

# 没入仮想空間と屋外空間との間の地図情報を介した情報共有

大貫 智士\*<sup>1</sup>      小木 哲朗\*<sup>2</sup>

Information Sharing Using Cellular Phone between Immersive Virtual World and Outdoor Field

Satoshi Oonuki\*<sup>1</sup> and Tetsuro Ogi\*<sup>2</sup>

**Abstract** – In this research, the concept of the hybrid information space that integrates the information seamlessly between the virtual world and the outdoor field is proposed, and the prototype system was developed. In this system, a user can access information stored in the database using the cellular phone, PC and the immersive projection display as information devices. The virtual world is constructed by placing the photograph images that were captured in the outdoor field according to the positional information measured by GPS function of the cellular phone. This system can be applied to the prior and posterior learning for the study tours, by experiencing the virtual world before and after going to the outdoor field as well as accessing information using the cellular phone. This system can also be used for the communication between the outdoor field and the virtual world while sharing the spatial information.

**Keywords** : Cellular Phone, Immersive Virtual World, Map Information, Hybrid Information Space

## 1. はじめに

近年では小型のものから大型のものまで、さまざまな機能を持つ情報機器が使用されるようになってきた。例えば、小型の情報機器としては携帯電話が挙げられる。最近の携帯電話は通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るものが多くなり、高性能な携帯型情報端末となってきている。これらの機能を用いることで、ユーザは時間や場所に制約されず、様々な情報にアクセスすることが可能になり、ActionLog<sup>[1]</sup> や SpaceTag<sup>[2]</sup> といったシステムが考えられている。しかし、携帯電話は通常の PC に比べ画面が小型で、通信速度も遅いため、得られる情報量は制限されている。

一方、CAVE や CABIN に代表される没入型ディスプレイは、大型スクリーンを用いることで多量の情報を提示することができる<sup>[3],[4]</sup>。この種の装置ではユーザはスクリーンに囲まれたディスプレイ空間に入ることによって、没入感の高い仮想世界を体験することができる。しかし装置が大型であるため設置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、使用場所が限定されてしまうという問題がある。

このように、各情報機器はそれぞれ特性が大きく異なるため、これまでは別々の装置として利用されるこ

とが多かった。例えば、携帯電話は屋外等の現実空間の中で必要な情報を取得するのに利用され、没入型ディスプレイは計算機によって生成される仮想空間の体験に利用されてきた。しかしながらこれらの機器を利用した情報アクセス方法を融合し、相反する特性を互いに補完して利用することができれば、更に効果的な情報の利用が可能になることが期待される。

そこで本研究では、携帯電話を使用した屋外空間での情報アクセスと没入型ディスプレイを使用した仮想空間での情報体験をシームレスに融合するハイブリッドな情報空間の概念を提案する。一例として、携帯電話と没入型ディスプレイ、更に情報を管理するデスクトップ PC との間で地図情報を介した情報共有システムを構築した。本システムでは、ユーザは屋外での体験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必要な情報を取得することが可能であり、事前学習や事後学習等の用途への応用が考えられる。また、屋外空間の利用者と仮想空間の利用者が通信を行うことで、情報を共有しながらのコミュニケーションを実現することができる。以下本論文では、提案するシステムの概念、構築システムの機能、応用事例、評価等について論じる。

## 2. ハイブリッド情報空間

これまでコンピュータによって生成される仮想世界は計算機内の情報空間として、現実の世界とは異なるものとして扱われることが多かった。例えば、現実世界を模擬した仮想世界はあっても、そこでの体験と現

\*1: 筑波大学 システム情報工学研究科

\*2: 慶應義塾大学 システムデザイン・マネジメント研究科

\*1: Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

\*2: Graduate School of System Design and Management, Keio University

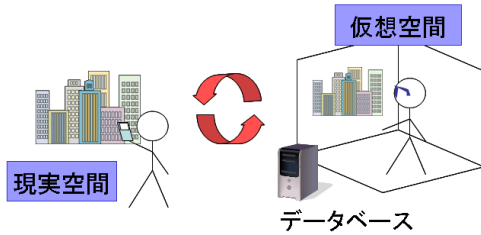


図1 ハイブリッド情報空間の概念  
Fig.1 Concept of Hybrid Information Space.

実世界の体験は切り離れている<sup>[5]</sup>。また現実世界に仮想世界の情報を重畳した拡張現実や複合現実環境を体験する場合も、いったん抜け出るとそこでの体験が現実世界に影響を与えることは少ない<sup>[6],[7]</sup>。

これに対し、仮想空間と現実空間での体験を融合し、両環境でアクセスできる情報を共通に扱うことができれば、情報の利用価値は大きく拡大することが期待される。計算機内のデータベースに格納されているデータも情報であるが、現実空間で目の前にある世界も一つの情報である。これらの情報は形態もアクセス方法も異なるが、両者をリンクさせることで、利用者は常に同一の情報空間で行動することが可能になる。このように、仮想空間と現実空間の間でシームレスに情報にアクセスできる環境を、ここではハイブリッド情報空間と呼ぶことにする<sup>[8]</sup>。図1はハイブリッド情報空間の概念を図示したものである。

この環境では、ユーザは現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に容易にアクセスすることができることを目指している。例えば、ユーザは屋外空間では目や耳等の感覚器によって現実世界から臨場感の高い情報の取得を行い、仮想空間では計算機内に格納された情報に効率的にアクセスすることができる。これらの情報が相互にリンクされることで、ユーザは更に、現実空間から送られてきた情報を仮想空間内で高臨場感体験したり、現実空間から計算機内のデータに自由にアクセスすること等ができるようになる。

本研究ではハイブリッド情報空間の一例として、屋外空間と没入仮想空間の間でユーザがシームレスに情報のやり取りができるような、プロトタイプシステムを構築した。本システムでは、屋外空間で取得した情報を用いて没入型仮想世界を構築し、仮想空間で生成された情報を屋外空間で取り出す等の方法を実装している。この際、GPSによって得られる位置情報を、屋外空間と仮想空間を結合するためのキーとして使用した。

### 3. プロトタイプシステム

本研究で構築したハイブリッド情報空間のプロトタイプシステムでは、実空間と仮想空間との間で情報の共有を行う。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と、仮想空間で生成した情報を実空間で扱う場合が考えられる。以下それぞれの機能について説明する。

#### 3.1 屋外空間での情報取得

本研究では、屋外の実空間で情報を取得するためのデバイスとして、携帯電話（auのCASIO G'zOne）を使用した。屋外で記録に残したい情報に対して、携帯電話のデジタルカメラ機能を用いて写真を撮影する。この際、GPSの機能によって位置情報を測定し写真データに付加し、電子メール機能によってサーバへと送信する。サーバでは、パーザプログラムが送られてきたメール情報を解析し、GPSで計測された緯度・経度データ及び添付されている写真データを抽出してデータベースに格納する。

次にWebアクセス機能を用いデータベースに保存された写真データに対して説明文やコメント等の文字情報を付け加えることで、撮影対象に関する詳しい内容を記録することができるようにした。これによってユーザは現実空間での体験を空間と結びつけた日記のような形で記録することができ、時間が経ってから記録を参照しても写真を撮影したときの状況を想起しやすくなる。

#### 3.2 PCでのデータ編集

データベースに格納されたデータの参照や細かい編集はPCを用いて行うのが便利である。ここではPCを用いてWeb上でデータを編集するために地図型編集ツールを構築した。地図上の位置を利用した写真アルバムや、地図と組合せた掲示板システムに関しては、カシミアルや画像共有サイト等の種々のシステムが提案されているが<sup>[9]~[11]</sup>、本提案システムでは携帯電話や後述する没入型仮想世界とリンクされていることが特徴である。

地図型編集ツールでは、まず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が（図2）、この地図にはGoogleマップを利用した<sup>[12]</sup>。編集画面上ではユーザごとに写真データを管理でき、サーバ内に保存してある写真をデータベースに登録したり、既に登録されている写真に対してコメントの追加や変更、あるいは写真を整理するためのカテゴリの編集等を行うことができるようにした。また、ユーザ登録をしていない利用者がデータの閲覧だけは行うことができる。これらの機能はWebを利用しているため、携帯電話からアクセスして利用することもできる。



図 2 地図上に表示された写真  
Fig.2 Photographs on the Map.

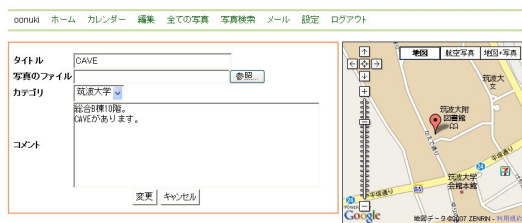


図 3 地図型編集ツールの操作  
Fig.3 Operation of Map Information Edit Tool.

図 3 は地図型編集ツール上での操作の様子を示したものである。ユーザはログインするとユーザ専用ページが表示される。ここで写真の新規登録をクリックすると登録用フォームが現れる。その状態で地図上の任意の点をクリックするとそこにマーカーが設置され、フォームに写真のタイトルやファイル名、説明文等を入力して登録を行う。登録が完了してから内容を変更したいときは編集用フォームから行う。また、カテゴリ名を別の名前に変更したいときはカテゴリ編集フォームから行う。カテゴリ名を変更すると、変更前のカテゴリ名に分類されていた写真は全て新しいカテゴリ名に変更される。

### 3.3 没入型仮想世界の構築

没入仮想世界を生成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<sup>[13]</sup>。本システムは正面、右面、床面の 3 面スクリーンで構成され、利用者は偏光方式による広視野の立体映像を体験することができる。

本研究で使用したシステムは、各スクリーンに対応するレンダリング PC 3 台と、写真や地図データを記録しておくデータベースサーバマシン 1 台で構成されている。地図型編集ツールはサーバマシン上で動いており、各レンダリング PC は ODBC を利用してデー

タベースへ SQL 文を送信し、必要なデータを取得する。また、写真ファイルの読み込みには NFS を使用した。

本システムでは、仮想世界の初期状態として、床面に地図のテクスチャが貼り付けられただけの世界が用意される。地図のテクスチャは予め用意しておく必要があり、本システムでは SGI 形式の画像を利用した。また、地図データの管理に関してもデータベースを利用しており、登録されている地図データの中から利用する領域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。また、地図上に書かれた地名などの文字は床面上の表示では読みにくいため、文字情報として位置座標と一緒にデータベース内に記録している。これらの文字情報は、図 4 に示すような形で仮想空間内に立体的に表示することでユーザが読み取り易くなるようにしている。

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写真データを取り出し、データの緯度と経度に対応した仮想空間内の場所にタイトル等の情報とともに表示する。この際、緯度と経度は仮想世界内の座標系に変換する必要がある。このように、写真画像と写真のタイトルを、3 次元地図上に配置することによって簡易的な仮想世界が構築され、ユーザは屋外空間での体験を没入型ディスプレイに表示された 3 次元仮想空間内で追体験することが可能になる。

この際、携帯電話に内蔵された電子コンパス等の機能を用いることで撮影の方向を記録し、方向を考慮した提示を行うことも可能である。しかし、この場合仮想空間内では写真が平面のテクスチャとして表示されているため、ユーザが写真を見るためには写真の正面に回りこまないと閲覧できなくなる。そのため、本システムでは写真の向きが常にユーザの視点方向を向くように自動的に制御している。

また、ここで構築される仮想世界のデータの位置や大きさは厳密には正確でないが、本研究の目的は精巧な仮想世界を構築することではなく、仮想世界と屋外空間の間に必要な情報を共有することであるため、本研究で利用する情報空間の構築には十分であると考えられる。

### 3.4 仮想世界での情報生成

仮想世界ではインタフェースデバイスとしてミニキーボード(エレコム TK-U77MP)を使用しており、キー操作によってキーワードの入力やウォークスルーを行うことができる。ウォークスルー時には視点に最も近い位置の写真が自動的に選択され拡大表示され、キー操作によって写真の説明文等の詳細な情報を切り換えて表示することができる。

また写真の詳細表示を行っているときに登録キーを



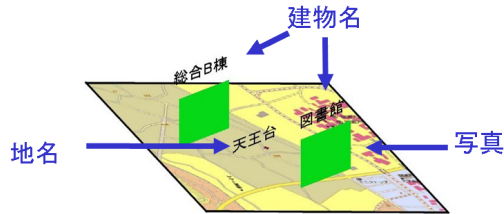


図4 仮想世界の構築  
Fig.4 Construction of Virtual World.



図5 仮想世界の様子  
Fig.5 Look of Virtual World.

押すことで、お気に入りデータとして保存することができる。この際、選択された写真はリスト形式で順番をつけられて保存されるが、この写真の順番は後から入れ替え等の編集作業を行うことができる。登録写真のリストは複数作ることができ、作成したリストはタイトルを付けてデータベースに格納され、後からPCや携帯電話を用いて閲覧することができる。図5は仮想世界の体験の様子を示したものである。

本システムではデータベースによって情報を管理しているため、ユーザごとに仮想世界を構築することができる。そのため、他のユーザによって構築された仮想世界の中には自分が持たない情報が数多く含まれる場合もあり、ユーザは自分が今まで訪れたことがない場所についても情報を得ることができる。例えばユーザは、これから出かける場所について、実際に訪れる前に既に構築されている仮想世界の中で自分の行動計画を立てることができる。この方法は、地図やガイドブックを眺めて行動を計画するよりも、没入型仮想環境の中でウォークスルーしながら3次元空間上の位置と写真、説明文を照らし合わせることで、より空間的情報に基づいた行動計画を立てることが可能となる。

### 3.5 屋外空間での情報アクセス

仮想世界で生成した情報を実空間で扱う場合にも携帯電話を利用することができる。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択すると、それらのデータは順番をつけられ



図6 写真と説明文の表示  
Fig.6 Display of Photo and Caption.

リストとしてサーバに記録されるため、行動計画として利用することができる。例えば実際に現地を訪れた際に、携帯電話を用いてデータベースにアクセスしながら次の訪問先を確認したり、現実の対象を見ながらデータベースに格納されている説明文等の必要な情報を参照するという利用方法である。図6は携帯電話を用いて選択された写真と説明文を表示している例を示したものである。

また屋外の実空間では、情報を取り出すだけでなく、訪れた場所で新たなデータをサーバに送ることでデータベースを拡大したり、個人用の記録データを作ることでもできる。仮想世界に新たな画像データが追加され空間が更新されていくことで、別のユーザはより効果的に利用することが可能になる。このように、本システムは多数のユーザが利用することで、構築される仮想世界の情報量がより多くなり、システムそのものが自動的に拡張されていくことも特徴の一つである。

本研究で使用する没入仮想空間と携帯電話ではディスプレイに表示できるデータ量には非対称性が存在するが、没入仮想空間ではデータベースに格納された体系的な情報へのアクセス、屋外空間では現実世界の生の情報の体験というそれぞれの特徴があり、本研究ではこれらの異なる特性を持つ情報をシステムとして結びつけ、融合することを目的としている。

## 4. 応用

### 4.1 事前学習と事後学習

本システムでは、屋外空間と仮想空間の間でシームレスに同一の情報にアクセスすることで、屋外へ出かける前に仮想空間内で事前に体験を行ったり、屋外空間で体験したことを仮想空間内で追体験すること等が可能になる。例えば、学校の修学旅行等で旅行の計画



図 7 倉敷の記録  
Fig.7 Record of Kurashiki.

や体験の整理を行う際に、本システムを使用することで事前学習・事後学習を行うことができる [8]。

事前学習では、訪れる先の地図と建造物等の写真を使って事前に仮想世界を構築しておき、修学旅行生は仮想世界内をウォークスルーしながら訪れる場所を選んでいく。この際、利用者は各建造物等の説明も一緒に見ることができるため、旅行の計画を立てながら訪れる場所の空間的な知識を獲得できる。仮想空間内で得た情報は、旅行先でも携帯電話を用い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。

一般のガイドブック等では地図のページと写真や説明が掲載されているページが異なる場合が多い。また全域の地図と局所的に拡大した地図が分かれて表示されている場合も多く、利用者は空間的な情報を理解するのに時間がかかる。一方、仮想世界では地図と写真や説明が同時に表示されるため、これらの情報を融合して空間的に理解することが可能になる。

また本システムでは、旅行中には、撮影した写真を位置情報や説明文と一緒にその場でサーバに送ることができ、送られた写真を用いて仮想世界が自動的に生成、更新される。そのため、修学旅行生は学校に帰ってから、旅行中の写真を基に構築された仮想世界を旅行中に訪れた順番に辿ることで追体験を行うことができるため、旅行の記録を整理したり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であるが、ここで作られた仮想世界は、また別の利用者の事前学習の環境としても利用することができる。図7は筆者が岡山県の倉敷市を訪れた際に市内を移動しながら集めた写真から構築された仮想世界を、別の利用者が体験している様子を示したものである。

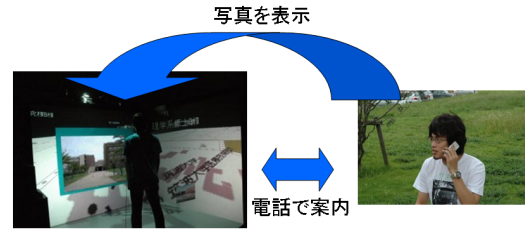


図 8 コミュニケーションへの応用  
Fig.8 Application to Communication.

## 4.2 コミュニケーション

また本システムを利用することによって、屋外にいる利用者と仮想空間にいる利用者との間で情報を共有したコミュニケーションを行うことも可能である。屋外にいる利用者が周囲の写真をサーバに送りながら、仮想世界内の利用者と携帯電話を使用して会話を行うことで、両者は周りの状況や風景を共有しながらコミュニケーションを行うことができる。

本研究では、例として大学のキャンパスマップを作成し、学内の案内に利用した。本システムでは、大学の地図上にキャンパス内の写真を配置することで仮想のキャンパスを構築する。大学への訪問者が道に迷ったり訪問場所を確認したい場合、自分の周囲の写真を撮って GPS 情報を付加してサーバへと送ってもらう。サーバに送られた写真はリアルタイムに仮想世界内に表示されるため、案内する人は仮想世界に表示された写真から訪問者のいる場所を確認しながら、的確な案内を行うことができる。図8は、本システムを利用して訪問者のいる場所の写真を表示してもらい、大学のキャンパス案内を行っている様子を示したものである。

## 5. 評価実験

本研究では、構築したプロトタイプシステムの有用性を検証するため、以下の評価実験を行った。実験としては、GPS から得られた位置データをもとに構築される仮想世界の精度について、また旅行時等の事前学習への応用における学習効率について評価を行った。

### 5.1 仮想世界の精度

#### (1) 実験方法

本研究で構築したシステムでは、電子メールで送られてきた写真を携帯電話の GPS によって取得された位置データをもとにして地図上に配置する。この際 GPS の誤差により、本来の場所から大きくずれて表示されるようでは、何らかの補正を行う必要が生じる。そのため、ここでは屋外の複数の箇所で写真を撮り GPS データを付加してサーバへと送り、実際の撮影場所に対してどれだけ正しい位置に表示されるかを検証した。

Google マップではカーソルでクリックした地図上



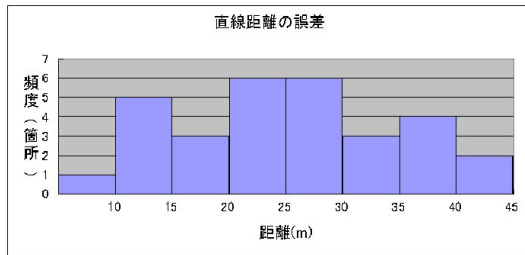


図9 直線距離の誤差  
Fig.9 Error of Linear Distance.

の任意の場所の緯度，経度を調べる方法が提供されている．そこでこの機能を使用し，GPSで計測した値とモニタ上に1/800の縮尺で表示されたGoogleマップの地図上で調べた座標位置を比較して，直線距離のずれに変換した値を誤差として計算した．計測場所をつくば市と土浦市内から約2km四方の3つの領域を選び，各領域内でそれぞれ10箇所ずつ計測を行った．

#### (2) 実験結果および考察

計測の結果，直線距離にした誤差の値は8m～44mの範囲内に分布した．図9は，誤差の値を5mごとに区切ってヒストグラムで表したものである．場所によって誤差に差が生じたのは，周りの環境によって衛星や基地局からの電波の捕捉状況が異なるためと考えられる．

CAVE等の没入型ディスプレイでは仮想世界を実寸表示できることが一つの特徴であるが，本システムでは正確な仮想世界を構築することが目的ではないため，床面の地図の解像度，ウォークスルー時の移動のしやすさ等から空間全体を縮小表示した方が望ましい．また上述の実験結果から，実寸表示では位置データの誤差により，写真の表示位置のずれが無視できなくなる．そのため本システムでは，空間全体を1/60に縮尺して表示することにした．この縮尺ではGPSによる計測位置の誤差が仮想空間上で13cm～73cm程度のズレに抑えることができる．そのため，現実世界と比べた時の距離感の不一致等はあるが，対象との位置関係は正しく把握することができるため，現実世界の相手とのコミュニケーションや道案内等の応用に関しては，有効に利用できると思われる．

### 5.2 事前学習の効果

#### (1) 実験方法

次に本システムを使用して，事前学習を行ったときの空間認知の効果について評価実験を行った．本システムを使用した応用例として，旅行の予定を立てる際の事前学習が挙げられる．旅行の予定を立てる際に，多くの場合，ガイドブックの使用が考えられるため，ここではガイドブックを比較対象として取り上げた．また近年では，Web上のデジタル地図を用いて情報収

集を行う例も多くなってきたため，Googleマップのデジタル地図を用いた方法との比較も行った．実験では，被験者にガイドブックを読んでもらったとき，ブラウザ上でGoogleマップを用いたとき，没入型ディスプレイで仮想体験をしてもらったときの3つの方法での空間的な情報の学習程度を比較した．学習対象としては，京都の建造物を取り上げた．

ガイドブックの場合は，ガイドブック(JTB「るるぶ京都を歩こう」)内に載っている建造物から25箇所を選び付箋を付けて被験者に提示した．ガイドブックには対象以外の建造物も載っているため，対象とする建造物のページに付箋を付けることで，被験者がページを探す手間が省けるようにした．それぞれの建造物には写真と説明文が付いており，地図は写真が載っているページとは別のページに掲載されている，被験者には付箋を付けた箇所の建造物の名前とその説明文，および建造物の地図上の場所を記憶してもらった．

Googleマップを用いた場合は，建造物の写真を25箇所選びGoogleマップ上にマーカーとして配置した．マーカーをクリックすると，建造物の名前，写真，説明文が書かれたウィンドウが開くようになっている．この際に使用する地図はスクロールして表示範囲を動かすことはできるが，拡大縮小等の機能は実装せず，配置された情報を一望できる没入仮想空間との違いを比較することを目的とした．一度に見渡せる地図の範囲は，没入型ディスプレイで表示している地図全体の1/256の範囲とした．

没入型ディスプレイの場合は，建造物の写真を25箇所選び京都の地図上に写真を配置した仮想世界を用意した．それぞれの写真には建造物の名前とガイドブックから転載した説明文が表示され，被験者には仮想世界内をウォークスルーしながら，建造物の名前と説明文，場所を記憶してもらった．

また，実験対象とした京都の地図の範囲は南北101.85km，東西139.40kmであり，問題にした建造物はガイドブック，Googleマップ，没入型ディスプレイの場合で異なるものを選び一方を記憶した際の情報が別の実験で使えないようにした．記憶のための学習時間は各10分間とし，建造物の説明文の長さは平均110文字であり，指定時間内に被験者が一通り読み取れることを確認した．実験を行う順番によって地図上の地名などが記憶されて，その後の実験に影響が出ることが考えられたので，被験者ごとに実験の順番をランダムに変更した．

それぞれの記憶後には記憶が薄れないよう，すぐに問題用紙を渡し回答してもらった．問題用紙は，a. 記憶してもらった建造物の名前と写真の一覧，b. 建造物の説明文の一覧，c. 地図上に示した25箇所の建造物

の場所の一覧が示してあり、被験者には建造物の写真と名前、説明文、地図上の場所の3つの情報に関する正しい組み合わせを答えてもらった。回答時間は特に制限を設けず、被験者が全問に回答するまで行った。各実験の間はそれぞれ適当な休憩時間を取り、被験者の申告によって疲れが残っていないことを確認してから次の実験を行った。被験者は20代の男性8名で、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。

### (2) 実験結果

図10, 11は実験結果を示したものである。得られた回答には、名前・写真、説明文、場所の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。また一部が合っている場合には、名前・写真と場所、説明文と場所、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。ここでは空間的な情報に対する学習効果について調べているため、名前・写真と場所、説明文と場所が合っている場合を一部一致として評価した。また、近接している建造物がいくつかあり、近接の建物(1km以内)と間違えたものについては、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。各グラフでは、ガイドブック、Googleマップ、没入型ディスプレイを用いた場合のそれぞれでの結果に対する平均値と標準偏差を示している。グラフの横軸は、各評価条件を示しており、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完全一致ができた人は少なく、一部一致や、近傍の場所を答える人が多かった。

### (3) 考察

今回の実験では、短時間でどれほどの情報を理解できるかを調べたため、完全一致ではほとんど差が得られなかった。しかし、一部一致や近傍の場所を正解に含めた場合では、没入型ディスプレイでの正解数が最も多いという結果になった。実験結果についてTukeyの多重比較検定を行ったところ、没入型ディスプレイとガイドブックの間で有意水準5%で有意差が確認された。

このため、本システムはガイドブックや2次元のデジタル地図に比べて短時間での場所に関する情報の事前学習に有効であると言える。今回の実験では、記憶力がよい人の方が高い値を出せる内容であったため、個人差が出てしまい標準偏差が大きかった。しかし被験者からは、「没入型ディスプレイでは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かった」、「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を把握しにくかった」、「デジタル地図は表示領域が小さいと位置を把握しにくい」等の意見があっ

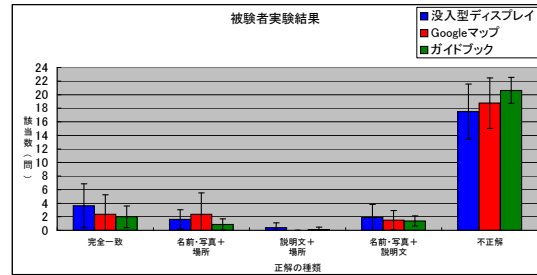


図10 実験結果

Fig.10 Result of Experiment.

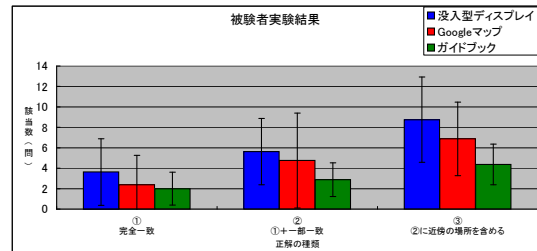


図11 実験結果

Fig.11 Result of Experiment.

た。特に対象とする写真が広範囲にある場合は、写真の場所に辿り着くまでに手間がかかると、現在注目している場所がどこなのか分からなくなるようであったため、スクロールしかできない地図では広範囲の位置関係は把握しづらいようであった。それに対し仮想世界では地図上をウォークスルーして移動でき、仮想世界全体を見渡すことができるため、写真と地図の情報を組み合わせた空間的な情報の学習を容易に行える効果が表れたものと考えられる。

一方で、没入型ディスプレイでは「ウォークスルーを行うと酔ってしまう」という意見が多く、多くの被験者からもたらされた。小規模な空間ではそれほど大きく空間を移動する必要はないが、今回の実験では京都市の広範囲の地図を使用したために移動距離が大きくなってしまった。また今回の被験者は没入型ディスプレイの体験が初めてであり、仮想世界の中で文字を読むという作業に集中してもらったことも大きく影響していると考えられる。

## 6. 結論

本研究では、没入仮想空間と屋外空間との間でのシームレスな情報共有を目指し、PC、携帯電話、没入型ディスプレイを利用したハイブリッド情報空間を構築した。本システムでは、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、没入型ディスプレイ内で仮想体験することができる。また、没入仮想空間内で生成した情報を実空間で参照することができ、仮想空間と現実空間の間での相互の情報共

有を実現した。

現在は、没入型ディスプレイ内での仮想世界は写真画像をテキストチャとして貼り付けるという簡易な方法で表現を行っているが、今後は3次元物体の表示や地図上に移動経路を表示する等のより高度な機能を実装していくことを目指している。また、文字情報を参照しながらウォークスルーを行う際に起きるVR酔いの軽減についても対策を考えていく予定である。

(2002年1月1日受付, 1月1日再受付)

著者紹介

大貫 智士 (学生会員)



2007年筑波大学情報学類卒業。現在、同大学院システム情報工学研究科博士課程在学中。没入型VR、ヒューマンインタフェースの研究に従事。ヒューマンインタフェース学会学生会員。

小木 哲朗 (正会員)



1986年東京大学大学院工学系研究科修士課程修了, 同年(株)三菱総合研究所入社, 1994年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了, 1996年東京大学IML助教授, 1999年通信放送機構研究員, 2004年筑波大学システム情報工学研究科助教授を経て, 2008年より慶應義塾大学システムデザイン・マネジメント研究科教授。没入型VR, 臨場感通信, ビジュアルシミュレーション等に関する研究に従事。博士(工学)。

参考文献

- [1] 沼晃介, 上松大輝, 濱崎雅弘, 大向一輝, 武田英明: ActionLog: 移動履歴に基づく位置情報付き Weblog の自動生成; 第19回人工知能学会全国大会論文集, No. 1C2-04, (2005).
- [2] Tarumi, H., Morishita, K., Nakao, M., Kambayashi, Y.: SpaceTag: An Overlaid Virtual System and its Application; International Conference on Multimedia Computing and Systems (ICMCS'99), Vol.1, pp.207-212 (1999).
- [3] Cruz-Neira, C., Sandin, J. D., Defanti, A. T.: Surround-Screen Projection-Based Virtual Reality: The Design and Implementation of the CAVE; *Proceedings of SIGGRAPH93*, pp.135-142 (1993).
- [4] 廣瀬通孝, 小木哲朗, 石綿昌平, 山田俊朗: 多面型全天周ディスプレイ (CABIN) の開発とその特性評価; 電子情報通信学会論文誌, Vol.JB1-D2, No.5, pp.888-896 (1998).
- [5] Nurminen, A.: m-LOMA - a Mobile 3D City Map; *Proceedings of the eleventh international conference on 3D web technology Web3D '06*, pp.7-18 (2006).
- [6] Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., Maclintyre, B.: Recent advances in augmented reality; *IEEE Computer Graphics and Application*, pp.74-81 (2001).
- [7] Tamura, H., Yamamoto, H., Katayama, A.: Mixed reality: Future dreams seen at the border between real and virtual worlds; *IEEE Computer Graphics and Application*, pp.64-70 (2001).
- [8] 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).
- [9] 上松大輝, 沼晃介, 徳永徹郎, 大向一輝, 武田英明: 場log: Weblog 環境における位置情報利用の提案; 第6回セマンティックウェブとオントロジー研究会, No. SIG-SWO-A401-07, (2004).
- [10] 廣瀬正義, 平元綾子, 角谷和俊: GeminiMap: ユーザ操作を用いた地図および写真の連動方式; 第18回データ工学ワークショップ (DEWS2007) 論文集, No. A9-6, (2007).
- [11] カシミール 3D: <http://www.kashimir3d.com/>.
- [12] Google マップ: <http://maps.google.com/>.
- [13] 小木哲朗, 内野孝哉: 動的負荷分散型 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 (2005).