

5P-4

## 透明人間：仮想空間と実空間を統合する コミュニケーション支援システムの設計と実装

小川 剛史 柳沢 豊 塚本 昌彦 西尾 章治郎  
大阪大学 工学部 情報システム工学教室

### 1 はじめに

近年、世界規模のネットワークを用いることで、遠く離れた人々の間であっても、コミュニケーションをとることが可能となった。特に計算機上に構築した仮想空間を用いて、よりリアルなコミュニケーション活動を可能にする研究が、盛んに行われている [1]。しかし、従来の研究においては、固定ホストを用いて、計算機上に構築した架空の空間内におけるコミュニケーションの機能を提供するものが多い。また一般に、仮想空間内での行動が、実空間に直接作用を及ぼさず、実世界においてどのような効果があるのかユーザからは分かりにくい。

一方、近年の移動型計算機の高性能化、軽量化が進み、コンピュータを携帯して実空間内を移動することが可能になってきている。このような計算機環境の拡大に伴って、固定ホストのユーザと携帯端末のユーザ間における、よりリアルなコミュニケーションを実現するシステムの重要性が高まっている。このようなシステムを構築するためには、従来のような完全に仮想的な空間を計算機上に構築するのではなく、実空間をモデル化した仮想空間を構築することが考えられる。その場合、固定ホストのユーザが、仮想空間内で行動することで、その行動が実空間に影響を与えることができる。また、実空間内の人は携帯端末を用いることで、仮想空間内の人である固定ホストのユーザとコミュニケーションをとることが可能となる。つまり、仮想空間内と対応する実空間内の人とコミュニケーションをとることが可能となると考えられる。

このようなことから筆者らの研究グループでは、仮想空間の構築技術と大規模ネットワークならびに携帯端末と無線通信によるモバイルコンピューティングの技術を用いて、仮想空間と実空間の双方に存在する人々に共通のコミュニケーションの場を提供する、透明人間環境と呼ぶ計算機環境を提案している [3]。この透明人間環境においては、実空間における状況を仮想空間に、仮想空間における状況を実空間に反映させることで仮想空間と実空間を一対一に対応づけ、仮想空間と実空間を統合した空間を構築する。本研究では、この透明人間環境を実現する透明人間システムを設計し、プロトタイプシステムの実装を行った。本システムを用いて、固定ホストのユーザと移動型計算機のユーザとの間のよりリアルなコミュニケーションが可能となり、仮想空間と実空間の双方からのインタラクションが可能となる。

### 2 透明人間システム

透明人間環境の概念を図 1 に示す。透明人間環境には実空間とその実空間をモデル化した仮想空間との二つの

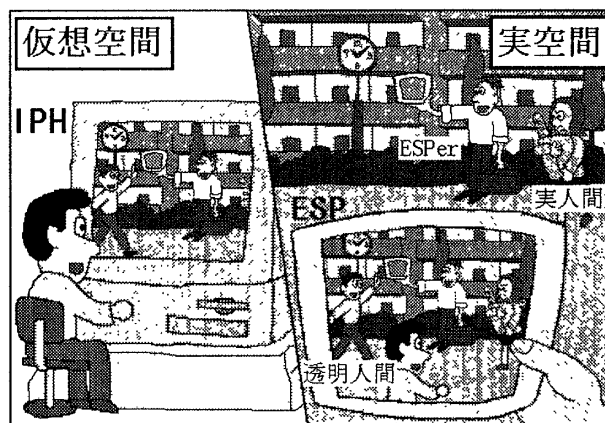


図 1: 透明人間環境

空間があり、仮想空間は IPH (Invisible Person Host) と呼ぶ計算機上に構築する。これらの空間を互いに対応づけ、人間をはじめとする実空間の情報を仮想空間に、仮想空間の情報を実空間にマッピングする。仮想空間内のユーザは IPH を用いて仮想空間内にマッピングされた実空間内の人々とのコミュニケーションが可能となる。一方、実空間内のユーザは ESP (Existence-Sensitive Pad) と呼ぶ携帯端末を用いることで実空間にマッピングされた仮想空間内の人々を透明人間として見ることができ、ESP は、搭載したカメラの画像に仮想空間内のユーザ、つまり透明人間の姿を合成して表示する。そして IPH、ESP に搭載したマイクロフォンとスピーカを用いることで会話が進行。このようにして、透明人間環境は仮想空間と実空間との間でのコミュニケーションを可能にする。

透明人間システムは透明人間環境を実現するためのシステムで、管理サーバシステム、透明人間管理システム、ESP 管理システムの 3 つのシステムから構成される [2]。透明人間管理システムと ESP 管理システムは管理サーバシステムを介してそれぞれの情報を交換し、仮想空間内のユーザと実空間内のユーザのコミュニケーションを実現する。

#### 管理サーバシステム

実世界を複数の管理領域 (セル) に分割し、それぞれのセルには、セル内の実空間とそれに対応した仮想空間の情報を管理する管理サーバを置き、情報の管理を行う管理サーバ上で動作するシステムが管理サーバシステムである。

#### 透明人間管理システム

IPH 上で動作するシステムが透明人間管理システムである。IPH は管理サーバにアクセスすることで、セルをモデリングした三次元仮想空間を表示する。ユーザはこの仮想空間内を行動することで透明人間となってセル

Invisible Person : Design and Implementation of a Human Communication Support System Based on the Integration of Real Space and Virtual Space  
Takefumi OGAWA, Yutaka YANAGISAWA, Masahiko TSUKAMOTO, and Shojiro NISHIO.  
Department of Information Systems Engineering, Faculty of Engineering, Osaka University.

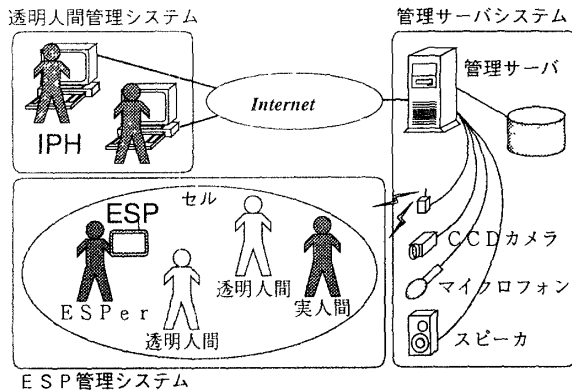


図 2: 透明人間システム

内を行動する。

### ESP 管理システム

ESP 管理システムは、ESP 上で動作するシステムである。ESP 管理システムは ESP が存在するセルの管理サーバを通信を行う、管理サーバから得たセル内に存在する透明人間のデータに基づいて ESP に搭載したカメラからの実写画像に透明人間の姿を合成する。

### 3 実装について

本研究においては、2章で述べた透明人間管理システムのうち管理サーバと IPH のプロトタイプを、筆者らの所属する研究室をモデルにして実装した。以下では実装の詳細について述べる。

研究室内では部屋や廊下など実際に空間的に区切られた単位を一つのセルとした。セル間の移動については、透明人間がドアを通るときに発生し、別の部屋や廊下の管理サーバに接続することが可能であるが、今回のプロトタイプの実装ではシステム構造を簡単にするために透明人間の訪れるセルを単一のセルと限定しセル間の移動はないものとした。このような条件のもとで、透明人間管理システムと管理サーバシステムの実人間検出の部分のプロトタイプシステムを構築した。プロトタイプシステムの概要を図 2 に示す。

管理サーバでは、VRML2.0 でモデル化した部屋のデータとセル内に存在する実人間、透明人間のデータを保持しており、これらのデータは IPH によって参照される。管理サーバにおける実人間の検出および認識は次のようにして行う。あらかじめ搭載する CCD カメラを用いて、参照画像と呼ぶ、実人間の存在しない背景のみの画像を用意しておく。参照画像と CCD カメラからリアルタイムに撮影したビデオ画像において、画素の RGB 値を比較し、RGB 値の差がしきい値を越えた場合、その画素は参照画像には存在しない物体の画素であると考えられる。この操作をすべての画素について行うことで、ビデオ画像に新たに現れた実人間のみが存在する差分画像を得る。差分画像において実人間画像の重心の座標と大きさを計測することで、重心座標から実人間のカメラに対する方向を、大きさからカメラからの距離を算出できる。画素数を画像の大きさとした。これらの結果より実人間の位置を決定する。実人間の画像の抽出は、差分画

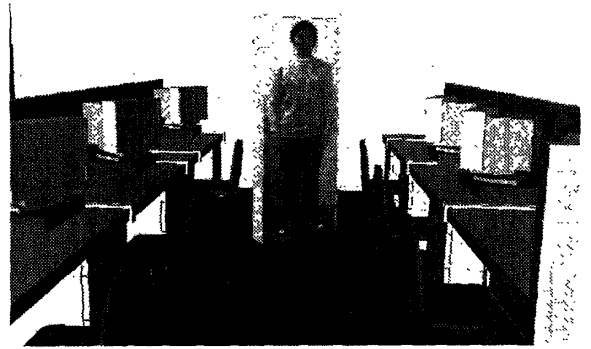


図 3: IPH の表示画面

像における画素の X 軸方向、Y 軸方向のヒストグラムを調べることで行う。差分画素数の連続してしきい値を越える領域が実人間画像となる。

次に IPH では、VRML2.0 を表示できるブラウザを起動する。ネットワークを通して、管理サーバの保持するセルの VRML2.0 データにアクセスすることで、部屋のデータを読み込み、表示を行う。管理サーバより送信される実人間の画像は、直方体の板にテクスチャとして貼り付け、実人間の位置データを仮想空間内の座標に変換した後、実空間における実人間の位置に対応する仮想空間内での位置に実人間を表示する。この仮想空間に表示された実人間は、実空間内での実人間の動きを反映させて、リアルタイムに動作させる。

なお、プロトタイプシステムは、管理サーバシステムを SGI の Indigo<sup>2</sup> 上で、透明人間管理システムを Windows95 上で実装した。

### 4 おわりに

実空間に対応した仮想空間を構築し、実空間内の人を仮想空間にマッピングすることで、仮想空間を通してリアリティの高いコミュニケーションを実現した。システムの機能の一部は <http://aries.ise.eng.osaka-u.ac.jp/invisible-person.html> で公開している。今後は、ESP 管理システムを実装する予定である。

### 謝辞

本研究において、通信プログラムの実装に協力して頂いた本学 白井博章氏、ならびに「西尾研究室のモデリング」に協力頂いた坂根裕氏、中野昭宏氏に感謝の意を示す。

### 参考文献

- [1] 中西英之, 吉田力, 西村俊和, 石田亨: FreeWalk: 情報ネットワークの散歩道, 第 7 回データ工学ワークショップ (DEWS'96) 論文集, pp.31-36, 1996.
- [2] 小川剛史, 白井博章, 柳沢豊, 塚本昌彦, 西尾章治郎: 仮想空間と実空間を統合する「透明人間」環境の実現について, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.96, No.390, pp.55-62, 1996.
- [3] 塚本昌彦: 透明人間: 実空間と仮想空間の統合によるコミュニケーション支援環境について, 情報処理学会第 53 回全国大会講演論文集 (4), pp.203-204, 1996.