といったものも存在する<sup>16)</sup>が、コストの問題から携帯端末に採用される可能性は少ないため、コード測位方式のものが利用されると考えられる。一般的にコード測位の場合、GPS 単独での測位で 10m 程度、補正情報を利用した測位方式で 3m 程度である。したがって 3m 前後の測位精度は現実的な精度であると考えられる。なお、GPS の測位精度は正解点を中心として、数分間の間に離散的に測定される点が含まれる円の半径である。

#### ( 2 ) 端末進行方向の把握

GPS 測位結果は正解点を中心に離散的に現れるため、局所的な移動方向を見ると、誤差なのか正しい測位結果なのかかわからないという問題がある。図 3 (a)に示すように測位精度を規定すると、円の範囲内であればどこでも測位結果となりうる。仮に図 3(b)で示したように 2 点で測位された場合の進行方向が誤差によりこのような角度として得られたものである場合、図 3 (c)で示すようなほぼ正しい測位結果である場合の角度とは同じになる。システムが方向を考慮していない場合、どのような場合

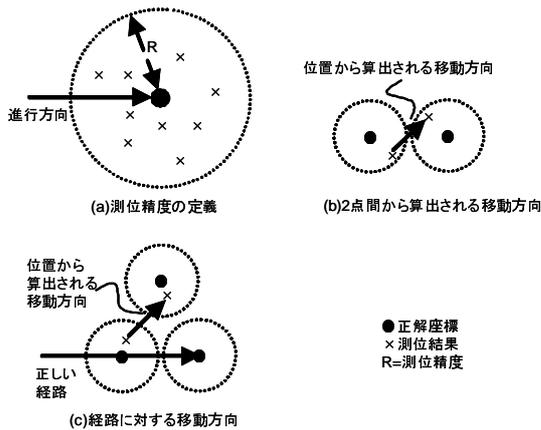


図3 . 測位精度と移動方向との関係

Fig.3 The relation between accuracy of positioning and traveling direction

でも案内ポイントに近づくと画像を表示してしまうため、場合によっては利用者の視線方向との間にずれを生じさせる。仮に誤って案内ポイントである交差点を直進せずに左折してしまった場合などに、全く異なる風景が表示されるため、道を間違えてしまう可能性がある。したがって端末の進行方向を大局的に把握し、案内ポイントへどちらの方向から進入したかを考慮する必要があると考えられる。

これに対して、我々は端末の移動履歴を利用することで進行方向を推定する方式を利用することにした。端末の位置情報は一定の間隔でシステムに通知されるものとする。これは、端末の位置に応じた情報提供をセンタ側でハンドリングするためである。このようにすることで、システムは端末の移動履歴を把握することができる。測位誤差が生じていたとしても、履歴から軌跡を算出すれば大体の進行方向をつかむことができる。このことから、移動履歴に基づいて案内ポイントもしくは案内情報を提供する情報提供エリア(案内ポイントから誤差の影響を考慮して一定の距離だけ離れた円と定義する)に対する進入角を経路と移動履歴のなす角度と定義することができる。この角度が

大きすぎると誤った方向に進んでいるとみなし、案内情報を提供しないもしくは案内画像とともにワーニングをあげるといった情報提供をすることができる。

### (3) 案内情報の詳細度

案内情報は従来のシステムでは案内ポイントのみ用意されていた。高精度な測位が可能の場合、案内ポイントまでの情報を距離に応じて段階的に設けることで利用者に対して、道を間違えていないか? という不安を取り除くことができると考えられる。例えば次の案内ポイントまでの距離が長かったり、目的地の入り口がわかりづらかったり、対象の場所が目立たない場所への目的地近辺の案内に特に有効となると考えられる。このことから、我々は案内ポイントが近くなるにつれて、情報提供回数を増やして情報の詳細度を高める方法をとることにした。例えば案内ポイントの10m手前など、少し遠くから画像が表示され、もう少し近づくとさらに近づいた画像が表示され、案内ポイントでは目の前にあるものが表示されるといったようにすることが可能となる。回線の速度とシステムの応答速度が十分な場合、これを応用することで、歩行速度に合わせて準動的に風景画像を提供することも可能となる。

## 4 . システム概要

3章での検討結果を考慮した実写道案内システムの概要を示す。ベースとなるシステムは2章で紹介したものであるが、以下の拡張を施している。

- 1) 案内情報発信のトリガーが利用者の操作ではなく GPS による位置をトリガーとする
- 2) 案内情報生成部に案内情報との距離に応じて情報の詳細度を変更する
- 3) 移動情報の履歴に基づく進行方向の推定に

より、適切な撮影角からの案内情報を提供する

図4にシステムの動作概略を示す。まず、利用者の出発点はGPSにより既知であるので、システムに対してアクセスする際にこの情報を同時に取得する。次に利用者は目的地を設定すると、システム側で経路検索が実行され、案内情報を提示する位置をシステムが決定する。このとき、案内情報を提示すべき地点だけではなく、提示地点より10m手前の地点の情報、5m手前の地点の情報、3m以内の情報と言うように、案内情報に近づくにつれて詳細な情報を得ることが出来るようにしている(図5)。

利用者の移動に伴い、端末の位置情報がシステムに送信される。システムは案内情報と現在の端末位置との関係进行を判断し、対象領域内に端末が存在したら情報を端末に送信するようにする。このとき、利用者の移動軌跡はシステム

側で把握可能であるので、この移動履歴に基づいて利用者が案内情報の掲示位置に対してどのように進んできたかをシステムが知ること

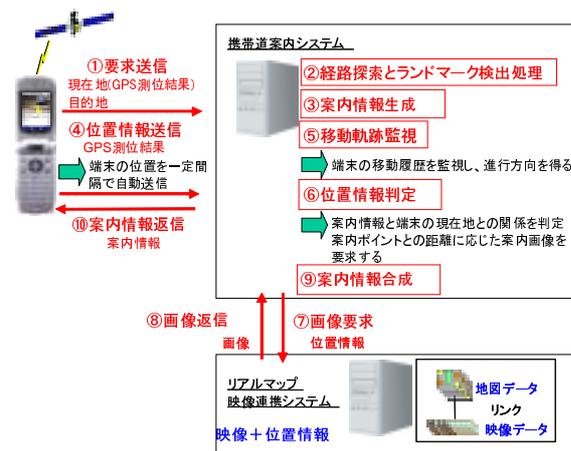


図4 測位精度を考慮した道案内システムの概略構成

Fig.4 System configuration of Pedestrian Navigation System for Mobile Phone in consideration of positioning accuracy

が出来る。これにより、システムは案内情報の掲示領域(図5で円で規定)への進入角に基づいて適切に情報を提供することが出来る。歩行者の挙動は自由度が高く、直前の2点間のベクトルにより角度を求めると提供情報と視点の食い違いが起こる危険があるため、移動履歴に基づき進行方向を推定するとともに、得られた推定角と進行方向とのなす角の許容範囲を人間の視野角に相当する90度<sup>[5]</sup>に誤差分を±15含めた総計120度とすることで、理解可能な情報を提供することが出来る。

なお、本システムでは、リアルマップの情報収集時には搬送波測位による高精度なGPSを利用することが可能であるため、リアルマップ×システムにおいて収集される位置情報と映像情報の同期精度、位置精度は数cm程度であると仮定している。これにより、純粋に端末の測位精度に応じてシステムが動作可能となる。

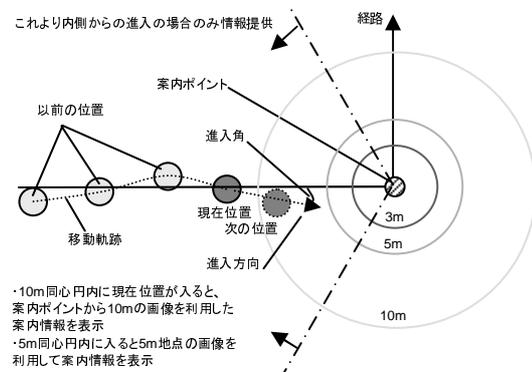


図5 案内ポイントまでの距離に基づく情報提供概念図

Fig.5. Image of offering navigation information based on the distance between a crossing and user position

## 5. 終わりに

実写画像を利用したわかりやすい道案内システムをGPS機能付きの端末にて利用できるように拡張した。このときに端末の測位精度を

考慮することで、利用者が理解しやすい情報を提供することが出来るシステムを提供することができると考えられる。今後システムの構築を行い、実環境での評価などを進めていく。

## **参考文献**

[1] EZ ナビウォーク

[http://www.au.kddi.com/ezweb/au\\_dakara/ez\\_naviwalk/](http://www.au.kddi.com/ezweb/au_dakara/ez_naviwalk/)

[2] 久保田浩司, 前田典彦, 菊池保文: “ 歩行者ナビゲーションシステムの提案と評価 ” 情処学論, pp.1858-1865, Jul.2001

[3] 福井良太郎, 白川洋, 歌川由香, 重野寛, 岡田謙一, 松下温, “ 携帯電話における歩行者ナビゲーション情報の表示方法に関する提案と評価 ” 情処学論, pp.2968-2978, Dec.2003

[4] 神田準史郎, 脇本浩司, 田中聡: “ 街並み映像を利用した携帯電話向け道案内システム ”, 2004 信学総全大, A-17-21, 2004

[5] 田中聡, 柴山純一, 嶺岸則宏: “ 地図連動型映像検索システム ”, 三菱電機技報, pp.63-66, Feb.2001

[6] Hiroshi Higuchi, Akira Harada, Tsutomu Iwahashi, Sumio Usui, Jun Sawamoto: “ Network-Based Nationwide RTK-GPS and Indoor Navigation Intended for Seamless Location Based Services ”, National Technology Meeting (NTM) 2004, Institute of navigation, 2004

[7] 増田千尋, 3次元ディスプレイ, 産業図書 (1990) 49