



技術解説

マルチユーザ・モバイル・ユビキタス環境のための ユーザインタフェース

竹村 治雄*

User Interfaces for Mobile, Ubiquitous, and Multi-user Environments

Key Words : 3D user interface, mobile interface, collaborative interface

1. はじめに

筆者は大阪大学サイバーメディアセンターにて大学院情報科学研究科の協力講座(メディア統合環境講座)としてユーザインタフェースの研究を行なっている。同講座では、これまで特に、マルチユーザ、モバイル、あるいはユビキタスといった計算機環境におけるインタラクション手法に焦点をあてて様々な研究プロジェクトを推進してきた。

従来のインタラクションに関する研究は、2次元のいわゆる WIMP インタフェースを対象とするものが多い。WIMP インタフェースとは、ウィンドウ、アイコン、メニュー、ポインタを構成要素とするインタフェースであり、ユーザが計算機モニタの前に座りキーボードとマウスを使って操作することを想定している。Windows や Macintosh など近年のグラフィカルユーザインタフェースは全て WIMP インタフェースといってよい。計算機の利用機会や利用方法が広がるにつれて、従来とは異なるインタラクション手法に関する要求が高まっている。そうした新しいインタラクション手法が求められる場面の例としては、複数のユーザが大型ディスプレイを共有するようなマルチユーザ環境や、地理的に離れた複数の

ユーザがテレプレゼンスシステムを介して対話するようなマルチユーザ環境、あるいはウェアラブル拡張現実環境などが挙げられる。

本稿では、それらの研究プロジェクトをいくつか紹介する。まず2節でマルチユーザ環境の例として、イリュージョンホールと呼ばれる特殊な立体ディスプレイを用いて、2次元の作業環境と3次元の作業環境を統合したマルチユーザ向けの作業環境を紹介する。次に3節ではユビキタス環境の例として、遠隔地の作業者が撮影するビデオ映像を予め取得した3次元モデルに投影することで、遠隔地の様子を再現するテレプレゼンスシステムを紹介する。4節ではモバイル環境の例として、拡張現実感と呼ばれる技術を用いて実世界に3次元情報を重畳表示するナビゲーションシステムを紹介する。最後に5節では、まとめとインタラクション手法の今後の方向性について述べる。

2. 2次元・3次元統合マルチユーザ作業環境

本システムの構成を図1に示す。本システムでは、3次元の作業環境を提供するために大阪大学大学院情報科学研究科マルチメディア工学専攻 岸野・北村研究室において開発されたイリュージョンホールと呼ばれる立体ディスプレイを利用している^[1]。また、2次元の作業環境はプロジェクタを用いてイリュージョンホールの上方からイリュージョンホールの天板上に投影している。2次元作業環境用と3次元作業環境用それぞれにサーバ計算機が用意されている。

本研究プロジェクトにおいて開発されたインタラクション手法の例としては、2次元と3次元の作業環境でシームレスに利用することが可能なスティックマウス(図2)が挙げられる。スティックマウスはイリュージョンホールの天板上で操作する場合(2次

*Haruo TAKEMURA

1958年4月生

1987年大阪大学大学院・基礎工学研究科・物理系専攻修了

現在、大阪大学・サイバーメディアセンター、教授、工学博士(大阪大学)、Human-Computer Interaction

TEL 06-6850-6820

FAX 06-6850-6829

E-mail: takemura@cmc.osaka-u.ac.jp



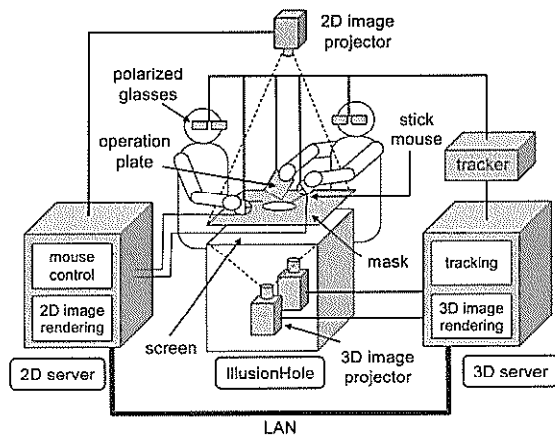
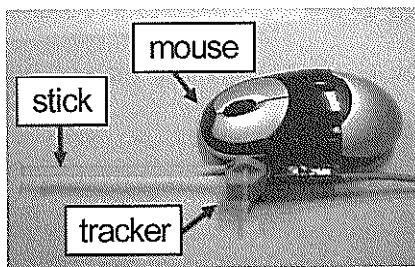


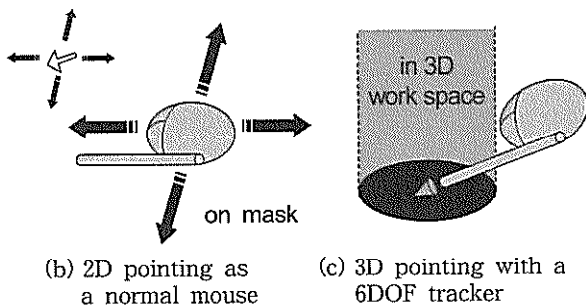
図1 システム構成

元モード)は通常のマウスとして動作する。この場合2次元のポインタが天板上に表示される(図2(b))。一方、スティックマウスが天板中央に開いている穴の上で操作される場合(3次元モード)は、3次元操作デバイスとして動作する(図2(c))。この場合、スティックマウスの先端に3次元ポインタが表示される。なお、ポヒマスと呼ばれる3次元センサを用いてスティックマウスの位置と姿勢を計測している。

他のインタラクション手法の例としては、半透明のプラスチック板に3次元センサを取り付けた操作板が挙げられる。操作板によって、2次元と3次元の作業環境を併用した様々な操作を実行することが



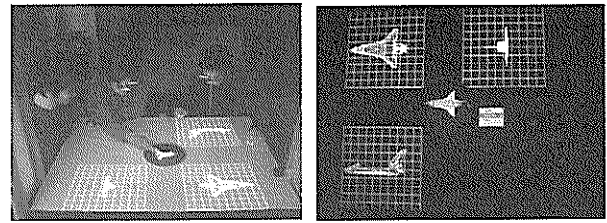
(a) Stick mouse



(b) 2D pointing as a normal mouse

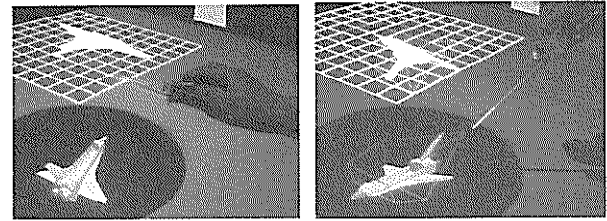
(c) 3D pointing with a 6DOF tracker

図2 2次元と3次元の協調操作



(a) 試作システム

(b) 三面図



(c) 2次元操作

(d) 3次元操作

図3 試作モデル

できる。操作板は、それ自体第2の2次元作業環境であると同時に、2次元と3次元の作業環境を媒介するツールでもある。例えば、ユーザは操作板上に2次元の階層メニューを呼び出すことができる。また、立体映像上に重ねて操作することで3次元モデルの断面を選択するツールとして用いることもできる。また、パレットのように3次元モデルを載せて2次元作業環境に移動することもできる。

このシステムを利用して、3次元モデルをデザインするモデラを試作した(図3(a))。このモデラでは、2,3名のユーザが協調して、3次元モデルをデザインすることができる。2次元作業環境には三面図や断面が、3次元作業環境には立体映像が表示される(図3(b))。三面図や断面図はスティックマウスの2次元モードで(図3(c))、立体映像はスティックマウスの3次元モードで操作することが可能である(図3(d))。

イリュージョンホールは共有3次元作業環境を提供しており、その天板は多目的の2次元作業環境として利用されている。本システムでは、複数のユーザが、スティックマウスや操作板などの専用のデバイスを用いて、2次元と3次元の作業環境でシームレスに3次元物体を操作することができる。実際に協調作業を行った多くの経験から、試作システムの有用性を確認している。また、2次元作業環境では、通常のWindowsのデスクトップ環境を、任意の大きさと向きで複数同時に提供することも可能である。

今後は機能をさらに拡張し、有用性の定量評価を行なう予定である。

3. 装着型小型カメラからのライブビデオ映像の3次元モデルへの投影によるテレプレゼンスシステム

本テレプレゼンスシステムの概要を図4に示す。A地点では、小型カメラやヘッドマウントディスプレイなどを装着した作業者がライブビデオ映像を撮影している。B地点では、A地点を再現した仮想環境を観察者が観察している。我々の手法では、遠隔地を表す3次元モデルに、作業者がリアルタイムで撮影する小型カメラのビデオ映像を投影することで、テレプレゼンスを実現する。この手法では、作業者の位置や姿勢とは関係なく遠隔地を自由な視点から観察可能であり、かつその映像は作業者の動きにつれて動的に更新されていく。

本システムでは、簡単のため実環境の幾何形状は大きく変化しないと仮定している。実環境の3次元形状はレーザレンジセンサなどの高性能な3次元スキャナを用いて予め取得しておく。一方、実環境の色情報をリアルタイムで獲得するために、現地の作業者は装着型の小型カメラを用いてビデオ映像を撮影する。撮影されたビデオ映像は、投影テクスチャマッピングと呼ばれる手法を用いて3次元モデルに投影される。このとき、最新の画像だけではなく過去のすべての画像も投影されるため、作業者の動きにつれて仮想環境には徐々に色情報が付加されていく。

試作システムにより本手法の有効性を確認した。本手法を用いて地理的に離れた複数の作業者が、協力して実環境の監視を行なうことのできるシステムを構築した。このシステムを用いれば、遠隔の指示

者がマウスを用いて仮想環境に矢印などの線画を描き、現地の作業者がヘッドマウントディスプレイを通してその線画を立体的に観察することで指示を受け取るといったことが可能である。今後の課題としては、3次元形状を実時間で計測するシステムを組み込むこと、ビデオ映像の投影歪みを軽減すること、複数のユーザが協調作業を行う実用的なアプリケーションを構築すること、などが挙げられる。

4. ハイブリッドトラッキングを用いた拡張現実感ナビゲーションシステム

我々のグループでは「ARナビ」と呼ぶナビゲーションシステムを開発している。ARナビは実環境に計算機情報を重畳する拡張現実感技術を用いたウェアラブル型の拡張現実感システムである。図5にARナビの概要を示す。ARナビはユーザの位置に基づいて実環境に道案内情報を重畳表示することにより、ユーザをナビゲーションする。ユーザは重畳表示された情報をシースルー型のヘッドマウントディスプレイで観察する。本システムは、ユーザの位置計測に成功すると、ユーザの現在地付近の地図を表示するとともに、実物体の名前を示す注釈情報や目的地へ方向を示す矢印などを実環境上に表示する(図5(a))。ユーザはハンドヘルド型の入力デバイスを用いて3次元地図を呼び出し目的地を設定することができる。ARナビシステムはユーザの現在地と目的地から最短経路を探索し、その経路を地図上に表示する(図5(b))。最短経路は、ユーザの移動に伴ってリアルタイムで更新される。目的地の設定が終わると、目的地へ方向を示す3次元の矢印が実環境に重畳表示され、3次元地図は非表示となる。図5(c)に示すように、目的地にはアバタが表示される。また、ユーザはメニューを用いて様々な属性や機能を設定することができる(図5(d))。このメニューを用いて、例えば、2次元地図や注釈の表示・非表示の切替、あるいは地図の表示サイズの調整などが可能である。

ARナビでは、壁などを境界として全作業環境を複数のエリアに分割しており、各エリアをノードとする重み付きグラフとしてエリアデータベースを管理している。ユーザの位置が検出されると現在地と目的地を含む2つのエリアを検索し、ダイクストラ法を用いてそれらを接続する最短経路を計算する。そして、現在のエリアで定義されている注釈情報と目

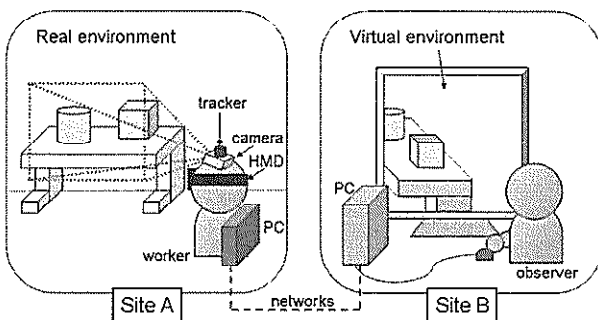


図4 テレプレゼンスシステムの概要

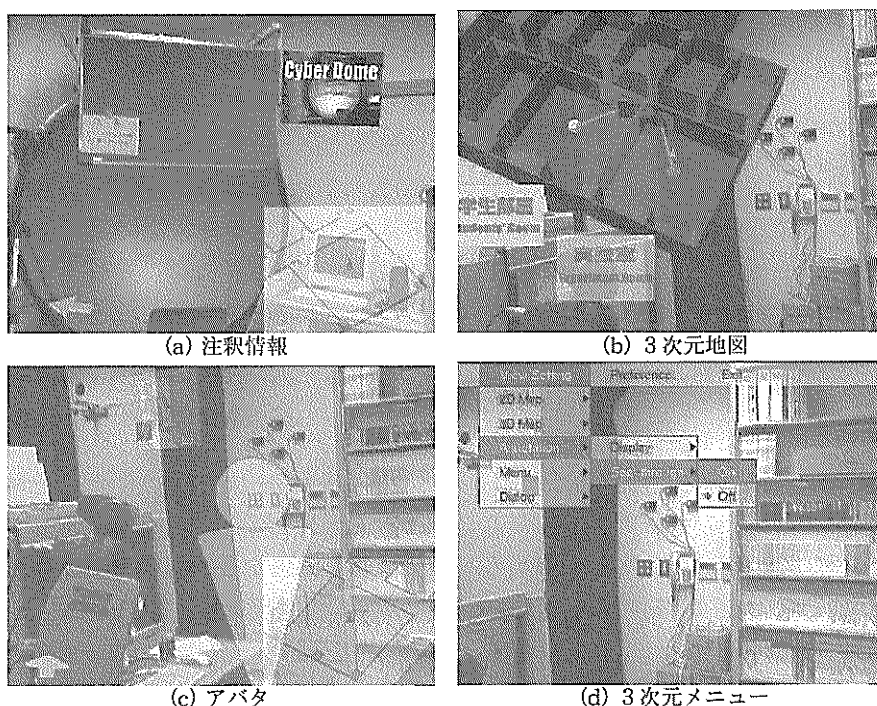


図5 ARナビシステム

的地までのナビゲーション情報をユーザに提示する。

5. おわりに

本稿では、大阪大学サイバーメディアセンターにて大学院情報科学研究科の協力講座(メディア統合環境講座)として研究してきた、マルチユーザ、モバイル、およびユビキタス環境のためのインタラクション手法について概説した。特に、マルチユーザに対応した2次元と3次元の統合環境、ライブビデオ映像の投影手法を用いたテレプレゼンスシステム3次元メニューやアバタを用いた拡張現実感ナビゲーションシステムを取り上げ、そのインタラクション手法について述べた。我々の研究室ではこれらの環境に注目した数々の研究プロジェクトを推進している。計算機を用いたシステムを利用する機会が増大するに連れて、インタラクション手法の重要性も増大する。この分野における益々の研究が必要であろう。

参考文献

- [1] Yoshifumi Kitamura, Takashige Konishi, Sumihiko Yamamoto, and Fumio Kishino, "Interactive stereoscopic display for three or more users," Proc. SIGGRAPH 2001, pp.231-239, 2001.
- [2] Kosuke Nakashima, Takashi Machida, Kiyoshi Kiyokawa and Haruo Takemura, "A 2D-3D Integrated Environment for Cooperative Work," Proc. Int. Conf. on Artificial Reality and Telexistence(ICAT), S11-6, Nov. 2004.
- [3] Masaki Maeda, Takefumi Ogawa, Takashi Machida, Kiyoshi Kiyokawa and Haruo Takemura, "Indoor Localization and Navigation using IR Markers for Augmented Reality," Proc. Int. Conf. on Human-Computer Interaction (HCI International), pp. 283-284, Jun. 2003.