

三次元構造物内におけるパーソン・ナビゲーションシステムの試作

上甲 貴広 吉田 武史 柴田 史久 馬場口 登 北橋 忠宏

大阪大学 産業科学研究所

1 はじめに

近年、移動データ通信網の急速な広がり、携帯情報端末 (PDA) の普及を背景に、両者を結びつけた様々なサービスを提供しようという試みが行われている [1].

その1つとしてPDAによる人間のナビゲーションがあげられるが、それらの多くはGPSやPHS等の位置検出機能の利用を前提としている [2]. しかし、建物や地下街などの三次元構造物内での利用を想定すると、GPSを用いた場合は衛星からの電波受信ができないため位置検出ができない、PHSを用いた場合は構造物内の特定の位置を検出できるほど精度が高くない、などの問題がある [3].

そこで本稿では、三次元構造物内において視覚的な情報を提示することによって人間をナビゲーションする手法について検討する。ここでは、位置の決定に必要な実環境と仮想環境の対応付けを人間に任せることで、上記の問題に対処したインタラクティブなナビゲーションを実現する。

2 システム概要

本研究では、ナビゲーションの対象を三次元構造物内に限定し、各構造物ごとにそれに関する情報を蓄積したサーバマシンが設置されていることを前提とする。ユーザは、PDA等のクライアントマシンを持ち、クライアントを介してサーバにナビゲーションを依頼する。サーバ側では、ナビゲーションに必要な情報を生成し、クライアントに送信する。クライアントはそれをもとにして、ナビゲーションを実行する。

ユーザの与えるナビゲーションの要求としては、具体的な目的地が定まっているものに加えて、目的地は分かるが、そのためにどこへ行けばよいのかが不明なものを想定する。これらの要求に対処するためには、ユーザの目的から目的地を推論する機構が必要となる。ナビゲーションの対象を三次元構造物内だけに絞ることにより、この推論に要する情報を限定すること、および常に最新のものに保つことが可能となる。

本稿では、このようなシステムを実現するための基本的な枠組みについて提案する。

3 システム構成

システムの構成を図1に示す。サーバは主に、定期的に更新され三次元構造物の最新の情報を保持するデータベース、クライアントとの通信、ユーザの目的地の推

論、目的地までの経路の探索、ナビゲーションに必要な視覚的情報の生成、等の機能から成る。

一方、クライアントは主に、サーバとの通信、ナビゲーション要求の受け付け、経路の提示、ユーザ位置の獲得、等の機能から成る。

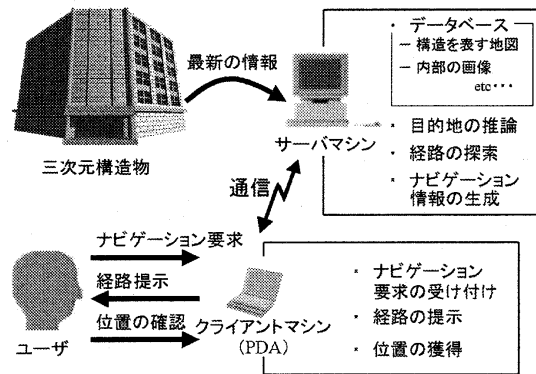


図1 システムの構成

以下では、ナビゲーションシステムを構成する機能のうち最も基本的な、三次元構造物の構造を表現する地図、視覚的情報を用いた経路の提示、ユーザの現在位置の同定、および経路の探索方法について述べる。

3.1 三次元構造物を表現する地図

本システムでは三次元構造物の構造をグラフによって表現する。このグラフを以下では地図と呼ぶ。一つの構造物に対して、詳細度の異なる地図を複数枚用意し、詳細度に基づいて階層構造化 (木構造化) する。図2に階層構造化された地図の例を示す。

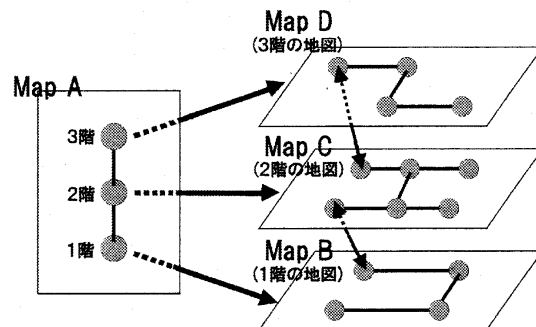


図2 構造を表現する地図

親にあたる地図には子となる地図が含まれ、根に近い地図ほど詳細度の低い、すなわち大まかな構造を表現する地図となる。葉要素は、実際にユーザが移動可能な個所をノードとした地図となる。

図2の例では Map A は1階, 2階などの「階」をノードの単位とする地図となり, その下位の地図 Map B, C, D は「部屋」や「階段」などをノードの単位とする, より詳細な地図となっている。

3.2 経路の提示

本システムではユーザの現在位置を示す画像 (以下 Current Image と呼ぶ), 次の移動先を示す画像 (以下 Next Image と呼ぶ), およびそれらに重畳表示された矢印等による移動指示によってユーザを誘導する。その際の手順は次のようになる。

1. ユーザは現在位置から画像中の移動指示に従い, Next Image で提示された地点まで移動する。
2. Next Image の地点に到着したと判断すれば, それをシステムに通知する。
3. 通知を受けたシステムは, 現在位置, 次の移動先を示す Current Image と Next Image および移動指示を更新する。
4. 以下, 1~3を繰り返すことによって, ユーザを目的地まで誘導する。

3.3 ユーザの位置同定

ユーザを誘導するためには, ユーザが現在どこに位置するかを同定する必要がある。本システムではこれを, 以下に述べるユーザとシステムとのインタラクションによって実現する。

1. 初期位置の同定
ユーザが三次元構造物に入った時点でナビゲーションを開始する場合, 初期位置の候補は入り口などの有限個に限定できる。システムはそれらを提示し, ユーザはそこから自分の現在位置を選択してシステムに通知する。これによってシステムはユーザの初期位置を同定する。
2. ナビゲーション実行中の位置同定
ユーザは初期位置を開始地点として, Current Image によって提示される地点から Next Image によって提示される地点への移動を繰り返す。この移動の際, ユーザは Next Image の地点に到着したと判断すれば, 各々の Image を更新するようシステムに要求する。この要求によって, システムはユーザが Next Image によって提示される地点に到達したと判断し, 現在位置を同定する。

3.4 経路の探索

経路は前述の地図を探索することによって決定する。地図の探索はトップダウン的に行う。すなわち木構造の上位の地図を探索することにより, まず大まかなルートを決める。その後, 探索を順次下位の地図に移しながら, 次第にルートを具体化していく。

図2で表現される三次元構造物を例にとって説明する。1階の初期位置 (s 地点と呼ぶ) から3階の目的地 (g 地点と呼ぶ) までの経路を決定するには, まず Map A の探索により, 1階から3階に到達する大まかな経路を求めると。この例では, 図3 (a) に示すように経路は決定される。次に図3 (b) で示すように, Map A

の各ノードの下位に位置し, 各階の詳細な構造を表す地図 Map B, C, D を探索する。その結果, s 地点から2階までの経路, 2階から3階までの経路, 3階における g 地点までの経路が決定される。

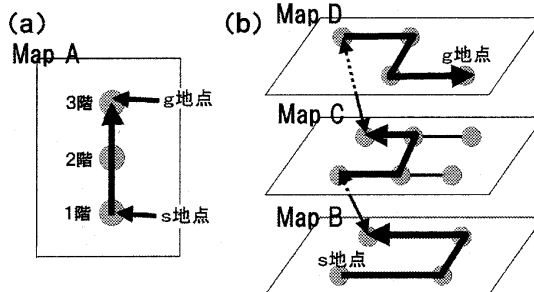


図3 地図の探索

4 プロトタイプによる実験・評価

前述した, システムの最も基本部分となる部分を計算機上に実装し実験した。現状ではテストケースの三次元構造物として我々の所属する研究所を選び, ナビゲーションを試みている。実行画面を図4に示す。

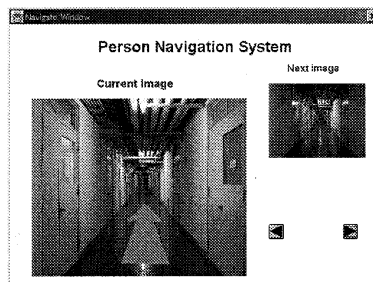


図4 プロトタイプシステムの実行画面

実験の結果, おおむね良好なナビゲーションが実現できたが, 一方で現在位置の把握が困難な地点が存在した。これは, 静止画のみの提示では移動方向の判断が難しくなる場合があるためと考えられる。

5 むすび

本稿では, 三次元構造物内のナビゲーションシステムに関して, 構造を表現する地図や, その探索, および視覚的な情報を用いてユーザを誘導する方法などについて検討した。今後は, 実験によって判明した問題点を解決するべく以下のような拡張を施した上で, 大規模な構造物での実験・検証を実施する予定である。

1. 三次元構造物全体における現在位置の表示
2. 動画による経路の指示
3. 迷った場合のサポート
4. 目的地が分からない場合の推論機構

参考文献

- [1] 羽鳥 光俊, “移動通信の変遷と展望”, 電子情報通信学会誌 Vol.82, No.2, pp.102-107, Feb. 1999.
- [2] 加藤 誠巳, 三富 篤, “PHS の位置検出機能を用いたインターネットによる歩行者用ナビゲーションシステム”, 情報処理学会 第56回全国大会 (平成10年前期), 5V-06, 1997.
- [3] 浦本, 北村, “PHS 利用による簡易な位置情報取得の検討”, 電子情報通信学会総合大会 B-5-138, 1997.