

パノラマ画像を用いた仮想空間構築

Constructing Virtual Spaces Based on Panorama Images

池田 隼¹ 國島 丈生²
横田 一正³

Shun IKEDA Takeo KUNISHIMA
Kazumasa YOKOTA

近年デジタルカメラの性能向上と編集ソフトの充実により、パノラマ画像は一般に普及している。しかし利用法は限られており、独立したコンテンツとして扱われている。本稿では、複数のパノラマ画像を組み合わせ仮想空間を構築するシステムを提案する。個々のパノラマ画像に位置（経度・緯度）と方位情報をもたせ、それらを地図上に自動的に配置し、複数の画像間の関係を自動的に生成する。単体のパノラマ画像はズームと回転によって小規模な空間と考えられるので、複数の画像間をズームと画像の自動切替えによってより大きな仮想空間を構築することができる。パノラマ画像の追加・削除は他の画像を意識することなく行えるので、必要に応じ仮想空間の精細度を変更できる。GPS と併用し、屋外の空間を容易に仮想空間化できる。また屋内の美術館も忠実に仮想空間化が可能で、様々なリンク情報等を付加することでコンテンツの充実化も行える。

In this paper, we propose to construct a virtual space based on panorama images and a map. As a single panorama image can be considered as a small virtual space by zooming it and changing a field of vision of an observer, a wider virtual space can be constructed by replacing multiple panorama images consecutively according to an observer's positions in its corresponding map. By letting each panorama image have a position information (latitude, longitude, and direction), it is automatically placed in a map, and relations between images are automatically computed for a walking observer in its virtual space. As each panorama image is independent of others, it is easy to insert new panorama images into an existing virtual space and delete existing images. Furthermore, as various multimedia contents are also placed and linked in virtual spaces, we can construct both outdoor and indoor virtual spaces such as theme parks and museums.

¹ 岡山県立大学大学院情報系工学研究科博士前期課程
ikeda@c.oka-pu.ac.jp

² 正会員 岡山県立大学情報工学部情報通信工学科
kunishi@c.oka-pu.ac.jp

³ 正会員 岡山県立大学情報工学部情報通信工学科
yokota@c.oka-pu.ac.jp

1. はじめに

近年、家庭用デジタルカメラの性能向上と普及に伴い、インターネットのWebサイトに撮影した画像を公開することが一般に行われている。また、画像編集ソフトや撮影機材の充実により、手軽にパノラマ画像を作成、撮影することも可能となってきた。

また、PCの性能向上とブロードバンドの進展に伴いWeb上で仮想空間を提示することも行われている。パノラマ画像を用いた仮想空間の例としては、QuickTimeVR[1]を用いたMapSaVR[2]などが挙げられる。しかし、既存の仮想空間構築手法において、仮想空間の構築や出来上がった仮想空間の変更などの作業は容易ではない。

われわれの研究室では、単体のパノラマ画像を小規模の空間として捉え、それらを複数組み合わせることで仮想空間を構築するシステム、PasQ(パスキュー)の研究開発を行っている。PasQはパノラマ画像に対してズームを行い、パノラマ画像を自動的に切替えることで仮想空間のウォークスルーを表現するシステムである。PasQでは個々のパノラマ画像に対し明示的にハイパーリンクを設定することで関係を持たせるのではなく、パノラマ画像に位置情報と方位情報を持たせ、地図上に配置することで関係を自動的に生成する方法を用いる。これによってパノラマ画像同士に明示的に関係を設定する必要がなくなるため容易に追加や削除が可能となり、仮想空間の構築だけでなく大規模化や変更の作業コストを抑えることができる。

2. パノラマ画像を用いた仮想空間構築

2.1 現状と問題点

本稿において仮想空間とは、実空間をパノラマ画像を用いてWeb上に再現した空間とする。現在パノラマ画像を用いた仮想空間構築手法として、パノラマ画像にハイパーリンクを設定することでパノラマ間を繋ぎ合わせて仮想空間を構築する手法[3]と、地図に個々のパノラマ画像に対するハイパーリンクを設定することで仮想空間を構築する手法[4]が存在する。

前者の手法の問題点としては、個々のパノラマ画像に対し明示的にハイパーリンクの設定を行う必要があるため、空間が広がるほどに構築のコストが増大する点があげられる。また、一度構築した仮想空間に対しパノラマ画像を追加、削除したい場合、そのパノラマ画像が関係するすべてのハイパーリンクについて変更を行う必要があることも問題である。後者の手法では、個々のパノラマ画像内でのウォークスルーは可能であるが、画像閲覧時の操作によってパノラマ画像が切り替わらないために仮想空間全体をウォークスルーしている感覚に乏しいことが問題である。

2.2 提案手法

これらの問題を解決するため、われわれは新たな仮想空間構築手法を提案する。個々のパノラマ画像に対してハイパーリンクを設定する等の処理を行うのではなく、個々の画像に撮影時の位置情報と方位情報を付加することで地図上に配置し、配置の状況から関係を生成するものである。本稿における関係とは、個々のパノラマ画像間の距離と周囲の画像がある方向を表す。配置されたパノラマ画像について、個々の画像間の距離と方向を基に自動切替えに必要な演算を行い、結果を基にパノラマ画像の切替えを行うことで仮想空間全体をウォークスルーしていると感ずることができる。仮想空間構築のためにパノラマ画像を用い、地図上に配置するとい

う手法をとる利点として、以下の事柄が挙げられる。

- ・ 空間構築のコストを抑えられる
- ・ 空間の追加、削除を単純化できる
- ・ 空間構築に専門的な知識を必要としない

3. パノラマ画像を用いた仮想空間モデル

3.1 単体のパノラマ画像について

静止画はズームイン、ズームアウトによって遠近を表現できる。したがってパノラマ全周囲画像では、全方向に対して遠近の表現ができることから、小規模の空間と考えることができる。本稿ではパノラマ画像を図1のように撮影点を中心とした円筒の範囲を表現する空間として扱い、空間内のウォークスルーを表現していく。ウォークスルーとは、仮想空間内において人間の視点で歩くように提示する表現手法である。

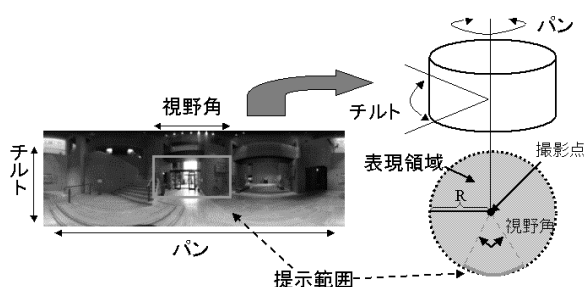


図1 パノラマ画像が表す円筒空間

Fig.1 Cylindrical space that panorama image shows

図1における視野角はパノラマ画像の拡大率と対応しており、視野角の増減により拡大縮小を行う。図1におけるRはパノラマ画像の表現領域の半径である。表現領域とは、パノラマ画像の精細度から求められる拡大率の限界を半径として持つ領域のことである。試作の結果、横3000ピクセル、縦900ピクセル、解像度96dpiのパノラマ画像では視野角30°程度である。また図中のパン角とチルト角はパノラマ画像のパラメータであり、提示範囲の位置を表している。

ウォークスルーを表現するには以下の操作が必要である。

- ・ 前進および後退
- ・ 上下への視点変更
- ・ 旋回

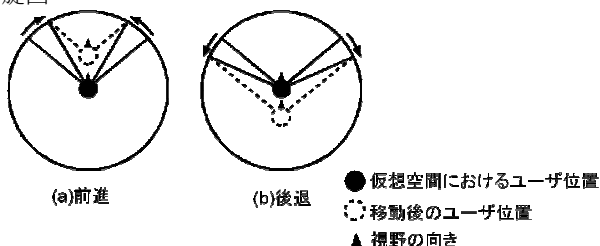


図2 パノラマ画像内での前進、後退の表現

Fig.2 Advancement and retreat in space

図2に示すように前進、後退は提示しているパノラマ画像の視野角を狭める、広げる動作で表現する。視野角は実距離と対応をとり、地図上での距離への変換も可能である。例えば視野角1°を実距離の8cmとすると、地図の縮尺から地図画像の単位距離が実距離で求められるので、地図上での距離と視野角の対応がとれる。

上下への視点変更はチルト角の変更で、旋回はパノラマ画像のパン角と視野角の変更で表現する。旋回の際、仮想空間におけるユーザの位置がパノラマ画像の中心に位置する場合、視野角については変更を行わない。

ユーザの位置がパノラマ画像の中心でない場合、ユーザの位置において表示すべき範囲を考え、その範囲を表示するようパン角と視角を決定する。図3にパン角と視野角の一例を示す。

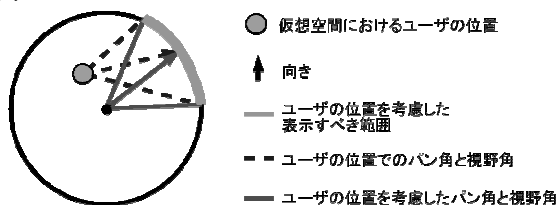


図3 旋回時のパラメータ決定

Fig.3 Decision of parameter when turning

3.2 複数のパノラマ画像について

複数のパノラマ画像によって大きな仮想空間を表現するには、パノラマ画像の自動切替えを行える必要がある。前節で述べたようにパノラマ画像は空間として扱うので、単体の画像で表現できる領域が決定できる。仮想空間におけるユーザの位置を用いてパノラマ画像を特定し、切替えることも可能だが、ユーザのしている空間について自然な切替えを行うため、次に示す方法を用いてパノラマ画像の自動切替えを行う。

図4のように平面上にパノラマ画像A、Bを配置する。パノラマ画像を配置するためには、個々の画像に座標と、配置時に方位を統一するための方位情報を設定する必要がある。A、Bは同一の条件で撮影した画像であると仮定すると、表現領域の半径も同一とみなせる。

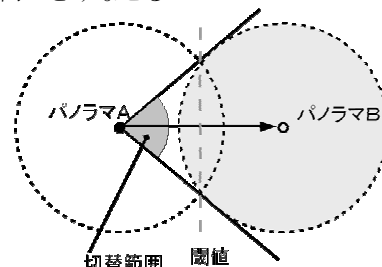


図4 パノラマ画像間の移動

Fig.4 Movement between panorama images

現在仮想空間内でユーザはAの中心に位置しており、Bの方向を向いているとする。このままB方向に前進した場合、領域A ∩ 領域Bを通り、領域Bへ移動できればよい。領域の変化に伴い表示するパノラマ画像もAからBへ切り替えることでより大きな空間でのウォークスルーが表現できる。

パノラマ画像の切替え判定について、パン角と視野角を用いることにする。切替え判定はAB間の距離で決まる閾値との比較で行うこととする。またパン角については、AB間の距離によって決まる切替範囲との比較で行うこととする。切替範囲は図4に示すように円の接線の範囲とする。

パノラマ画像を切り替える際、視野角やパン角を考慮し切替え先のパノラマ画像の視野角とパン角を決定する。切替え先パノラマ画像の視野角は、切替え先の初期視野角+(切替え

前初期視野角-閾値)として設定する. また、パン角については図5のようにして求めることにする.

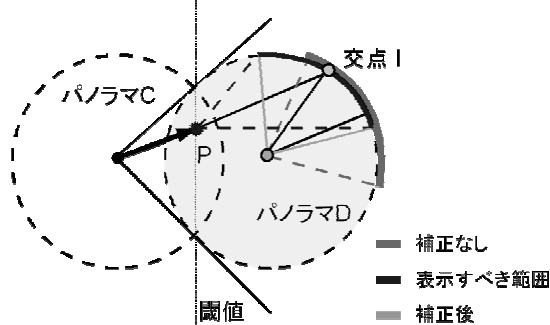


図5 切替え時のパラメータ補正
Fig. 5 Parameter correction at switch

図5のように現在ユーザはパノラマCの中心に位置しており、P方向に前進するとする. 仮想空間におけるユーザの位置がPとなった時パノラマ画像を切り替えてパノラマDを表示すればよいのだが、Cでのパン角をそのままDでのパン角とした場合、図5のように表示すべき範囲と表示される範囲(補正なし)にずれが生じる. そこでCでのパン角に補正を行い、表示すべき範囲を対応させる. まずCでのパン角とDの有効半径との交点Iを求める. Dの中心点から交点Iの方向をDでのパン角として用いることで、実際表示される範囲(補正後)と表示すべき範囲が対応し自然な切替えが可能となる.

パノラマC、Dの表現領域が接していない場合パラメータの補正を行わない. このため自然な切替えは表現できないが、切替え自体は可能である. 地図上に配置されており、地図表示部にて表示されているパノラマ画像であれば移動可能とする.

4. マルチメディアコンテンツの提示

マルチメディアコンテンツには静止画像や動画、音声ファイル、テキスト等が考えられる. マルチメディアコンテンツの使用例として、海沿いを仮想空間化し、潮騒の音声ファイルを用いて臨場感の向上を図ることや、パノラマ画像内の特徴的なオブジェクトに対して詳細な説明文を提示することなどが挙げられる.

現在マルチメディアコンテンツを配置する場合、パノラマ画像ごとにコンテンツを付加する方法[5]が用いられている. しかし、特定の範囲全てにパノラマ画像に対してコンテンツの付加を行うとすると、コンテンツの変更や削除等が容易ではない. そこでマルチメディアコンテンツに対して、パノラマ画像と同様に位置情報を設定することで地図上に配置することを提案する. この方法により地図上での距離によってコンテンツ表示の有無を切り換える、コンテンツのサイズを変える、テキストの詳細度を変える等といった操作も可能となる. パノラマ画像と同様にコンテンツも配置することで、コンテンツと個々のパノラマ画像間に関係を生成できる. このときコンテンツごとに設定可能な有効範囲内に存在するパノラマ画像のみと関係を生成する.

コンテンツ配置の例を図6に示す. また、図6のように配置された場合のコンテンツ表示について図7に示す.

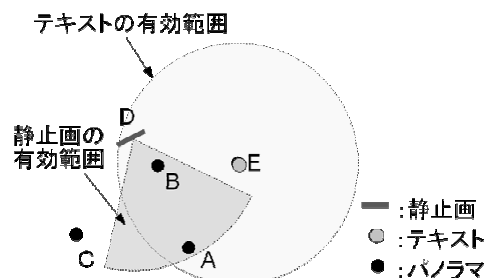


図6 コンテンツとパノラマ画像の配置状況
Fig. 6 Arrangement situation of contents and panorama image

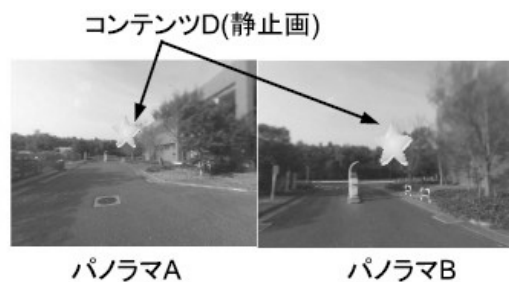


図7 距離によるコンテンツ提示の変化
Fig. 7 Presentation of contents that change depending on distance

図7ではパノラマ画像とコンテンツとの距離によって、コンテンツである画像の表示が変わっていることを表している. このようにコンテンツとの距離によって提示を変化させることで、仮想空間により奥行きが感じられる.

この方法により、特定の範囲すべてにコンテンツを付加したい場合のコストが軽減できる. あわせて従来の個別にコンテンツを付加する方法を用い、細かい箇所のコンテンツ付加を行うことで仮想空間の充実化が図れる.

5. パノラマ画像を用いた仮想空間構築システムPasQ

5.1 システムの全体像

本稿で提案する仮想空間構築システムPasQの構成と動作について述べる. 図8にシステムの流れを示す.

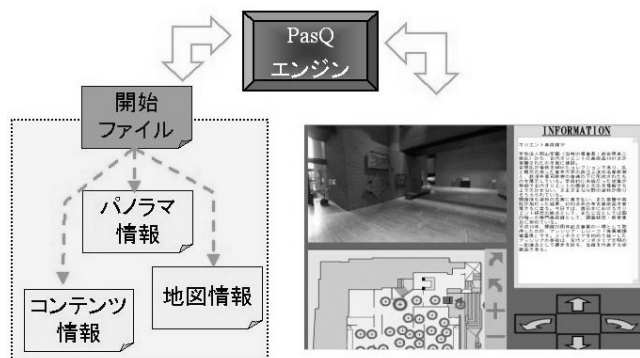


図8 システムの流れ
Fig. 8 Flow of system

システムはパノラマ画像と地図、情報を提示する表示部と各種演算処理を行うエンジン部、パノラマ情報等のデータ格

納と提供を行うWebサーバによって構成する。インタフェースはJavaScriptとJava Appletで構成されており、パノラマ画像と地図の表示にはJava Appletを用いJavaScriptによって各種制御を行う。

5.2 仮想空間構成情報

空間構築のために次に示すデータを用意する。今回実装したPasQの入力データの記述にはXMLを用いた。

i. 地図情報

地図画像のXMLデータには、地図画像の識別子、地図画像のファイル名、地図画像上の距離と実距離の比情報、地図に関連する情報を記述する。

ii. パノラマ画像情報

パノラマ画像群のXMLデータには、画像の識別子、ファイル名、画像サイズ、位置・方位情報、付加したコンテンツ情報、配置する地図における距離と実距離の比情報を記述する。

iii. マルチメディアコンテンツ情報

コンテンツのXMLデータには、コンテンツの識別子、コンテンツの種類、コンテンツの内容、位置情報、有効半径情報、有効範囲情報、配置する地図における距離と実距離の比情報を記述する。

地図画像上の距離と実距離の比情報はscaleで表す。例としてscale“(300, 600)”と与えた場合、地図画像における距離300ピクセルが実距離に換算すると600mであるということを表している。この情報は既存の空間の再利用と、視野角と実距離の対応のために用いる。

これらのデータを組み合わせることで、異なる季節ごとの仮想空間など多様な空間を構築することが可能である。

5.3 エンジン部の動作

エンジン部では各種データから空間の構築を行う。まず開始ファイルにアクセスし、空間構築に用いる情報について調べる。次にデータで指定された初期に提示するパノラマ画像について、位置情報と方位情報から周囲のパノラマ画像との距離と方向を演算し、結果を基に切替え設定の構築を行う。図9に切替え設定の例を示す。

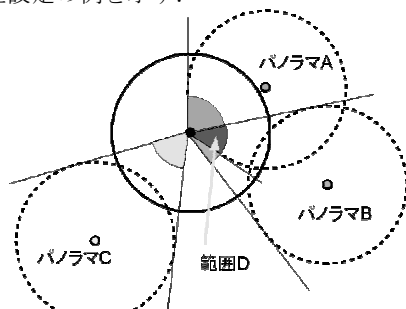


図9 切替え設定
Fig. 9 Switch setting

近距離のパノラマ画像を切替え候補として優先することから、図9の範囲Dはパノラマ画像Aへの切替えが設定される。これによりパノラマ画像の繋がりを考慮した切替えが可能となる。パノラマ画像を提示する際、付随するコンテンツ情報が存在する場合、情報提示部やパノラマ表示部等で提示する。また、ユーザの操作によってパノラマ画像の切替えを行い、次の画像について同様に距離と方向を演算し、関係生成を行う。

6. システムの利用と応用

パノラマ画像の撮影の際、GPSとGPSに連動した電子地図を用いることでパノラマ画像の付加情報を容易に記述することができる。GPSでは撮影時の位置(経度、緯度)を取得することができ、取得した位置情報をパノラマ画像の位置情報として付加することでパノラマ画像の自動配置が可能である。ただし、取得した位置情報は(経度、緯度)であるので、これに対応できる電子地図を用いる。また、DifferentialGPS(以下DGPS)を用いることで高精度の位置情報が取得できる。株式会社ソキア製R80D[6]を用いて精度について検証を行ったところ、岡山県立大学の20箇所について、実際の位置との誤差は概ね1m以下であった。開発中のパノラマ画像とコンテンツ配置を支援するオーサリングツールと組み合わせることで、DGPSによる位置情報の取得は十分に使用に堪えられる。

7. まとめと今後の課題

本稿ではパノラマ画像を用いた仮想空間構築システムの提案を行った。単体のパノラマ画像を小規模の空間として捉え、複数のパノラマ画像を組み合わせることで仮想空間を構築できることを示した。さらにパノラマ画像やマルチメディアコンテンツに位置と方位情報を持たせて地図上に配置することで、自動的に画像間の関係を生成する手法を提案した。

今後はテーマパークの再現やミュージアムとしての使用など目的に合わせた機能の追加を行っていききたい。今回は円筒のパノラマ画像を用いたが、球体のパノラマ画像を用いて空間を構築することも可能である。その場合見ることができなかった真上や真下を見ることができるので、吹き抜けなど特徴的な建物の再現が可能となる。また球体のパノラマ画像を扱う場合、チルト角による切替判定を実装することも考えている。今後、経路案内や他システムとの連携など様々な分野にてシステムの有効利用を考えていきたい。

【文献】

- [1] QuickTimeVR, <http://www.apple.com/quicktime/products/qt/overview/qttvr.html>
- [2] MapSaVR, <http://www.smgvr.com/mapsavr/>
- [3] HotMedia, <http://www.ibm.com/jp/>
- [4] Panorama Studio, <http://zenkei.net/pro/pro.html>
- [5] PTVViewer Hotspots 機能, http://users2.ev1.net/~wufdog/PT/ptviewerscripting/_HotSpot_Start.htm
- [6] R80D, <http://www.sokkia.co.jp/J-top.html>

池田 隼 Shun IKEDA

岡山県立大学大学院情報系工学研究科博士前期課程在学中。2006年 岡山県立大学情報工学部情報通信工学科卒業。パノラマ画像を用いた仮想空間構築システムの研究・開発に従事。

國島 丈生 Takeo KUNISHIMA

岡山県立大学情報工学部情報通信工学科助教授。XMLとその応用、データベースシステムの研究に従事。情報処理学会、電子情報通信学会、人工知能学会、日本ソフトウェア科学会、日本データベース学会、ACM、IEEE 各会員

横田 一正 Kazumasa YOKOTA

岡山県立大学情報工学部情報通信工学科教授。データベースシステムの研究・開発に従事。情報処理学会、電子情報通信学会、人工知能学会、日本データベース学会、ACM、IEEE 等正会員