

施設におけるバリアフリー情報の三次元地図としての視覚化

和泉 信生, 古谷 洋一郎, 石村 俊幸, 吉田 隆一

概要

我々はユーザの要求に応じて動的にビューを変化させることのできる GIS システムの研究を行っている。現在、システムの適用例として、施設におけるバリアフリーマップを取り上げ研究を行っている。これは、ユーザの障害状態に応じて的確にバリアフリー情報を提供することで、障害者の外出に対する不安を低減できるバリアフリーマップシステムの実現を目指すものである。

本論文では、研究中のシステムを用いて構築した、バリアフリー情報を三次元地図として提供する方法について述べる。

Visualizing Barrier-free Accessibility in Facilities with 3D Spatial Map

Shinobu Izumi, Youichiro Hurutani, Toshiyuki Ishimura, Takaichi Yoshida

Abstract

As an application of our study of GIS with dynamic view changing according to users' requirements, we are developing 3D spatial maps which will provide disabled people with information on barrier-free accessibility in the facilities and reduce their anxiety about their travel.

This paper describes how to visualize barrier-free accessibility with a 3D spatial map.

1. はじめに

近年、施設におけるバリアフリー化のための法制度や設備が国や自治体を中心に積極的に整備されている。しかし、全ての施設を即座にバリアフリー化することは困難である。そこで、バリア情報を提供し障害者の外出時の不安を軽減するためのバリアフリーマップが注目されている。

現在用いられているバリアフリーマップの多くは、図1のように平面地図を単に計算機に取り込んだだけのものである。これらは平面であるために、段差など高さに関するバリア情報の表現が不十分である。また、個人の障害状態によってバリア、バリアフリーの解釈は異なるが、従来のバリアフリーマップでは全てのユーザに一律の情報しか提供しない。

障害者にとって、外出の際に最も大きな問題となるのは来訪経験であると報告 [1] されている。そこで我々は、バリア情報を提供する際に実際の施設の様子を把握できるようにすることで、より効果的に外出時の不安を低減できると考えた。また、例えば車椅子利用者にとって、階の移動が必要かどうかは重要であるが、二次元 GIS では高さや奥行き方向の表現力に限界があるため、より現実に近い表現が可能な三次元 GIS が有効である。このような理由から、三次元バリアフリーマップシステム (3DBFMS) を構築した。

2. 3DBFMS

三次元バリアフリーマップ構築には施設の三次元モデルが必要である。現実世界に酷似した詳細な三

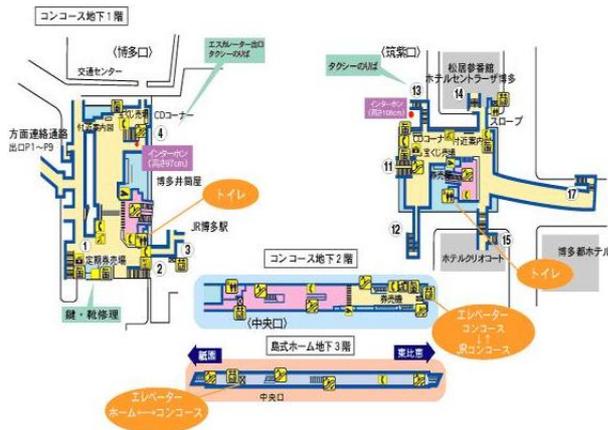


図 1: 従来のバリアフリーマップ

次元モデルを利用すれば、バリア情報を正確に表現することができる。しかし、詳細な三次元モデルは作成に大きなコストがかかるばかりでなく、ユーザに必要な以上の情報を与えることになりバリア情報の取得を妨げる。

バリアフリーマップでは、ユーザが実際の建物を想像しながらバリア情報を取得できることが重要といえる。そこで、三次元モデルは建物構造の把握に利用するものとし、三次元モデル内のブラウジング中に必要に応じてアイコンやテキストによるバリア情報提供を行うことで、ユーザに実際の建物と結びついた直感的なバリア情報提供が実現できると考えた。

このような前提に基づいて今回構築したシステム外略図を図 2 に示し、システムのデータ構造と三次元地図を用いたバリア情報提供について説明する。

2.1 データ構造

通常の案内図と異なりバリアフリーマップではユーザの障害状態に応じて提供するバリア情報を変化させる必要がある。そこでシステムでは三次元形状、バリア情報を柔軟に変更できるようにデータを次の三つに分割する。

- 基本地図データ
- 経路 (バリア) データ
- 三次元形状データ

また、ユーザの障害状態、能力をユーザデータとして予め取得しておき、それを利用することでユーザに応じた情報提供を行う。

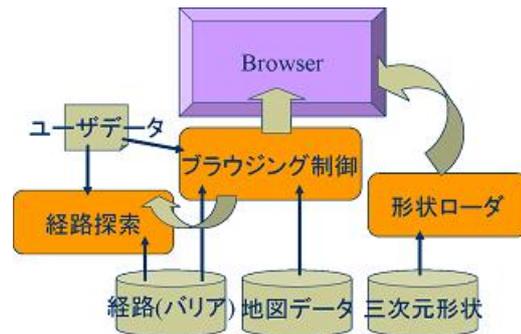


図 2: システム概略図

2.1.1 基本地図データ

基本地図データは施設の構造を表現する。施設内の区画や部屋などが地図要素として定義され、区画を表現する三次元形状データと経路上の地点が関連付けられる。また、簡易地図表示のための平面形状を保持する。

さらに、システムの付加的なデータを関連付けることでバリア以外の情報を提供できる。後の章で述べるバリアフリーマップブラウザでは、基本地図データに入力された情報および URL から区画の情報を HTML として生成し表示する機能を実現している。

2.1.2 経路データ

経路は分岐点及び変化点を表すノードとそれらを接続するリンクによって表現されている。経路には傾斜や長さ、手すりの有無、ドアが自動ドアであるかといったバリア情報が格納されており、システムは経路探索やブラウジングの際にこれらの情報をユーザデータと比較することで、経路が通行可能であるか、どのようなバリアが存在するかなどをユーザに提示する。

2.1.3 三次元形状データ

三次元形状は建物構造の把握を助け、バリア情報を現実の施設と結びつけながら提供するために用いる。三次元形状データは図 3 に示されるように区画ごとに設定され、先に述べたようにその形状が表す区画等の情報は基本地図データにより表される。

2.1.4 ユーザデータ

ユーザの障害状態や能力を分類し数値化したものである。ユーザデータは事前にアンケートなどを通

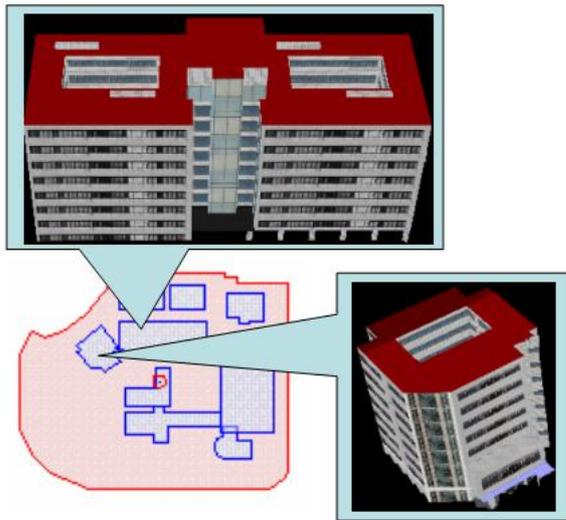


図 3: 基本地図データと三次元形状

じてユーザの状態を取得しておく。

2.2 論理距離を用いた経路探索

最適経路を探索するために実際の距離ではなく、バリア情報を考慮して個人としての経路の負担を数値化した論理距離を用いる。バリアフリーマップでは最短経路が必ずしも最適とは限らず、ユーザにとって移動にかかる負担が最も少ない経路が最適だと考えられる。

そこで、中山らのモデル [4] を用いてバリア情報を考慮した際の通行にかかる負担を論理距離として表現する。その結果、バリアの種類に応じてリンクに値が設定され、その値にバリア係数を掛け合わせることで論理距離を決定し、複数経路の移動にかかる負担を比較することで経路探索を行う。

図 4 に経路探索の例を示す。ここで円はノード、辺はリンクを表し、S が出発地、G が目的地である。また、それぞれの辺に付属する数値はそのリンクが示す経路の論理距離を表す。このように論理距離が算出された経路があった場合、最適な経路は通行経路の論理距離の総和が最小となる図中に太線で示された経路となる。

バリア係数

ユーザにとってあるバリアがどの程度負担になるかを示す値である。経路に設定されたそれぞれのバリアにこの係数を掛け合わせ正規化することで、段差と傾斜といった種類の異なるバリアの比較を可能

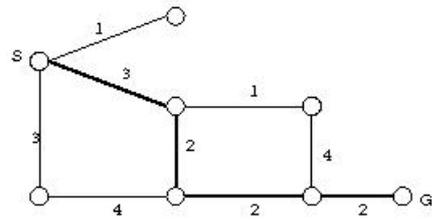


図 4: 論理距離によるバリア表現

にする。

2.3 バリア情報の提供方法

バリア情報提供は大きく分けて二つの方法で実現する。

一つ目は、ユーザが三次元モデル内をブラウジングする際に、ユーザデータと経路データを比較しユーザにとってのバリアが存在する場合にその情報を表示するものである。これは、ユーザが対象施設の構造を把握しながら施設のバリアフリー化状況を理解するのに有益である。

二つ目は、出発地から目的地への最適経路を探索するものである。これは、施設内でユーザが行きたい場所に到達できるかどうか、またどの程度の負担があるかを知るために用いる。

2.3.1 ユーザ視界の実現

ユーザに現実感を与えるためにユーザの視界を再現したブラウジングを考える。

- 視点の高さをユーザの身体特性と一致させる
- 視点の移動方法をアニメーションを用いたウォークスルー形式とする
- ユーザの代理を表示する

視点の高さは、たとえば車椅子ユーザがシステムを利用する際に効果的であると考えられる。また、アニメーションすることで現在位置を見失わずにブラウジングを行うことができる。ユーザの代理表示であるが、これは、一般的に三次元モデル内のブラウジングでは、本来のユーザ位置より少し後方からユーザの代理を通して見ることで、より高い現実感を得られると言われている事によるものである。

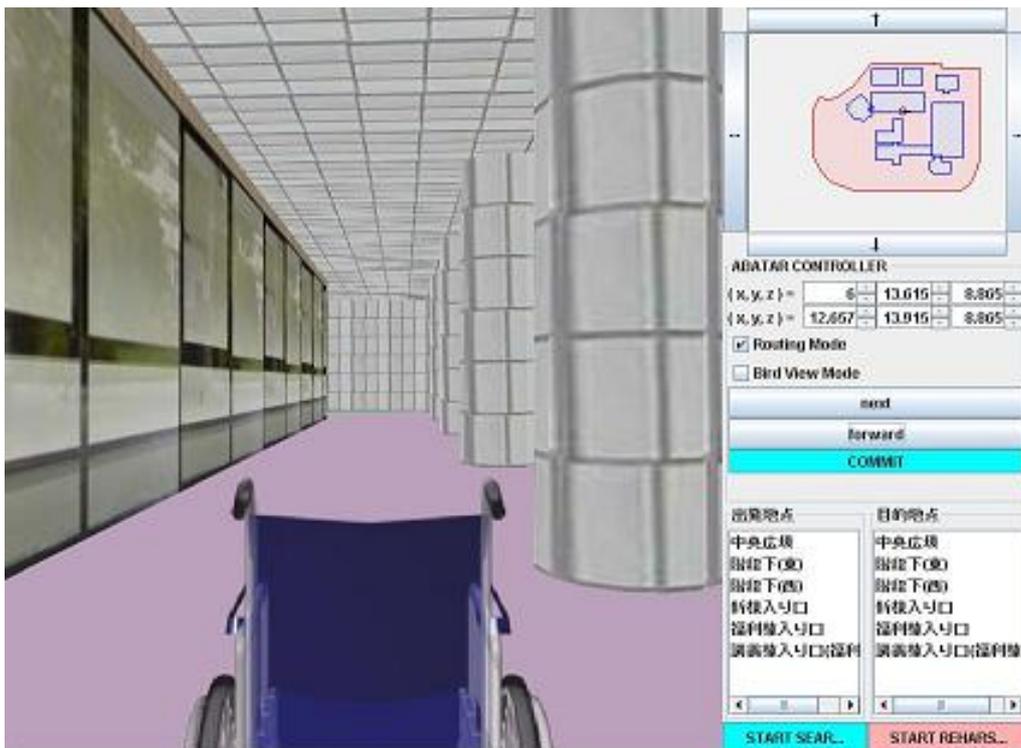


図 5: バリアフリーマップ概観

2.3.2 テキスト、画像によるバリア情報表示

ブラウジング中に三次元モデル以外の方法で効率よくバリア情報を提供するために、位置に関連付けられた情報を表示する機能が必要である。例えば、地面に細かい凹凸がある場合に、三次元モデルのみを用いて表現するとバリアとして認識しづらい。そのような場合、まずバリアがあることを示すアイコンなどを表示し、ユーザが希望すればさらに詳しい情報をテキストや画像を組み合わせる形で提供することで、より効果的にバリア情報が提供できる。

3. BFM ブラウザ

この章ではここまで述べてきたシステムを実現するために実装したバリアフリーマップブラウザについて説明する。作成したブラウザ(図5)は基本機能として次のような機能を持っている。

1. 三次元地図内のブラウジングとバリア情報表示
2. 最適経路探索とウォークスルーシミュレーション

また、三次元モデルだけでは十分にバリア情報を表現できない場合があることから、有益と考えられる

情報を HTML ページとして動的に生成し表示する機能や、地図内の三次元オブジェクトをクリックした際に関連ウェブページを表示するハイパーリンク機能などを備えている。

3.1 ブラウジング

ユーザはあらかじめ入力された経路を選択しながら、三次元オブジェクト内をブラウジングできる。ブラウジング中にバリアのある場所に近づいた場合、経路に入力されたバリア情報とユーザデータが比較され、通行が困難、通行不可能などを示すアイコンを表示する。ユーザがアイコンをポイントすることで、図6のように HTML ページが動的に生成され、文字と画像による詳しい情報を参照することができる。また、HTML であるため動画や Flash などのコンテンツを利用することも可能である。

俯瞰表示

ブラウジング時の位置確認と施設全体の構造を把握するために、斜め上空からの俯瞰表示(図7)を可能にした。ユーザの現在位置は上下にアニメーションする赤い円錐によって示される。



図 6: ブラウジング時のバリア情報表示



図 7: 俯瞰表示

3.2 経路探索とウォークスルー

ユーザは図 8 のリストから出発地と目的地を選択することで、最適経路を探索できる。探索はユーザデータと経路に入力されたバリア情報に基づき、先に述べた論理距離を比較することで、最も移動の負担が少ないと考えられる経路が探索される、経路が発見された場合図 9 のように二次元地図上に表示される。また、この経路をアニメーションを用いてウォークスルーすることによりユーザは施設内での移動を確認できる。



図 8: 出目的地選択

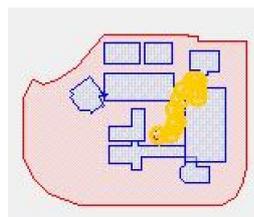


図 9: 探索結果表示

4. 考察

システム構築に当たっては、バリア情報を建物の様子を理解しながら提供することで障害者の外出に対する不安軽減を目指した。また、三次元モデルとバリア情報を分離することによりデータの追加、更新を容易にした。しかし、今回の手法では三次元の持つ表現力を十分に活用できていない。そこで、バリアフリーマップにおける三次元の活用方法と、その実現から得られるシステムの一般ユーザへの拡張について考察を行う。

4.1 三次元の活用

バリアフリーマップにおいて最も重要なのは、バリア情報を正確にユーザに提供することである。しかし、三次元の高い表現力を用いればより魅力的な三次元地図を構築できる。例えば、最近アミューズメント施設に観覧車が設置されることが多くなったが、三次元地図中で観覧車から見た景色を体験できれば実際に訪れる動機につながる。単に三次元地図をデータ提供媒体として用いるだけでなく、三次元のもつ高い表現力を活用することでより効果的にユーザの外出意欲を向上させられると考えられる。

このように三次元を活用するためには、地図内に用いる三次元物を分類し、それらの組み合わせによって簡単に地図を構成できるようにすること。三次元物に動きなどの効果を加えられることなどが必要になる。また、それらの三次元物を柔軟に地理的事物や経路情報と関連付けて利用できるシステムを構築しなければならない。三次元モデルを含めた動的で表現力の高いバリアフリーマップコンテンツ作成を可能にすることが重要である。

4.2 一般的な案内図への拡張

今回は障害者を対象としたバリアフリーマップを考えた。しかし、地図をコンテンツとして考えれば同様のシステムを一般ユーザにも適用できる。バリア情報の代わりに店舗情報を提供したり、お勧めスポットを効率よく回る経路を探索したりといったことが可能である。また、三次元地図中でCMを流し、そこから店舗ウェブサイトへハイパーリンクすれば新たな広告媒体としての活用も考えられる。

4.3 モバイル環境

現在のシステムは PC 上で利用するものであるが、一般的な利用や利便性を考えた場合、携帯電話や PDA といったモバイル環境を無視することはできない。これらを利用すればユーザへのリアルタイムでの情報提供 [3][5] が可能になる。また GPS などを利用してユーザの位置情報を取得することで、さらに有益な情報が提供できる。しかし、現在のモバイル環境では PC と同様の三次元グラフィックスやデータを扱うことは難しい。今後はそのような低処理能力環境でも利用できるようなシステムを構築していく必要がある。

5. 今後の展開

現在、三次元バリアフリーマップシステムのプロトタイプを作成した段階である。今後の展開を以下に述べる。

5.1 バリア事物の分類

施設内のバリア事物を障害の種類に応じて分類を行う。経路にバリア情報を入力する際の一般的な指針を決定することで、一様なバリア情報提供を可能にする。これは、障害者との対話、アンケートを通じて行う予定である。

5.2 三次元モデル作成方法

今回、施設の三次元モデルは市販の三次元モデリングソフトを利用して作成したが、毎回すべてを作成するのは非常にコストがかかる。そこで、よく使われる形状を用意しそれを組み合わせることで三次元モデルを作成したり、部屋などの平面形状に高さを加えた多角柱に類型化された壁テクスチャを貼り付けたり [6] といった方法を現在模索中である。

6. おわりに

本論文では、三次元地図を用いてバリア情報を提供する方法と、現在までに実装したブラウザについて述べた。このシステムはインターネットから利用できるように設計されている。

謝辞

本研究を支援して下さった、株式会社 ゼンリンに感謝いたします。そして、本研究に対して車椅子利用者の立場からの有益な助言と意見を頂いた、インコムジャパン 有限会社 代表取締役 藤井豊美氏に感謝いたします。

参考文献

- [1] 柏野 聡彦, 矢入 (江口) 郁子, 村井 佐知子, 五味 崇, 猪木 誠二, 「重複障害者にも配慮できる移動支援のためのユーザ多様性の検討」, The 17th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2003.
- [2] 柏野 聡彦, 吉岡 裕, 小松 正典, 猪木 誠二, 「歩行空間のアクセシビリティ情報を提供する歩行者支援 GIS」, The 17th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2003.
- [3] 奈良 博之, 矢入 (江口) 郁子, 猪木 誠二, 「3次元地図を用いた歩行者バリアフリーナビゲーションシステム」, The 18th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2004.
- [4] 中山 大輔, 小林 剛, 吉田 隆一 「個人に応じた身障者用三次元案内図の提供」, 火の国シンポジウム, 2004.
- [5] 栗原 正仁, 野中 秀俊, 吉川 毅 「高精度 GPS を用いたバリアフリータウンマップ生成システムとプラットフォーム」, The 17th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2004.
- [6] Toshiyuki Ishimura, Takaichi Yoshida and Yundai Karasuyama Building Wall Surface Patterns Database for 3D Urban Map: A Categorization Method. 3rd International Workshop on Urban Multi-Media/3D Mapping (UM3 '2000), Tokyo 2000.