# パノラマ画像を用いた仮想空間構築

池田　隼† 難波公一郎†† 粟田　智子† 國島　丈生† 横田　一正†

† 岡山県立大学 情報工学部 情報通信工学科　〒 719–1197 岡山県総社市窪木 111
†† 岡山県立大学大学院 情報系工学研究科　〒 719–1197 岡山県総社市窪木 111
E-mail: †{ikeda,knamba,awata,kunishi,yokota}@c.oka-pu.ac.jp

**あらまし**　近年ディ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ミング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ミング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。

**キーワード**　パノラマ画像，ウォークスルー，仮想空間構築，GPS

# Constructing Virtual Spaces Based on Panorama Images

Shun IKEDA†, Koichiro NAMBA††, Tomoko AWATA†, Takeo KUNISHIMA†, and Kazumasa YOKOTA†

† Okayama Prefectural University, Faculty of Computer Science and System Engineering　111, Kuboki, Soja, Okayama, 719–1197 Japan
†† Okayama Prefectural University, Graduate School of Systems Engineering　111, Kuboki, Soja, Okayama, 719–1197 Japan
E-mail: †{ikeda,knamba,awata,kunishi,yokota}@c.oka-pu.ac.jp

**Abstract**　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 (lattitude, 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 imeges 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 spaces such as theme parks and museums.

**Key words**　Panorama Image, Walk Through, Virtual Space Construction, GPS

## 1. はじめに

近年、家庭用ディ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ている。しかし、現状ではパノラマ画像の利用法は限られており、単体のパノラマ画像表示に特化したツールによって閲覧を行うのが一般的である。

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] や、Simple Walker [3] [4] といったシステムが挙げられる。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。われわれが研究開発を行っている利用者指向ディジタルミュージアム提示システム D-Cubis [5] [6] では、専門的な知識がなくても 3D 空間を生成できる構成となっている。しかし、D-Cubis では実世界を忠実に再現するのは困難である。

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 はズーミングによって複数のパノラマ画像の自動的な切替えを行うことで、自然なウォークスルーを実現できる仮想空間を構築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無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。

まず，２章でパノラマ画像を用いた仮想空間について現状と問題点を述べ、３章で提案するパノラマ画像を用いた仮想空間モデルを述べる。４章で提案したモデルを実現した仮想空間構築システムについて説明する。５章でシステムの使用例と既存のシステムとの比較を行い、６章で結論と今後の課題を述べる。

## 2. パノラマ画像を用いた仮想空間

本章ではパノラマ画像を用いた仮想空間について、構築と提示の両面から現状と問題点を述べる。

### 2.1 現状と問題点

本論文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が存在する。

◇ HotMedia

HotMedia [7] は IBM が 1998 年 9 月 30 日に発表した、Java ベースのアニメーション、3D オブジェクト、ズーム、Audio、ビデオ、360 °パノラマなどを Web 上で提供できるようにするアプリケーションである。HotMedia のリンク機能を用い、提示中のパノラマ画像内に他のパノラマ画像へのリンクを設定することができる。

◇PanoramaStudio

Panorama Studio [8] は、(株) ディー・リンクで開発されたパノラマ総合作成ソフトウェアである。Panorama Studio では地図画像上にパノラマ画像に対するリンクの設定を行い、アイコンを選択することで対応したパノラマ画像を提示するシステムである。

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て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点のひとつである。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、画像内でのズーミング等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。

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あらわす。図 1 に地図上にパノラマ画像を配置する例を示す。図においてパノラマ画像と地図とを結ぶ直線がパノラマ画像に付加する位置情報による両者の関連を表している。また、個々のパノラマ画像は独立しており、明示的に関係情報を付加する必要がないことを示している。

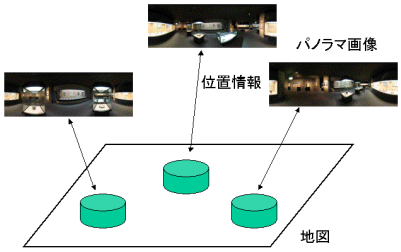


図 1　パノラマ画像と地図の関係

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じることができる。

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

本章ではわれわれがどのような仮想空間を提案しているか説明していく。先ず、単体のパノラマ画像について空間として扱うことを述べ、次に複数のパノラマ画像をどのように関係付けるかについて述べていく。そしてパノラマ画像で構成された空間について空間内での情報提示と、空間自体の構築手法を述べていく。

### 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 2 のように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。

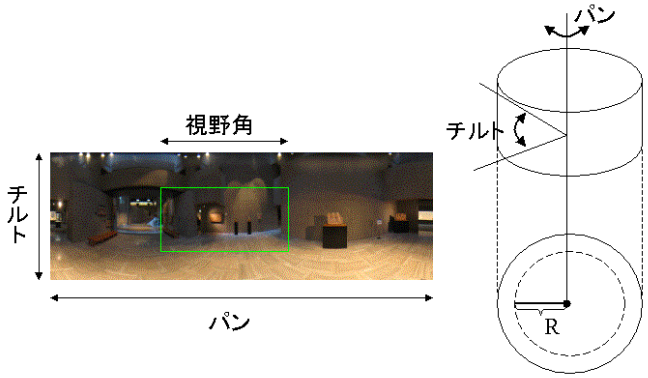


図 2　パノラマ画像が表す円柱空間

図 2 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 2 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視野角の限界値を半径として持つ領域のことである。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、提示しているパノラマ画像の中心座標を表している。

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 3 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。

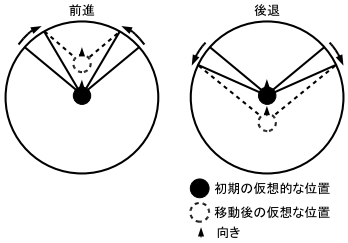


図 3　パノラマ画像内での前進、後退の表現

上下への視点変更はチルト角の変更で表現する。

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、仮想的な位置が中心に位置する場合、視野角については変更を行わない。図 4 にパン角の操作による左方向への旋回を示す。

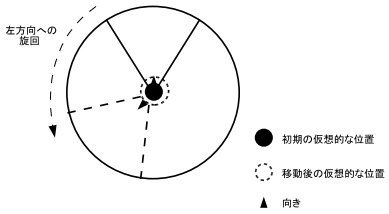


図 4　左方向への旋回

仮想的な位置が中心でない場合、仮想的な位置において表示して欲しい範囲を考え、その範囲を表示するようパン角と視野角について補正をかける。図 5 にパン角と視野角の補正の一例を示す。

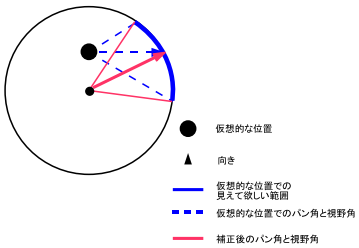


図 5　旋回時のパラメータ補正

図 6 に 180° 旋回の例である振り向きを示す。図 6(a) に示すようにパン角のみの変更を行う際、地図上のある一点において振り向こうとした時、地図上の仮想的な位置にずれが生じる。図 6(b) のように自然な振り向きを表現するため、仮想的な位置での視野角とパン角を基に表示する範囲を考える。180° の旋回の間、元の視野角から計算した、振り向き後の視野角になるよう視野角に対して加減の演算を行う。演算についての詳細は 4.4.1 にて述べる。これによって、自然な振り向きが実現できる。

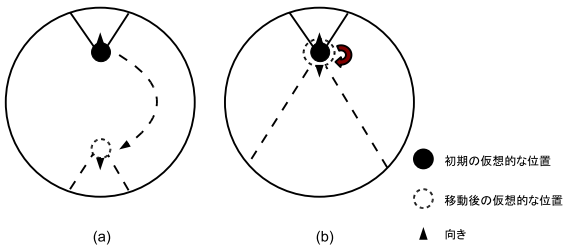


図 6　パノラマ画像内での視点変更と振り向き

以上の操作で、単体のパノラマ画像内のウォークスルーを表現できる。

### 3.2　複数のパノラマ画像について

#### 3.2.1　パノラマ画像の切替

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、パノラマ画像間の自動切替えができればよい。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。

図 7 のように平面上にパノラマ画像 A、B を配置する。パノラマ画像を平面に配置するためには、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。

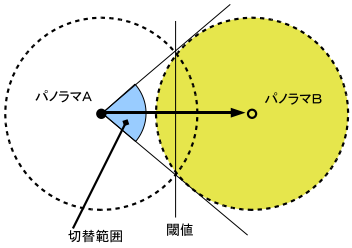


図 7　パノラマ画像間の移動 1

仮想空間内で、現在 A 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 へ切り替えれば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、画像のパン角と視野角を用いることにする。これは前進を視野角を狭めることで表現しているためであり、切替え判定には AB 間の距離で決まる閾値との比較で行うこととする。また画像のパン角については、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 7 に示すように円の接線の範囲とする。閾値と切替範囲については 4.4.2 で詳しく述べる。

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。切替え先のパノラマ画像の視野角は、切替え先の初期視野角+(切替え前の初期視野角 – 閾値) として設定する。また、パン角については次のようにして求めることにする。

図 8 のように現在パノラマ画像 C に位置しており、パノラマ画像 D の中心からずれた方向に前進するとする。C での視野角が閾値に達したとき仮想的な位置は P である。このときパノラマ画像を切り替えて 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 8 のように表示すべき範囲と表示される範囲にずれが生じる。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 への方向を D でのパン角として用いることで、表示される範囲と表示すべき範囲が対応し自然な切替えが可能となる。

パノラマ画像 A、B 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。しかし、切替え自体は可能である。地図上に配置されており、4.1 にて述べる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。

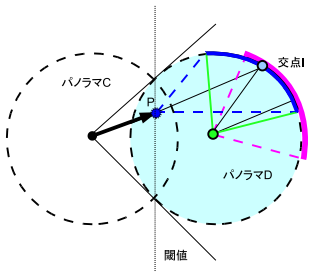


図 8　切替え時のパラメータ補正

パノラマ画像には樹や建物などのオブジェクトが写実されていることが考えられる。オブジェクトとの位置関係は撮影位置によって決まるため、仮想的なウォークスルーでは変化しない。つまり前進等の操作によって仮想的な位置ではオブジェクトを通過しているのにもかかわらず、提示中のパノラマ画像にはオブジェクトが表示されているという状態が考えられる。複数のパノラマ画像を用い、パノラマ画像を切り替えることで地図上の位置が変更されるとともにユーザの視点が変更する。これにより単体のパノラマ画像内でのウォークスルーで問題であった、オブジェクトにより死角となる範囲が生じる点について、パノラマ画像を切替えることで単体のパノラマ画像では死角であった範囲を閲覧することができるので、解消することができる。

### 3.3　マルチメディアコンテンツの提示について

マルチメディアコンテンツには静止画像や動画像、音声ファイル、テキスト等が考えられる。このようなコンテンツを仮想空間内でどのように提示していくか説明する。

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、潮さい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パノラマ画像に付加する場合、パノラマ画像ごとにコンテンツを設定する方法が用いられているが、全てのパノラマ画像に対して設定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。この方法を取ることの利点として、個々のパノラマ画像に対してコンテンツの設定をする必要がなくなることが挙げられる。また、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。ここでいう関係とは、コンテンツとパノラマ画像間の距離と方向を示す。この関係を用いて情報提示を行うことができる。

コンテンツ配置の例を図 9 に示す。また、図 9 のように配置

された場合のコンテンツの表示について図 10 に示す。

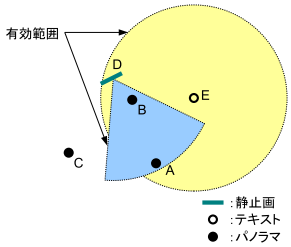


図 9　コンテンツとパノラマ画像の配置状況

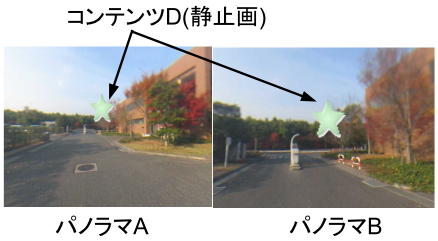


図 10　距離によるコンテンツ提示の変化

図 10 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。

この方法と従来のように個別にコンテンツを設定する方法を組み合わせて使用することで、仮想空間の充実化が図れる。

### 3.4　地図と連動した空間の自動生成

地図とは仮想空間化したい空間の二次元情報であり、これにパノラマ画像を配置することを考える。地図は画像データであればよいので、一般的な地図や電子地図、建物の案内図等が考えられる。パノラマ画像を地図上に配置するとは、画像である地図の座標（X 座標，Y 座標）と方位情報をパノラマ画像に付加することを意味する。方位情報とは画像内での北方向のことである。位置情報には撮影点を地図上に記録しておく相対座標と、GPS にて取得する絶対座標が存在する。GPS の使えない屋内や障害物の多い箇所では相対座標にて位置を記録する。絶対座標で位置情報を取得した場合、地図画像内での相対位置に変換し、その値を用いて関係を生成する。

パノラマ画像に位置情報を持たせ、位置情報から関係を生成することで生じる利点として、パノラマ画像の追加、削除等が容易に行えることが挙げられる。追加、削除が容易に行えるのは、パノラマ画像が独立しており、個々のパノラマ画像ごとにハイパーリンク等の関係を明示的に設定する必要がないからである。また追加、削除にとどまらず、仮想空間全体の構築についてもコストを下げることができる。配置されたパノラマ画像間の関係の生成は距離計算と方位計算をすることで行うこととする。ユーザに提示するためにパノラマ画像が呼び出されるごとに周囲の画像間の距離と方位を演算し、その結果を画像の切替え判定に用いることで空間のウォークスルーができる。

## 4.　パノラマ画像を用いた仮想空間構築システム PasQ

本章では PasQ についてシステムの全体像と動作について述べる。

### 4.1　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の詳細な構成と動作について述べる。図 11 にシステムの構成を示す。

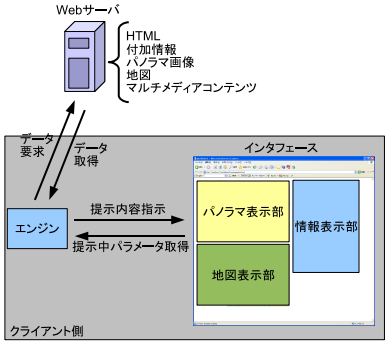


図 11　システムの全体図

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、データの格納と提供を行う Web サーバによって構成されている。

インタフェースは HTML 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 を用いている。図 12 に今回実装を行った PasQ のインタフェースを示す。

図 12　ユーザインタフェース

◇ パノラマ画像表示部

パノラマ画像のビューアとして、Java Applet で作成された PTViewer [9] をカスタマイズして用いた。パノラマ表示部ではマウス及びキーボード操作によってパノラマ画像を閲覧することができる。また操作によってパラメータが変更したとき、エンジン部にパラメータを提供する。

◇ 地図表示部

地図画像のビューアとして、Java Applet で作成したアプレットを用いた。パノラマ画像が配置された地点にポイントを付加して表示する。

◇ 情報表示部

パノラマ画像に付加された情報と、配置したコンテンツの内、テキスト等の情報を提示する。

パノラマ画像の表示部では、現在表示しているパノラマ画像

のパラメータをエンジン部に提供する。パラメータとは

- 視野角
- パン角（水平方向）
- チルト角（垂直方向）

であり、これらの値によってパノラマ画像の切替え判定を行う。エンジン部は JavaScript で実装されており、入力データから仮想空間の構築のための演算や Web サーバと表示部とのデータのやりとり、パノラマ画像の切替え判定などを行う。Web サーバにはパノラマ画像やマルチメディアコンテンツのデータが格納されており、エンジン部からの要求によりデータの提供を行う。

### 4.2 仮想空間構成情報

PasQ では入力データとして、地図情報とパノラマ画像群の情報、マルチメディアコンテンツ群の情報を用いる。以下各種情報について述べていく。

◇ 地図情報

地図画像の XML データには次のような情報を記述する。

- 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

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。この情報はパノラマ画像情報、コンテンツ情報にも指定し、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。

◇ パノラマ画像情報

地図に配置するには、個々のパノラマ画像に対して地図上の位置情報（X 座標，Y 座標）と方位情報を与える必要がある。また、パノラマ画像の付加情報としてマルチメディアコンテンツを用いる場合、パノラマ画像ごとにどの位置でどのような動作をするかを設定する。パノラマ画像群の XML データには次のような情報を記述する。

- 配置する地図における、距離と実距離の比情報
- パノラマ画像の識別子
- パノラマ画像のファイル名
- パノラマ画像のサイズ
- 位置情報
- 方位情報
- 付随するコンテンツ情報

◇ マルチメディアコンテンツ情報

マルチメディアコンテンツ群に関して、地図上のどの地点に配置するかをコンテンツの位置情報として、コンテンツが影響する範囲を有効半径情報として指定する必要がある。コンテンツの XML データには次のような情報を記述する。

- 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

◇ メタファイル

メタファイルは仮想空間構築に必要な情報である上記 3 つのファイル名を記述した XML データである。ひとつのメタファイルはひとつの仮想空間に対応しており、ファイルの組み換えで違った空間を生成することも可能である。例えば仮想空間化したい地図上で撮影したパノラマ画像が早朝と夕暮れ時の二種類あるとする。このときパノラマ情報のみを変更することで新しい空間を生成できる。

またメタファイルには、対応を取るための基準点を持たせる。領域が重なっている二つの地図の比情報と地図内の対応点を指定することで、位置情報を地図にあわせて変換することができる。これにより一度作成した仮想空間の再利用を行うことができる。

### 4.3 エンジン部の動作

エンジン部では先ず、XML データで指定された初期パノラマ画像について入力された XML データを基に、位置情報から周囲のパノラマ画像との距離と方向を計算することで仮想空間の構築を行う。例として、パノラマ画像 A、B について A の位置情報が $(x1, y1)$、B の位置情報が $(x2, y2)$ とすると AB 間の距離と方向は次のように求められる。

$$\text{距離} = \sqrt{(x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2} \tag{1}$$

$$\text{方向} = \tan^{-1}\frac{x2 - x1}{-(y2 - y1)} \tag{2}$$

ただし、方向については $\tan^{-1}$ の値のみでは一意に定まらないので、A、B の位置情報を考慮して求める必要がある。同様に、パノラマ画像とマルチメディアコンテンツについても距離と方向の計算を行う。

このように位置情報を付加したパノラマ画像とマルチメディアコンテンツについて関係を生成した後、XML データで指定されたパノラマ画像がエンジン部からの命令に従い、パノラマ画像表示部により提示される。指定されたパノラマ画像について、付随するマルチメディアコンテンツが存在する場合は情報表示部にて提示を行う。

次に、ユーザの操作による提示の変化について説明する。現在提示中のパノラマ画像について、ズーミングや旋回によってパラメータが変更された場合、エンジン部でパノラマ画像の切替え判定を行う。条件を満たす場合、切替え先のパノラマ画像を提示するようにパノラマ画像表示部に命令する。マルチメディアコンテンツについても、表示部のパラメータによって提示が変化する。現在提示中のパノラマ画像内で、配置されたマルチメディアコンテンツを提示する際、コンテンツにより提示が異なる。

### 4.4 PasQ の実装

#### 4.4.1 振り向き機能

3.1 で述べた、単体のパノラマ画像について視野角の変更と旋回を組み合わせた振り向きの実装について説明する。パノラマ画像を表示する際パラメータの初期値として、視野角 85°、パン角 0°、チルト角 0° を与えている。ここで視野角 85° を基

本角とする。3.1 で述べたように旋回は視野角を固定した状態で行うので、視野角が基本角でない場合、地図上の仮想的な現在地にずれが生じてしまう。これを解消するため、パン角の変化に伴って視野角の変更を行うことにした。

パラメータが視野角 A°、パン角 B° であったとき、振り向きを行った後のパラメータは

視野角 = 85+( 85−A )°　　パン角 = ( B±180 ) ( mod 360 )°

となればよい。± は振り向く方向で、右から振り向く場合正、左から振り向く場合負である。

この操作を行うために振り向き始める際の視野角とパン角を保持しておき、パン角を目標値まで加減算する間に視野角についても加減算を行う。パン角の変化の割合にあわせて視野角を変化させればよいので、変化の割合を N とすると N = (変化量)/180 であるので、視野角は

$$視野角 = A \pm 2N \times \sqrt{(85-A)^2} \qquad (3)$$

とすれば要求を満たせる。

**4.4.2**　パノラマ画像の自動切替機能

あるパノラマ画像が提示される際、位置情報から周囲のパノラマ画像との距離と方向の計算結果から、画像の切替設定を行う。切替には視野角の閾値と、切り替えるパン角の範囲を設定する必要がある。

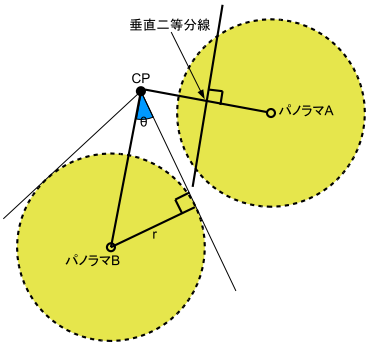


図 13　切替範囲と閾値

視野角の閾値は、現在提示しているパノラマ画像（以下 CP）と周囲のパノラマ画像との距離によって設定する。図 13 中の CP は現在提示しているパノラマ画像の中心点を表している。図 13 に示すように、CP とパノラマ画像 A の中心点との線分に対する垂直二等分線を領域の境界とする。このとき、仮想的な位置が垂直二等分線上になる視野角を閾値として用いる。切替えるパン角の範囲は、現在提示しているパノラマ画像と周囲のパノラマ画像との距離と方向によって設定する。図 13 に示すように CP の中心から円の接線を引き、そのときの角度を切替えるパン角の範囲とする。

複数の切替先の候補が存在する場合、閾値と切替範囲の設定を次のように行う。先ず CP の周囲に移動可能なパノラマ画像が存在するかどうかを調べる。パノラマ画像間の距離を用い、一定以上の距離である画像を除いた画像が移動可能であると判断することとする。距離が一定以上のパノラマ画像を除く理由は、個々の画像に対して視野角を狭めることで前方への移動を表現していることから、画像の精細度に限界があるためである。実装では地図表示部に表示されているパノラマ画像に移動可能とする。次に移動可能なパノラマ画像に対し、それらが CP からどの方向に存在しているかを取得する。移動可能なパノラマ画像について、視野角の閾値と切り替える範囲を設定する際、CP に近い画像を優先するため次の順番で行う。

（1）　パノラマ画像を距離で降順にソート

（2）　ソートされた順に閾値と範囲を設定

**4.4.3**　情報提示機能

マルチメディアコンテンツに位置情報を付加し、地図上に配置することで可能となる情報提示について説明する、

あるパノラマ画像が提示される際、パノラマ画像とコンテンツの位置情報から距離と方向の計算を行う。このとき CP とコンテンツとの距離によって、情報の提示が変化する。コンテンツの配置については図 9 に示した通りとする。

◇ テキストの場合

CP とコンテンツ間の距離がコンテンツの有効半径内でありコンテンツの存在する方向が視野角の間である時、情報表示部にてユーザに提示する。距離か方向が条件を満たしていないときは提示しない。

◇ マウスクリックによって実行される場合

コンテンツがハイパーリンク等のマウスクリックによって実行される場合、CP とコンテンツ間の距離がコンテンツの有効半径内でありコンテンツの存在する方向が視野角の間である時、パノラマ画像表示部内にコンテンツが提示される。

◇ 画像の場合

CP とコンテンツ間の距離がコンテンツの有効半径内であり、コンテンツの有効角度内に CP が存在する場合、距離によって画像サイズを変更しながら提示する。

## 5.　システムの利用と応用

実写画像を用いることで実世界をリアリティを持ち簡単に仮想空間化できることが本システムの利点のひとつである。実際仮想空間の広域、精細化を行う場合、それぞれについて本システムを用いる利点について述べていく。

### 5.1　仮想空間の広域化について

仮想空間の広域化を行う場合を考える。本システムでは単純な付加情報によってパノラマ画像を配置しているので、画像の追加を容易に行うことができる。つまりパノラマ画像を撮影し情報を付加することで、空間の大規模化が容易に行える。このとき屋外であれば位置情報の取得に DifferentialGPS(以下 DGPS) を用いることができ、より容易に大規模化が行える。DGPS とは、GPS 衛星からの信号に対して基準局が発信する中波ビーコンを利用して計測結果の誤差を修正し精度を高めることが可能な GPS である。また、本システムでは限定された経路にとらわれることなく仮想空間内をウォークスルーできることから、広場や公園など、経路や区切りのない空間の仮想空間化への応用にも適しているといえる。

### 5.2　仮想空間の精細化について

仮想空間の精細化を行う場合を考える。先に述べたように本

システムではパノラマ画像の追加を容易に行うことができる。つまり情報量を増加したい範囲にパノラマ画像を追加することで、任意の範囲を精細化することが可能である。またパノラマ画像を使用するため、高画質のパノラマ画像に置き換えることでも、空間の精細化が可能である。仮想空間化する際、パノラマ画像を用いることで 3DCG 作成スキルに制限されることがない。よって美術館や博物館など、展示品だけでなく特徴的な建築物自体を簡単に仮想空間化することが可能である。

### 5.3 GPS と電子地図を用いたパノラマ画像の自動配置

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る。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地図上への配置が容易に行える。ただし、取得した位置情報は（経度，緯度）であるので、これに対応できる地図である電子地図を用いる。現在は実装できていないが、電子地図を画像データとして扱う場合、（経度，緯度）の情報で配置できる。これらを付加情報として与えることでパノラマ画像の自動配置を行うことができる。

現在 GPS の精度では配置時の誤差が大きく、取得した値をそのまま用いることは難しい。そこで研究室ではパノラマ画像やマルチメディアコンテンツの配置を容易に行えるオーサリングツールの開発を行っており、GPS で取得した位置情報を基に作成者によって修正することを考えている。

### 5.4 DGPS の試用

DGPS である株式会社ソキア製 R80D [10] を用いて地図上へ配置する際の精度について検証を行った。本大学の 20 箇所について、GPS 衛星からの信号と基準局からの中波ビーコンの両方を取得した時の位置情報を記録し、電子地図に入力してみたところ実際の位置との誤差は概ね 1m 以下であった。PasQ の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と思われる。

## 6. おわりに

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の大規模化および精細化が実現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。この手法を用いて、他のパノラマ画像やコンテンツへの影響を意識せず、容易に追加や削除が行えることを示した。

今後は未実装部であるパノラマ画像切替時の方向修正などを実装し、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おこなっていきたい。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] QuickTime VR, http://www.apple.com/jp/quicktime/products/qt/overview/qtvr.html
[2] MapSaVR，http://www.smgvr.com/mapsavr/
[3] SimpleWalker Official Site，http://www.ryobi.co.jp/kenkyu/walker/
[4] 三宅新二，楠 浩，神谷朋範，岡部一光，鳥越秀知，横田一正，“ 簡易 3D 機能を利用した観光地案内 ”，DEWS2003
[5] D-Cubis Official Site，http://alpha.c.oka-pu.ac.jp/D-Cubis/
[6] 石崎勝俊，細田昌明，西田悟，江本守，國島丈生，横田一正，“ 利用者指向ディジタルミュージアムの実現 ”，DBWS2003
[7] HotMedia，http://www.ibm.com/jp/
[8] Panorama Studio，http://www.zenkei.net/pro/pro.html
[9] PTViewer，http://www.fsoft.it/panorama/ptviewer.htm
[10] R80D，http://www.sokkia.co.jp/J-top.html