

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

小木 哲朗^{*1} 大貫 智士^{*2}

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

Tetsuro Ogi^{*1}, Satoshi Oonuki^{*2}

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 as an interface device in both of the virtual world and the outdoor field. The virtual world in this system is constructed by placing the photograph images that were captured in the outdoor field at the position measured by GPS function of the cellular phone. In this system, a user can experience the virtual world before going to the outdoor field, and relive experiences in the virtual world. A user in the outdoor field can also access information that is generated in the virtual world. This system enables users to share information mutually between both environments.

Keywords: Cellular Phone, Immersive Virtual World, Map and Hybrid Information

1. はじめに

近年では、携帯電話は電話としての機能だけでなくインターネットやデジタルカメラ、GPSといった機能を持ち、高機能な携帯型情報端末となってきた。これらの機能を用いて、ユーザは時間や場所に関係なく、様々な情報に自由にアクセスできるが、画面が小型なために得られる情報量には限りがある。一方で、CAVEやCABINといった没入型ディスプレイでは、大型スクリーンを用いて多量の情報を得ることができる。しかし、これらのディスプレイ装置は容易に移動させることができないため、使用できる場所が制限される。これらの2種類の情報機器は特性と使用方法の点で全く異なっているが、両者を組み合わせることで効果的な情報の利用と提示を行うことが期待できる。

本研究では仮想空間と屋外空間における情報アクセスをシームレスに繋いだハイブリッド情報空間の構築を提案する。その1つの例として、携帯電話と没入型ディスプレイ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、その応用として事前学習や事後学習といった使用方法について論じる。

2. ハイブリッド情報空間の概念

屋外の実空間では、我々は体験を通じて大量の情報を取得する。この際、目や耳などの感覚器官を使用して得られる情報には明確な形が存在しないため、詳細な記録

をしておかなければすぐに忘れてしまう。一方で、コンピュータを用いた場合、我々はデータベースの中に整理され記録された情報を繰り返し取り出し、利用することができる。特に、コンピュータ内に作られた仮想世界の中で視覚化された情報に対しては、屋外にいるときと同じように感覚的に体験することができる。

ハイブリッド情報空間とは、仮想空間と実空間の間のシームレスな情報交換を含んだ概念である^[1]。ユーザは、実空間と仮想空間を行き来しながら、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は、必要とされる情報をデータベースから取り出すことができ、仮想空間では、屋外空間から送られたデータを視覚化して参照することができる。本研究では、ユーザがシームレスに情報のやり取りができるように2つの空間を結合したハイブリッド情報空間の構築を目的とする。

本論文では、没入型仮想環境に屋外空間の情報を取り込み、仮想空間を構築し、仮想空間でユーザが取得した情報を屋外空間でも取り出す方法について考察した。この方法では、没入型仮想環境の高臨場感によって、ユーザは屋外空間での体験を仮想空間で追体験させることを可能とする。さらには、屋外に行く前に仮想空間で事前に体験しておくこともできる。この際、GPSによって得られた位置情報を、屋外空間と仮想世界の情報を結合するための重要な手段として使用した。

3. システム

3.1 屋外空間の情報

本研究ではハイブリッド情報空間の一例として地図を利用したシステムを構築した。最初に、ユーザが屋外で獲得した情報を記録する必要があるが、それには携帯電話を用いた。近年では、携帯電話は様々な情報を取得す

*1: 筑波大学 コンピュータサイエンス専攻

*2: 筑波大学 情報学類

*1: Department of Computer Science, University of Tsukuba

*2: College of Information Sciences, University of Tsukuba.

る機能を持っており、それゆえに高性能な携帯型情報端末として使われている。本研究では、電子メール、インターネット接続、デジタルカメラ、GPS といった機能を備えている CASIO の G'zOne を使用した。

ユーザは屋外の景色を記録する際、携帯電話のデジタルカメラ機能を使用して写真を撮ることができる。それと同時に、GPS を用いて、写真を撮った場所の緯度・経度で構成される位置情報を取得することができる。

次にこれらの情報を、仮想世界を構築するサーバコンピュータへ電子メールによって送る。この場合、写真画像は添付ファイルの形で、GPS によって測定された緯度・経度の位置情報はメールの本文に記入されて送られることになる。位置情報に加えて、ユーザは景色の説明なども本文に記入することができる。この説明文は、仮想空間で写真と一緒に参照することができる。

一方で、サーバとして使用されるコンピュータは、屋外のユーザから送られたメールを解析するパーザプログラムによって写真画像、位置情報、説明文といったそれぞれのデータに分割し、図 1 に示したような形でデータベースに記録する。

| 写真画像 | 緯度 | 経度 | 説明文 |
|------------|-------------|--------------|--------|
| tu0001.jpg | 36.05.33.44 | 140.10.22.38 | 大学会館 |
| tu0002.jpg | 36.10.83.23 | 140.10.23.45 | 第一学群 |
| tu0003.jpg | 36.10.87.32 | 140.10.19.99 | 中央図書館 |
| tu0004.jpg | 36.11.22.24 | 140.10.01.73 | 第三学群 |
| tu0005.jpg | 36.10.33.87 | 140.10.53.92 | テニスコート |
| tu0006.jpg | 36.10.32.64 | 140.10.55.09 | 陸上競技場 |
| tu0007.jpg | 36.10.99.27 | 140.10.17.83 | 人間系学系 |
| tu0008.jpg | 36.10.99.12 | 140.10.12.75 | 第二学群 |
| | | | |

図 1 データベースに記録されたデータ例
Fig.1 Example of the data in the database

3.2 没入型仮想空間

3.2.1 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^[2]。このシステムは正面スクリーン (2.1m×2.63m)、右面スクリーン (2.1m×2.1m)、床面スクリーン (2.1m×2.63m) の 3 面で構成される。スクリーン 1 枚に対して、それぞれ 2 台のプロジェクタが割り当てられ、両眼視差を利用した立体映像を提示する。立体視を行うためには、左右の視点から見た映像を分離して提示する必要があるが、その方法には円偏光方式を用いている。ユーザはこれに対応した円偏光メガネを使用することで立体映像を見ることができる。

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、それぞれの PC にデータを送信するコントロール PC を 1 台使用した。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、

コントロール PC から送られたデータに基づいたレンダリングを行う。コントロール PC は、ユーザの視点情報の取得、ユーザが屋外から送信した電子メールの取得及び解析、各レンダリング PC への取得データの配信といった役割をする。

地図や、最初から表示されている写真などの事前に準備しておくデータはデータベースを介して 4 台の PC が予め記録しておく必要がある。後から電子メールによって追加されたデータは、その都度データベースに格納されていくと同時に表示される。

3.2.2 携帯電話インタフェース

ユーザは、CAVE に投影された仮想空間内では屋外で使用した携帯電話をそのままインタフェースデバイスとして用いることができる。この方法には携帯電話のネットワーク接続の機能を利用する。ユーザは、アプリケーション操作のための web ページに接続し、CGI を利用して仮想空間と通信を行う。操作のためのメニュー画面は、携帯電話で接続した web ページ上に表示される (図 2 参照)。ユーザはメニューに表示された項目からコマンドを選ぶか、携帯電話のダイヤルボタンを押すことでアプリケーションの操作を行う。この方法では、携帯電話はコマンドを選ぶ度に CGI のページを読み込むことになるため、通信時間による遅延が発生することになる。しかしユーザは、3 次元の仮想空間ではなく、携帯電話の画面に表示されたメニューを使用することで簡単にアプリケーションの操作を行える。

例えば、ユーザは仮想空間内でのウォークスルーも、携帯電話を通して行うことができる。ウォークスルーは、携帯電話に表示されたメニュー画面で、移動したい方向に対応したダイヤルボタンを押すことで行う。このようにユーザは、携帯電話をインタフェースとして利用することで、仮想空間と屋外空間の間でのシームレスな体験をすることが可能となる。

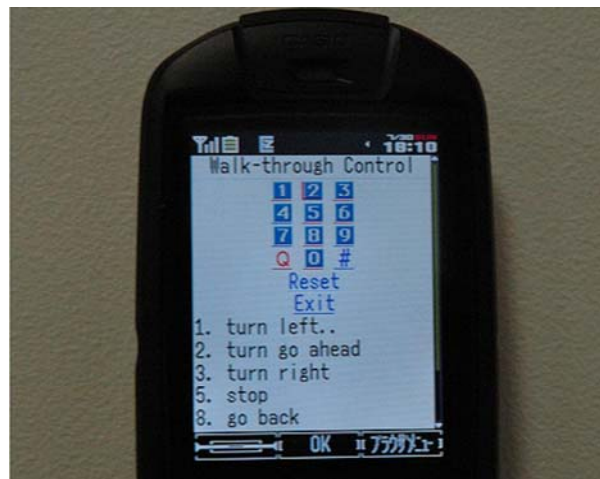


図 2 携帯電話に表示されたメニュー画面
Fig.2 Interaction menu displayed on the cellular phone

3.2.3 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。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説明文を表示する。この際、緯度と経度を仮想世界内の座標に変換する必要がある。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ので、地図のテキストチャとは別のデータとして用意し、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。

このように、写真画像と説明文を、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 (図 3 参照)。

ところで、本研究の目的は厳密な仮想世界を構築することではなく、仮想空間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。

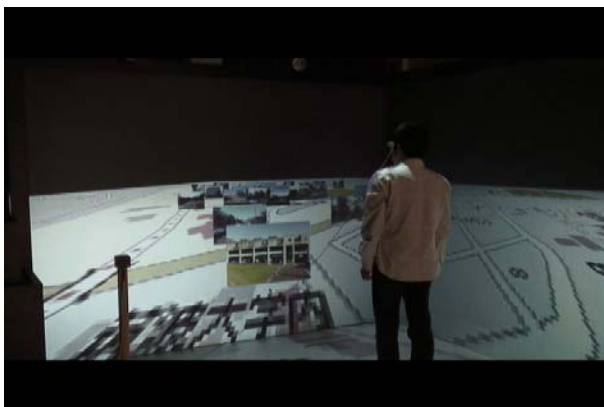


図 3 仮想世界の体験

Fig.3 Experience of virtual world

3.3 双方向での情報共有

仮想世界の構築では、屋外空間で得た情報を仮想空間で取り出すことで、屋外空間から仮想空間への情報共有を実現できた。次に、仮想空間で得た情報を屋外空間で取り出すことで、仮想空間と屋外空間の間の双方向の情報共有を実現する。

仮想世界では、地図上に配置された様々な写真を見ることができる。ユーザはその中から任意の写真を選び、サーバに送ることで自分が選んだデータを携帯電話の画面から閲覧することを可能にした。閲覧には、仮想空間内の操作に使用する web ページとは別のページを使用する。写真の閲覧ページには地図も一緒に表示され、その中には選択された写真の場所が番号で記入されている。

地図は携帯電話のダイヤルボタンを押すことで、表示範囲を東西南北に移動させることができる。地図の下側には仮想世界で選んだ写真のリストがリンクとして貼られており、リンクに表示されている番号と地図内の写真の番号が対応している。リンク先の各写真のページには、写真と対応する説明文が表示される (図 4、図 5 参照)。このようにしてユーザは、仮想空間から送られた情報を屋外空間で取り出すことで、仮想空間と屋外空間の双方向での情報共有が実現できることになる。

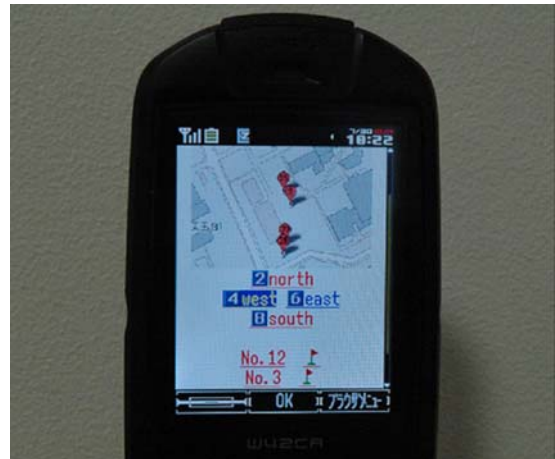


図 4 地図上に表示された写真の位置

Fig.4 Location of the photograph image on the map



図 5 仮想空間で選択された写真

Fig.5 The selected photograph image in virtual world

4. システムを利用した情報共有

4.1 屋外空間から仮想空間へ

本研究で構築したシステムを用いた実験として、筑波大学のキャンパス案内を作成した。この実験では、最初に仮想世界の初期状態として大学の地図を表示しておく。その後、大学のキャンパス内を自由に移動し、様々な場所で携帯電話のデジタルカメラによって写真を撮影する。写真の撮影時に、GPS によって位置情報を測定し、メー

ルの本文に記入する。メールには写真の撮影場所などの文章も記入する。記入が終わったら、撮影した写真画像を添付ファイルにしてサーバに送信する。以上の操作を、場所を移動しながら何回か行うことで、仮想空間の中には大学の仮想世界が構築される（図6参照）。

その後ユーザは、自分が訪れた場所を基にして作られた仮想世界を体験することで、自分の行動を確かめることができる。これにより、屋外を移動しながら、簡単に自分の行動記録を作ることができる。



図6 屋外の写真を基にした仮想世界

Fig.6 Virtual world constructed by photograph images of outdoor field

4.2 仮想空間から屋外空間へ

他の人が訪れた場所を基にして構築された仮想世界の中では、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知ることができる。ユーザは、その場所を実際に訪れる前に、仮想世界の中でこれからの自分の行動計画を立てることができる。ただ地図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をしながら3次元空間上の位置と風景の写真を照らし合わせることで、より感覚的に行動計画を立てることが可能となる。

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ることが容易となる。

屋外では、情報を取り出すだけでなく、訪れた場所で新たに写真を撮りながらサーバのコンピュータにデータを送ることで、自分用の記録も作ることができる。また、仮想世界に新たな写真画像を追加することで、より多くの情報を持った仮想空間ができ上がり、新たなユーザが行動計画を立てる際に、より効果的に利用することができる。このように、多数のユーザが利用することで、構築された仮想世界の情報はより多くなり、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である。

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をすることと、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。例えば、学校の修学旅行等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。

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も、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. まとめ

本研究では、仮想空間と屋外空間で扱うことのできる情報を結合したハイブリッド情報空間の構築を提案し、写真と地図による情報共有システムを構築した。このシステムは、屋外で得た情報を仮想空間で体験することと、仮想空間で得た情報を屋外で取り出すことができ、事前学習・事後学習の手段として利用できる。

他にも、仮想空間と屋外空間の間での情報の共有としては、災害時等における利用方法も考えられる。災害が起きた場合、各地における現場の情報を知ることが重要であるが、それをまとめて管理するのは大変である。そのような時に、没入型ディスプレイを利用して、各地の情報を集めるために仮想世界を構築し、写真と説明文によって各地の様子をまとめることで状況の把握が容易になる。

本システムでは、携帯電話とCAVEのそれぞれの特性を利用しているが、それぞれで利用可能な情報には限りがある。今後は、これらの中点として一般のPC上でも情報の扱いができるように改良を加えていく予定である。

参考文献

- [1] Ogi, T., Fujise, T.: Communication between Outdoor Field and Immersive Virtual Environment; Proceedings of AINA2006, Vol. 2, pp.637-641(2006).
- [2] 小木, 内野: 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).