

ユビキタス環境で複合現実感をサポートする基盤ソフトウェアの開発

Takeo Maruichi

ABSTRACT: In ubiquitous computing, 3D location/direction information system is one of the important issues. In this project, we propose a mixed-reality system framework using GPS, magnetic sensor, 3D-viewer and display systems. Two kinds of mixed-reality systems using transparent head mounted display (HMD) and video screen overlay are developed and demonstrated.

ユビキタス環境では3次元位置情報システムは重要な課題になってきている。本プロジェクトでは、三次元位置・姿勢検出センサーを使って、実世界の風景と仮想空間データを重ねる複合現実感システムを構築する。ヘッドマウントディスプレイ（HMD）と、ビデオ画像を使った2種類の複合現実感システムを開発し、デモンストレーションを行う。

1. 背景

ユビキタス環境下では、位置情報は1つの課題として認識されてきている。自分の位置がわかると、位置座標をキーとしてデータベースから興味のある情報を検索することができるからである。地図上に位置をプロットするだけなら、XY座標だけがわかればよいが、向いている方向や、姿勢まで正確にわかると、より高度な位置情報サービスが可能になり、実際の風景に対して、記号、文字情報等で説明を重ねて表示したり、建造物の構造を実写に重ねて表示することも可能になる。こうした実際の実空間と仮想空間を合成して表示する技術は複合現実感システムと言われている。

本プロジェクトでは、屋外での三次元位置情報機能を備えた複合現実感システムを構築するために、屋外での正確な位置と方向、姿勢などを求める手法と、求めた位置で仮想空間情報を現実風景に重ねて表示する三次元表示システムを開発する。複合現実感システムの表示方法として、透過型のヘッドマウントディスプレイを使って見ている風景上にユーザの興味ある情報を重ねて表示する方法と、ビデオ画像をリアルタイムで仮想空間と重ねて表示する方法を実験する。最後に、3Dコンテンツ・データベースを実世界の像と重ねて表示することにより複合現実感システムのデモンストレーションを行う。

2. システム構成

本プロジェクトで開発するシステムの全体像を図1に示す。まず、位置情報、姿勢情報をセンサーから読み取り3Dビューアに渡し、現在ユーザが見ている方向、角度についての計算を行う。次に3Dビューアは、コンテンツデータベースから読み込んだ三次元地図、図形情報を表示し、入力されている姿勢情報等から、仮想空間の座標系と実世界の座標系を重ねる。そして、実世界の風景と仮想世界の図形を重ねて表示するために、ヘッドマウントディスプレイ（HMD）に表示し風景を透過させて見るか、ビデオ画像と仮想空間の重ね合わせ表示を行う。

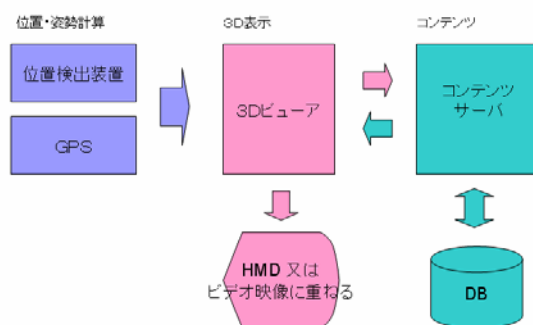


図1 複合現実感システム構成図

3. 三次元位置・姿勢検出装置

位置姿勢検出は、3次元位置情報取得にGPS (Global Positioning System) を使う。将来、DGPS (Differential GPS) , RTK-GPS (Real-Time Kinematic GPS) などより優れたデバイスが使える場合に、置き換えることができる仕組みにする。通常のGPSは地上での誤差が、水平方向+ - 5m程度、垂直方向+ - 10m程度である。

姿勢検出には、図2に示すような3軸磁気センサー2軸加速センサーを使う。姿勢検出デバイスから、YAW, PITCH、ROLLの値を読み出す。実験した結果、YAWについては約+ - 5度以内で正しい値を返すが、ROLL, PITCHについては、傾き角度を大きくすると誤差が多くなるため、実際には、0度から+ - 60度ぐらいまでが実用範囲になる。応答性能はよいが、使う前に、その場所の磁場にあわせるためキャリブレーションが必要など、移動しながらの使用は難しい。

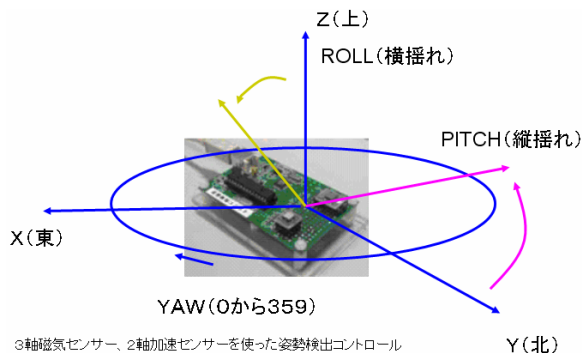


図2 使用した姿勢検出用磁気センサー

4 . 三次元ビューア

3Dビューアは、マイクロソフト社のDirectX9グラフィックライブラリを用いて、視線を自由に換えられるシステムとして開発した。一般的な三次元CADと違い、視点が固定で、あたりを見回す表示モードが必要になる。また、画角については、ヘッドマウントディスプレイや、ビデオカメラごとに異なり、特に、ビデオカメラの場合、広角と、望遠では、表示される3Dビューアに表示される範囲を変えなければならないため、画角を任意に設定できる機能を用意した。

注記などの文字表示を行う場合、三次元空間内でど

ら向きに表示するかによって、見る位置によっては、読めない角度になる。どの位置から眺めても文字列が読めるように、視線ベクトルに対して動的に直角に向きを変える文字列表示機能を入れた。

3Dビューアは、メートル単位の座標系に基づいており、緯度経度座標からの変換機能を備える。3Dビューアの起動直後の画面を図3に示す。

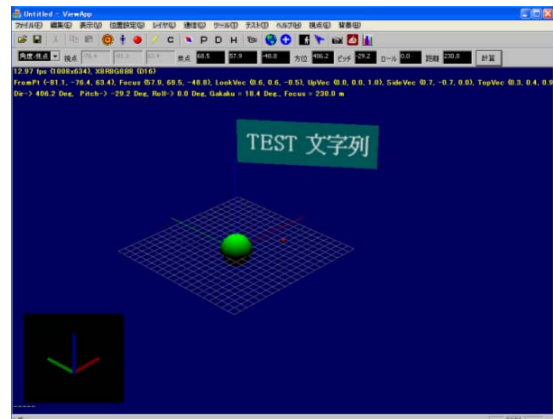


図3 どの角度からでも文字が読める3Dビューア

5 . コンテンツ・データベース

コンテンツデータベースは、実際の風景に重ねて表示したい図形、文字データを保存しておくデータベースである。本プロジェクトでは、地図の基本となる地形、道路、鉄道、河川、行政界、建物などのライン情報と、建物名、住所名などの注記と呼ばれる文字列情報を用意した。

地形データは、国土地理院が作成している50mメッシュ標高データから取得する。また、道路、鉄道、河川、行政界などのラインデータは2次元地図データから取得し、3次元標高データに当てて地表の高さを求める。建物データについては、建物の高さ情報を階数情報に1階あたり3mの高さをかけて求めることにした。

ユーザが、道路、建物、行政界など注目したい対象を選択して重ねて表示できるように、個々のコンテンツをレイヤとして、個別に指定できるように分けて管理

する。コンテンツデータベースの地形、道路、建物、注記文字列の各要素をすべて表示した様子を図4に示す。

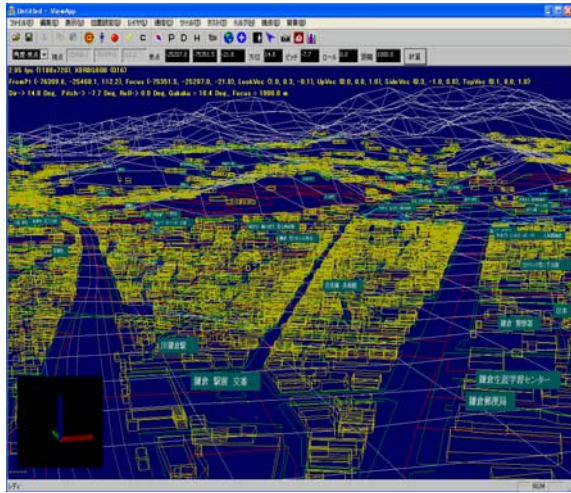


図4 コンテンツを3Dビューアに表示した様子

6. 複合現実感の表示実験

仮想空間が準備できたので、実際の風景と重ねて表示する実験を行う。

1) 透過型ヘッドマウントディスプレイ

透過型のディスプレイに仮想空間を表示し、ディスプレイに透けて風景を表示し、位置、方向が合っていれば重ねてみる可以考虑、図5のような透過型ヘッドマウントディスプレイに表示する方法を実験した。



図5 透過型ヘッドマウントディスプレイに表示

2) ビデオ映像との重ね合わせ表示

ヘッドマウントディスプレイとは別の方法として、ビデオ映像と仮想空間を合成することで複合現実感の表示を行うことも実験した。ビデオ映像を、1コマごとの画像イメージとして取り出し、3Dビューアのフレームバッファに背景画像として表示する。そのフレームバッファに位置・方向を合わせた仮想空間の図形を表示すると、風景に仮想空間をリアルタイムに重ねあわせできる。



図6 タブレットPCにビデオ画像と重ねて表示

3) 表示方法の比較

ヘッドマウントディスプレイとビデオ画像の2つの方法を実験比較すると、それぞれ長所短所があることがわかる。透過型ヘッドマウントディスプレイは、頭を動かさなくてよいという長所があるが、画角が狭い上に、近くのディスプレイに表示された仮想空間図形と、遠くの風景のそれぞれに、目で焦点をあわせながら、頭の中で合成しなければ複合現実感は得られない。視点を頻繁に切り替えながら使うため、長時間の使用や、移動するような使い方では、焦点の切り替えに疲労を感じ長時間行い続けることが難しく感じた。

一方、ビデオ映像に仮想空間を重ねる方法は、カメラが広角であるため広い範囲を表示することができ、画像と図形が1つのディスプレイに表示されるため焦点を切り替えるわずらわしさが無い。

本プロジェクトの実験では、ビデオ映像に重ねる方法での複合現実感システムの方が長時間使用できるという結果になった。

7. デモンストレーション

位置・姿勢検出デバイスが誤差を含んでいることから、近くの狭い範囲で風景と図形を合わせようとしても誤差が目立つことは容易に想像できる。この複合現実感システムが使えるのは、なるべく遠方の風景に仮想空間を重ねる使い方である。そこで、山に登って高い位置から、町を見下ろしてみた。位置、方向が合っていないと、画角があっていないと、写真と図形を合わせることは難しい。ビデオ画像は粗いため、図7はデジタルカメラ画像を使っているが、遠方だと誤差も気にならず風景と重なる様子がわかる。

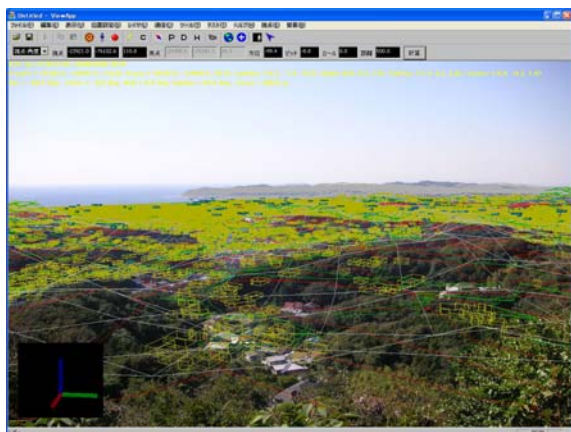


図7 鎌倉衣張山から江ノ島を見た画面例

近い建物などは誤差が目立つが、建物ポリゴンを表示せずに、道路や河川の図形、住所文字列を表示した様子を図8に示す。実写とほぼ正しく重ね表示ができていることがわかる。



図8 建物の屋上から見た写真と仮想空間の画面例

8. 今後の展開について

今回のプロジェクトで、性能のいい位置・姿勢検出デバイスを使えば、安価に複合現実感システムが作れることが確認できた。今後、このシステムが使われるようになるには、次のような点が進歩、改善されていくことが必要と考える。

1) 姿勢検出デバイス

磁気センサーは、利用前に周辺の磁気に合わせるためキャリブレーションが必要である。使う前の調整に手間がかかるため取り出してすぐ使うような利用方法はまだ難しい。カメラとGPSと姿勢検出デバイスを一体化したような製品があると利用が進むと思う。

2) ビデオカメラの画角取得

多くのカメラ類は、広角、望遠など画角を変化させる機能が備わっている。画角が合っていないと、風景と図形を重ねることはできないので、画角値をデータとして読み出せるようなカメラがあるとよい。画角が動的に取得できれば、カメラのズーム動作に連動させることも可能と考える。

3) 複合現実感のアプリケーション

複合現実感システムや、3D表示は、見てわかりやすく、説得力のある表示ができる点に特徴がある。本プロジェクトの最後には、津波の影響範囲を重ねて表示させるようなアプリケーションを考えしたが、風景に文字や図形を書き込むという特徴を生かしたアプリケーションが多く作られれば、複合現実感システムが使われる場面がさらに広がると考えている。

9. 参考資料

[1] 姿勢検知評価装置 AMI301-ATD, アイチ・マイクロ・インテリジェント株式会社

[2] GPS Command Specification, SanJose Navigation, Inc.