

# 地図情報に基づいた没入仮想空間と 屋外空間との間の情報共有

Information Sharing between Immersive Virtual World and Outdoor Field  
Based on Map Information

大貫智士, 小木哲朗  
Satoshi OONUKI and Tetsuro OGI

筑波大学 システム情報工学研究科  
(〒305-0006 茨城県つくば市天王台 1-1-1)

**Abstract:** In this research, the concept of the hybrid information space that integrates the information space seamlessly between the virtual world and the outdoor field is proposed, and the prototype system was developed. In this system, a user can use cellular phone, immersive display, and PC as a device to manage information of the outdoor field and the virtual world. The virtual world in this system is constructed by placing the photograph images at the position measured by GPS function of the cellular phone. This system enables users to share information mutually between both environments.

**Key Words:** Map, Immersive Virtual World, Outdoor Field, Hybrid Information.

## 1. はじめに

近年では小型のものから大型のもの、単純な機能をもつものから多機能なものまで使い方の異なる多種多様な情報機器が使用されている。例えば、小型な機器といえば携帯電話が挙げられる。近年の携帯電話は電話としての機能だけではなく、インターネットやデジタルカメラ、GPSといった機能を備えているものもあり、高機能な携帯型情報端末となってきた。携帯電話はどこでも情報にアクセスできるなどの携帯性は優れているが、PCに比べ画面が小型で解像度も低い。また、通信速度も遅く、ページが表示されるのに時間がかかってしまう。そのために得られる情報量はPCに比べ大きく減少する。

一方で、CAVEやCABINに代表される没入型ディスプレイでは、大型スクリーンを用いることで多量の情報を得ることができる。これらの装置ではユーザがスクリーンに囲まれた空間に入ることによって、スクリーンに表示された仮想世界の中に入り込んだかのような感覚を味わうことができる。そのため臨場感の高い体験をすることができるが、大型であるために設置するには広いスペースを要し、一度設置すると移動させることが困難であり、その結果、使用できる場所が限られてしまう。

そこで、携帯電話と没入型ディスプレイ、これら2種類の機器の相反する特性を互いに組み合わせることにより、効果的な情報の利用と提示を行うことが期待できる。本研究では、携帯電話による屋外空間での情報アクセスと没入

型ディスプレイに表示される仮想空間での情報を結合したハイブリッド情報空間の概念を提案する。そして、その一例として、携帯電話と没入型ディスプレイ、さらにそれぞれの情報を管理するPCとの間で地図情報を共有したシステムを構築した。このシステムでは、ユーザは屋外で体験したことを仮想空間で追体験することや、屋外へ行く前に仮想空間で事前に体験しておくことができる。また、その応用例として事前学習や事後学習といった使用方法が考えられる。

## 2. ハイブリッド情報空間

これまで仮想空間はコンピュータ内に作られた空間として、実空間とは完全に異なるものとして扱われてきた。そのため仮想空間内の情報は実空間では扱うことができず、仮想空間内で完結してしまっていた。しかし、仮想空間と実空間との間の隔たりを消し去りお互いの情報を混ぜ合わせて使うことができれば情報の利用方法が大きく発展することが考えられる。そのように仮想空間と実空間を混ぜ合わせて考え、2つの空間の間のシームレスな情報交換を含んだ概念がハイブリッド情報空間である[1]。ユーザは、実空間と仮想空間を行き来しながら、どちらの空間でも必要な情報を感覚的に体験できることを目指している。例えば、ユーザは屋外空間での生活では目や耳などの感覚によって情報を取得しているが、データベースに記録されている情報についてもコンピュータから自由に取

り出して利用することができる。また、仮想空間では、屋外で取得された情報を視覚化して参照することができる。

### 3. 開発システム

本研究ではプロトタイプとして、地図情報を共有したシステムを構築した。システムの概要は、まず、屋外で取得した情報をデータベースの中に記録する。そして、データベース内の情報を基に仮想世界を構築する。ユーザは仮想世界の中で実世界と同じように感覚的に情報を手に入れることができ、さらにそれらの情報を自分が利用しやすいように編集することができる。以下ではシステムの内容に関して仮想世界を構築するまでを順を追って説明する。

#### 3.1 屋外空間の情報

本研究では、屋外情報を取得するのに GPS 情報を取得できる携帯電話、CASIO の G'zOne を使用した。屋外で写真を撮影した際、GPS によって位置情報を測定し写真へと付加し、メールへ添付してサーバへと送信する。サーバでは、送られてきたメールから GPS 情報の緯度・経度及び添付されている写真を取り出しデータベース内へと保存する。

#### 3.2 地図型掲示板

データベースへ保存された写真に対しては、説明文やコメントを文字として加えることによって、写真に写した対象の詳しい内容を記録することができるようにした。これによって日記のような形で情報を記録することができ、時間が経ってから記録を読み直しても写真を撮影したときの状況をイメージしやすくなる。

説明文を付加する方法としては、Web 上での地図型掲示板システムを構築した。地図型掲示板では登録した写真と撮影場所を確認するための地図が表示される。この地図には Google Maps を利用している [2]。

掲示板ではデータベースの機能を利用し、ユーザごとに写真の管理を行うことができるようにし、PC 内に保存してある写真を登録するだけでなく、一度登録した写真を変更することや、写真を整理しやすいようにカテゴリを作成して分類できるようにした。また、ユーザ登録をしなくとも閲覧だけなら誰でも行えるようにした。地図型掲示板の外観を図 1 に示す。

#### 3.3 没入型仮想空間

没入型仮想空間は没入型ディスプレイを利用することで実現できる。没入型ディスプレイではユーザは多面型スクリーンに囲まれることで 3 次元仮想空間を没入体験することができる。

##### 3.3.1 CS Gallery

仮想世界を視覚化するためのディスプレイ装置としては、CS Gallery と呼ばれる CAVE 型のディスプレイを使用した [3]。このシステムは正面、右面、床面、の 3 面スクリーンで構成され、円偏光方式による立体映像を提示する。本研究で使用したシステムでは、レンダリング PC を 3 台と、写真や地図のデータを記録しておくデータベースサーバマシンを 1 台使用した。地図型掲示板はサーバマシンで動

### Map BBS

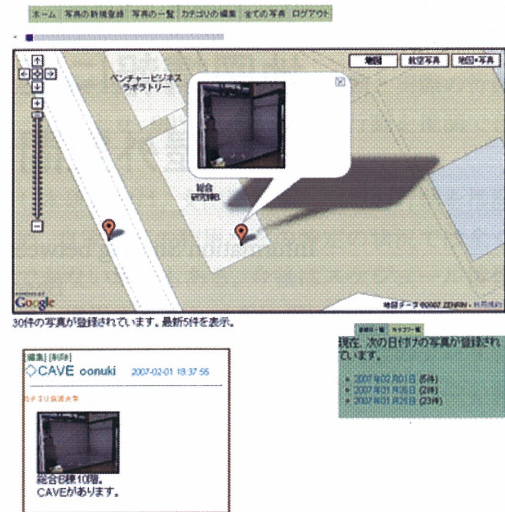


図 1 地図型掲示板

いており、MySQL に各データを保存している。レンダリング PC はそれぞれ CS Gallery の正面、側面、床面スクリーンに対応しており、サーバマシンに記録されているデータベースへは ODBC を利用して SQL 文を送信し、その結果を取得する。また、写真ファイルの読み込みには NFS を利用した。

レンダリング PC ではレンダリングのみの処理を行い、共通のデータはサーバマシンに保存しておくようにした。また、ユーザの視点位置の情報も取得しており、それぞれで視点に対応したレンダリングを行うようになっている。

##### 3.3.2 仮想世界の構築

このシステムでは、仮想世界の初期状態として、床面に地図のテキストチャが貼り付けられただけの世界が用意される。地図のテキストチャは予め用意しておく必要があり、このシステムでは SGI 形式の画像を利用した。また、地図の表示に関してもデータベースを利用しており、分類されている地図の中から表示したいものを指定することによって地図を切り替えることができる。アプリケーションプログラムは、データベースから必要なデータを取り出し、データの緯度と経度に対応するアプリケーション内の場所に写真画像と写真のタイトルを表示する。この際、緯度と経度を仮想世界内の座標に変換する。

また、地図上に書かれた地名などの文字は平面では読みにくいいため、これもまたデータベース内に表示する座標と一緒に記録しておく。そして、図 2 に示すような形で空間中に立体的に表示することでユーザが読み取りやすくなるようにしている。このように、写真画像と写真のタイトルを、地図上に配置することによって情報共有のための仮想世界を構築する。これによりユーザは、屋外空間での体験を CS Gallery に表示された 3 次元仮想空間内で追体験することができる。

ところで、本研究の目的は厳密な仮想世界を構築するこ

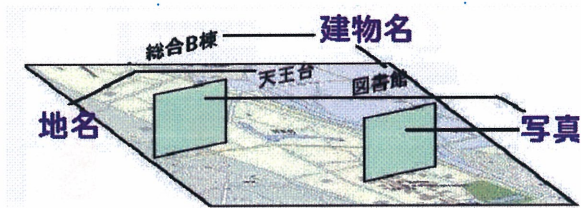


図2 仮想世界の構築

とではなく、仮想世界と屋外空間の間で情報の共有をすることである。そのため、仮想世界を構築している視覚化されたデータの位置や大きさについては正確な値ではないが、本研究で目的としている仮想世界の構築には十分に適用できると考えられる。

仮想世界での操作にはPlay Station2のコントローラを使用する。ウォークスルーをする際には、ジョイスティックを前後に倒すことで前進・後退、左右に倒すと倒した方向へと向きを変える。また、視点に最も近い位置の写真は自動的に拡大表示され、ボタンを押すと拡大表示されている写真のタイトルと説明文が表示される。

また、仮想世界内では選択した写真に順番をつけてリスト形式で保存する機能を構築した。保存した写真情報の順番は入れ替えも可能であり、写真のリストは複数作ることができる。この選択された情報は、屋外空間で携帯電話を利用して参照することができる。CAVE内に表示した仮想世界の様子を図3に示す。



図3 CAVE内に表示した仮想世界

#### 4. 双方向での情報共有

ここでは、本システムの使用例について説明する。本システムでは実空間と仮想空間との間で情報の共有を行うが、情報の流れとしては実空間で取得した情報を仮想空間で扱う場合。また、仮想空間で取得した情報を実空間で扱う場合の2種類が考えられる。またさらなる応用例として事前学習・事後学習への適用方法について説明する。

##### 4.1 屋外空間から仮想空間へ

屋外空間の情報を仮想空間へ送る際の利用方法につい

ては、さらに2つの場合に分けられる。1つは屋外空間で情報を取得した人と仮想空間で情報を取得する人が同じ場合。もう1つは屋外で情報を取得した人と、仮想空間で情報を取得する人が異なる場合である。1つ目の場合は、屋外で情報を取得した人は自分用の仮想世界を作って楽しむことができ、それを他の人にも見せるという使い方である。2つ目の場合では、屋外にいる人が自分の取得した情報を仮想空間にいる人に伝えてコミュニケーションを行うという使い方である。

##### 4.2 仮想空間から屋外空間へ

仮想世界で取得した情報は携帯電話を利用して実空間で扱うことができる。本システムではユーザごとに仮想世界を構築することができるため、他のユーザが構築した仮想世界の中には自分が持たない情報が数多く存在する。そのような世界の中に自分にとって必要な情報があつた場合には、実空間でも携帯電話を通じてその情報を取り出せるようにした。

仮想世界の中で、自分が興味を持った場所あるいは訪れる予定の場所の写真を選ぶと、それらのデータはサーバに記録される。その後、実際に現地を訪れた際に、携帯電話の画面から記録された場所の写真と説明文を一緒に参照することができる。この際、選択された写真の場所は地図と一緒に表示されることで、目的地までの経路を知りこともできる。

##### 4.3 事前学習と事後学習

このシステムでは、屋外空間へ行く前に仮想空間内で事前に体験することと、屋外空間で体験した事柄を仮想空間内で追体験することが可能になる。応用例としては学校の修学旅行で旅行の計画をする際に、このシステムを使用することで事前学習に利用することが可能になる。これには、事前に訪れる先の地図と建造物等の写真を使って仮想世界を構築しておく必要がある。修学旅行生は、仮想世界内を移動して訪れる場所を選んでいく。この際に各建造物等の説明も一緒に見ることで、旅行の計画をしながら訪れる場所の知識を獲得できる。仮想空間内で得た情報は、旅行先でも携帯電話を通して取り出すことができるため、目的地を訪れる直前にも情報を確認できる。

また、旅行中には、撮影した写真を位置情報、説明文と一緒にサーバに送るようにする。そうすることで学校に帰ってから、旅行中の写真を基にした仮想世界で、旅行中に訪れた場所を順番に辿ることができるため、旅行の記録をまとめるのに役立つことができる。これは、事後学習としてシステムを使用する方法として有効である。

#### 5. 評価実験

本システムを使用して事前学習における空間認知の効果について被験者実験によって検証した。実験内容は、被験者にガイドブックを読んでもらったときとCAVEで体験をしてもらったときの空間的な情報の理解度を調査した。実験方法はガイドブックとCAVEの場合で同じ情報量を

獲得できるように次のようにした。ガイドブックの場合は、ガイドブック内に載っている建造物から 25 箇所を選び出し、印をつけておいた。それぞれの建造物には説明文も付いている。また、ガイドブック内には地図のページもあり、被験者には印を付けた箇所の建造物名とその説明文、および建造物の地図上の場所を記憶してもらった。CAVE の場合は、予めガイドブックと同じ場所の地図を用意しておき、ガイドブック内の建造物の写真を 25 箇所選び地図上に配置した仮想世界を作っておいた。それぞれの写真には建造物名と説明文が表示されるようにし、被験者には仮想世界内をウォークスルーしてもらい、ガイドブックの場合と同じように建造物名と説明文、場所を記憶してもらった。記憶のための学習時間は両方とも 20 分とし、それぞれの記憶後に問題用紙を渡し回答してもらった。また、問題にした建造物はガイドブックと CAVE で異なるものにして片方を記憶した際の情報もう一方で使えないようにした。

問題用紙は、記憶してもらった建造物名と写真の一覧、建造物の説明文の一覧、地図上に建造物の場所を番号で示したものの 3 種類である。建造物名と写真の一覧、建造物の説明文の一覧には記号を記してあり、被験者には 3 枚の用紙に書かれた内容を正しい組み合わせにしてもらった。また、被験者は 3 名とし使用したガイドマップは京都のものである。問題には被験者が事前の知識を持っていないような建造物を選ぶようにした。

### 5.1 実験結果

得られた回答には、場所、名前・写真、説明文の 3 つの組み合わせが全て合っている場合と、そのうち一部が合っている場合があった。一部が合っている場合は、場所と名前・写真、場所と説明文、名前・写真と説明文が合っている場合の 3 パターンがあったが、ここでは空間的な学習効果について調べているため、名前・写真と説明文が合っている場合については、評価からははずすことにした。また、近接している建造物がいくつかあり、場所を間違えやすいものについては、おおまかな位置は理解できているとして評価に加えることにした。

ガイドブック・CAVE のそれぞれでの結果に対する平均値と標準偏差を図 4 のグラフに示す。グラフの横軸は 3 つの組み合わせが完全に一致していたもの、一部一致を含めたもの、近い場所の誤りを含めたもの、不正解を示しており、縦軸はそれぞれの場合における該当数である。また、問題が多かったため全てに答えることができた被験者はおらず、幾つか未回答であった。

### 5.2 考察

ガイドブックでの結果よりも CAVE での結果の方が完全一致、一部一致を含めた正答数が多く不正解数が少ないことがグラフから読み取れる。これは本システムが事前学習に有効であるといえるが、今回の被験者実験では記憶力がよい人の方が高い値を出せる内容であるため、個人差が出

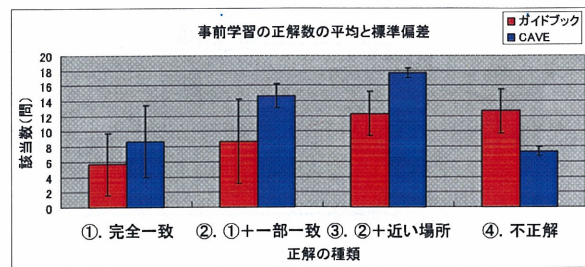


図 4 実験結果

てしまいバラツキが大きくなった。しかし、被験者からは、CAVE なら地図を見渡すことができるため各写真の位置関係を把握しやすい、ガイドブックでは地図の情報と写真の情報がばらばらでページを往復しなければならず位置関係が把握しにくいという意見があった。これは CAVE では地図上をウォークスルーして移動でき、シームレスに写真と地図の情報を組み合わせることができるからだと考えられる。

一方で、CAVE ではウォークスルーを行うと酔ってしまうという意見が被験者全員からもたらされた。今回の実験では、京都市の広範囲の地図を使うことになったために移動距離が長くなってしまい、加えて 20 分という長い時間ずっと CAVE 内で集中して作業をしてもらったというのが大きな原因となった。

### 6. 結論

本研究では、没入仮想空間と屋外における実空間との間での情報共有を目指し、実現するための機器として PC、携帯電話、CAVE を利用した。携帯電話で取得した屋外の情報をサーバへと送り、PC 上で編集管理、CAVE 内に表示することができた。また、CAVE 内での操作を実空間へとフィードバックすることもでき、仮想空間と実空間の間の相互での情報共有が実現できた。

現在では CAVE 内での情報の表示方法はテキストを貼り付けるという単純なものであるため、3 次元物体の表示や地図上に経路の表示を行うことを目指し、ウォークスルーをした際に起きる VR 酔いの軽減も行うように改良を加えていく予定である。

### 参考文献

- [1] 小木哲朗, 大貫智士: 没入仮想空間と屋外空間との間の携帯電話を用いた情報共有, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2006 論文集, pp. 575-578, 2006.
- [2] Google Maps: <http://maps.google.com/>.
- [3] 小木哲朗, 内野孝哉: 動的負荷分散 CAVE システムの開発, 日本バーチャルリアリティ学会 10 回記念大会論文集, pp. 117-120, 2000.