

戦略的創造研究推進事業 CREST

研究領域「高度メディア社会の生活情報技術」

研究課題「日常生活を拡張する着用指向情報パートナーの開発」

研究終了報告書

研究期間：平成 12 年 11 月～平成 18 年 3 月

研究代表者：木戸出 正継

(奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 教授)

1 研究実施の概要

1. 1 はじめに

本研究では、固定的に設置され既に巨大な地球規模のネットワーク化を実現しつつある情報機器群をバックエンドとし、日常生活に着用、携帯できる単一の情報デバイスの開発を行い、現在の携帯型情報デバイスのひずんだ発展の軌道を修正し、より機能拡張性の高い標準ソフトウェアプラットフォームの実現を目指す。具体的には、小型で常時着用、携帯可能な処理機能を持つ情報端末、いわゆる着用コンピュータを前提に、その想定プラットフォーム上に生活空間での各種機能を実装する。その開発プロセスでは、着用コンピュータのオペレーティングシステムの開発とパッケージングを行い、次世代の携帯型情報端末の基盤環境を確立する。特に、現在の携帯型情報デバイスの持つ音声、画像処理機能を充実させると共に、OSレベルでこれからの情報を取り扱うためのマルチメディアカーネルアーキテクチャを確立する。さらに、常時情報ブラウジングを可能とするための高適応性をもったネットワーク機能、既存のバックエンド情報機器群との積極的でシームレスな連携が可能なデータベース機能を開発する。こうして開発された着用コンピュータは、現在の眼鏡や腕時計のように日常生活の中で常に着用、携行され、我々の生活における情報活用環境、情報処理環境を飛躍的に高度化させることが期待される。

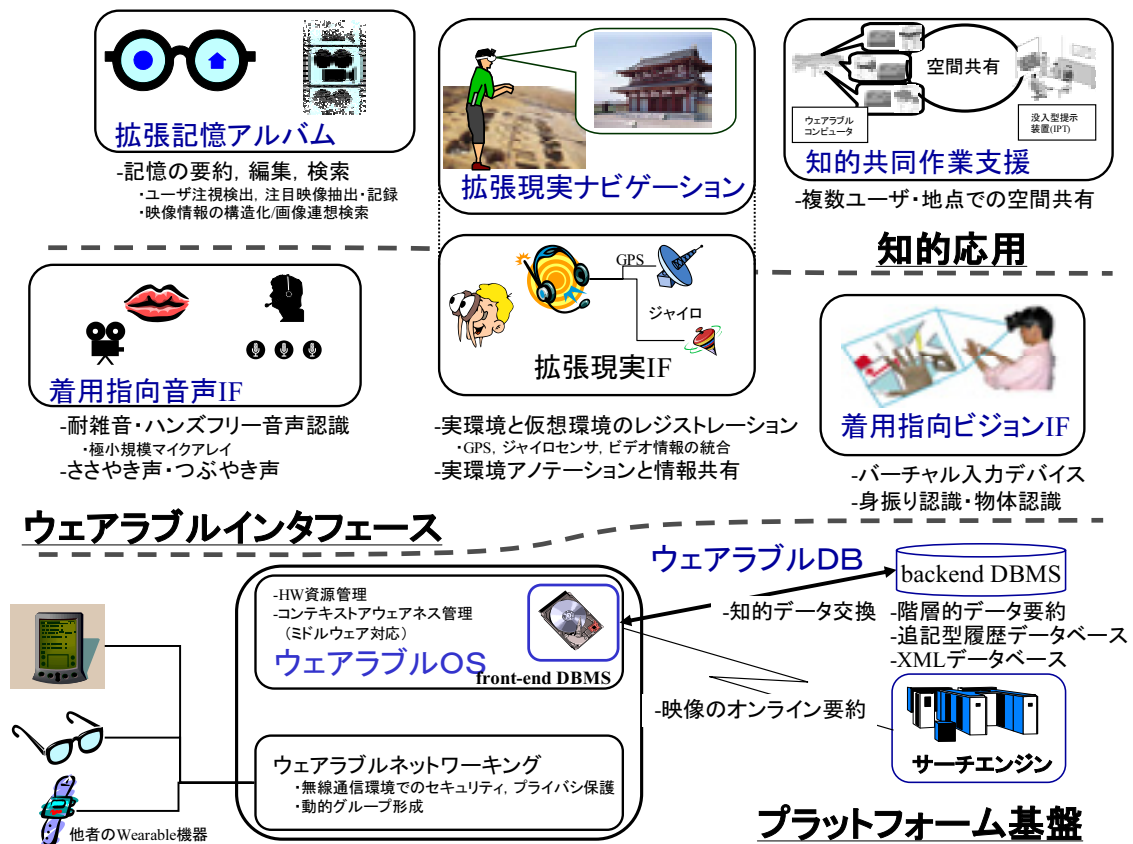


図1.1.1 プロジェクト全体構成

このように計算機が日常の中で常に着用されているような生活形態を想定すると、そのインタフェース、更には計算機の利用形態そのものが大きく変化すると考えられる。現在、大きさや重さといった制約が比較的小さいオフィスや家庭における固定設置機器類と比較して、これらの制約が大きい携帯型情報デバイスにおいては複数のベンダーがそれぞれ機能限定で独自インタフェースのものを提供し、各ユーザがそれらを自分の情報処理スタイルや目的に応じて取捨選択し使い分けているのが現状である。本来、日々違った事象に遭遇する外部環境においてこそ、ユーザの置かれた状況に応じた強力な支援がオンデマンドに、更にはユーザが意識して欲求せずとも提供できるパートナーとしての情報デバイスが必要であり、そのデバイスにふさわしいインタフェースが必要である。本研究では図1.1.1に示すように、常に着用・携帯できる単一の着用指向情報パートナーWIPSの開発を、1) 拡張現実ナビゲーション、2) 知的共同作業支援、3) 拡張記憶アルバムというユーザの日常生活を革新的に前進させる3つの応用場面を設定し、そのために必要な前記の基盤アーキテクチャ（OS、データベース、ネットワーク）、入出力インタフェース、アプリケーションを実現するための高度な要素技術を各グループで開発すると共に、上記のレベル毎に設定したグループ間の連携をさせながら統合的に行うことを目標とした。

1. 2 研究の実施

本研究で期待される成果の本質は着用指向情報パートナーの実現に必要な各要素技術の集合体であり、研究期間満了時に本研究で開発したプラットフォーム上で音声 IF・ビジョン IF を実現し、目標アプリケーション（拡張現実ナビゲーション、知的共同作業支援、拡張記憶アルバム）が動作することを目標とするものではない。しかしながら、本研究での各研究要素は着用指向情報パートナーWIPS を実現する上で必須の要素であり、情報パートナーの実現に向けて自然に相互利用されてゆくべきものである。このような観点から本研究では、研究期間を前期（12 年度）、中期（13-15 年度）、後期（16-17 年度）の3 期に分け、それぞれ次のように本研究プロジェクトを推進した。

前期：WIPS ユーザの日常生活に寄与する応用場면을詳細化し、その実現に寄与する各技術目標を設定する。

中期：設定目標を達成する各要素技術の開発と高度化を行う。

後期：各要素技術の高度化を進めると共に、グループ間・テーマ間での技術連携を強化して要素技術統合の検討を進める。

1. 3 研究の推進と主な成果

1. 2 で示した各グループでの研究目標と成果の概要は下記である。なお、詳細は3 章に述べる。

(1) アプリケーショングループ

・拡張現実ナビゲーション

ユーザ位置・姿勢推定手法の確立：日常の種々の場面でユーザのナビゲーションを

行うためには、屋内外を問わず様々な環境でユーザの位置・姿勢を推定する技術が必要となる。本研究テーマでは、それぞれの環境で高精度な位置・姿勢推定手法を開発し、それらの要素技術を屋内外でシームレスに適用して日常生活の様々な使用環境に対応できるようにした。

場所に依存した提示情報の管理技術：様々な場所を移動する可能性のあるユーザにその場所に依存した最新の情報を効率的に提供するための提示情報管理手法をプラットフォームグループと連携して開発した。

・知的共同作業支援

遠隔コミュニケーション確立のための実環境の簡易モデル化：遠隔地間でインテリアデザインなどの共同作業を行うためには、共同作業の対象となる実環境を簡便にモデリングできる必要がある。本テーマでは室内環境の3次元簡易モデリング手法を提案した。

実空間と仮想空間の違和感のない複合：実空間にいる WIPS ユーザと遠隔地の没入空間にいるユーザとの間で感覚を共有するためには、仮想空間のコンテンツ（表示される仮想物体や提示される音）を現実空間又は没入空間に違和感なく提示する必要がある。本テーマでは、仮想物体を幾何的、光学的に違和感無く提示するための技術を開発した。インタフェースグループで開発された音拡張現実感技術と連携することでよりリアルな空間共有が可能となる。

・拡張記憶アルバム（研究は入出力 IF グループで実施）

拡張記憶アルバムのためのアーキテクチャ提案：拡張記憶は、ユーザの日々の活動におけるコンテキストを計算機が保持しておき、その一部を再現してユーザの想起活動を促すことで、ユーザ自身の記憶領域が拡張したかのように感じられるような支援を行うという考え方である。本テーマでは拡張記憶システムを実現するための枠組を提案すると共に、人・モノ・場所という観点からの各システムを試作すると共に、一部アプリケーションに関してはプラットフォーム基盤グループと連携しコンテキストアウェアミドルウェア CAMPUS 上で動作する。

(2) 入出力インタフェースグループ

・ビジョンインタフェース

ビジョンベースのハンズフリー入力インタフェースの実現：WIPS 着用環境において入力のためのデバイスを携行する必要があるのは問題があり、入力 IF のハンズフリー化が必須である。本テーマでは、任意の平面上に任意の指ストローク入力を行えるウェアラブル仮想タブレットを複数の実装で行うと共に、指を使ってメニュー選択が可能な「てのひらめにゅう」を提案実装した（「てのひらめにゅう」の研究はアプリケーショングループで実施）。

・音声インタフェース

ハンズフリー入力のための音響信号処理技術：戸外や雑踏での使用が想定されるウェアラブル環境において、外乱（干渉話者や外来雑音など）に影響されることなく音声コマンド情報を取得するためのブラインド音源分離技術を開発し、市販レベルの超

小型 PC 程度の計算能力において準リアルタイムでの高精度音源分離を実現した。更に画像・音声マルチモーダル入力と環境適応アルゴリズムを用いた耐雑音音声認識の要素技術を開発した。

(3) プラットフォーム基盤グループ

・データベース機構

着用環境に適した DB アクセス制御の実現：WIPS 環境で求められるデータベースには、着用デバイスに内蔵可能なごく小さなストレージ上に効率的に必要なデータを収納する必要があり、データ配置、及びアクセス最適化が不可欠である。本研究では、携帯型ディスク内のメモリとプロセッサを有効に利用し、ディスク内部で集合指向によるスケジューリングを行うことにより、効率の良いアクセスを可能としている。

・OS 機構

省エネ・省メモリ OS とコンテキストウェアミドルウェアの実現：WIPS 着用環境ではバッテリー、及びメモリ容量が限定されており、これらのリソースをより効率的に利用できるようにする枠組が OS レベルで必要である。本研究では、そのような省エネ・省メモリ OS を試作すると共に、WIPS アプリケーションの開発を容易にするコンテキストウェアミドルウェアを開発した。

2 研究構想及び実施体制

2. 1 研究構想

本研究では、これからの高度メディア社会の日常生活における情報活動の支援を実現する知的な情報処理機能群を具体的に見える形にする。高度メディア社会のインフラ基盤として存在する、地球規模のネットワーク機能をフルに活用しながら、日常生活で人々が着用し常に利用できる情報端末機器の新しい情報処理機能を探索していくものである。この研究開発で具体化する装着指向の情報端末機器を情報パートナー、英語で Wearable Information Playing Station - WIPS と呼ぶことにする。この情報パートナーの実現は、現在の携帯型情報機器の発展を更に加速し、新たな応用分野を開拓し、より多くの人々が自然に日常生活の情報活動を活性化すると期待しているものである。

具体的には、小型で装着可能・常時利用できる情報端末機器、所謂ウェアラブルコンピュータ（着用型コンピュータ）と呼ばれているクラスの機器（情報パートナー）を実現し、そのプラットフォーム上に日常生活空間でのいろいろな情報活動支援機能群を新しく実装していく。すなわち、情報パートナーWIPSの基盤ソフトウェアから応用まで、まずプラットフォーム基盤の効率の良いオペレーティングシステムとデータベースシステム、そして人々に使い易い音声や画像を利用するヒューマンタフエース、また常時稼動状態での日常生活の情報活動支援を行う応用などを実現する。

この情報パートナーは、帽子や眼鏡・腕時計のように日常生活の中で常に着用され、常時作動し、日常生活における情報活動を支援し高度化し、生活空間を拡張していくことが期待される。この情報パートナーが真に日常生活に溶け込むためには、衣服の中に実装されるべく折曲可能な材料技術面のみならず、装飾品としてのファッション面の考

慮も必要になるが、ここでは機能面の追及を主にする。しかし、これからの高度メディア社会の情報通信環境もユビキタス化されるといわれており、情報パートナー利用者群とユビキタス環境との情報共有のあり方には十分注目していきたい。

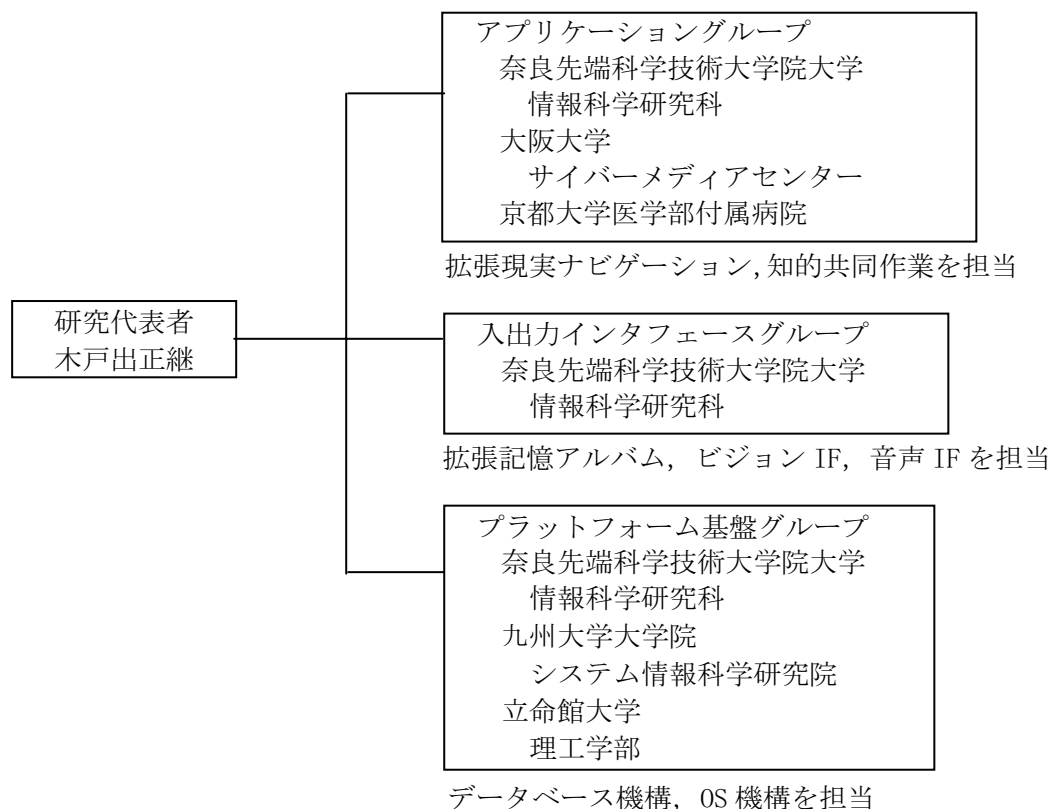
常時着用指向の情報パートナーWIPS の設計にあたり、新しい知的応用・使い易いインタフェース・頑健なプラットフォームの3つの技術層で、必要な要素技術群を研究開発する（図1.1.1参照）。

知的応用層では、ユーザの位置と姿勢に従って各種情報を実環境情報の上に注釈する知的ナビゲーション応用、離れた専門家とユーザが空間共有しながらインテリアデザインを進めていく知的共同作業応用、そしてユーザが常時体験して得られる莫大な記憶を如何に拡張できるか、外化記憶として人間の知的情報活動を支援する拡張記憶応用の、情報パートナーならではの新たな応用技術を実現する。

ウェアブルインタフェース層では、情報パートナーに適した、視覚情報処理技術を活用した情報入力とハンズフリーの音声入出力方式の、使い勝手の良い人に優しいインタフェース技術を開発する。

プラットフォーム基盤層では、フロントエンドの情報パートナーとバックエンドのデータベースシステムの間でデータ資源を適切に分散しキャッシングすることで格納・検索コストを低減する資源分散型ウェアラブル DB 技術と情報パートナーにおける応用プログラムを効率良く実行支援するウェアラブル OS 機能を実現する。

2. 2 実施体制



3 研究実施内容及び成果

3. 1 知的ナビゲーション（奈良先端科学技術大学院大学 アプリグループ）

(1) 複合現実感技術を利用した着用型情報パートナーに関する研究概要

本グループでは、コンピュータグラフィックスで描かれた仮想物体を現実環境に合成表示する拡張現実感技術を装着型計算機で実現することで、ユーザにさまざまな情報を効率的に提供可能な技術の開発を行った。具体的には、装着可能な計算機であるウェアラブルコンピュータを用いて、ユーザの眼前の風景に注釈や3次元モデルなどを重畳表示することで、ユーザの居る場所に応じた情報をより直感的に獲得することが可能となる。

着用指向情報パートナーWIPS を用いて拡張現実環境を構築するためには、主に1) 正しい場所に情報を重畳表示するためにユーザの視点位置・姿勢の推定手法の確立、2) 場所に依存した提示情報の管理技術の開発、が課題として挙げられる。課題1) に関しては、装着型計算機を持ったユーザは計算機の特性上、あらゆる場所に移動可能であるため、従来の拡張現実環境のように限定された場所だけではなく、屋内外を問わず様々な環境でユーザの位置・姿勢を推定する技術が必要となる。課題2) に関しては、様々な場所を移動する可能性のあるユーザにその場所に依存した最新の情報をいかに効率的に提供するかという点が課題となる。

図 3.1.1 に本グループで行った拡張現実感技術を利用した着用型情報パートナーの研究概要を示す。課題1 に関しては、屋内および屋外のそれぞれにおいてユーザの位置姿勢を推定する手法の研究開発を行った。屋内においては精度や特性の異なる複数の手法を開発し、目的や用途に応じて手法を選択・組合せすることで、システムの構築が可能



図 3.1.1 知的ナビゲーションの研究概要

であることを示した。屋外においては、ヒューマンナビゲーションにとどまらず、システム装着したユーザがビークルを操作する際、操縦支援システムへの拡張への可能性を示した。また、屋内外で利用が可能なシステムに効率的に情報を配信するためのネットワーク共有型の提示情報でデータベースの開発を行った。

(2) 屋内環境における拡張現実型装着情報パートナーの実現

① 赤外線ビーコンとステレオカメラを用いた位置推定手法

提案手法では、ユーザは頭部にステレオカメラ[Point Gray Research Dragonfly]・姿勢センサ[InterSense INTERTRAX2]・IrDA (Infrared Data Association：赤外線通信)リーダ及びHMD (Head Mounted Display) を装着し、座標が既知である複数の赤外マーカをステレオカメラで検出し赤外マーカのカメラ座標を求めることで、カメラ(ユーザ)の3次元位置及び姿勢を計測する。

赤外マーカとしてはID(IrID)を発信しないIrLEDとIrIDを発信するIrビーコンがあり、Irビーコン1つとIrLED 3つから基準ビーコン群1つを構成する。環境には少数の基準ビーコン群と多数の単独のIrLEDを設置する(図3.1.2)。まず、赤外光をカメラで検出し、実環境内に設置した赤外マーカのトラッキング・識別を行う。基準ビーコン群の3点以上を識別できた画像フレームでは、そのビーコンを用いてユーザの絶対位置を計測し、3点未満しか識別できなかったフレームでは、IrLEDの相対的な移動量から自己位置を推測する。位置が未知の赤外マーカが検出された際は、未知マーカの絶対位置推定と登録を行う。従って基準ビーコン以外の赤外マーカは任意の位置に設置でき、位置の計測も不要なため、赤外マーカの設置コストを低減できる。最終的に、計測した位置は拡張カルマンフィルタを用いて、過去のデータや姿勢センサの計測値と統合し、出力する。その際、一度求めたユーザ位置姿勢パラメータから逆算した赤外線ビーコン位置が、画像上に実際に見えている赤外線ビーコン位置に近づくようにパラメータを修正する。また、ビーコン位置が画像上から一時的に消失していても追跡を継続できるよう、カルマンフィルタを用いて推測精度の向上を図っている。

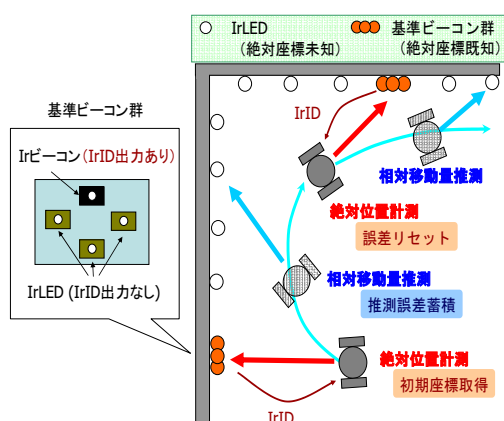


図 3.1.2 赤外マーカの配置



図 3.1.3 試作ナビゲーションシステム

本手法の主な特徴は以下の4点である。

- 1) 作業空間範囲の拡張性：基準ビーコン以外のマークはキャリブレーションが不要であり、設置位置を特に気にせずに配置できる。
- 2) 照明条件の変化に対する堅牢性：赤外マークを利用することで、完全な暗闇を含むさまざまな照明条件下で、ユーザ位置を検出することが可能である。
- 3) 外観の非侵襲性：赤外光は人間の目に見えない。また、位置推定のためには赤外光を発するLED 部分のみが見えればよく、基盤部分を壁の中に隠すことができる。
- 4) システムの機能拡張性：赤外マークを赤外線通信デバイスとして利用すれば、位置依存情報などの情報発信が可能である。

位置計測誤差は10m直進した場合で概ね数cm～10数cm程度に収まっており、実用的であるといえる。最終的に、本手法を用いた屋内環境でのナビゲーション支援アプリケーションを試作し（図3.1.3）、本手法の有効性を確認した。

② 歩数計測とビーコンを利用したユーザの位置同定

図 3.1.4 に赤外線ビーコンと歩数計測を利用したユーザの位置の計測手法の概要を示す。本手法では、赤外線センサを利用して離散地点でのユーザの位置の特定と、ユーザ位置の特定を行った地点からのユーザの相対移動量の推定によって屋内環境でのユーザ位置の計測を行う。赤外線センサは、環境中に図 3.1.4 に示すように環境中の天井等にまばらに設置され位置 ID の送信に用いる赤外線ビーコン送信機と、ユーザが装着し送信機から送られる位置 ID の識別が可能な赤外線ビーコン受信機から構成される。ユーザが送信機からの位置 ID を受信しているときは、システムはその位置 ID によって事前に定められた地点にユーザの現在位置を特定する。位置 ID を受信していないと

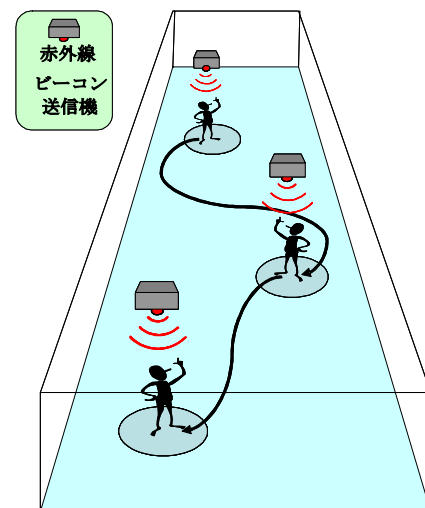


図 3.1.4 提案手法の概要

きは、最後に位置 ID を受信した地点からのユーザの相対移動量を歩行方向の推定と歩行動作の検出からなる歩数計測によって推定し、ユーザの現在位置の計測を行う。

本手法におけるユーザ位置の計測精度評価実験について述べる。実験では、40m×17mの長方形の通路の天井に5m・10m・15m・20mの間隔で赤外線ビーコン送信機を設置し、提案手法を用いてそれぞれ4回ずつユーザ位置の計測を行った。このうち、送信機の間隔が5mのときの計測結果を図3.1.5に示す。本実験環境内には、配電室の影響で地磁気が大きく乱れるエリア（図3.1.5中の(1)）があり、このエリアでは、コンパスを利用した歩行方向の推定に大きな誤差が観測された。赤外線ビーコンを用いて補正される直前のユーザ位置と補正後のユーザ位置との距離を本手法による位置計測の誤差と定義し、この誤差の最大値・平均値、(1)以外のエリアにおける計測誤差の最大値・平均値

を図 3.1.6 に示す。図 3.1.6 より、本手法の位置計測誤差は、最大値・平均値共に赤外線ビーコン送信機の配置間隔に応じて概ね線形に増加していることがわかる。また、地磁気の乱れの小さい場所では、ほぼ 2m 以内の誤差でユーザ位置を計測できていることがわかる。

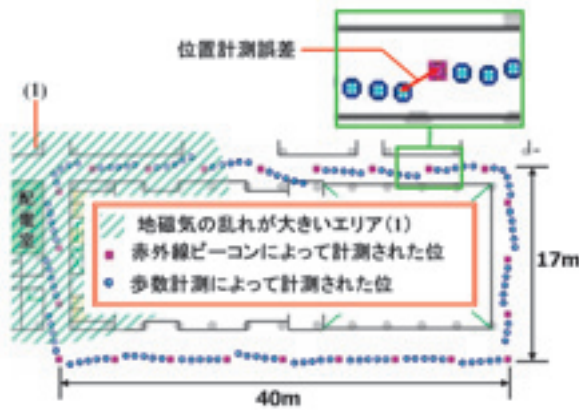


図 3.1.5 送信機の間隔が 5m の場合の計測結果

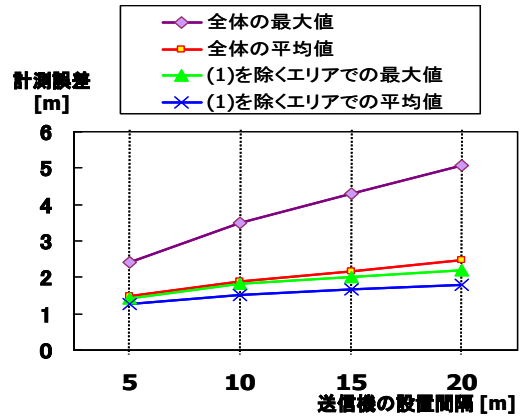


図 3.1.6 提案手法による位置計測誤差

③ 画像マーカのための伝播認識によるインフラ環境構築手法

提案手法では、天井に多数の画像マーカを配置し、ユーザは上向きのカメラを搭載したヘルメットを装着する（図 3.1.7）。ユーザの位置情報は天井に配置された画像マーカの世界座標系に対する位置情報と、画像マーカに対するカメラの相対的な位置情報から得られる。提案手法の基本的な処理のフローチャートを図 3.1.8 に示す。まず、カメラで位置検出を始める場所を示す特別な画像マーカを取り込む（図 3.1.8a）。この画像マーカは世界座標系に対する位置が既知のマーカである。

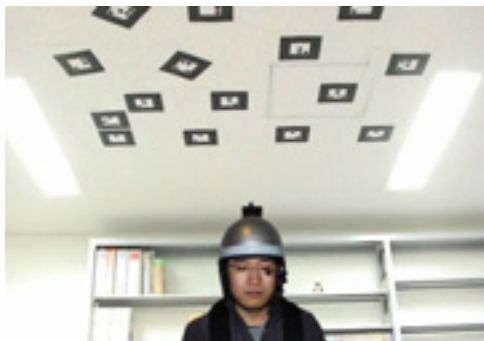


図 3.1.7 画像マーカとユーザの様子

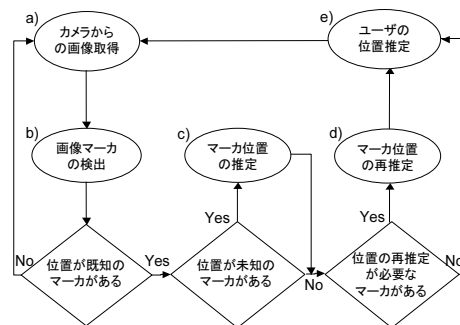


図 3.1.8 提案手法のフローチャート

次に、入力画像に対して、エッジ検出・二値化処理により元画像から照明の影響を取り除くことで照明条件に対するロバスト性の向上を図る。画像マーカが検出されると（図 3.1.8b）、その他の画像マーカの位置情報は、位置情報が既知の画像マーカからの相対的な位置情報を基に順次推定する（図 3.1.8c）。この際、画像の歪み中心からある一定距離以上にあるマーカは、歪みによる影響が大きいと考え利用しない。また、マーカの位置情報における外れ値の影響を緩和するために、マーカの位置情報を一度求めた後

も繰り返し位置情報の推定を行ない、位置成分は中央値を、回転成分は四元数に変換して球面線形補間を行なった結果を用いる。さらに、初期位置を示すマーカから経由したマーカの枚数（以下、ステップ数）が多いほど、位置情報の累積誤差が大きくなると考えられるため、位置情報が既知のマーカに対しても、ステップ数が小さくなるよう、位置情報の再推定を行なう(図 3.1.8d)。このようにして求められた画像マーカの位置情報を基にユーザの位置推定を行なう(図 3.1.8e)。なお、画像内からの画像マーカ検出と、画像マーカに対するカメラの相対的な位置情報の推定には、ARToolkit を用いている。本手法の主な特徴は以下の 3 点である。

- 1) 未知マーカの自動登録: 位置が未知のマーカが検出された際は、その絶対位置が推定されてデータベースに登録される。このため、基準マーカ以外のキャリブレーションが不要であり、設置位置を特に気にせずに配置できる。
- 2) 同一マーカの再利用性: 画像マーカを用いる従来手法では利用するマーカのパターンが全て異なる必要があったが、本手法ではマーカ間の相対的な位置姿勢を記録・参照することにより同一マーカを繰り返し利用することができる。
- 3) 経済性: 紙製の画像マーカとカメラ1つのみで広域の位置検出機構を構築できるため、経済コストの面で優れている。

CG で作成した入力画像を用いたシミュレーション実験では、ユーザの位置情報に対し、移動距離の3%の誤差が生じた。また、実環境でカメラを固定した際の推定位置変動の標準偏差は約30mmであり、実環境でカメラを移動させた際のユーザの推定位置に対する誤差は、概ねユーザの移動距離の4%となった。即ち、例えば5m間隔で基準マーカを設置すれば20cm程度の誤差でユーザの位置推定が可能である。以上から、本手法の有効性を確認した。

④ 半透明再帰性反射材を用いた不可視マーカによる位置同定手法

画像マーカをユーザが身に着けたカメラで撮影することによってユーザの位置・姿勢を推定する手法は、安価でかつインフラに電源を必要としないという利点がある。しかし、一般的な画像マーカは実環境の景観を損ねるため、実際の環境において装着型情報パートナーに利用することが難しいという問題がある。

そこで本研究では、半透明の再帰性反射材からなる不可視の画像マーカを利用する。提案システムは図 3.1.9 のような構成からなり、天井などに半透明の再帰性反射材からなる不可視の画像マーカに赤外光を照射し、その反射を赤外線カメラで撮影・認識することで、ユーザの位置・姿勢を推定する方法を提案する。その際、赤外光を連続的に点滅させ、それと同期してマーカを撮

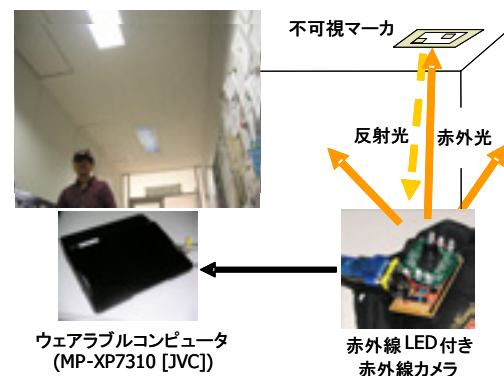


図 3.1.9 不可視マーカによる位置同定システムの概要

影することでマーカからの反射光以外の赤外光の影響を軽減する。一般的な画像マーカは図 3. 1. 10a のように実環境の景観を損ねてしまうが、提案手法により安価で、かつ図 3. 1. 10b のように景観を損なうことなくユーザの位置・姿勢を推定することが可能となる。

⑤ 屋内環境における位置同定手法の考察

屋内におけるユーザの位置推定手法の特徴の比較を表 3. 1. 1 に示す。表からもわかるように、提案手法は計測精度・インフラコストと安定性・ユーザ装備コストの観点でトレードオフの関係にあることが確認できる。屋内におけるユーザの位置同定手法は、従来からもすべての場合においてうまく動作する手法は開発されていない。



図 3. 1. 10 不可視マーカ（半透明再帰性反射材）

本プロジェクトにおいても、すべての場合で動作する 1 つの手法を開発することはせず、異なる特徴を持つ複数の手法を選択、組み合わせることで利用用途に応じたユーザの位置同定手法を確立することを目指した。表 3. 1. 1 に示すように各手法の長所・短所を明らかにすることで、目的に応じた精度・安定性・コストを有する位置同定手法を実現することが可能である。

表 3. 1. 1 屋内環境における位置同定手法の特徴の比較

	計測 精度	姿勢 計測	インフラコスト ・制約	安定 性	ユーザ装備コスト ・制約
手法 1 ビーコン＋ ステレオカメラ	○	○	×	◎	○
手法 2 ビーコン＋ 歩数計測	△	×	△	◎	◎
手法 3 画像マーカ（可視）＋ 伝播環境構築	◎	◎	○	○	△
手法 3＋手法 4 不可視マーカ＋ 伝播環境構築	◎	◎	◎	○	△

(3) 屋外環境における拡張現実型装着情報パートナーの実現

① 屋外環境における位置同定手法の考察

屋外環境におけるウェアラブルユーザの位置計測手法について述べる。提案手法では、汎地球測位システム (GPS) を利用した絶対位置と歩数計測を利用した相対移動量の統合によりユーザ位置の計測を行う。図 3.1.11 に提案手法の概要を示す。提案手法では、遮蔽物等により GPS によるユーザ位置の計測精度が一時的に低下したときに、過去の GPS のデータと歩数計測を利用したユーザの相対移動量をもとにユーザ位置の計測を行う。提案手法で利用している歩数計測は、電子コンパスを利用したユーザの歩行方向の推定と歩行動作の検出から実現される。通常、屋外環境では大きな地磁気の乱れは発生しないため、屋外環境での歩数計測による計測誤差は、ユーザの移動量の 5% 程度である。提案手法におけるユーザ位置の計測誤差値を GPS の標準的なデータ形式である NMEA 形式のデータに含まれる GPS の計測誤差値と相対移動量の 5% を加算した値と定義する。この計測誤差値を毎秒の GPS データに対して計算し、計測誤差値が最小となる位置データをユーザ位置として採用する。GPS の単独測位時の計測誤差はおおよそ 5 メートルから 50 メートル程度であり、特に、周囲に高層な建物のない見晴らしのよい屋外環境では、計測誤差は概ね 20 メートル以内に収まる。NMEA 形式のデータ等に含まれる GPS の計測誤差値は、捕捉衛星数および電波状況により随時概算される。



図 3.1.11 提案手法の概要

② ビークル応用：遠隔操縦支援、搭乗型ビークル操作支援

無人ヘリコプタによる被災者捜索支援

災害時の事後対応で最も重要視されている情報収集活動では、現在主に大型有人ヘリコプタが用いられているが、作業者の安全性や維持費、騒音などの問題を抱えており、無人ヘリコプタによる作業の代替が望まれている。近年、自律飛行型の無人ヘリコプタが開発されつつあるが、これらは飛行経路・目標物等を予め設定する必要があり、災害時の状況変化が激しい状況での利用は不向きである。そこで我々は遠隔操縦型無人ヘリコプタを用いた被災者捜索システムを開発した。

上空からの被災者捜索活動を効率的に行う方法の一つとして、被災者が集合する地域の重点的な探索がある。操縦者にそれらの位置を画像上に捜索活動を行うために必要な情報を拡張現実感技術により重畳表示することで捜索活動を支援する。拡張現実感により情報提示を実現するためには機体の位置・姿勢情報が必要である。そこで無人ヘリコプタに全方位カメラ、GPS、ジャイロ、小型 PC を搭載し、得られた情報を無線 LAN により地上に送信する。操縦者はウェアラブルコンピュータとジャイロ付 HMD を装備し、頭の姿勢に応じて生成される透視投影画像を HMD から見る。これにより飛行中に操縦者と

機体の座標系が不変となり、操縦を容易に行うことができる。また霧等の低視程の状況で操縦者から機体を目視できない場合でも、機体との通信が正常に行われていれば飛行を維持できるという利点もある。本システム構成およびユーザへの提示画像を図 3. 1. 12、図 3. 1. 13 にそれぞれ示す。

搭乗型ビークルによる被災者救助支援

事後対応のもう一つの課題である救出活動として、建物内に取り残された被災者救出活動に注目した。震災で被害を受けた建物は崩壊する危険性が高く、二次災害を防止するためにも可能な限り迅速に作業を遂行する必要がある。そこで被災者が存在する位置までの経路を拡張現実感により提示する救出作業支援システムを構築した。救出作業では、瓦礫の撤去や被災者の応急処置などに多数の機器が必要となる。そこで救助者単体での移動よりビークルに搭乗した状態での移動が相応しいと考え、電動車いすをベースとした搭乗型のシステムとした。本システムの概要を図 3. 1. 14 に示す。操縦者の自己位置・姿勢にはレーザレンジファインダ、頭部位置・姿勢にはステレオカメラを用いた非接触・非侵襲の計測手法を採用した。従来の自己位置・姿勢計測では、GPS や超音波発信器、赤外線識別子などのランドマークを環境に設置する手法等がある。しかし GPS には屋内環境での利用には精度的な問題があり、またランドマーク型は災害時に利用不能になる可能性が高いという欠点がある。我々が採用したレーザレンジファインダによる位置・姿勢計測では、環境に手を加える必要はなく、全てビークル側で処理されるため、これらの問題が解決される。また計測精度は位置が約 5[cm]、姿勢が約 1[deg]と GPS と比較して高精度である。操縦者は単眼 HMD を装着し、そこに表示される被災者までの経路情報を見ながらビークルを操縦する。



図 3. 1. 12 システム構成



図 3. 1. 13 表示結果

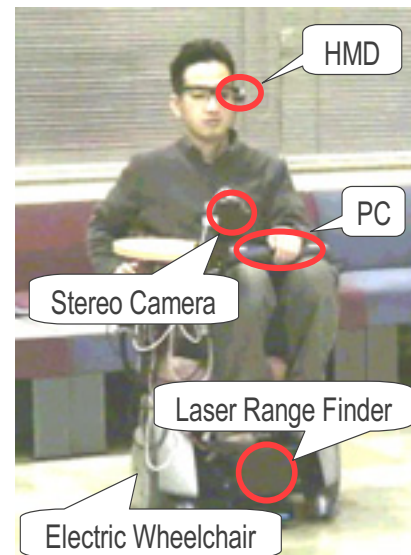


図3. 1. 14 システム構成

(4) 提示情報のマネージメント技術

① ネットワーク共有提示情報データベース

ウェアラブルコンピュータを用いることでこれまでになく広範囲で使用可能なウェアラブル拡張現実感システムが研究される中、現実環境の正しい位置に注釈情報を重畳提示するためには、ユーザの持つウェアラブルコンピュータは注釈情報を保持する必要がある。従来、ウェアラブル拡張現実感システムはあらかじめ注釈情報を保持しておき、ユーザの位置・姿勢に応じて仮想物体を重畳表示していた。また、提示情報に関する研究も存在するが、コンテンツのオーサリングに注目するものがほとんどであった。そのため、ウェアラブル拡張現実感システムのユーザが移動可能な範囲全ての情報をあらかじめ保持しておかなければならないといった問題が発生する。さらに、表示する注釈情報の中には、道案内の情報、場所に基く情報等、その内容が時間の経過と共に変化するものが多く存在し、あらかじめ情報を保持しておくという方法では、それらの情報の追加や更新が困難であるといった問題も生じる。そこで、あらかじめ計算機に情報を保持しておく必要がなく、注釈情報の追加・更新が効率的に行えるウェアラブル拡張現実感システムのための注釈情報データベースを提案する。図 3.1.15 に、提案する注釈情報データベースのネットワーク共有の概要を示す。まず、ユーザが装着したウェアラブルコンピュータが無線ネットワークを介して通信可能なサーバにデータベースを保持することで、全てのユーザ、及び注釈情報の提供者による注釈データベースのネットワーク共有を行う。これにより、注釈情報の提供者は、サーバ上のデータベースを更新することで、常に最新の注釈情報をユーザに提供できる。また、ウェアラブルコンピュータのユーザは、無線ネットワークを介して最新の注釈情報を獲得し、閲覧することが可能となる。

② 共有データベースのためのライブラリの開発

ウェアラブルARシステム、特に、注釈の配信や共有が可能なネットワーク型のウェアラブルARシステムの開発には、多岐に渡る知識と経験が必要であり多大な人的・時間的コストを必要としているのが現状である。そこで、簡易にネットワーク型ウェアラブルARシステムを構築できるよう、頻繁に利用される機能を整理して開発用ライブラリとして整備した。具体的には、ネットワーク型ウェアラブルARシステムの構築に必要な機能を、通信機能、データベース機能、表示機能の3つに分類し、それぞれに対してライブラリを提供した。

通信ライブラリでは、通信開始時に利用者端末のハードウェア能力をサーバに通知する機能を用意した。

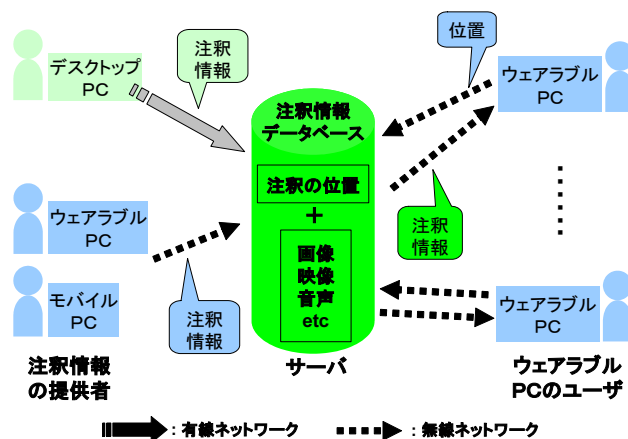


図 3.1.15 共有注釈データベースの概要

この情報に基づき、一度送信したデータのキャッシュ機能、データ量の大きい注釈情報の分割送信機能、帯域に余裕のある場合のプリフェッチ機能などを用いて効率的に通信を行う。

データベースライブラリでは、利用者の位置・姿勢情報を用いて利用者周囲の注釈を検索し、よりユーザの視界に入りやすい順に注釈情報をソートする機能を実装した。

表示ライブラリでは文字、画像、ポリゴンなど表示が可能であり、描画能力に応じて表示するデータを取捨選択できる。また、Jpeg画像のプロGRESSIVE表示など、低帯域ネットワークに対応した表示機能を実装した。また、屋外の単眼HMDを用いる場合などに特に問題となる、注釈情報の奥行きが分かりにくいという問題に対して、この問題を緩和するための奥行き視覚化手法を考案し、表示ライブラリの機能として提供している。

本手法の主な特徴は以下の3点である。

- 1) 開発効率の向上：ウェアラブルARシステムに共通する機能がライブラリとして予め提供されているため、システムの開発期間を短縮できる。
- 2) システム間の相互接続性の向上：本ライブラリを利用したシステム間では、共通の注釈サーバに接続することにより注釈情報の共有が行えることが保証される。
- 3) ウェアラブルARシステムの特性を考慮した通信・表示機能：ユーザの視点や視線方向による注釈転送順序の動的変更機構など、実時間性を重視するウェアラブルARシステムの特性を考慮した通信・表示の機能が提供されている。

構築したライブラリを用いて実際にネットワーク型ウェアラブルARシステムを開発し、効率のよいシステム開発が可能であること、および実装した機能が設計どおりに動作することを確認した。

(5) まとめ

着用指向情報パートナーWIPS の情報提示を拡張現実感技術を利用して実現することで、ユーザに直感的かつ効率的に情報を提供する知的ナビゲーションの研究開発を行った。この知的ナビゲーションを実現するために、正しい場所に情報を重畳表示するために屋内外におけるユーザの視点位置・姿勢の推定、および場所に依存した提示情報の管理に関する基盤技術の開発を行った。

屋内外におけるユーザの位置同定手法においては、様々な屋内環境・アプリケーションの利用目的に対応するため、特徴の異なる4種類の位置同定手法の開発を行った。各手法の特徴（精度・コストなど）を明らかにすることで、利用用途に応じて容易に手法を選択・組合せることが可能になったと考えられる。今後の展開としては、具体的にアプリケーションを設定された場合、そのアプリケーションの要求する精度・安定性や利用環境に応じた手法を提案手法によって実現し、アプリケーションとしての手法の妥当性などが評価され、実際に稼働されることが期待される。また、屋外環境においては、知的ナビゲーションの基盤技術を応用して、ヒューマンナビゲーションにとどまらず、災害救助応用の想定を考慮した小型ヘリコプタの遠隔操縦、搭乗型ビークルの操縦支援の基盤技術を開発した。今後は実際に災害救助の現場で利用されることが期待される。

3. 2 遠隔共同作業（奈良先端科学技術大学院大学 アプリケーショングループ）

着用指向情報パートナーWIPSの利用方法としては、ユビキタスコンピューティングの一要素として様々な通信媒体から情報を得ることで装着者自信の作業や記憶を補助・拡張し、快適な行動をサポートする面と、装着型計算機同士または他の計算機との通信によるコミュニケーションの手段としての面が考えられる。前者は既存の計算機を持ち歩き場所や状況に合わせた情報を獲得、提示することにより、使用者の利便性を高めるものである。後者は、電話や携帯電話、テレビ電話等のコミュニケーションツールの延長であり、その存在を意識する場合にはいつでも没入型の環境を構築することができ、これを別の場所にいる他者とのコミュニケーションに利用すれば、別の場所にいながら空間を共有することができる。

本研究では、後者のコミュニケーションツールとしての装着型計算機の応用を考え、携帯型の没入環境共有システムとして装着型計算機を利用し、現実空間にいるWIPSを装着したユーザとスクリーン型の没入型提示装置にいるユーザの遠隔地間での共同作業の実現を目指した（図3.2.1）。没入型仮想空間と実環境の間での複数ユーザの協調作業を実現するには、コミュニケーションの確立、情報の取得・共有・更新が重要であり、また、実環境中における装着型計算機の機能性として、実空間を採り入れたポータブルな共有空間、Mixed Reality (MR) / Augmented Reality (AR)による情報提示、直感的操作による作業が必要となる。

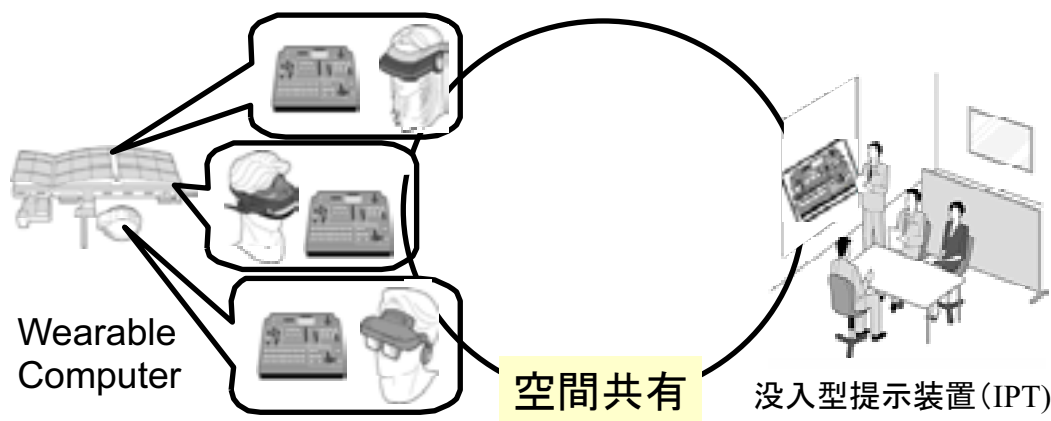


図 3.2.1 遠隔共同作業

本研究では、空間を立体的に利用する知的行動作業としてインテリアデザインを共同作業で行うことを目指した。以下では、作業する実空間であるユーザ環境を共有するための、任意の実空間の特徴を捉え、簡素な形でモデル化する、全方位カメラと装着型計算機の協調による空間計測技術、装着型計算機の直感的な操作を実現するための、てのひらを用いたインタフェース、および実空間に仮想物体を幾何学的、光学的に違和感無く提示するための技術について報告する。

(1) ユーザ環境モデル化

本研究で提案する、WIPSと没入型ディスプレイ間における実空間共有型MRでは、作業対象となる空間はWIPSを装着したユーザのいる現実空間である。この現実空間を遠隔地の没入型ディスプレイと共有するためには、この現実空間の様子を計測し、遠隔地に伝送する必要がある。

実空間を計測し提示する手法は大きく、モデルに基づいた手法と、画像に基づいた手法の二つに分けられる。モデルに基づく手法は、図面や実画像を用いて三次元空間をモデリングし、それを用いて提示するものである。画像に基づく手法は、多視点からの実画像を蓄積しておき、再生時に適切な画像を選択して提示するものである。しかし、モデルに基づく手法はCADデータ等を予め準備しておく必要があり、そのようなデータが無い任意の環境をモデル化することは不可能である。また、従来の画像に基づく手法は、高精度な計測を行える半面、出力されるデータ量が膨大なものになってしまうため、データをリアルタイムで取り扱うことが難しいという問題がある。

本研究では、いつでもどこでも協調作業を行える環境の構築を目指しており、必要な空間計測技術に求められる要件として、

- ・対象空間の“臨場感”を再現可能であること

ユーザがあたかも対象空間にいると感じるためには、対象空間の広さと現時点での様子が把握できることが必要である。また、一部分の精密な形状ではなく、対象空間全体の大まかな特徴を計測できることが必要である。

- ・リアルタイムでデータを伝送・再構築可能であること

いつでもどこでも協調作業を行うためには、現在の対象空間の臨場感を遠隔地にリアルタイムで伝える必要がある。そのためには、素早く空間を計測でき、簡素な形で空間を表現できることが必要である。

と考え、空間全体の特徴を捉え、空間全体を簡素な形でモデル化できれば、この要件を満たすことが可能と考える。そこで本研究では、実空間を、“単純だが、リアリティがある”ポンチ絵のようにモデル化することを目指し、インタラクティブな実空間モデリング手法「Punch3D」を開発した。「Punch3D」は、作業対象空間に設置された全方位カメラシステムと、ユーザの装着する装着型計算機を協調させ、屋内空間のインタラクティブなモデリングを実現する手法である。

モデリングプロセスは全方位カメラによる実空間の大まかな計測（初期モデルの生成）、WIPSを装着したユーザが作業中必要に応じて行うモデル修正（モデルの修正）、の二段階で行われる（図3.2.2、図3.2.3）。この二段階のプロセスを実際の作業中に切り替えつつインタラクティブに踏むことで、効率の良い空間のモデリングが可能となる。

まず、協調作業を始める際に、ユーザは全方位カメラシステムを屋内の適当な位置に設置する。このとき、カメラは水平で、高さは既知とする。次に、ユーザは「床色代表点」を全方位カメラシステムに与える。この色は、後で床領域の抽出のために用いられる。全方位カメラシステムは、得られた全方位画像を、横軸が方位角、縦軸が俯角に対応する画像（以下パノラマ画像とする）に変換する。変換は、双曲面の焦点を中心と

する半径 1 の仮想球面を仮定し、双曲面焦点からの光景をその仮想球面上にマッピングし、この球面を平面に展開することで行う。得られたパノラマ画像について、床領域の抽出を行う。パノラマ画像の各方位について最大俯角から上に向かって走査し、各位置のピクセルの色と床色代表点色との間での距離を計算する。この距離が与えられた閾値以下である点を床の候補とし、床の候補が与えられた長さ以上連続する場合、その上端の位置を床と壁との境界とする。

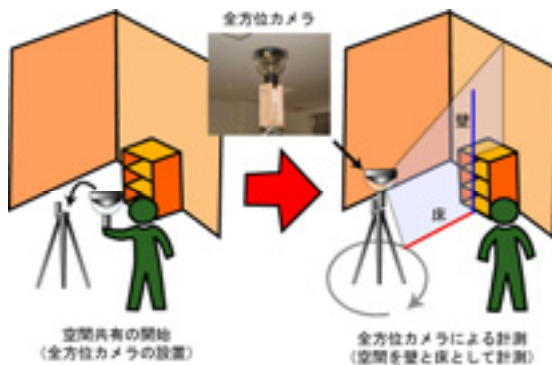


図 3.2.2 初期モデルの生成

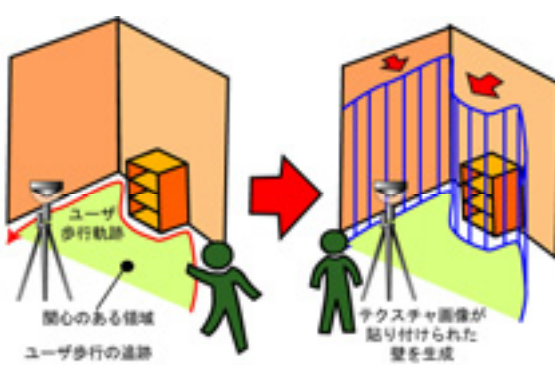


図 3.2.3 歩行によるモデルの修正

次に、得られたパノラマ画像上の境界の座標を、実空間での座標に変換する。全方位カメラの高さと、画像中の点の俯角を用いて、全方位ミラーの双曲面の焦点座標から俯角方向に伸ばした直線と床との交点を計算し、床と壁の境界の座標を計算する。この計算を全方位に対して行い、得られた床と壁との境界から、全方位画像の中心から放射状に広がる床領域を決定する。この床領域を水平な床、それ以外を垂直な壁とみなし、床と壁のみからなる簡略化された初期モデルを生成する。この初期モデルに対して、カメラから得られた画像をもとに床と壁のテクスチャ画像を貼る。

しかし、このような単純な方法で得られた初期モデルでは、床色代表点や、床色決定のための閾値の選び方によって、正しく床領域が抽出されない場合がある。さらに、光沢のある床への照明の映り込みや、床と壁との色にそれほど差がない場合など、多くの場合にエラーが発生する。そのため、このエラーをユーザの歩行によって修正する。

本手法では、“ユーザが歩き回ることができる領域は常に床”であると仮定し、初期モデルのエラーをユーザが歩き回ることによって、インタラクティブに修正する。具体的には、本手法によって構築されたモデルを遠隔地に送信し、空間を共有して協調作業を行う際、モデルの修正が必要とされた場合、ユーザは全方位カメラシステムを計測モードに切替え、ユーザの足元位置を計測しながらインタラクティブなモデルの修正を開始する。モデルの修正が終わると、ユーザは全方位カメラシステムを通常モード(協調作業モード)に切り替える。モードの切り替えは、装着型計算機を用いることにより、協調作業中いつでも行うことができる。装着型計算機と全方位カメラシステムを、無線 LAN によって接続し、装着型計算機からモード切替えのコマンドを送信することで、全方位カメラシステムのモードを切り替える。このようにして、ユーザは修正モードと協調作業モ

ードを随時切替えながら協調作業を行う。

全方位カメラシステムは、床面におけるユーザの足元位置を、与えられた全方位カメラの高さと画像中のユーザの足元位置から計算し、その位置によって床領域を更新する。ユーザの足元の追跡方法は、まず、事前に取得しておいた背景画像と、現在の画像との差分を取り、適当な閾値で2値化、ノイズ除去、ラベリングを行う。次に、ラベリング結果から最も大きな領域をユーザの存在する領域とみなし、その領域の俯角が最も大きくなる点をもとに、床面座標系におけるユーザの足元位置を決定する。このように、ユーザの歩行によって、あたかも床を足で踏み固めているような感覚で、床領域を協調作業の合間に逐次決定することができる。

環境のモデル化結果を以下に示す。図 3.2.4 はモデル化を行った部屋の俯瞰図と、歩行による修正を行った際のユーザの歩行軌跡である。

図 3.2.5 はモデル修正前の初期モデルであり、図 3.2.6 は歩行による修正後のモデルである。

初期モデルでは、図上部のパーティションの部分や図左下のドアの部分など、床と色が近い壁が床領域として誤認識されている。そして、ユーザの歩行による修正後ではこのエラーが修正されていることがわかる。このように、全方位カメラと装着型計算機の協調により、共同作業を行う空間を効率の良くモデリングすることができた。



図 3.2.4 部屋の俯瞰図と歩行軌跡



図 3.2.5 初期モデル



図 3.2.6 修正後モデル

(2) 作業 I F

① てのひらいんたあふえいす

ウェアラブルコンピュータの特徴は、場所や状況に関わらず、いつでもどこでも自由に利用できる点にある。また、ユーザが常に装用することから、ユーザに装着による拘束感を与えることなく利用できる必要がある。従って、WIPS の入力インタフェースにも、ユーザに拘束感を与えず、「いつでも」「どこでも」利用が可能で、「誰でも」が自由に操作可能な直感的な操作の行えるインタフェースが望ましい。また、共同作業を行

っている際に、装着型計算機への入力や操作のためにキーボードやマウスといったインタフェースに持ち替えるのも煩わしい。そこで本研究では、日常生活において人体のマニピュレータとして最も頻繁かつ自由に扱うことが可能な「手」を利用し、「いつでも」「どこでも」「誰でも」が自由に利用可能であるというウェアラブルコンピュータの特性を活かした、装着型計算機用入力インタフェースとして、人間の情報入力チャネルである「五感」の内、「視覚」及び「触覚」情報を利用し、AR 技術と画像認識技術によって、「視覚情報」と「手」による直感的操作を実現する『てのひらいんたあふえいす』を構築した（図 3.2.7）。

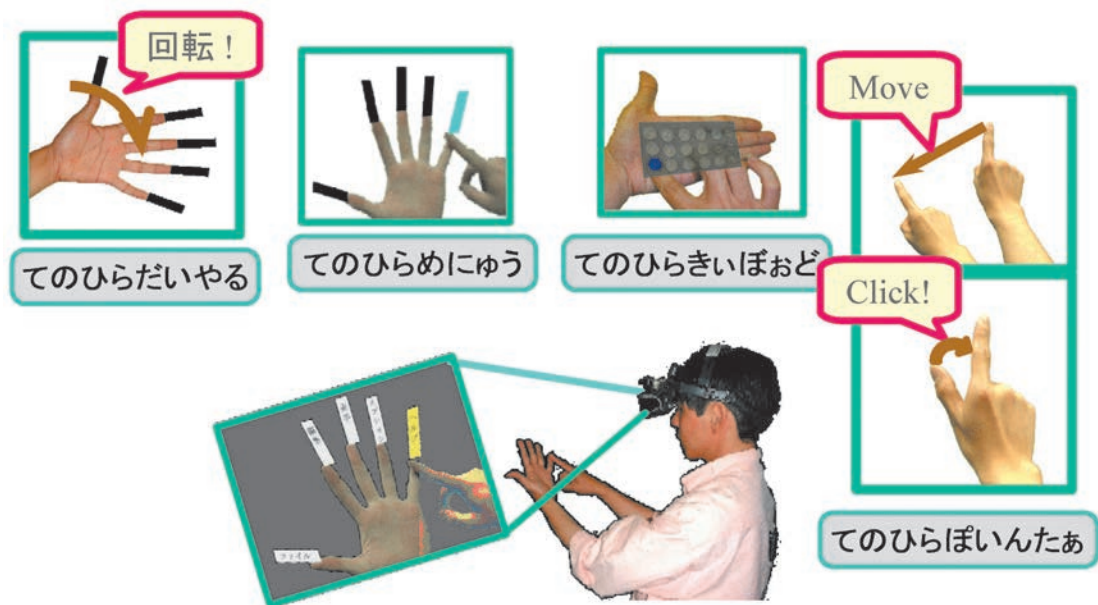


図 3.2.7 てのひらいんたあふえいす

『てのひらいんたあふえいす』はカメラを用いてユーザの手振りを計測し、透過型 HMD を用いて入力補助情報、入力確認情報を手の上に重畳表示することで、手を用いた直感的な入力をウェアラブルコンピュータ上で実現するものである。『てのひらいんたあふえいす』は既存のウェアラブルコンピュータ用入力機器の様に入力専用の機器を装用することなく、指に提示されたメニューの選択、手をキーボードに見立てたキー入力などの様々な入力インタフェースを提供することができるデバイスレス入力インタフェースである。

『てのひらいんたあふえいす』の中でも、「てのひらめにゆう」は共同作業の仮想空間内で仮想物体の表示切替など操作を行うために重要である。処理の流れを以下に示す。

まず手領域を検出するために、HMD に備え付けられているカメラから取り込まれた原画像を手肌の色を示す領域を白、それ以外の領域を黒に二値化し、この二値画像をラベリング・領域分割し、領域サイズの大きなものから上位 2 個を手領域の候補とする。ここで、手肌の色領域の抽出には、照明の明るさの変動を抑えるために、HSV 空間の HS 値を用いた。また閾値の決定のために、実験環境下において予め複数枚のサンプル画像を取得し、手肌の色領域テーブルを作成した。次に抽出された手領域候補の輪郭線を追

跡し、輪郭線の曲率を利用し、極大値を持つ部分を指先として指先点を検出する。

メニューの選択にはメニュー手と選択手を識別する必要がある。そこで、指先検出により得られた指先点の数が5個であるものをメニュー手、1個のものを選択手とする。そして、認識されたメニュー手の指先に長方形ボックスとしてメニューを表示する。

最後に、メニュー選択の検出を、選択手の人差し指の指先点からメニュー手の各指の指先点までの距離を用いて行う。この距離が閾値内に収まった時、メニューが選択されたと判断する。

図 3.2.8、3.2.9 はてのひらめにゅうの実行画像である。図 3.2.8 は、てのひらおよび指先を認識し、指先に選択メニューを重畳表示した結果である。また図 3.2.9 は、選択手によって選択肢を選んでいるところである。このように、インタフェースデバイスを何も持たずにハンズフリーの状態では装着型計算機の操作を直感的に行うことを可能にした。

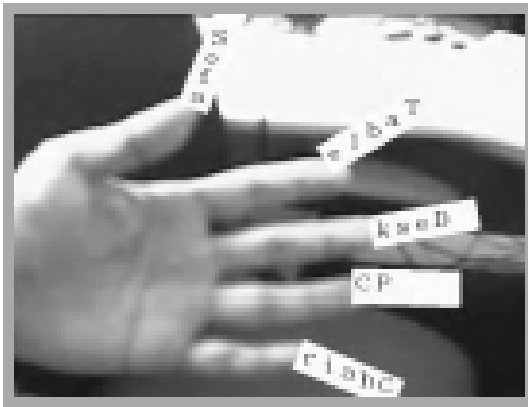


図 3.2.8 メニュー表示



図 3.2.9 メニュー選択

② 3D マーカ

建築物やインテリアのデザインにおいては、対象となるオブジェクトの設計のみならず、周囲の環境を含めた概観のシミュレーションの道具として3次元CGが利用されている。CGによって空間のレイアウトや色調などを可視化するためには、対象となる物体と周囲の環境の両方を予めモデリングしておくことが必要である。周囲環境は、照明モデルや空間に含まれる様々な実物体の幾何形状が複雑に作用しあって形成されており、そこで起こる物理現象を正確にモデリングすることは困難である。

一方で、実空間シーンを撮影した画像にCGによる仮想オブジェクトを重畳して提示するMixed Reality(MR)と呼ばれる技術が研究されている。自分の目の前に広がる空間に仮想的な家具があたかも存在するように表示されれば、実際に買って部屋に運び込む前にその様子を見ることができる。しかし、CGで仮想物体を表示する時、仮想物体の位置姿勢と色合いを現実空間に合わせなければならない。椅子が宙に浮いていたり、本棚が斜めに立っていたりすると不自然であるし、間接照明で照らされ落ち着いた雰囲気の部屋に、発光しているように明るいテーブルがあると違和感がある。

本研究では、現実空間にいるWIPSを装着したユーザと遠隔地の没入型提示装置にい

るユーザ間で、現実空間を仮想的に共有しインテリアデザインを行うことを目的とし、面倒な前準備を必要としない手軽なシステムでありながら、実空間の状況と矛盾しない自然な仮想物体を表示可能な手法として、鏡面球と 2 次元コードを側面に貼付した 3D マーカを提案する（図 3.2.10）。本システムは、カメラ、映像処理・CG レンダリング用 PC、仮想物体を実空間に配置するための 3D マーカ、出力画像を提示する Head Mounted Display (HMD) などのディスプレイから構成される（図 3.2.11）。



図 3.2.10 3D マーカ

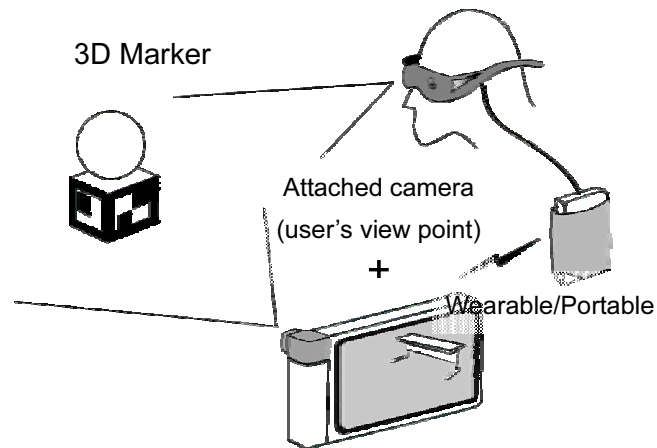


図 3.2.11 システム構成

ユーザの装着したカメラによって 2 次元コードを映像に捉え、立体マーカの ID 番号と位置姿勢を取得する。鏡面球に映り込む遠景やライトを、仮想物体を照らす光源としてサンプリングすることで、3D マーカが置かれた場所での照光条件をユーザ視点から観測する。3D マーカがカメラの視野に入ったときにユーザは仮想物体を見ることになり、仮想物体をマーカ上に重ねてレンダリングする。

仮想物体の配置に関して、キーボードやマウスなどの入力デバイス、身振り認識による指示は、遠隔からの操作ができる反面、操作方法を覚えたり家具の配置場所や姿勢の指定に曖昧さが残る問題点がある。実際に家具を配置するように 3D マーカを手で動かし、空間を歩き回って眺めながらレイアウトすることで、視覚的に合成された特別な空間にいるのではなく、日常生活の延長として仮想物体が混在する MR 空間を体感できるインタフェースを提供する。

まずカメラ画像を固定閾値で二値化し、二値画像から連結領域の面積と外接長方形を計算する。面積によって不必要な領域を除去し、連結領域の輪郭線追跡を行い、4 本の線分によって十分な精度で近似できる領域をコード候補とする。コードの識別は、あらかじめ登録されたパターンとのテンプレートマッチングで行う。そして、2 次元コード検出し、透視投影のモデルに基づいて、コードの位置姿勢を推定し、カメラ座標系で表現する。

一方、光の照光モデルは遠景からやってくる光と、オブジェクトが置かれている局所で観察されるライトや周りの物体で反射された光の和の二つの要素で構成されている

ものとし、遠景からの光や周りの物体で反射された光を環境光として計測する。視点と光源の位置関係は、鏡面球画像の半径および中心より、あるピクセルにおける鏡面球の法線ベクトルを求めることができ、カメラ焦点から光源が写りこんでいるピクセルを通る視線ベクトルと求められた法線ベクトルによって、光源方向ベクトルが求められる。以上の計算を各ピクセルについて行い、鏡面球に様々な角度で入射する光源の色と方向を求める。そして、鏡面球画像から 3D マーカを照らす照光条件をサンプリングするために、鏡面球画像を適当な方法で分割し、各領域に入射する光を一つの光源としてサンプリングする。光源の色は領域画素の RGB 値の平均とし、領域の重心を通る視線ベクトルが鏡面球の法線ベクトルで正反射されたベクトルを光源方向ベクトルとする。

最後に、鏡面球から取得した照光条件をもとに、仮想物体のシェーディングを行う。仮想物体を構成する頂点の色は、Lambert と Phong のモデルに従うと仮定し、視点ベクトルと頂点の法線ベクトル、光源の入射角をもとに鏡面反射と拡散反射との和をとり、仮想物体の表示を行う。

実験結果を図 3.2.12、図 3.2.13 に示す。図 3.2.12 は現実の机にあわせて仮想物体の机、椅子を配置している作業の様子である。3D マーカを用いることでレンダリングされる様子を確認しながら対話的にレイアウトを試行することが可能であった。オブジェクトどうしを整理させたり、向きを調整したりという作業はほぼ直観的に、描画結果を見ながら 3D マーカの向きや位置を変えることによって達成可能であり、スペースの使い方や家具のレイアウトなどを視覚的に確認しつつ、色々なパターンを容易に試すことが出来る。



図 3.2.12 レイアウト作業の様子



図 3.2.13 照明条件に合わせた仮想物体の提示

また、図 3.2.13 は照光条件の変化が仮想物体のレンダリングに及ぼす影響を観測したものであり、窓越しに差す光や部屋の壁やなどの多重反射などによって、画面全体の明るさや色合いが単純な光源分布モデルでは表現が難しい条件であるが、仮想物体の色が調和して実時間でレンダリングされた。

インテリアデザインにおいては、実空間に配置された机や椅子などのインテリアの種類や色を、ユーザの好みやコーディネータの意見に合わせて変えることが必要である。実物では様々な種類のものを現実にもえ入れ替えることは大変であり、また現実的ではない。本システムでは、3D マーカに対応付けられた仮想物体を変更することで容易にインテリアの種類や色を変更することができる。また、てのひらめにゆうを導入することで仮想物体の変更を容易に行うことが可能である。

(3) 共有空間

装着型計算機と没入型提示装置を用いた遠隔共同作業は、

- ・ ユーザサポート
- ・ フィールドワーク
- ・ 空間を立体的に利用する知的行動作業

の大きく 3 つに分類できると考える。

ユーザサポートは例えば、消費者へのアフターケアなどが考えられる。オーディオシステムの配線や機器のトラブルにおいて、ユーザ側の機器の状況を把握しながらサポートセンターからの確かな指示を出すことが可能であり、またユーザも機器の上に重畳された情報を見ながら対処することができる。この共同作業は基本的には二次元映像と異常音などの確認のための音響が必要と考えられる。

また、フィールドワークでは、現場における観察対象や採取物の情報を共有し、センターにおいて資料の検索や照合が必要となる。二次元的な映像でも検索・照合は可能であるが、対象物をより多角的に詳細に観察するには、対象物の三次元計測などによる仮想化および仮想化した情報のデータベース化が重要である。また、様々な環境中の音から必要な音だけを抽出する必要があると考えられる。

そして、空間を立体的に利用する知的行動作業では、作業を行う空間そのもののモデル化や、仮想物体の操作・提示、実環境中において重要な音響の抽出や仮想環境における位置に合わせた音響の提示などが必要となる。本研究のインテリアデザインは、これに含まれる。

以上のように遠隔共同作業における共有空間に必要な情報は、二次元映像から、共有する環境や物体の三次元モデル、音響情報と多岐にわたる。本研究では映像を中心に扱ったが、音響情報も実空間に存在する様々な音から必要な音情報だけを抽出したり、共有空間に配置された音源、例えばテレビやオーディオからの音を正しい方向から適切に提示したりする必要がある。このような音響に関する音源分離や音響拡張現実感に関しても、IF グループと協力してインテリアデザインシステムに組み込んでいる。なお、音源分離・音響拡張現実感に関しては 3.4.2 節に詳細を示す。

(4) まとめ

本研究では、装着型計算機ユーザとの遠隔共同作業のコミュニケーションツールとして、現実空間にいる WIPS を装着したユーザと没入型提示装置のユーザが仮想化した現実の環境においてインテリアデザインを行う応用を行った。装着型計算機はいつでもどこでも共同作業を行える携帯型の没入環境共有システムとして利用が可能であり、また、コミュニケーションツールとしての利用方法としては、携帯電話の延長として装着型計算機間での利用も考えられ、さらに幅広い様々な可能性を秘めている。今後、ますますネットワーク環境が整い、ユビキタスコンピューティングが広まるにつれ、個人の利便性だけではなく、音声や映像、三次元仮想物体の共有などコミュニケーション手段としての装着型計算機の利用が重要になると思われる。

3. 3 拡張記憶システム（奈良先端科学技術大学院大学 入出力 IF グループ）

日常生活において、人はあらゆる時刻・場所で記憶活動を行っている。また、人は無意識的に活動することもあり、人が重要な体験をもれなく記憶/記録することは困難である。人の記憶活動の能力を人の意識/無意識によらず計算機によって拡張させる試みがウェアラブルコンピューティングの応用場面として注目を浴びている。ここでは、日常生活で WIPS を用いて体験を記録し後に追憶に利用したり、物忘れや覚え間違い等の問題を自然な形で解決したりする手段を拡張記憶と呼び、拡張記憶を実現するシステムを拡張記憶システムと呼ぶ。

人が物を置いた場所を探したり、次にするべき作業を記憶に留めたり等、時間の浪費を拡張記憶により抑制することで、人はより多くの時間を活用することが可能となる。また、人が過去に生じた事実や判断を再度分析できる機会を拡張記憶により提供することで、現在または将来に発生する行動を適切に計画することが可能になると考えられる。さらに、人と出会ったときに名前を想起できない、以前に出会った体験を想起できないという問題が存在する。人が出会った人の名前を想起させたり、以前に出会った時の体験を想起させたりすることで、コミュニケーションが促進になると期待できる。

拡張記憶を実現するためには、物や人、場所、行動など記憶想起の起点となる場面とその場面における支援戦略の設定が課題となる。記憶想起の起点は、物（What）・人（Who）・場所（Where）・時間（When）・理由（Why）・行動（How）と 5W1H で分類できるが、我々は特に実世界で物理的に関わりの深い、物、人、場所が想起の起点となる場面における記憶想起支援システムを開発した。

(1) モノに関する記憶想起の活動を支援するアプリケーション

① 物探し場面における記憶活動支援

人は実世界に存在する膨大な物の中から、その時々で行う特定のタスクを遂行するために必要な物を選び出している。しかし、その前準備である物探しタスクで時間を浪費することがある。一般のビジネスマンは物探しのために 1 年間に 150 時間もの時間を浪費していると言われていたため、日常生活において物探しを支援する拡張記憶システム

の実現は重要な課題である。そこで我々は、物探しを支援するシステム、I’ m Here!を開発した。ユーザの意識/無意識に関わらずユーザが物を置いた場면을映像として記録し、ユーザが物を探す時、システムがユーザに記録した映像を提示するという方法を採用した。また、実世界でユーザが物体を気軽に登録するために、ユーザが物を見ながらその物を自由に回すことで物体を登録する方式を採用した。



(a) 登録モード

(b) 検索モード

図 3.3.1 I’ m Here! インタフェース

図 3.3.1 は、I’m Here!が持つ登録・観測・検索モードの内、登録モード (a)と検索モード(b)を示したものである。登録モードでは、ユーザ視点を撮影可能なカメラを用いて、ユーザが登録したい物をカメラの前で回転させることで、I’m Here!は物の様々な視点の画像を取得する。I’m Here!は取得した画像を用いて、観察モード時にユーザが把持した物を認識するための物の特徴量を抽出し登録する。これにより、ユーザが最後に把持した時の映像を記録することが可能である。検索モードでは、登録モード時に物と関連付けられた名前をリスト形式でユーザに提示し、ユーザが探したい物を選択することで、システムは観測モード時に記録された映像をユーザに提示する。

我々はユーザが把持した物を簡便かつ高速に抽出可能なウェアラブルカメラ、ObjectCamを開発した(図 3.3.2)。ObjectCam の重量は 390g であり、サイズは 95mm (幅) × 70mm (高さ) × 90mm (奥行き) である。ObjectCam は単眼の C-MOS カメラであり、赤外フィルタを除去している。また、レンズ部の周囲に赤外 LED を配置し、フレーム撮影するごとに赤外光を順次明滅させている。ObjectCam は、時間連続する 2 枚のカラー画像 (図 3.3.3a) から赤外光の明滅差分情報を取得し、距離の二乗に反比例して強度が減衰する光の特性を利用し、カメラから近い場所に存在する物体を抽出する (図 3.3.3b)。



図 3.3.2 ObjectCam 外観

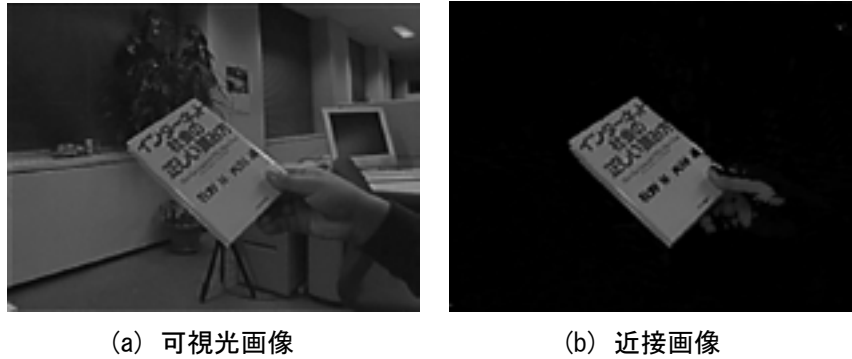


図 3.3.3 近接物体の抽出結果

物探し支援システムがユーザに対し誤った情報を確率的に提供することで、ユーザはシステムから提供される誤った情報をバイアスとして暗黙的に採用してしまい、その後の行動に悪影響を及ぼすことがある。システムがユーザに対して常に正しい情報を提供するならば、ユーザはシステムからの情報を完全に信じて物探しをすることが可能である。しかし、システムがユーザに誤った情報を確率的に提供するとき、ユーザは自身の記憶を信じるべきか、システムから提示された情報を信じるべきかを判断することが困難となる場合がある。特にこれは、ユーザ自身が記憶に自信を持ってないとき顕著となる。I'm Here!を用いた実験では、システムがユーザに誤った情報を提供することで、自身の記憶だけを頼りに物探しをするよりも物探しの効率が大きく低下するという結果となった。これは、システムから情報を提供されたユーザは、その情報の正しさに関わらず、ユーザの意思決定に強い影響を与えていると考えられる。故に、システムが確率的に誤った認識を起こしうる手法を採用する時、誤った情報を提供した場面でユーザへの悪影響を最小化させるような対策を講じる必要があるという知見を得た。

先行する物探し支援システムには、Hide and Seek が存在する。ただし、Hide and Seek では、環境や物に装置を付ける必要があり、システムの導入コストが高い。また、物が音を発することで、ユーザは物の場所を特定できるが、ユーザは異なる場所に置いている物の存在を認知することは困難である。また、川嶋らのエピソード要約システムと比較して、I'm Here!では物の自然な登録方法を提案・開発している。

今後は、ユーザが把持する物を高精度に抽出・認識する必要がある。そのためには、強い外光の影響や、時間や環境が要因となる物の見えの変化に対して物体認識の剛健性を高める必要がある。また、複数の人が扱う物が存在することから、物探し支援システムを実現するためには、複数のユーザ間でデータを共有し、探している物の検索が可能な枠組みが必須となる。本研究で開発した ObjectCam の技術は、ユーザが把持する物体や、ユーザの目前にいる人の抽出・認識を行うことを目的とした小型軽量のウェアラブルカメラを開発する上で大きな刺激となると考えられる。また、物を置いた場所を忘れるという現象は、健常者や認知症患者によらず発生し、物探しは一生の上で無視できないほどの時間を浪費している。そのため、人の人生をより豊かにするという観点から、物探し支援システムが実用化されることによる波及効果は膨大なものであると考えられる。

② 「触れる」 ことによるモノを介した記憶整理支援

我々は、RFID タグリーダを装着したユーザが RFID タグが貼られた/埋め込まれた物体に「触れる」ことで体験を映像として物体に直接封入し整理することが可能な拡張記憶システム、Ubiquitous Memories を開発した。本システムでは、人の認知的特性である符号化特定性原理を利用している。符号化特定性原理とは、2 対の情報が文脈的な関係を持つとき、片側の情報を人に提示することで、人はもう片方の情報を容易に想起できるというものである。本システムは、物体と体験とを関連付けることで想起が容易になるという人の記銘の特性を利用したシステム設計となっている。

本システムでは、5 分類 6 種の操作を採用した。基本的な操作として、映像を物体と関連付ける封入という操作と、物体に関連付けられた映像を参照する開放という操作が存在する。封入という操作ではさらに、現時点からの体験映像を物体と関連付ける操作と現時点までの体験映像を物体と関連付ける 2 種類の操作を用意した。その他、物体と関連付けられた体験映像を消去するための操作を採用した。また、ある物体に関連付けられた体験映像を他の物体にも関連付ける複製という操作を採用した。複製とは別に、ある物体と体験映像との関連付けを解消し他の物体と関連付けを行う移動という操作を採用した。



図 3.3.4 Ubiquitous Memories インタフェース

図 3.3.4 は、Ubiquitous Memories を利用して、机に関連付けられた複数の映像から再生させたい映像（図左）をリスト操作（図右）で選択している様子である。ある物に複数の映像が関連付けられる時、その物にどのような文脈を含む映像が関連付けられているかを予想することは簡単でも、リスト中の文字情報や時刻情報だけでは個々の映像の内容を予測することはユーザにとって困難であった。著者らは、付帯情報よりも、フォーカスされている映像のプレビュー画像を提示する方が効果的であると考えている。

本システムの有効性を評価するため、人が日常的に行う体験の整理・参照方式の性能比較を行った。体験を暗記する、メモする、フォトアルバムとして整理するという 3 条件が他の比較対象であった。実験の結果、Ubiquitous Memories はメモやアルバムとい

った体験の整理・参照方式と類似するという知見を得た。また、Ubiquitous Memories は、他の方式と比較して体験を効率よく整理することが可能であるという結論を得た。

物と情報を関連付ける先行システムとして、国立民族博物館の「ものの広場」が挙げられる。本システムでは、ユーザの実体験を物と関連付けることが重要であると主張し、また物と実体験を実世界で直接関連付けることで体験を整理する効率が上がることを示している。また、暦本らが提唱している、情報世界と実世界の対象物を関連付けることによる対象物を介した情報アクセスのためのシステムと比較すると、本システムが「触れる」行為を主体とし、暦本らのシステムは「見る」行為を主体としているという違いがある。我々は、実世界で情報を整理・参照する方式として「触れる」行為が「見る」行為よりも優れていることを示している。

今後は、人が日常的に生活する空間に存在する物に RFID タグを貼り付けてゆき、実際に体験映像を物と関連付けてゆく長期大規模実験を行うことで、体験映像が関連付けられる物と映像中の体験との関係を分析し、より簡単に体験映像を整理してゆくための技術を検討し、実現させてゆく必要がある。本システムでは、符号化特定性原理という人の認知的特性を利用した設計が行われている。人の認知的特性をシステム設計に導入してシステム動作を簡略化させる考え方は、人が自然に扱えるシステムを開発してゆく過程で重要な意義を持つ。また、本システムが実現することで、人が実世界で体験を整理・参照する新たなメディアとして活用可能になるという点で高い波及効果が得られると考えられる。

(2) ヒトに関する記憶想起の活動を支援するシステム

人は人生で多くの人と出会うが、その人との再会で名前や以前に出会った場所、状況を思い出すことができない場合が存在する。また出会ったときに伝えるべき事柄を思い出せない、そもそも伝えるべきことがあったことを思い出せないといった場面も存在する。日常生活で様々な人と様々な情報を交換する場面で、情報を適切に交換可能とするために、出会う人やその時の状況に適した情報の整理・提示手法が重要となる。我々は、人が社会の中で他者と出会うことで交換される情報の最適化を目指し、実世界で人に関する情報を簡単に登録・管理・更新することが可能であり、他者との出会い履歴に基づいて人に関する情報を動的に提示するシステム、Nice2CU を開発した。図 3.3.5 は、Nice2CU を実際に利用したシナリオを示している。(i) 初めて出会う人がユーザを尋ね、ユーザに名刺を渡す (図 3.3.5a)。ユーザは名刺に貼り付けられた RFID タグを、ユーザが装着した RFID タグリーダを用いてシステムに読み込ませる。(ii) システムは人に関する情報を獲得し、ユーザに名前や趣味を提示する (図 3.3.5b)。同時に、その人を認識するための特徴量を獲得し、目前にいる人を識別することで映像を記録する。(iii) 後日、その人と再会した時、更新された特徴量を用いて人物を識別し、前回記録した映像を提示する (図 3.3.5c)。名前や住所、所属など人に関する情報は長期的にみると幾度となく更新され、またこれらの情報は各人で固有のものであるため、これまでに出会ってきた人々の情報を整理する側の作業コストは膨大なものであった。本研究で

は、情報を更新する側が自身の責任でもって情報を管理・更新し、その人に関する情報を登録する人に最新の情報を発信することで、情報の管理コストを最小限に抑えている。



(a) 名刺手渡し場面

(b) 興味提示場面

(c) 記録映像提示場面

図 3.3.5 Nice2CU 動作の様子

MIT の Choudhury らは実世界でユーザが人との出会いや会話の状態を認識するシステムを被験者に利用させ、被験者同士の間関係を実世界で分析している。しかし、分析した人間関係からユーザへどのようなサービスを行うのかを議論していない。また、ATR でも、実世界で他者とのインタラクション構造を定義し、データの収集・分析を行っている。しかし、人の個人履歴や出会い履歴など、動的に変化する情報の取り扱いまで議論されていない。他に、Philips Research Laboratory や産業技術総合研究所（産総研）などでも、計算機を用いて目前にいる人に関する情報を提供するシステムの開発を行っている。しかし、これらは人の認識を主な課題としているため、実世界で日常席に利用可能なシステムの設計やアプリケーションの可能性まで議論していない。また産総研では、丸テーブルを介した人間関係をつなぐサポートをする装置を開発し、気軽に体験を整理・編集することが可能となっている。しかし、場所や時刻に依存するため、いつでも・どこでも発生する出会いの全てをカバーすることは困難である。

人と出会ったときの映像が長期間蓄積されると、ある人と出会ったときに参照可能な映像の候補は膨大となる。そのため、人と出会ったときの状況に応じて、映像を適切に推薦する技術が必須となる。本研究は、実世界で人に関する情報の登録・管理・更新手法を扱ったものである。実世界でユーザが利用可能なシステムを考える上で、名刺を用いて、個人情報や個人識別情報を登録させるアイデアは導入しやすいものであると考えている。また、日常生活で人の名前や以前出会ったときの体験を想起することは、他者とのコミュニケーションを円滑にするという点で重要であるため、本システムは高い波及効果を持つと考えられる。

(3) バシヨに関する記憶想起の活動を支援するアプリケーション

我々は、ユーザ視点映像を映像検索のクエリとし、過去に記録されたユーザ視点映像の中から現在の映像と類似する風景を記録した区間を検索する機能を持つ Residual Memory を開発した。本システムにより、ユーザは現在地で過去にどのような体験をしたのかを「見る」という操作だけで検索・参照することが可能である。例えば、ある研究室に所属していた学生が大学を卒業する時、その研究室のさまざまな場所で、研究し

てきた体験や友人との談話の体験を思い出すことがある。また、「以前に似た風景を見た」という、いわゆるデジャブの再確認をすることも可能である。本システムによる記憶活動の支援は、具体的な出来事を想起した後に、より詳細を確認するために利用する目的とは異なる。記録・保持・想起の段階で欠落または変質した記憶に対して、「この場所で起きた」、「この風景に似た」というユーザの曖昧な記憶想起の要求に答えることがシステム設計で重要な課題である。



図 3.3.6 ユーザ視点映像をクエリとする映像検索の結果

図 3.3.6 は、ユーザがエレベータホールで Residual Memory を利用している様子を示している。中心にはユーザが現在見ている視線方向の風景が提示されている。また、左上に現在の風景と類似する映像が提示されている。ウェアラブルコンピュータに記録された映像を検索するために、ユーザは検索したい方向に視線を移す。システムはその視線方向に映る像を検索クエリとし、映像の検索を行う。最も類似する像が映像を提示するための閾値を満たさなければ、映像を再生しない代わりにその類似度をレベルメータによる表現でユーザに提示する。ユーザは提示された類似度を参考にしながら視線方向の微調整を行い、閾値を越える類似度を出力するような視線方向を探索する。閾値条件を満たす類似度が一定時間に一定割合を超えると、システムは条件を満たす映像をユーザに提示する。これにより、エレベータホールで誰かと出会ったはずだというユーザの曖昧な要求を基に本システムを利用することで、ユーザはシステムから提示された映像を参照してエレベータホールで誰と出会ったかを気軽に確認することが可能となる。

場所を情報検索のクエリとして利用する研究で、GPS 情報を利用するものがある。しかし、GPS はある絶対的な場所を特定することが可能であるが、「この風景、見たことがある」というように、物理的拘束を受けない類似風景の映像を検索することが困難である。

今後は、風景情報を正確に計測するため、カメラから取得される映像に含まれる運動物体を安定して抽出する技術が重要となる。また、大規模映像記録からユーザが意図する映像を高速に探索する技術の向上が望まれる。本研究で開発した映像の高速探索技術は、大規模映像記録からの映像の高速探索技術を進歩させる基礎となると考えられる。

また、本システムが実現することで、実世界の風景を情報検索のクエリとして利用可能となり、情報過多の社会での情報へのアクセスが容易になるという点で高い波及効果が得られると考えている。

(4) まとめ

従来の拡張記憶研究では、単純な記憶活動に対する支援に限ったシステムの開発が行われてきた。しかし、人は連続的な記憶活動、いわゆる連想によって様々な問題を解決している。我々はこの問題に着目し、拡張記憶システム群を統合する必要性を主張している。単純な記憶想起が無数に存在する一方で、連想のパターンも無数存在するため、システム開発者が事前に全ての可能性を網羅し開発するという状況は現実的ではない。拡張記憶を実現するためには、無数のシステム開発者が独立に存在し、各自が開発した単純な記憶想起支援システムを統合するシステムの実現が重要となる。我々は、拡張記憶システムで提供されるサービスの開発において、支援方法の手順を記述するシナリオ作成者と、デバイス利用やデータ処理、データベース管理の個々の機能を実装するコンポーネント開発者という2種類の開発者の存在を仮定したモデルを提案し、統合システム SARA を開発した。SARA 上では、ユーザに提供されるサービスはデバイス等に非依存である。また、デバイス利用やデータ処理、データベース管理は様々なサービス間でサービスの形態に合わせて自動的に再構築される。我々は、「触れる」ことによるモノを介した記憶整理支援システム Ubiquitous Memories と、ヒトに関する記憶想起の活動を支援するシステム Nice2CU とを SARA システムを用いて統合した。これにより、体験を実世界の物に関連付けるというユーザの明示的行為を利用して、人と出会った時に“お金を借りた”という映像を優先的に再生することが可能となる。

3. 4 入出力インタフェース

(1) ビジョン IF

我々は、主に小型カメラと HMD から構成される**着用型ビジョン**システムを利用したインタフェースの研究・開発を行った。

現在、デスクトップ型の計算機環境においてキーボードとマウスを用いて自由に情報入力するのと同様に、WIPS 環境においてもキーボードやマウスと同様の機能を備えたインタフェースシステムが望まれる。そこで、任意の平面を指でなぞることによってその軌跡データ（文字、記号、図形など）を計算機に入力可能とする**ウェアラブル仮想タブレット**を実現した。このウェアラブル仮想タブレットは、描いた文字・記号を OCR に入力することによりキーボードとして利用でき、指で点をポイント・ドラッグすることによりマウスとしても利用できる。本システムは、類似した従来研究と比較して、日常的に行っている直感的な操作で使用可能、特殊なペンデバイスを必要としない、また一筆書きなどの制約が無い自由入力形式、という長所を備える。

ウェアラブル仮想タブレットを実現するためには、(1)入力平面の決定、(2)指先の検出・追跡、(3)データ入力・非入力状態の判定、(4)HMD への入力済軌跡の重畳表示、と

いう問題を解決しなければならない。以下では、2種類の異なるデバイスによりこれらの機能を実現したシステムをそれぞれ紹介する。

① 赤外線照射カメラによるタブレットシステム

本システムは頭部に装着する赤外照射カメラと HMD により構成され、ユーザが手に持った任意の矩形平面物体（ノート、バインダなど）を入力面と見なす。システムの概観を図 3. 4. 1 に示す。赤外照射カメラを利用すると、赤外光の反射強度に基づいて近接領域（入力面とユーザの手領域）を観測画像中から容易に検出できる。検出した近接領域に対してハフ変換を適用することにより、入力面領域が決定でき、入力面領域内のエッジ領域と指先のシルエットモデルを比較することにより、指先領域が決定できる。

本システムでは、入力・非入力の判定、すなわち指先が入力面に接触しているか否かの判定を、赤外照射画像の輝度値の解析によって行う。指先接触・非接触時における指先周辺の微分画像のヒストグラムを図 3. 4. 3 に示す。輝度値はカメラから観測物体までの距離に影響を受けるため、指先と入力面までの距離に応じてヒストグラムの形状が異なる。この性質を利用することにより、指先の接触・非接触が判定可能となる。

全入力軌跡はバッファに記録され、検出された入力面の姿勢に応じて各観測画像上に再投影することにより、ユーザは継続的に入力軌跡を目視可能となる（図3. 4. 4）。

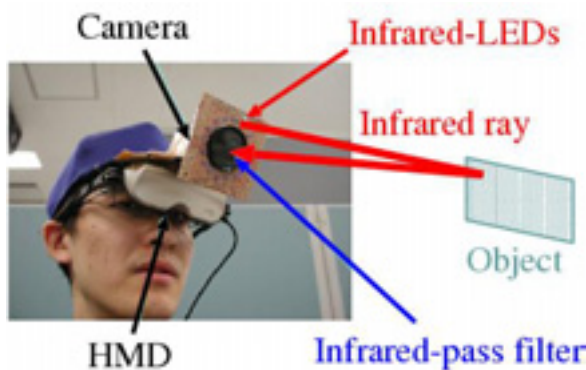


図3. 4. 1 赤外線照射システム

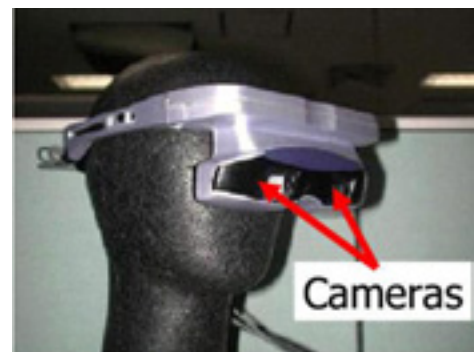


図3. 4. 2 ステレオカメラシステム

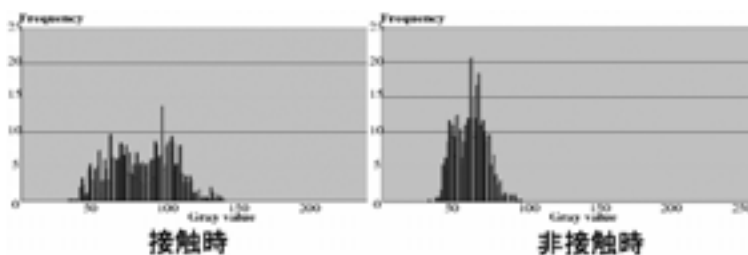


図3. 4. 3 指先周辺の微分ヒストグラム



図3. 4. 4 システム描画結果

② ステレオカメラによるタブレットシステム

上述の赤外照射カメラを利用したシステムは、簡単な処理により指先の運動を解析できるが、赤外線を利用するため日光の下での使用は困難である。そこで、場所や照明に影響されないシステムとして、同様の機能を2眼ステレオステレオカメラによって実現した。システムの概観を図3.4.2に示す。このシステムでは、入力平面と指先の3次元位置・姿勢を逐次推定し、仮想タブレットに必要な機能を実現している。頭部装着可能とするために2台のカメラの視差は非常に短く、通常のステレオ視のみでは表面特徴の無い指先の3次元位置を推定することは難しい。そこで、指形状を擬似円筒にモデル化し、画像からの手指領域復元形状とその指先モデルのマッチングを行うことにより、正確な指先位置の推定を可能とした。また、このシステムでは入力平面上の任意の特徴点を自動的に抽出し、その平面の位置・姿勢を推定することができる。よって、上記赤外線照射型システムのように「入力平面は手に持った矩形物体でなければならない」といった制約はなく、任意の平面への指先接触により軌跡データを入力可能である。HMDに重畳表示された入力結果を図3.4.5に示す。

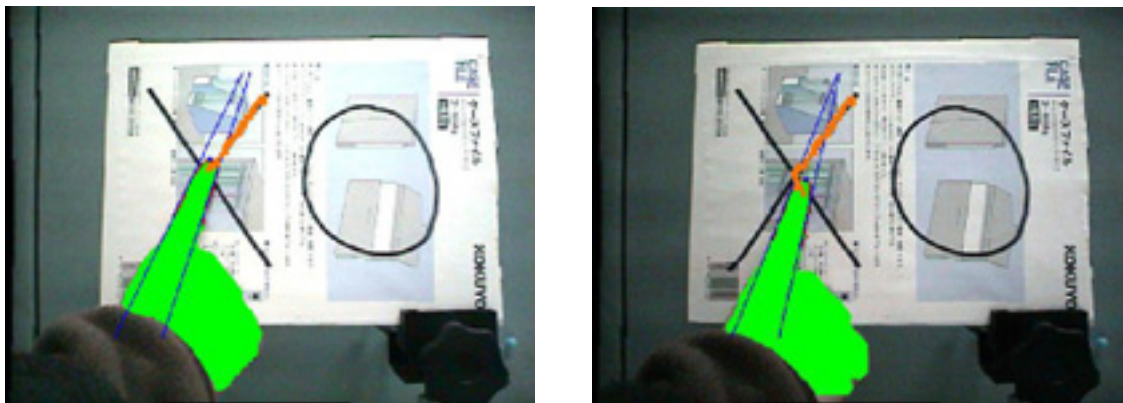


図3.4.5 照明条件の変化する環境下における軌跡の入力結果。緑色の領域が前処理で抽出された手領域全体を示し、橙色の線が入力軌跡を示す。（左）明るい環境（右）暗い環境

(2) 音声・音響インタフェース

ウェアラブルなマン・マシンインタフェースを構築する際、音声入力を利用することで、どこでも誰でも簡便に機器を操作することができると考えられる。よって我々は、音声信号を入力手段とする WIPS 用のインタフェースの構築に関して研究を行った。従来の音声認識技術が、接話マイクの使用を想定し、外乱等のない理想状態のみで稼動することを前提にしていたのに対し、我々は、戸外や雑踏での使用が想定されるウェアラブル環境において、いかに外乱（干渉話者や外来雑音など）に影響されることなく音声コマンド情報を取得するかに重点を置いている。そのため、上記ニーズに基づく新しい要素技術として、ブラインド音源分離を用いたハンズフリー音声入力や、画像・音声マルチモーダル入力と環境適応アルゴリズムを用いた耐雑音音声認識の研究を行った。

また、上記ブラインド音源分離の研究過程において、空間に存在する音響信号の属性情報（音方位や響き感など）を全く失わないロスレスな音響信号分解法を見出した。こ

の発見に基づき、音声入力だけでなく、空間で混合されてしまった音情景をそのまま分解する処理である「ブラインド音情景分解」を新たに提案するに至った。この技術を用いることにより、音バーチャルリアリティ研究の新たな枠組みを提案する形で、現在まで誰も実現したことがなかった音響拡張現実感を実装することが可能となった。以下、各技術内容に関して、詳細に述べる。

① 音声入力・認識インタフェース

音声信号を入力手段とするウェアラブルなインタフェースの構築に関して、以下の技術開発を行った（図 3.4.6 左）。

- 1) 極小規模マイクロホンアレーと**ブラインド音源分離**を用いた低雑音・ハンズフリー音声入力
- 2) 唇画像と音声を統合した**マルチモーダル入力**と**環境適応アルゴリズム**を用いた耐雑音音声認識システム

以下、各研究内容および成果について説明する。

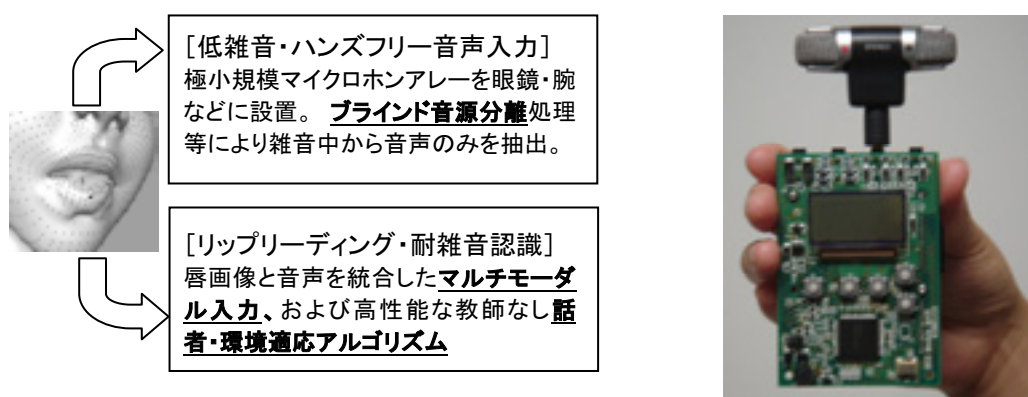


図 3.4.6：ウェアラブル音声入力・認識 IF
（左：研究概要，右：音源分離モジュール）

ウェアラブル極小規模マイクロホンアレー

腕・眼鏡・服などに取り付けられる極小規模マイクロホンアレーを使用し、音声信号とそれに付随する雑音を分離抽出することを目指して研究を行った。具体的な手法としては、各音源を統計的に独立な音情報源とみなし、それらを最も分離するようなフィルタを構成して信号分析を行う ICA（独立成分分析）を導入した。これにより、マイク位置、音源の存在する方位、音響環境（部屋の反射状況など）、発話内容などに関する情報を事前に必要とすることなく、一切の適応化教師信号を利用せずに適応フィルタを構成して各音源を分離することが可能となる。一般にこのような事前情報が不要な音源分離処理は「ブラインド音源分離」と呼ばれる。

本研究においては、4 cm 間隔で配置された 2 素子マイクロホンを用いて研究開発を行った。ここでは、以下の成果が得られている。

- 1) 高速に分離フィルタを収束させるため、死角制御型ビームフォーマと ICA とを射

影・反復させるアルゴリズムを提案した。これにより、従来よりも5倍ほど収束速度が改善され、かつ分離性能が3 dB程度向上した。

- 2) すぐれた音源分離性能を得るため「周波数領域（スペクトル領域）と時間波形領域の2種類の領域で個別にICAを行う多段ICAアルゴリズム」を新たに提案した。これにより、反射等の存在する通常の音響環境にて12 dB以上の音源分離性能を得ることが出来た（これは従来法と比較して5 dB以上の改善に相当する）。
- 3) 上記における音質劣化問題と学習の安定性を両立するため、線形予測処理と多段ICAとを組み合わせた手法を提案した。

これらの技術により、特にフレキシブルな布等に取り付けられた任意配置マイクを用いても、十分な音源分離および干渉雑音抑圧が可能となった。

本研究成果の配布形態に関しては、特に上記(1)で述べた高速ICAアルゴリズムに基づく音源分離ソフトウェア（オフライン型であり数秒の音声をほぼ同等の時間で分離可能）を公開する予定である。本研究成果は学術的にも高く評価されており、多数の受賞（電気通信普及財団賞等）、国内外の音声信号処理会議における多数の招待講演（ICA2004等）を受けるに至っている。次に、本研究に関連する波及効果例を述べる。次節で述べるSIMO-ICAアルゴリズムも含めた提案ICA技術は、神戸製鋼所（株）との協力により、小型のオンライン型ブラインド音源分離モジュール（電池駆動で150 g以下のトランプケース大のDSPモジュール；図3.4.4右）の共同開発へと発展した。現在、このICAモジュールを用いたハンズフリー音声入力・認識機能付き情報通信機器の開発が、携帯電話や家電メーカーの協力のもとに進められている。

マルチモーダル入力と適応を用いた耐雑音認識システム

ウェアラブルな装置を用いた音声入力環境において、雑音や周囲環境に起因する多種多様な音声の変形に対応する頑健な音声認識系を実現するため、以下の研究に取り組んだ。

- 1) 唇画像と音声を統合したバイモーダル音声認識：口の前に極小のカメラを取り付け、そこから得られる唇の画像を認識することで、戸外や工場など音がほとんど取れない環境での音声認識の実現を目指した。まず唇画像のみを用いた認識（リップリーディング）を行い、口の形状を基に定められた音素体系である口形素（Viseme）とHMM（Hidden Markov Model）を用いて、100単語対象として42%の認識率を得た。またこの実験とHMM学習のために、5240単語、22時間からなる大規模な唇画像・音声データベースを収集した。
- 2) 高性能な環境雑音・話者適応アルゴリズム：音響モデルの話者および環境への適応アルゴリズムの改良を行った。任意の一発声と環境雑音のみから適応可能な十分統計量を用いた教師なし話者適応法を用いて、さらに定常雑音抑圧法であるスペクトル減算法を組み合わせることで、居室雑音下(20 dB)における2万語彙のディクテーションの認識率を最終的に46.5%から81.8%に改善できることを示した。またオンラインでの適応を目指してアルゴリズムの高速化を図り、数秒～10数秒の間に音響モデルの再構築が可能であることが示された。

② 音響拡張現実感インタフェース

イヤホンマイク（密閉型のイヤホンの外側に小型のコンデンサマイクロホンが一体化されたもの；図 3. 4. 7）を利用し、外耳道入口付近で観測される音を分解・合成することによって高精度な音響拡張現実感を目指した。従来、音響信号による仮想現実感を実現するものとしては、バイノーラル信号（両耳信号）の再現のみに着目したものが大半である。しかし、従来法は基本的に、計算機内部で生成された仮想的な音源を再現するだけの技術であり「高級なオーディオ」の側面から脱却できていない。更に、仮想音の再生と外部で生じているリアルな音環境とのインタラクションに関しては、ほとんど言及されていない。この理由として、(1)従来の研究枠組みにおいては、仮想音を再生するための装置（イヤホンなど）が外部の現実音を遮断してしまう、(2)イヤホンマイク等を用いて耳元で受信された外部の現実音と仮想音を同時に提示・再生しても、音の場合は画像のようなオクルージョンが生じないため、複数の音響情報がただ混ざり合うだけの無意味なものとなる、(3)現実音を処理し拡張することが困難である、等の問題があった。本研究では、上記問題をブラインド音源分離処理を用いて本質的に解決した。



図 3. 4. 7 製作したイヤホンマイク

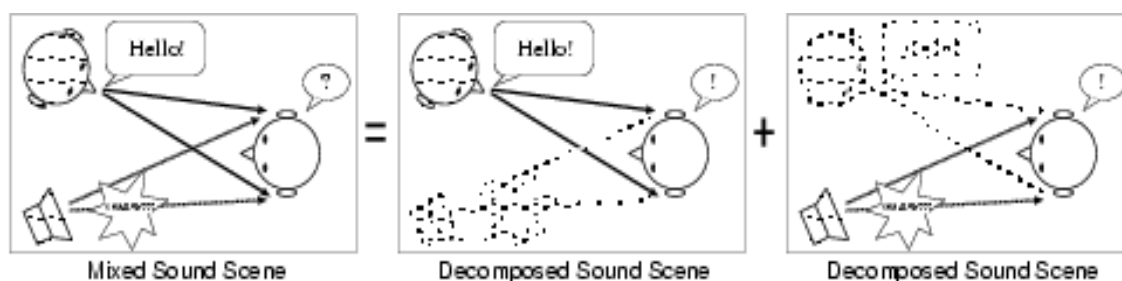


図 3. 4. 8 音情景へ分解する音情景分離処理の例

本研究では、まず、「音空間内に存在する各独立な音源を両耳で受音した信号（図 3. 4. 8）」を「音情景」と定義した。そして、複数台の ICA を適切な拘束条件のもとで並列に用いることにより、モノラル音源信号ではなく、各独立音源の両耳受聴形を得ることができることを見出し、本アルゴリズムを SIMO-ICA と名付けた。なお、これらの音情景の重ね合わせは、もとの両耳受聴混合信号に一致する。よって、SIMO-ICA を用いることにより、他の音情景を一切変化させることなく、特定の音源に起因する音情景のみを削除したり強調したりすることが可能である。また、同様にして、特定の音を仮想的な音へと変形することも容易である。実際にイヤホンマイクを製作し、それによって収録された混合音の情景分解に成功しており、その分離精度は最大で 25 dB であった。また、分解後の各音情景は、聴感的にも十分な精度を保っていることが主観評価試験に

よって示された。

本研究成果の配布形態に関しては、SIMO-ICA アルゴリズムに基づくバイノーラル音分離ソフトウェア（オフライン型）を公開する予定である。また前節にて述べた通り、本研究に関連する波及効果として、提案 ICA 技術は小型ブラインド音源分離モジュールの共同開発へと発展し、特に本提案 SIMO-ICA アルゴリズムの「歪みの少ない」特性に注目した各種情報通信機器への導入が期待されている。

3. 5 プラットフォーム基盤

(1) DB機構（奈良先端科学技術大学院大学 プラットフォーム基盤グループ）

携帯型ディスクは消費電力および耐ショック性を考慮し、デスクトップモデルと比較して回転速度ならびにシーク時間に制約がある。そのため、シーケンシャルアクセスと比較してランダムアクセス性能が著しく劣る。このような性質のデバイス上で、データベース処理に特有な集合演算や、マルチメディア情報の近傍検索等の処理を効率よく行うために、ランダムアクセスを極力減らすためのアクセス最適化が不可欠である。本研究では、データの書き込みには既存の Log-structured File System と同様の追記型記録方式を用いるが、読み込みの際には、携帯型ディスク内のメモリとプロセッサを有効に利用し（図 3.5.1）、ディスク内部で集合指向によるスケジューリングを行うことにより、効率の良いアクセスを可能としている。ディスク内部でのアクセスのスケジューリングには、コマンドキューイング等のオペレーション指向スケジューリングが存在するが、多量のデータアクセスには有効に機能しない。しかしながら、提案した集合指向スケジューリングにより、負荷の高いデータベース処理やマルチメディア情報の近傍検索等を高速化可能である。

ディスク内の計算資源を利用して処理の高速化を目指す研究として、ActiveDisk や Intelligent Disk、自律ディスク等が提案されているが、いずれも I/O ボトルネックを軽減するために簡単な処理をディスク内部で行うものである。しかしながら、本提案手法は、ディスク内の計算資源を利用する点で類似しているものの、物理的なデータの読み出しを集合指向のスケジューリングで高速化するという点で方向性が異なる。

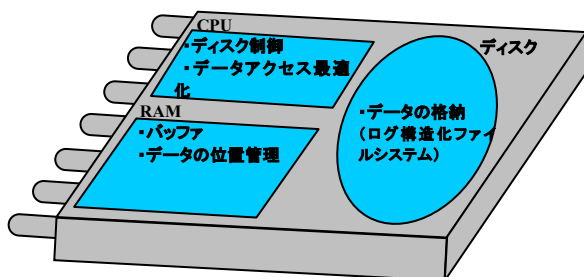


図 3.5.1 提案ディスクドライブのアーキテクチャ

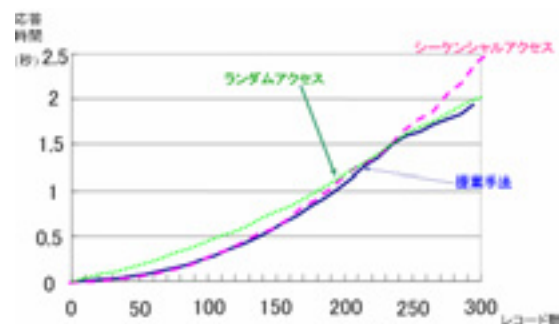


図 3.5.2 ユーザプログラムレベルの集合指向ディスクアクセスの最適化

ディスク内部の計算資源をユーザレベルで制御することは現時点では不可能なため、提案手法の真の性能を示すことができないが、提案手法をユーザレベルのプログラム上で実現しても従来のアクセス方式よりも優れていることを実験により示した(図3.5.2)。この技術をディスク内部で実現すれば、ディスクの物理レベルでの制御が可能となるため、更なるディスクアクセスの効率化が期待できる。

提案する携帯型ディスクのアクセススケジューリング方式は、ウェアラブル計算機用として親和性が良い。例えば、ウェアラブル計算機の利用方法として、蓄積されたデータ集合から、現在ユーザが置かれた状況に適切な情報を検索し提示したり、あるいは、現在の情景と、ユーザが過去に体験し記録した情景の中から類似するものを検索し提示したりすることが挙げられる。前者は集合指向のデータベース演算、後者はマルチメディア情報の近傍検索であり、提案手法が有効に機能する用途である。さらに、ディスクへのデータ書き込みは時系列順にシーケンシャルに行われるため、過去の体験の時系列データに対して、ディスクアクセス性能が最大となるシーケンシャル読み出しを行い、ストリームデータ処理することにより効率的にテンポラルクエリが実現可能である。これは提案手法の二次的な利点である。

本研究を通して得られた技術は、ディスクのファームウェアを変更する必要があり、現段階で完全な実現ができないため、プロジェクトの成果の一つである拡張記憶用のデータベースサブシステムにはユーザレベルプログラムとして実装している。しかしながら、技術の本質部分は複数の学術論文ならびに特許として成果を広く公表している。

携帯型ハードディスクは、低コスト、大容量という性質により、携帯電話、携帯型音楽端末、ビデオカメラ等の民生機器に応用されつつあるが、これらの利用目的は、データベース機能もしくはマルチメディア情報処理の提供である。従って、本提案の利用により、低コスト、大容量という携帯型ハードディスクの性質を生かしつつ、データアクセスの高速性を実現可能であるため、より携帯情報機器の普及の一助となると考えられる。

さらに、今までは接続する計算機や OS ごとにデータの格納方式の互換性が無く、データの変換が必要であったが、携帯型ディスク中に高度なソフトウェア、例えばデータベース管理システムを実装し、高レベルのインタフェースを提供することによりその必要性はなくなる。これにより、ユーザ間でのデータや知識の交換が容易となるであろう。

(2) OS機構（九州大学 プラットフォーム基盤グループ）

WIPS は従来のコンピュータとは違い、常にユーザに装着され、サービスを提供し続けるコンピュータである。そのため WIPS の性質にあった基盤ソフトウェアの開発が必要である。本節では開発した WIPS を支える基盤ソフトウェア技術について報告する。

① 省エネ・省メモリ対策 基盤ソフトウェア

WIPS は常に携帯されるコンピュータであるため、コンピュータ本体は小型、軽量である必要がある。そのため、搭載できる CPU、メモリ、バッテリーなどの資源が制限され、

WIPS 上で動作するソフトウェアは、小さなメモリでも使用でき、性能の低い CPU でも快適に利用でき、省電力を考慮したソフトウェアであることが望ましい。

そこで、本研究ではオペレーティングシステム(OS)の開発効率と性能を両立させた WIPS 向け OS Lambda の研究、開発を行った。Lambda はマイクロカーネル構成の OS で、高性能なプロセス間通信(IPC)機構を持ち、柔軟なメモリ保護の設定ができる OS である。そのため、開発時にはメモリ保護を有効にして開発支援のためにメモリ保護を利用し、開発終了後はメモリ保護を無効にして性能の向上や省資源を目指すことができる。しかし、保護を無効にしても OS の基本機能を提供するシステムサーバやミドルウェアの機能呼び出す際にはオーパヘットの多い IPC を利用せざるを得ない。そこで、モノリシック化手法により、必要のない IPC を関数呼び出しに置換してモノリシックカーネル構造に変換することにより、性能の向上を図った。モノリシックカーネル化手法により、機能呼び出しのオーパヘットを最大 1/10 に削減した。

さらに、音楽や映像データをターゲットとした、省電力データ符号化アルゴリズムを開発した。現在、多くのコンピュータは CMOS 回路で構成されているが、CMOS 回路の消費電力はビット反転数に比例する。CMOS 回路の電力消費を削減するべく、ビット反転数が最小化されるように符号を再割当する問題を、二次整数計画問題として定式化した。大規模な二次整数計画問題を短時間で解析的に解くことはいまだ困難であるため、シミュレーテッドアニーリングを用いてこの二次整数計画問題を解いた。符号再割当の結果、ビット反転数は最大 58%削減された。代表的なビット反転削減手法であるバス反転法併用時もこの符号再割当問題は同じ二次整数計画問題に帰着され、符号再割当によってバス反転法によるビット反転数の削減効果が最大 41.8%向上した。

② コンテキストウェアアプリケーション実装支援

いつでもどこでもユーザの生活を支援する WIPS 上で動作するアプリケーションは、ユーザの状況に応じて動作する、いわゆるコンテキストウェアネスを持つ必要がある。コンテキストとは、人、場所、もの等の状況の特徴付ける、ユーザとアプリケーションとの対話や、ユーザ同士、アプリケーション同士の対話に適切な情報のことである。コンテキスト例としては、ユーザの位置、ユーザの現在のスケジュールなどがある。

コンテキストウェアネスは、生活環境上のサービスや WIPS 搭載デバイスから情報を収集し、それらの情報からコンテキストを推定し、アプリケーションがコンテキストに基づいて振る舞うことで実現される。このようなシステムの実装は複雑であるため、その実装を支援するミドルウェアが必要不可欠である。そこで本研究では、以下の特徴を持つミドルウェア CAMPUS の研究、実装を行った。

1) コンテキストの誤推定防止: WIPS は常にユーザに付随しサービスを提供し続ける。生活環境上のサービスの支援を受けつつ WIPS 上アプリケーションは動作するが、常にアプリケーションが必要とする性質を満たすサービスを受けられるとは限らない。必要な性質を満たさないサービスからの情報を元にコンテキストの推定を行うと、アプリケーションが誤動作する可能性がある。そこで、推定したコンテキストの評価手法の研究、

開発を行った。これは、コンテキストの(精度、誤差等のコンテキスト情報に付随する)メタ情報を評価し、推定されたコンテキストがアプリケーションにとって適切かどうかを評価する手法である。また、コンテキスト推定手法として、ファジィ理論を用いた手法と関係演算を用いた手法を提案し、実装を行った。

2) 高性能、省フットプリント指向実行環境: WIPS は搭載可能なコンピュータ資源が限られているため、ミドルウェアはできるだけ高性能である必要がある。そこで高性能を指向した実行環境の研究、開発を行った。CAMPUS はアプリケーション開発者が定義したルールを基にコンテキストの推定をおこなう。このルールはインタプリタ上で動作するため性能が低い。開発時にルール群を実行可能形式に変換するコンパイラを実装し、実行時の解釈オーバーヘッドを削減することにより性能の向上を図った。また、CAMPUS の機能をコンポーネントに分割し、アプリケーションが必要とする機能のみを実行環境に組み込むことで、省フットプリント化を図った。

3) 情報収集基盤システム: 生活環境上のデバイスからの情報を簡便に利用するための情報収集基盤システムの研究、開発を行った。情報収集基盤システムはタプルスペースとして抽象化し位置透過性を提供する機能を持つ。さらに、タプルスペース機能を用いて集められた情報をもとに、プログラマが与えたルールに基づいてコンテキストを推定する分散ルールシステム機能を提供する。この2つの機能を利用することで、煩雑な情報収集やコンテキストの導出処理の実装がアプリケーションプログラマにとって容易になる。

また、コンテキストウェア実験環境としてユビキタスコンピューティング環境のためのデータソースサーバーの提案、開発を行った。データソースサーバーは、温度、湿度、照度、音圧の環境データをネットワーク経由で WIPS に対して提供するための装置である。アプリケーションが必要とする性質を満たすかどうか確認するために必要な、精度等のメタデータを提供する機能が特徴である。本サーバを用いることで、昨年度までに行ってきた誤動作防止機能、および情報収集基盤システムの実環境における評価実験が可能になった。

4 研究参加者

(1) アプリケーショングループ（拡張現実ナビゲーション，知的共同作業の研究）

氏名	所属	役職	担当する研究項目	参加時期
千原 國宏	奈良先端科学技術大学院大学	教授	知的共同作業支援	平成12年11月～平成18年 3月
横矢 直和	奈良先端科学技術大学院大学	教授	拡張現実ナビゲーション	平成12年11月～平成18年 3月
眞鍋 佳嗣	奈良先端科学技術大学院大学	助教授	共同作業データの生成・統合	平成12年11月～平成18年 3月
井村 誠孝	奈良先端科学技術大学院大学	助手	共同作業空間での仮想物体表示	平成13年 4月～平成18年 3月
安室 喜弘	奈良先端科学技術大学院大学	助手	共同作業空間での仮想物体表示	平成13年 4月～平成18年 3月
神原 誠之	奈良先端科学技術大学院大学	助手	ユーザ位置同定・注釈情報共有	平成12年11月～平成18年 3月
佐々木博史	奈良先端科学技術大学院大学	学生	共同作業空間での仮想物体操作	平成12年11月～平成15年 3月
佐々木博史	神戸大学	助手	仮想物体管理	平成16年 7月～平成18年 3月
南 広一	奈良先端科学技術大学院大学	学生	共同作業空間の構築	平成13年 1月～平成16年 3月
Steve Vallerand	奈良先端科学技術大学院大学	学生	ナビゲーションのための注釈情報生成	平成15年 4月～平成16年 3月
坂田 宗之	奈良先端科学技術大学院大学	学生	共同作業のための位置計測	平成14年 4月～平成17年 3月
石川 悠	奈良先端科学技術大学院大学	学生	共同作業空間での仮想物体操作	平成14年 4月～平成15年 3月
小田島 太郎	奈良先端科学技術大学院大学	学生	拡張現実ナビゲーション	平成14年 4月～平成15年 3月
天目 隆平	奈良先端科学技術大学院大学	学生	ユーザ位置同定	平成14年 4月～平成18年 3月
牧田 幸嗣	奈良先端科学技術大学院大学	学生	注釈情報共有	平成15年 4月～平成16年 3月
佐官 雄介	奈良先端科学技術大学院大学	学生	共同作業空間での仮想物体操作	平成15年 4月～平成16年 3月
土屋 雅信	奈良先端科学技術大学院大学	学生	簡易三次元計測	平成15年 4月～平成16年 3月
藤本 昌宏	奈良先端科学技術大学院大学	学生	共同作業空間での仮想物体操作	平成15年 4月～平成16年 3月
保坂 茂利	奈良先端科学技術大学院大学	学生	共同作業空間の構築	平成15年 4月～平成16年 3月

(2) 入出カインタフェースグループ（拡張記憶アルバム，ビジョン IF，音声 IF の研究）

氏名	所属	役職	担当する研究項目	参加時期
木戸出 正継	奈良先端科学技術大学院大学	教授	統括・ビジョンIF	平成12年11月～平成18年 3月
鹿野 清宏	奈良先端科学技術大学院大学	教授	マルチモーダル音声認識	平成12年11月～平成18年 3月

河野 恭之	奈良先端科学技術 大学院大学	助教授	拡張記憶アルバムIF	平成12年11月～ 平成18年 3月
猿渡 洋	奈良先端科学技術 大学院大学	助教授	音響拡張現実感・マイクロホン アレー	平成12年11月～ 平成18年 3月
松本 吉央	奈良先端科学技術 大学院大学	助教授	着用指向ビジョンIF	平成14年 4月～ 平成18年 3月
浮田 宗伯	奈良先端科学技術 大学院大学	助手	着用指向ビジョンIF	平成13年10月～ 平成18年 3月
李 晃伸	奈良先端科学技術 大学院大学	助手	発声情報抽出・マルチモーダル 音声認識	平成13年 4月～ 平成17年 3月
戸田 智基	奈良先端科学技術 大学院大学	助手	NAM音声関連, 音声認識関連	平成17年 4月～ 平成18年 3月
河村 竜幸	奈良先端科学技術 大学院大学	助手	拡張記憶アルバムIF	平成12年11月～ 平成18年 3月
小林 亮博	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	拡張記憶アルバムIF	平成13年 4月～ 平成17年 3月
近間 正樹	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	着用指向ビジョンIF	平成15年 4月～ 平成16年 3月
上岡 隆宏	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	拡張記憶アルバムIF	平成13年 4月～ 平成17年 3月
西川 剛樹	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	音響拡張現実感・マイクロホン アレー	平成13年 4月～ 平成17年 3月
小枝 正直	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	着用指向ビジョンIF	平成14年 4月～ 平成17年 3月
満上 育久	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	着用指向ビジョンIF	平成14年 4月～ 平成18年 3月
高谷 智哉	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	マイクロホンアレー	平成14年 4月～ 平成18年 3月
村田 賢	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	拡張記憶アルバムIF	平成14年 9月～ 平成18年 3月
宮部 滋樹	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	マイクロホンアレー	平成16年 4月～ 平成18年 3月
森 康光	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	マイクロホンアレー	平成16年10月～ 平成18年 3月
迫立 真吾	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	発声情報抽出	平成17年 4月～ 平成18年 3月
開原 雄介	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	音響拡張現実感	平成17年 4月～ 平成18年 3月
島田 雅之	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	音響拡張現実感	平成17年 4月～ 平成18年 3月
林 一幸	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	音響拡張現実感	平成17年 4月～ 平成18年 3月
Setalaphruk Vachirasuk	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	着用指向ビジョンIF	平成15年 4月～ 平成15年9月
西原 洋平	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	発声情報抽出	平成14年12月～ 平成16年 3月
浅井 達紀	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	音響拡張現実感	平成15年 4月～ 平成16年 3月
阿部 洋志	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	マイクロホンアレー	平成15年 4月～ 平成16年 3月
中村 敬介	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	発声情報抽出・マルチモーダル 音声認識	平成15年 4月～ 平成16年 3月

山丈 浩章	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	音響拡張現実感	平成15年 4月～ 平成16年 3月
Florian Schorrad	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	着用指向ビジョンIF	平成15年11月～ 平成16年 3月
立蔵 洋介	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	音響拡張現実感アルゴリズム	平成12年11月～ 平成14年12月
西村 竜一	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	音声DB及びツールの整備	平成12年11月～ 平成15年 3月
怡土 順一	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	ユビキタスカメラシステム	平成14年 4月～ 平成15年 3月
榊原 章仁	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	ユビキタスカメラシステム	平成14年 4月～ 平成15年 3月
松原 利之	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	拡張記憶アルバムIF	平成14年 4月～ 平成15年 3月
加藤 秀和	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	音声DB整備及び評価	平成14年 4月～ 平成15年 3月
白石 達也	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	音声DB整備及び評価	平成14年 4月～ 平成15年 3月
山出 慎吾	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	雑音環境下での音声認識	平成14年 4月～ 平成15年 3月
雛元 洋一	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	マイクロホンアレー	平成14年 4月～ 平成15年 3月
鈴木 征一郎	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	ユビキタスカメラシステム	平成14年 9月～ 平成15年 3月
小野 智久	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	着用指向ビジョンIF	平成16年 4月～ 平成17年 3月
木内 豊	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	拡張記憶アルバムIF	平成16年 4月～ 平成17年 3月
鶴飼 訓史	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	マイクロホンアレー	平成16年 4月～ 平成17年 3月
小原 幸智子	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	音響拡張現実感	平成16年 4月～ 平成17年 3月
東 剛生	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	非可聴ささやき音声の再現	平成16年 4月～ 平成17年 3月
山田 真	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	発生情報抽出	平成16年 4月～ 平成17年 3月
小枝 正直	立命館大学	講師	着用指向ビジョンIF	平成17年 7月～ 平成18年 3月

(3) プラットフォーム基盤グループ（データベース機構、OS 機構の研究）

氏名	所属	役職	担当する研究項目	参加時期
宮崎 純	奈良先端科学技術 大学院大学	助教授	メタデータベース	平成15年 4月～ 平成18年 3月
天笠 俊之	奈良先端科学技術 大学院大学	助手	情報配信	平成12年11月～ 平成17年 3月
波多野賢治	奈良先端科学技術 大学院大学	助手	データ交換	平成12年11月～ 平成18年 3月
中島 伸介	奈良先端科学技術 大学院大学	助手	情報配信	平成17年 4月～ 平成18年 3月

鈴木 優	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	データ交換	平成12年11月～ 平成16年 3月
Dao Dinh Kha	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	データ交換	平成12年11月～ 平成16年 3月
Sadat Fatiha	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	データマイニング	平成12年11月～ 平成15年 3月
福原 知宏	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	情報フィルタリング	平成13年 4月～ 平成15年 3月
江田 毅晴	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	情報フィルタリング	平成14年 4月～ 平成15年 3月
兵 清弘	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	映像の索引機構	平成14年 4月～ 平成15年 3月
杉山 一成	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	データ交換	平成13年 4月～ 平成16年 3月
木村 文則	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	メタデータベース	平成13年 4月～ 平成16年 3月
羅 勇	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	省電力メモリ管理	平成13年 4月～ 平成16年 3月
的野 晃整	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	情報配信	平成14年 4月～ 平成17年 3
越田 高志	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	メタデータベース	平成15年 4月～ 平成16年 3月
花川賢治	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	データ交換	平成14年 4月～ 平成16年 3月
小野 とも子	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	情報配信	平成15年 4月～ 平成16年 3月
小野田 英樹	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	データ交換	平成15年 4月～ 平成16年 3月
佐保田 圭介	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	データ交換	平成15年 4月～ 平成16年 3月
中尾 伸章	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	メタデータベース	平成16年 4月～ 平成17年 3月
藤原 勤	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	メタデータベース	平成16年 4月～ 平成18年 3月
栗田 裕人	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	モバイルデータベース	平成17年 4月～ 平成18年 3月
浜野 泰男	奈良先端科学技術 大学院大学	学生	モバイルデータベース	平成17年 4月～ 平成18年 3月
福田 晃	九州大学	教授	コンテキストウェアミドル ウェア、コンテキストモデル	平成12年11月～ 平成18年 3月
中西 恒夫	九州大学	助教授	コンテキストモデル	平成12年11月～ 平成18年 3月
北須賀 輝明	九州大学	助手	コンテキストモデル	平成13年10月～ 平成18年 3月
久住 憲嗣	九州大学	研究員	コンテキストウェアミドル ウェア	平成12年11月～ 平成18年 3月
森若 和雄	九州大学	学生	コンテキストモデル	平成12年11月～ 平成18年 3月

島田 秀輝	九州大学	学生	コンテキストアウェアミドルウェア	平成15年 4月～平成16年 3月
中野 真樹	九州大学	学生	コンテキストアウェアミドルウェア	平成16年 4月～平成18年 3月
中村 知成	九州大学	学生	コンテキストアウェアミドルウェア	平成17年 7月～平成18年 3月
矢野 健太郎	九州大学	学生	コンテキストアウェアミドルウェア	平成17年 7月～平成18年 3月
吉川 正俊	名古屋大学	教授	XML索引構造	平成12年11月～平成18年 3月
清水 敏之	名古屋大学	学生	XML索引構造	平成16年 4月～平成18年 3月
藤本 圭	名古屋大学	学生	XML索引構造	平成16年 4月～平成18年 3月
北川 直毅	名古屋大学	学生	XML索引構造	平成16年 4月～平成18年 3月
陳 明強	名古屋大学	学生	XML索引構造	平成16年 4月～平成18年 3月
井ノ口 伸人	名古屋大学	学生	XML索引構造	平成17年 4月～平成18年 3月
寺田 憲正	名古屋大学	学生	XML索引構造	平成17年 4月～平成18年 3月
森 康弘	名古屋大学	学生	XML索引構造	平成16年 4月～平成17年 3月
前田 亮	立命館大学	助教授	データ交換	平成14年 4月～平成18年 3月
増永 良文	お茶水女子大学	教授	情報組織化	平成14年 4月～平成16年 3月
石黒 玲	お茶水女子大学	学生	情報組織化	平成15年 4月～平成16年 3月
上田 道	お茶水女子大学	学生	情報組織化	平成15年 4月～平成16年 3月
佐藤 有紀子	お茶水女子大学	学生	情報組織化	平成15年 4月～平成16年 3月
佐藤 玲奈	お茶水女子大学	学生	情報組織化	平成15年 4月～平成16年 3月
平尾 智也	九州大学大学院	学生	省電力メモリ管理	平成14年 4月～平成15年 3月
渡邊 正裕	国立特殊教育総合研究所	学生	ウェアラブルデータベースシステム	平成14年 4月～平成15年 3月
石川 正敏	島根県立大学	学生	映像の索引機構	平成14年 4月～平成15年 3月

5 成果発表等

5. 1 論文発表

(1) 論文発表 (国内 21 件, 海外 13 件)

- 1.Y. Tatekura, H. Saruwatari and K. Shikano, "An Iterative Inverse Filter Design Method for the Multichannel Sound Field Reproduction System 1", IEICE Trans. Fundamentals, Vol.E84-A, No.4, pp.991-998, 2001.4
- 2.T. Kuroda, W. Makari, Y. Manabe, K. Chihara, "Transformation of Signing Avatar to Fit User's Figure", Moroccan Journal of Control Computer Science and Signal Processing, Vol.III, No.1, 2002.10
- 3.S. Fatiha, A. Maeda, M. Yoshikawa, S. Uemura, "Exploiting and Combining Multiple Resources for Query Expansion in Cross-Language Information Retrieval", 情報処理学会論文誌: データベース, Vol.43, No.SIG9 (TOD15), pp.39-54, 2002.9
- 4.T. Nishikawa, H. Saruwatari, K. Shikano, "Blind Source Separation of Acoustic Signals Based on Multistage ICA Combining Frequency-Domain ICA and Time-Domain ICA", IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol. E86-A, No. 4, pp.846-858, 2003.4
- 5.T. Nishikawa, H. Saruwatari, K. Shikano, "Stable Learning Algorithm for Blind Separation of Temporally Correlated Acoustic Signals Combining Multistage ICA and Linear Prediction", IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol. E86-A, No. 8, pp.2028-2036, 2003.8
- 6.S. Vallerand, M. Kanbara, N. Yokoya, "Three Point Based Registration for Binocular Augmented Reality", Proc. IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E87-D, No.6, pp.1554-1565, 2004.6
- 7.T. Takatani, T. Nishikawa, H. Saruwatari, K. Shikano, "Hight-Fidelity Blind Separation of Acoustic Signals Using SIMO-Model-Based Independent Component Analysis", IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol.E87-A, No.8, pp.2063-2072, 2004.8
- 8.T. Nishikawa, H. Abe, H. Saruwatari, K. Shikano, "Overdetermined Blind Separation for Real Convolutional Mixtures of Speech Based on Multistage ICA Using Subarray Processing", IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol.E87-A, No.8, pp.1924-1932, 2004.8
- 9.S. Ukai, T. Takatani, H. Saruwatari, K. Shikano, R. Mukai, H. Sawada, "Multistage SIMO-Model-Based Blind Source Separation Combining Frequency-Domain ICA and Time-Domain ICA", IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol.E88-A, No.3, pp.642-650, 2005.3
- 10.T. Asai, H. Saruwatari, K. Shikano, "Interface for Barge-in Free Spoken Dialogue System Combining Adaptive Sound Field Control and Microphone Array", IEICE Trans. Fundamentals, Vol.E88-A, No.6, pp.1613-1618, 2005.6
- 11.T. Takatani, S. Ukai, T. Nishikawa, H. Saruwatari, K. Shikano, "A Self-Generator Method for Initial Filters of SIMO-ICA Applied to Blind Separation of Binaural Sound Mixtures", IEICE Trans. Fundamentals, Vol.E88-A, No.7, pp.1673-1682, 2005.7
- 12.H. Saruwatari, H. Yamajo, T. Takatani, T. Nishikawa, K. Shikano, "Blind Separation and Deconvolution for Convolutional Mixture of Speech Combining SIMO-Model-Based ICA and Multichannel Inverse Filtering", IEICE Trans. Fundamentals, Vol.E88-A, No.9, pp.2387-2400, 2005.9
- 13.H. Saruwatari, T. Kawamura, T. Nishikawa, A. Lee, K. Shikano, "Blind Source Separation Based on a Fast-Convergence Algorithm Combining ICA and Beamforming", IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, Vol.14, No.2, 2006.3
- 14.佐藤 哲, 岩佐英彦, 竹村治雄, 横矢直和, "高速シンプレクティック・レイトレーシング: 入れ子宇宙の可視化", 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.10, pp.2392-2402, 2001.10

- 15.黒田知宏, 村上満佳子, 田畑慶人, “VR の福祉応用の現状”, 医療情報学 Vol.21, No.5, pp.341-347, 2001.12
- 16.久住憲嗣, 北須賀輝明, 中西恒夫, 福田 晃, “自動モノリシック化機構を持つ組込み向けマイクロカーネル構成オペレーティングシステム”, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No. 6, pp.1725-1734, 2002.6
- 17.南 広一, Tomi Korpiä, 黒田知宏, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “分散デザイン作業支援のための空間管理手法”, ヒューマンインタフェース学会・論文誌, Vol.4, No.3, pp.159-166, 2002.8
- 18.佐々木博史, 黒田知宏, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “「てのひらめにゅう」: ウェアラブルコンピュータ用入力インタフェース”日本バーチャルリアリティ学会論文誌 TVRSF, Vol.7, No.3, pp.393-402, 2002.9
- 19.安室喜弘, 小島佳幸, 黒田知宏, 井村誠孝, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “Clip-Interface: ウェアラブルPC による 3 次元作業空間インタフェースの提案”日本バーチャルリアリティ学会論文誌, TVRSF, Vol.7, No.3, pp.313-322, 2002.9
- 20.村上満佳子, 立石敏隆, 井村誠孝, 安室喜弘, 黒田知宏, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “視覚障害者のための状況推定を導入した電子白杖の構築”, システム制御情報学会論文誌, Vol.16, No.6, pp.287-294, 2003.6
- 21.坂田宗之, 安室喜弘, 井村誠孝, 眞鍋佳嗣, 大城 理, 千原國, “ALTAIR: アクティブ IR タグを用いた複数ユーザ位置同定システム”, 電気学会論文誌 E, Vol.123, No.8, pp.279-284, 2003.8
- 22.安室喜弘, 石川 悠, 井村誠孝, 南 広一, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “立体マーカを用いた実空間における仮想物体の調和的表現月～インタラクティブ MR インテリアデザイン月～”, 映像情報メディア学会誌, Vol.57, No.10, pp.1307-1313, 2003.10
- 23.小田島太郎, 神原誠之, 横矢直和, “拡張現実感技術を用いた屋外型ウェアラブル注釈提示システム”, 画像電子学会誌, Vol.32, No.6, pp.832-840, 2003.11
- 24.浮田宗伯, 寺部亮紘, 木戸出正継, “ウェアラブル仮想タブレット: 赤外線照射カメラを利用した指先入力インタフェース”, 情報処理学会論文誌, Vol.45, No.3, pp.977-990, 2004.3
- 25.小枝正直, 鈴木征一郎, 松本吉央, 小笠原司, “ステレオカメラを用いた頭部位置・姿勢計測とレーザレンジファインダを用いた自己位置・姿勢計測の拡張現実感への応用”, 計測自動制御学会論文集, vol.40, No.7, pp.755-761, 2004.7
- 26.上岡隆宏, 河村竜幸, 河野恭之, 木戸出正継, “I'm Here!: 物探しを効率化するウェアラブルシステム”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.6, No.3, pp.275-285, 2004.8
- 27.藤本昌宏, 井村誠孝, 安室喜弘, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “AirGrabber: 小型カメラと傾斜センサを用いたバーチャルキーボード”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, TVRS, Vol.9, No.4, pp.413-422, 2004.12
- 28.河村竜幸, 福原知宏, 村田 賢, 武田英明, 河野恭之, 木戸出正継, “対象物に「触れる」行為と記憶の偏在化による日常記憶支援”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J88-D-I, No.7, pp.1143-1155, 2005.7
- 29.美崎薫, 河野恭之, “住宅内部での個人体験の常時受動閲覧による人の記憶の拡張”, 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.7, pp.1637-1645, 2005.7
- 30.中里祐介, 神原誠之, 横矢直和, “ウェアラブル拡張現実感のための不可視マーカと赤外線カメラを用いた位置・姿勢推定”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 第 10 巻, 第 3 号, pp.295-304, 2005.9
- 31.天目隆平, 神原誠之, 横矢直和, “ウェアラブル拡張現実感システムのための注目オブジェクトへの直感的な注釈提示手法”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 第 10 巻, 第 3 号, pp.305-312, 2005.9
- 32.浦谷謙吾, 高田大輔, 小川剛史, 町田貴史, 清川 清, 竹村治雄, “拡張現実環境における奥行きを考慮した注釈提示手法の評価”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.10, No.3, pp.343-352, 2005.9

33. 小枝正直, 松本吉央, 小笠原 司, “小型無人ヘリコプタを用いた拡張現実感による被災者捜索支援システム”, 計測自動制御学会論文集, Vol.41, No.12, 2005.12
34. 前田真希, 小川剛史, 清川 清, 竹村治雄, “ウェアラブル拡張現実感のための赤外マーカのステレオ計測と姿勢センサを用いた位置・姿勢推定”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.10, No.4, 2005.12

(2) 著作物

1. T. Kawamura, T. Ueoka, Y. Kono, M. Kidode, “Wearable and Ubiquitous video Data Management for Computational Augmentation of Human Memory”, Video Data Management and Information Retrieval, pp.33-76, IRM Press, ISBN 1-59140-571-8 2004, 2004.12

(3) 解説・その他

1. 羅勇, 天笠俊之, 吉川正俊, 植村俊亮, “地理情報の詳細度を考慮した移動オブジェクト群への情報配信”, 日本データベース学会 letters, DBSJ Letters, Vol.2, No.1, pp.7-10, 2003.5
2. 浮田宗伯, 木戸出正継, “ウェアラブルコンピュータ”, 電子情報通信学会誌, Vol.86, No.6, pp.434-436, 2003.6
3. 浮田宗伯, 木戸出正継, “ウェアラブルカメラの役割と展望：常時着用型カメラを用いた日常生活における知的情報活動支援”, 画像ラボ, Vol.14, No.11, pp.1-4, 2003.11
4. 河野恭之, “アイ・サイ問答教室「コンピュータを着るって何？」”, システム制御情報学会誌, Vol.47, No.11, pp. 547-548, 2003.11
5. 木戸出正継, “ウェアラブルで日常生活はどう変わるのか?”, ネイチャーインタフェイス, No.20, pp. 18-21, 2004. 4
6. 天目隆平, “測量 奈良時代の平城宮の情景を観光するーモバイル型観光案内システム「平城宮跡ナビ」ー”, 測量, Vol.55, No.5, pp.44-45, 2005.5
7. 河野恭之, “拡張記憶インタフェース. 日本バーチャルリアリティ学会誌,” Vol.10, No.2, 特集「ユビキタスと VR」解説記事, pp. 72-76, 2005.6

5. 2 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表） （国内 215 件, 海外 150 件）

1. M. Kanbara, H. Fujii, H. Takemura and N. Yokoya, “A Stereo Vision-based Mixed Reality System with Natural Feature Point Tracking”, Proc. 2nd International Symposium on Mixed Reality (ISMR2001), pp.56-63, 2001.3
2. M. Kanbara, H. Fujii, H. Takemura and N. Yokoya, “Whack Them Out! – A Whack-a-Mole Game Using Video See-through MR”, Proc. 2nd International Symposium on Mixed Reality (ISMR2001), p.198, 2001.3
3. K. Minami, T. Korpipaa, T. Kuroda, Y. Manabe and K. Chihara, “An Interior Design System on Shared AR Space – A Lock-free Communication Protocol for Smooth Interaction –”, Proc. 2nd International Symposium on Mixed Reality (ISMR2001), pp.137-138, 2001.3
4. D. K. Kha, M. Yoshikawa and S. Uemura, “An XML Indexing Structure with Relative Region Coordinate”, Proc. 17th IEEE International Conference on Data Engineering (ICDE2001), pp.313-320, 2001.4
5. Y. Morinaka, M. Yoshikawa, T. Amagasa and S. Uemura, “The L-Index: An Indexing Structure for Efficient Subsequence Matching in Time Sequence Databases”, Proc. 5th Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD 2001), pp.51-60, 2001.4
6. Y. Suzuki, K. Hatano, M. Yoshikawa and S. Uemura, “A Unified Retrieval Method of Multimedia Documents”, Proc. 7th International Conference on Database Systems for Advanced Applications (DASFAA 2001), pp.166-167, 2001.4

7. T. Amagasa, M. Yoshikawa and S. Uemura, “Realizing Temporal XML Repositories using Temporal Relational Databases”, Proc. 3rd International Symposium on Cooperative Database Systems for Advanced Applications (CODAS'2001), pp.63-67, 2001.4
8. T. Kuroda, W. Makari, Y. Manabe and K. Chihara, “Transformation of Signing Avatar to Fit User's Figure”, Proc. International Conference on Image and Signal Processing 2001, pp.161-167 2001.5
9. A. Lee, T. Kawahara and K. Shikano, “Gaussian Mixture Selection Using Context-Independent HMM”, Proc. IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing 2001, pp.69-72, 2001.5
10. H. Sasaki, T. Kuroda, Y. Manabe and K. Chihara, “Hand-Area Extraction by Sensor Fusion Using Two Cameras for Input Interface of Wearable Computers”, Proc. 12th Scandinavian Conference on Image Analysis, pp.779-784, 2001.6
11. K. Minami, T. Korpipaa, T. Shuzui, T. Kuroda, Y. Manabe and K. Chihara, “Collaborative Work Support on Networked Heterogeneous Platforms – Shared Augmented Interior Design Space –”, Proc. 9th International Conference on Human Computer Interaction, Vol.1, pp.524-527, 2001.8
12. T. Kuroda, Y. Tabata, M. Murakami, Y. Manabe and K. Chihara, “Sign Language Digitization and Animation”, Proc. 9th International Conference on Human Computer Interaction, Vol.3, pp.363-366, 2001.8
13. T. Sato, H. Takemura and N. Yokoya, “Symplectic Ray Tracing: Ray Tracing with Hamiltonian Dynamics in Black-Hole Spacetime”, Proc. 25th International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (SIGGRAPH 2001), p.267, 2001.8
14. F. Sadat, A. Maeda, M. Yoshikawa and S. Uemura, “Cross-Language Information Retrieval via Dictionary-based and Statistics-based Methods”, Proc. 2001 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing (PACRIM'01), Vol. II, pp.595-598, 2001.8
15. M. Yamada, A. Baba, S. Yoshizawa, Y. Mera, A. Lee, H. Saruwatari and K. Shikano, “Unsupervised Noisy Environment Adaptation Algorithm Using MLLR and Speaker Selection”, Proc. 7th European Conference on Speech Communication and Technology, pp.869-872, 2001.9
16. A. Lee, T. Kawahara and K. Shikano, “Julius – an Open Source Real-Time Large Vocabulary Recognition Engine”, Proc. 7th European Conference on Speech Communication and Technology, pp.1691-1694, 2001.9
17. R. Nishimura, K. Komatsu, Y. Kuroda, K. Nagatomo, A. Lee, H. Saruwatari and K. Shikano, “Automatic N-gram Language Model Creation from Web Resources”, Proc. 7th European Conference on Speech Communication and Technology, pp.2127-2130, 2001.9
18. Y. Kojima, Y. Yasumuro, H. Sasaki, I. Kanaya, O. Oshiro, T. Kuroda, Y. Manabe and K. Chihara, “Hand Manipulation of Virtual Objects in Wearable Augmented Reality”, Proc. 7th International Conference on Virtual Systems and MultiMedia (VSMM2001), pp. 463-469, 2001.10
19. T. Kawamura, Y. Kono and M. Kidode, “A Novel Video Retrieval Method to Support a User's Recollection of Past Events Aiming for Wearable Information Playing”, Proc. 2nd IEEE Pacific-Rim Conference on Multimedia (PCM2001), pp.24-31, 2001.10
20. M. Kanbara, N. Yokoya and H. Takemura, “Stereo Vision-based Augmented Reality Registration with Extendible Tracking of Markers and Natural Features”, Proc. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR2001) CD-ROM, 2001.12
21. K. Moriwaka, T. Kitasuka, T. Nakanishi and A. Fukuda, “Size Reduction of Multi-Purpose Operating Systems by Restricting APIs”, Proc. ISATED International Conference on Applied Informatics, International Symposium on Software Engineering, Databases, and Applications, pp.103-107, 2002.2
22. T. Amagasa, T. Ueda, M. Yoshikawa, S. Uemura, “Digest Creation of Video Data Recorded by Wearable Cameras Using Locational and Geographical Information” Proc. 1st International Workshop on Wireless Information Systems, pp.94-105, 2002.4

23. Y. Suzuki, M. Takano, K. Hatano, M. Yoshikawa, S. Uemura, "Extraction and Integration of XML Document Features on Wireless Environment", Proc. 1st International Workshop on Wireless Information Systems, pp.82-93, 2002.4
24. K. Minami, T. Korpipaa, M. Imura, Y. Yasumuro, Y. Manabe, K. Chihara, "A Distributed MR Transporter for Networked Collaboration", Proc. International Workshop on Entertainment Computing 2002, 2002. 5
25. S. Fatiha, A. Maeda, M. Yoshikawa, S. Uemura, "Statistical Query Disambiguation, Translation and Expansion in Cross-Language Information Retrieval", Proc. Workshop at the Third International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC2002), Using Semantics for Information Retrieval and Filtering State of the Art and Future Research, 2002.6
26. S. Fatiha, "Cross-Language Information Retrieval via Hybrid Combination of Query Expansion Techniques", Proc. Student Research Workshop, Demonstration Abstracts, and Tutorial Abstracts, ACL-02, Companion Volume to the Proceedings of the Conference, pp.48-53, 2002.7
27. T. Nishikawa, H. Saruwatari, K. Shikano, "Comparison of Time-Domain ICA, Frequency-Domain ICA and Multistage ICA for Blind Source Separation", Proc. XI European Signal Processing Conference, Vol.II/III, pp. 15-18, 2002.9
28. M. Koeda, Y. Matsumoto, T. Ogasawara, "Development of an Immersive Teleoperating System for Unmanned Helicopter", Proc. 2002 IEEE Int. Workshop on Robot and Human Interactive Communication, pp.47-52, 2002.9
29. T. Kuroda, H. Sasaki, T. Tateishi, K. Maeda, Y. Yasumuro, Y. Manabe, K. Chihara, "Walking Aids Based on Wearable/ubiquitous Computing - Aiming at Pedestrian's Intelligent Transport Systems", Proc. 4th International Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technologies, pp.117-122, 2002.9
30. K. Hatano, H. Kinutani, M. Yoshikawa, S. Uemura, "Information Retrieval System for XML Documents", Proc. 13th International Conference, DEXA 2002, Database and Expert Systems Applications, pp.758-767, 2002.9
31. T. Amagasa, T. Ueda, M. Yoshikawa, S. Uemura, "A System for Retrieval and Digest Creation of Video Data Based on Geographic Objects", Proc. 13th International Conference, DEXA 2002, Database and Expert Systems Applications, pp.768-778, 2002.9
32. S. Fatiha, A. Maeda, M. Yoshikawa, S. Uemura, "A Combined Statistical Query Term Disambiguation in Cross-Language Information Retrieval", Proc. Third International Workshop on Database and Expert Systems Applications, DEXA2002, pp.251-255, 2002.9
33. F. Fatiha, M. Yoshikawa, S. Uemura, "Exploiting Thesauri and Hierarchical Categories in Cross-Language Information Retrieval", Proc. 5th International Conference, TSD 2002, Text, Speech and Dialogue, pp.139-146, 2002.9
34. Y. Suzuki, K. Hatano, S. Uemura, "A Calculation Method of Document Scores for Multimedia Document Retrieval", Proc. IASTED International Conference, Information Systems and Databases, pp.178-183, 2002.9
35. N. Ukita, A. Terabe, Y. Kono, M. Kidode, "Wearable Virtual Tablet: Fingertip Drawing Interface Using an Active-Infrared Camera", Proc. IAPR Workshop on Machine Vision Applications 2002, pp.98-101, 2002.12
36. T. Kawamura, N. Ukita, Y. Kono, M. Kidode, "HsSIM: a Hybrid-space Image Matching Method for High Speed Location-based Video Retrieval on a Wearable Computer", Proc. IAPR Workshop on Machine Vision Applications 2002, pp.94-97, 2002. 12
37. M. Sakata, Y. Yasumuro, M. Imura, Y. Manabe, K. Chihara, "A Location Awareness System Using Wide-Angle Camera and Active IR-Tag", Proc. IAPR Workshop on Machine Vision Applications 2002, pp.522-525, 2002.12
38. M. Koeda, Y. Matsumoto, T. Ogasawara, "Development of an Immersive Teleoperating System for Unmanned Helicopter", Proc. IAPR Workshop on Machine Vision Applications 2002, pp.220-223, 2002.12

39. C. Faisstnauer, D. W. Rieken, K. Chihara, “Development of Unmanned Robotic Vehicles base on the Three-Wing Planform Technology”, CD-ROM of International Technical Conference on Unmanned Vehicle System Technology, 2002.12
40. C. Faisstnauer, C. W. Rieken, K. Chihara, “Advantages of the Three-Wing Circular Planform Body in the Construction of Unmanned Autonomous Vehicles”, CD-ROM of International Technical Conference on Unmanned Vehicle System Technology, 2002.12
41. H. Kinutani, K. Hatano, M. Watanabe, M. Yoshiakwa, S. Uemura, “An Appropriate Unit of Target Partial Documents for XML Document Retrieval”, Proc. INEX 2002 Workshop, 2002.12
42. R. Tenmoku, M. Kanbara, N. Yokoya, “A Wearable Augmented Reality System Using an IrDA Device and a Passometer”, Proc. IS&T/SPIE's15th Annual Symposium Electronic Imaging Science and Technology, 2003.1
43. K. Hisazumi, T. Nakanishi, T. Kitasuka and A. Fukuda, “Campus: A Context-Aware Middleware Dealing with Context Quality in a Unifo”, Proc. 6th Joint Workshop on System Development, 2003.4
44. T. Nishikawa, H. Saruwatari, K. Shikano, “Stable Learning Algorithm for Low-Distortion Blind Separation of Real Speech Mixture Combining Multistage ICA and Linear Prediction”, Proc. ISCA Tutorial and Research Workshop on Non-Linear Speech Processing (NOLISP2003), pp.31-34, 2003.5
45. K. Fujiwara, T. Kuroda, “Description Method of Surgical Operation for Intra-operative Support”, Proc. 10th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2003), pp. 217-218, 2003.6
46. M. Maeda, T. Ogawa, T. Machida, K. Kiyokawa, H. Takemura, “Indoor Localization and Navigation Using IR Markers for Augmented Reality”, Proc. 10th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2003), pp. 283-284, 2003.6
47. K. Hisazumi, T. Nakanishi, T. Kitasuka, A. Fukuda, “A Context-Aware Middleware Mapping Processes and User-Context Subspaces”, Proc.the International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA'03), Vol. IV, pp.1591-1597, 2003.6
48. T. Kawamura, T. Fukuhara, H. Takeda, Y. Kono, M. Kidode, “Ubiquitous Memories: Wearable Interface for Computational Augmentation of Human Memory based on Real World Objects”, Proc. 4th International Conference on Cognitive Science (ICCS2003), pp.273-278, 2003.7
49. T. Takatani, T. Nishikawa, H. Saruwatari, K. Shikano, “High-Fidelity Blind Separation for Convolute Mixture of Acoustic Signals Using SIMO-Model-Based Independent Component Analysis”, Proc. International Symposium on Signal Processing and its Applications (ISSPA2003) (CD-ROM), 2003.7
50. H. Saruwatari, H. Yamajo, T. Takatani, T. Nishikawa, K. Shikano, “Parallel Structured Independent Component Analysis for SIMO-Model-Based Blind Separation and Deconvolution of Covolutes Speech Mixture”, Proc. 2003 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN2003), pp.714-719, 2003.7
51. M. Sakata, Y. Yasumuro, M. Imura, Y. Manabe, K. Chihara, “ALTAIR: Automatic Location Tracking System Using Active IR-tag”, Proc. IEEE Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems 2003, 14-2, pp.299-304, 2003.8
52. C. Faisstnauer, K. Chihara, “Use of a Spherical Menu for Mobile Augmented Reality Applications”, Proc. 6th IASTED International Conference on Computer Graphics and Imaging, 398-121, pp.91-96, 2003.8
53. Y. Suzuki, K. Hatano, M. Takano, M. Yoshikawa, S. Uemura, “An Information Filtering System for Portable Computers”, Proc. 2003 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing (PACRIM 03), pp.907-910, 2003.8
54. Y. Luo, T. Amagasa, M. Yoshikawa, S. Uemura, “Broadcasting Geographic Information with Levels-of-Details to Moving Objects”, Proc. 2003 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing (PACRIM '03), pp.1000-1003, 2003.8

55. Y. Manabe, K. Yoshimoto, M. Imura, K. Chihara, “Measurement of Lighting Environment Using Imaging Spectrograph”, Proc. 3rd IASTED International Conference on Visualization, Imaging, and Image Processing, 396-204, pp.216-221, 2003.9
56. T. Ueoka, T. Kawamura, Y. Kono, M. Kidode, “I'm Here!: A Wearable Object Remembrance Support System”, Proc. 5th International Symposium on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services (Mobile HCI 2003), Springer LNCS 2795, pp.422-427, 2003.9
57. Mitsugami , N. Ukita, M. Kidode, “Estimation of 3D Gazed Position Using View Lines”, Proc. 12th International Conference on Image Analysis and Processing (ICIAP2003), pp.466-471, 2003.9
58. H. Yamajo, H. Saruwatari, T. Takatani, T. Nishikawa, K. Shikano, “Blind Separation and Deconvolution for Convolutional Mixture of Speech Using SIMO-Model-Based ICA and Multichannel Inverse Filtering”, Proc. 8th European Conference on Speech Communication and Technology (EUROSPEECH2003), pp.537-540, 2003.9
59. H. Saruwatari, H. Yamajo, T. Takatani, T. Nishikawa, K. Shikano, “Blind Separation and Deconvolution of MIMO System Driven by Colored Inputs Using SIMO-Model-Based ICA with Informaiton-Geometric Learning”, Proc. 2003 IEEE International Workshop on Neural Networks for Signal Processing (NNSP2003), pp.379-388, 2003.9
60. H. Saruwatari, H.Yamajo, T. Takatani, T. Nishikawa, K. Shikano, “Blind Separation and Deconvolution of MIMO-FIR System with Colored Sound Inputs Using SIMO-Model-Based ICA”, Proc. 2003 IEEE Workshop on Statistical Signal Processing (SSP2003), pp.421-424, 2003.9
61. R. Tenmoku, M. Kanbara, N. Yokoya, “A Wearable Augmented Reality System for Navigation Using Positioning Infrastructures and a Pedometer”, Proc. International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR03), pp.344-345, 2003.10
62. R. Tenmoku, M. Kanbara, N. Yokoya, “A Wearable Augmented Reality System Using Positioning Infrastructures and a Pedometer”, Proc.7th IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC2003), pp.110-117, 2003.10
63. T. Kawamura, Y. Kono, M. Kidode, “Nice2CU: Managing a Person's Augmented Memory”, Proc. 7th IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC2003), pp.242-243, 2003.10
64. Y. Yasumuro, Y. Ishikawa, K. Minami, M. Imura, Y. Manabe, K.Chihara, “Consistent Presentation of Interactive Virtual Objects in Real Space with 3D Markers - Interactive Virtual Interior Design—”, Proc. VIIth Digital Image Computing: Techniques and Applications (DICTA '03), pp.653-662, 2003.12
65. T. Nishikawa, H. Abe, H. Saruwatari, K. Shikano , “Overdetermined Blind Source Separation of Real Acoustic Sounds Based on Multistage ICA Using Subarray Processing”, Proc. IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology (ISSPIT2003), TP4-5, 2003.12
66. K. Hatano, H. Kinutani, M. Watanabe, Y. Mori, M. Yoshikawa, S. Uemura, “Keyword-based XML Fragment Retrieval: Experimental Evaluation based on INEX 2003 Relevance Assessments”, Proc. 2nd Workshop of the Initiative for the Evaluation of XML Retrieval (INEX), pp.81-88, 2003.12
67. K. Makita, M. Kanbara, N. Yokoya, “Shared Database of Annotation Information for Wearable Augmented Reality System”, Proc. IS&T/SPIE's 16th Annual Symposium on Electronic Imaging, Vol. 5291, 2004.1
68. Y. Kono, T. Kawamura, T. Ueoka, S. Murata, M. Kidode, “Real World Objects as Media for Augmenting Human Memory”, Proc. Workshop on Multi-User and Ubiquitous User Interfaces (MU3I), pp.37-41, 2004.1
69. N. Ukita, M. Kidode, “Wearable Virtual Tablet: Fingertip Drawing on a Portable Plane-Object Using an Active -Infrared Camera”, Proc. International Conferences on Intelligent User Interfaces 2004 (IUI2004), pp.169-176, 2004.1
70. H. Onoda, K. Htano, J. Miyazaki, S. Uemura, “Architecture of a Tiny Active Database for Wearable Computers”, Poster Abstracts of 4th International Workshop on Smart Appliances and Wearable Computing (IWSAWC2004), p.2, 2004.3

71. T. Kawamura, T. Ueoka, Y. Kono, M. Kidode, “Relational Analysis among Experiences and Real World Objects in the Ubiquitous Memories Environment”, Proc. Pervasive 2004 Workshop on Memory and Sharing of Experiences, pp.79-85, 2004.4
72. H. Saruwatari, “SIMO-Model-Based ICA - Concept and Its Applications –”, Proc. 18th International Congress on Acoustics (ICA 2004), I, pp.93-96, 2004.4
73. T. Takatani, T. Nishikawa, H. Saruwatari, K. Shikano, “Comparison Between SIMO-ICA with Least Squares Criterion and SIMO-ICA with Information-Geometric Learning”, Proc. 18th International Congress on Acoustics (ICA 2004), I, pp.329-332, 2004.4
74. T. Nishikawa, H. Abe, H. Saruwatari, K. Shikano, “Overdetermined Blind Separation of Acoustic Signals Based on MISO-Constrained Frequency-Domain ICA”, Proc. 18th International Congress on Acoustics (ICA 2004), IV, pp.3143-3146, 2004.4
75. S. Ukai, H. Saruwatari, T. Takatani, R. Mukai, H. Sawada, “Multistage SIMO-Model-Based Blind Source Separation Combining Frequency-Domain ICA and Time-Domain ICA”, Proc. 2004 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2004), 2004.5
76. T. Takatani, T. Nishikawa, H. Saruwatari, K. Shikano, “Blind Separation of Binaural Sound Mixtures Using SIMO-Model-Based Independent Component Analysis”, Proc. 2004 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2004), pp.IV-113-116, 2004.5
77. T. Nishikawa, H. Abe, H. Saruwatari, K. Shikano, “Overdetermined Blind Separation for Convolutional Mixtures of Speech Based on Multistage ICA Using Subarray Processing”, Proc. 2004 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2004), pp.I-225-228, 2004.5
78. T. Ueoka, T. Kawamura, Y. Kono, M. Kidode, “Functional Evaluation of a Vision-based Object Remembrance Support System”, Proc. 2004 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (CD-ROM), 2004.6
79. N. Ukita, A. Sakakihara, M. Kidode, “Extracing a Gaze Region with the History of View Directions”, Proc. International Conference on Pattern Recognition (CD-ROM), 2004.8
80. D. D. Kha, M. Yoshikawa, “XML Query Processing Using SPIDER”, Proc. 1st Korea Japan Database Workshop, pp. 108-114, 2004.8
81. D. D. Kha, M. Yoshikawa, “XML Query Processing Using a Schema-based Numbering Scheme”, Proc. 2nd International XML Database Symposium (XSym2004), LNCS 3186, pp.21-34, 2004.8
82. S. Murata, T. Kawamura, Y. Kono, M. Kidode, “Supporting On-Demand Experience Segmentation in the Ubiquitous Memories Environment”, Proc. 13th IEEE International Workshop on Robo and Human Interactive Communication (RO-MAN2004), 2004.9
83. T. Nishikawa, H. Saruwatari, K. Shikano, “Stable and Low-Distortion Algorithm Based on Overdetermined Blind Separation for Convolutional Mixtures of Speech”, Proc. 5th International Symposium on Independent Component Analysis and Blind Signal Separation (ICA2004), pp.881-888, 2004.9
84. S. Ukai, H. Saruwatari, T. Takatani, T. Nishikawa, K. Shikano, “Evaluation of Multistage SIMO-Model-Based Blind Source Separation Combining Frequency-Domain ICA and Time-Domain ICA”, Proc. 5th International Conference on Independent Component Analysis and Blind Signal Separation (ICA2004), 2004.9
85. H. Yamajo, H. Saruwatari, T. Takatani, K. Shikano, “Evaluation of Blind Separation and Deconvolution for Binaural-Sound Mixtures Using SIMO-Model-Based ICA”, Proc. 12th European Signal Processing Conference (EUSIPCO2004), 2004.9
86. M. Kidode, “Killer Techniques for a Wearable Information Playing Station”, Proc. 3rd CREST/ISWC Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing, pp.1-6, 2004.10

87. N. Ukita, M. Kidode, “Wearable Virtual Tablet: Vision-Based Information Input System for Wearable Computing”, Proc. 3rd CREST/ISWC Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing, pp.54-62, 2004.10
88. T. Kawamura, T. Amagasa, K. Hatano, K. Hisazumi, T. Kitasuka, S. Murata, T. Ueoka, N. Ukita, Y. Kono, J. Miyazaki, T. Nakanishi, A. Fukuda, S. Uemura, M. Kidode, “What is Augmented Memory? - Concept, Design, and Technology -”, Proc.3rd CREST/ISWC Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing, pp.27-45, 2004.10
89. T. Ueoka, T. Kawamura, S. Baba, S. Yoshimura, Y. Kono, M. Kidode, “Wearable Camera Device for Supporting Object-Triggered Memory Augmentation”, Proc. 3rd CREST/ISWC Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing, pp.46-53, 2004.10
90. T. Asai, S. Miyabe, H. Saruwatari, K. Shikano, “Interface for Barge-in Free Spoken Dialogue System Using Adaptive Sound Field Control”, Proc. 8th International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP2004), 2004.10
91. T. Takatani, S. Ukai, H. Saruwatari, K. Shikano, “Blind Sound Scene Decomposition for Audio Virtual Reality”, Proc. 3rd CREST/ISWC Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing pp.94-98, 2004.10
92. M. Koeda, Y. Matsumoto, T. Ogasawara, “Development of Annotation-Based Assistance System for Unmanned Helicopter with Wearable Augmented Reality Environment”, Proc. 3rd CREST/ISWC Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing pp.23-26, 2004.10
93. Y. Manabe, H. Saruwatari, M. Sakata, T. Takatani, Y. Yasumuto, M. Imura, K. Shikano, K. Chihara, “Wearable Computing for Virtualizing Real Space”, Proc. 3rd CREST/ISWC Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing, pp.75-83, 2004.10
94. H. Sasaki, M. Sakata, M. Imura, Y. Yasumuro, Y. Manabe, K. Chihara, “Hands-Free User Interface for Seamless Collaborative Works in Shared MR Space”, Proc. 3rd CREST/ISWC Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing, pp.90-93, 2004.10
95. M. Sakata, H. Sasaki, M. Imura, Y. Yasumuro, Y. Manabe, K. Chihara, “Active IR-Tag User Location System for MR Collaborative Environment”, Proc. 3rd CREST/ISWC Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing, pp.84-90, 2004.10
96. M. Kanbara, R. Tenmoku, T. Ogawa, T. Machida, M. Koeda, Y. Matsumoto, K. Kiyokawa, H. Takemura, T. Ogasawara, N. Yokoya, “Nara Palace Site Navigator: A Wearable Tour Guide System Based on Augmented Reality”, Proc. 3rd CREST/ISWC Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing, pp.7-14, 2004.10
97. R. Tenmoku, M. Kanbara, N. Yokoya, “A Positioning Method Combining Specification of User's Absolute Position and Dead Reckoning for Wearable Augmented Reality Systems”, Proc. 3rd CREST/ISWC Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing, pp.19-22, 2004.10
98. K. Uratani, D. Takada, T. Ogawa, T. Machida, K. Kiyokawa, H. Takemura, “Wearable Augmented Reality System with Annotation Visualization Techniques using Networked Annotation Database”, Proc. 3rd CREST/ISWC Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing, pp.15-18, 2004.10
99. J. Miyazaki, K. Hatano, T. Amagasa, S. Uemura, “A Database File System for Wearable Computers”, Proc. 3rd CREST/ISWC Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing, pp.63-67, 2004.10
100. K. Hisazumi, T. Nakanishi, T. Kitasuka, A. Fukuda, “CAMPUS: A Lightweight and Dependability Oriented Context-Aware Middleware”, Proc. 3rd CREST/ISWC Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing, pp.68-73, 2004.10

101. M. Koeda, Y. Matsumoto, T. Ogasawara, “Annotation-Based Assistance System for Unmanned Helicopter with Wearable Augmented Reality Environment”, Proc. IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2004), pp.288-289, 2004.11
102. M. Imura, S. Matsui, Y. Yasumuro, Y. Manabe, K. Chihara, “MR Billiards: Training System for Billiards”, Proc. 10th International Conference on Virtual Systems and Multimedia, pp.441-449, 2004.11
103. Y. Nakazato, M. Kanbara, N. Yokoya, “Discreet Markers for User Localization”, Proc. 8th IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC2004), pp.172-173, 2004.11
104. K. Makita, M. Kanbara, N. Yokoya, “Shared Annotation Database for Networked Wearable Augmented Reality System”, Proc. Pacific Rim Conference on Multimedia 2004 (PCM2004), LNCS 3333, pp.499-507, 2004.11
105. R. Tenmoku, Y. Nakazato, A. Anabuki, M. Kanbara, N. Yokoya, “Nara Palace Site Navigator: Device-independent Human Navigation Using a Networked Shared Database”, Proc. 10th International Conference on Virtual Systems and Multimedia (VSMM2004), pp.1234-1242, 2004.11
106. V. Wuwongse, M. Yoshikawa, “Towards a Language for Metadata Schemas for Interoperability”, Proc. International Conference on Dublin Core and Metadata Applications 2004 (DC2004), 2004.10
107. M. Maeda, T. Ogawa, K. Kiyokawa, H. Takemura, “Tracking of User Position and Orientation by Stereo Measurement of Infrared Markers and Orientation Sensing”, Proc. 8th IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC 2004), pp.77-84, 2004.11
108. M. Imura, Y. Sakan, Y. Yasumuro, Y. Manabe, K. Chihara, “Pen-Shaped Device for Handwriting on Wearable Computers”, Proc. 14th International Conference on Artificial Reality and Telexistence, pp.457-460, 2004.12
109. V. Wuwongse, M. Yoshikawa, T. Amagasa, “Temporal Versioning of XML Documents”, Proc. 7th International Conference of AsianDigital Libraries (ICADL 2004) LNCS 3334, pp.419-428, 2004.12
110. K. Fujimoto, T. Shimizu, D. D. Kha, M. Yoshikawa, T. Amagasa, “Efficient Storage of XML Documents in Relational Databases”, Proc. 7th International Conference of AsianDigital Libraries (ICADL 2004), 2004.12
111. H. Matsuo, Y. Yasumuro, M. Imura, Y. Manabe, K. Chihara, “Estimation of Pedestrian Distribution and Flow Using Networked Fisheye Cameras”, Proc. International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT2005), pp.429-434, 2005.1
112. Y. Manabe, Y. Uranishi, Y. Yasumuro, M. Imura, K. Chihara, “Three-Dimensional Measurement for Small Moving Object”, Proc. SPIE-T Electronic Imaging, SPIE Vol. 5665, pp.235-242, 2005.1
113. Y. Nakazato, M. Kanbara, N. Yokoya, “Localization of Wearable Users Using Invisible Retro-reflective Markers and an IR Camera”, Proc. IS&T/SPIE International Symposium Electronic Imaging 2005, 2005.1
114. S. Miyabe, H. Saruwatari, K. Shikano, “Barge-in Free Spoken Dialogue Interface Based on Response Sound Cancellation Using Sound Field Control and Microphone Array”, Proc. Joint Workshop on Hands-Free Speech Communication and Microphone Arrays (HSCMA2005), p.d-11-12, 2005.3
115. Y. Mori, H. Saruwatari, T. Takatani, S. Ukai, K. Shikano, “Two-Stage Blind Source Separation Using SIMO-ICA and Binary Masking”, Proc. Joint Workshop on Hands-Free Speech Communication and Microphone Arrays (HSCMA2005), p.a-7-9, 2005.3
116. S. Ukai, T. Takatani, T. Nishikawa, H. Saruwatari, “Blind Source Separation Combining SIMO-model-based ICA and Adaptive Beamforming”, The 2005 IEEE International conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP2005), 2005.3
117. T. Kawamura, T. Ueoka, Y. Kiuchi, Y. Kono, M. Kidode, “IPH: an Integrated Probabilistic Histogram for Measuring Image Similarity in HSV Color Space”, Proc. IAPR Conference on Machine Vision Applications (MVA2005), 4-5, pp.180-183, 2005.5

118. Y. Mori, T. Takatani, S. Ukai, H. Saruwatari, K. Shikano, T. Hiekata, T. Morita, “Blind Separation of Convolutional Speech Mixtures Using SIMO-Model-Based ICA and Binary Mask Processing”, Proc. of International Workshop on Nonlinear Signal and Image Processing (NSIP2005), pp.187-192, 2005.5
119. T. Nishikawa, H. Saruwatari, K. Shikano, “Fast-Convergence Blind Separation of More Than Two Sources Combining ICA and Beamforming”, Proc. International Workshop on Nonlinear Signal and Image Processing (NSIP2005), pp.193-196, 2005.5
120. T. Takatani, S. Ukai, T. Nishikawa, H. Saruwatari, K. Shikano, “Blind Decomposition of Binaural Mixed Signals Using High-Convergence Algorithm Combining SIMO-ICA and DOA Estimation”, Proc. International Workshop on Nonlinear Signal and Image Processing (NSIP2005), pp.197-202, 2005.5
121. Y. Nakazato, M. Kanbra, N. Yokoya, “A Localization System Using Invisible Retro-reflective Makers”, Proc. IAPR Conference on Machine Vision Applications (MVA2005), 3-31 pp.140-142, 2005.5
122. M. Koeda, Y. Matsumoto, T. Ogasawara, “Anotation-Based Rescue Assistance System for Teleoperated Unmanned Helicopter with Wearable Augmented Reality Environment”, Proc. International Workshop on Safety, Security and Rescue Robotics (SSRR2005), pp.120-124, 2005.6
123. Y. Uranishi, M. Naganawa, Y. Yasumuro, M. Imura, Y. Manabe, K. Chihara, “Three-Dimensional Measurement System Using a Cylindrical Mirror”, Proc. 14th Scandinavian Conference on Image Analysis (SCIA05), pp. 399-408, 2005.6
124. H. Sasaki, T. Takeda, M. Imura, Y. Yasumuro, Y. Manabe, K. Chihara, “Development of Direct Manipulation Interface for Collaborative VR/MR Workspace”, Proc. 14th Scandinavian Conference on Image Analysis (SCIA05), pp.161-170, 2005.6
125. H. Saruwatari, H. Yamajo, T. Takatani, T. Nishikawa, K. Shikano, “Blind Separation and Deconvolution of MIMO-FIR System with Colored Inputs Based on SIMO-Model-Based ICA”, Proc. 2005 IEEE AP-S International Symposium and USNC/URSI National Radio Science Meeting, 2005.7 (CD-ROM)
126. S. Miyabe, H. Saruwatari, K. Shikano, Y. Tatekura, “Speech Enhancement Using Nullspace-Based Sound Field Control for Barge-in Free Spoken Dialogue Interface”, Proc. The 2005 IEEE Workshop on Statistical Signal Processing (SSP'05), 2005.7
127. T. Takeda, H. Sasaki, M. Imura, Y. Yasumuro, Y. Manabe, K. Chihara, “Development of High Presence Immersive Environments with Intuitive Objects Manipulation Using Body Action”, Proc. 11th International conference on Human-Computer Interaction (HCII 2005), 2005.7
128. H. Saruwatari, Y. Mori, T. Takatani, S. Ukai, K. Shikano, T. Hiekata, T. Morita, “Two-Stage Blind Source Separation Based on ICA and Binary Masking for Real-Time Robot Audition System”, Proc. of International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2005), pp.209-214, 2005.8
129. T. Takatani, S. Ukai, T. Nishikawa, H. Saruwatari, K. Shikano, “Blind Sound Scene Decomposition for Robot Audition Using SIMO-Model-Based ICA”, Proc. of International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2005), pp.215-220, 2005.8
130. S. Miyabe, H. Saruwatari, K. Shikano, Y. Tatekura, “Nullspace-Based Sound Field Control for Barge-in-Free Spoken Dialogue Interface”, Proc. of 33th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (InterNoise 2005), 2005.8
131. T. Takatani, S. Ukai, T. Nishikawa, H. Saruwatari, K. Shikano, “Blind Separation of Binaural Sound Mixtures Using SIMO-ICA with Self-Generator for Initial Filter”, Proc. of European Signal Processing Conference (EUSIPCO2005), 2005.9
132. S. Miyabe, H. Saruwatari, K. Shikano, Y. Tatekura, “Barge-in Free Spoken Dialogue Interface Using Nullspace-Based Sound Field Control and Beamforming”, Proc. of 13th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2005), 2005.9

133. H. Saruwatari, S. Ukai, T. Takatani, T. Nishikawa, K. Shikano, “Two-Stage Blind Source Separation Combining SIMO-Model-Based ICA and Adaptive Beamforming”, Proc. of 13th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2005), 2005.9
134. T. Nishikawa, H. Saruwatari, K. Shikano, “Blind Separation of More Than Two Sources Based on High-Convergence Algorithm Combining ICA and Beamforming”, Proc. of 13th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2005), 2005.9
135. T. Takatani, S. Ukai, T. Nishikawa, H. Saruwatari, K. Shikano, “Evaluation of SIMO Separation Methods for Blind Decomposition of Binaural Mixed Signals”, Proc. of 2005 International Workshop on Acoustic Echo and Noise Control (IWAENC2005), pp.233-236, 2005.9
136. Y. Mori, H. Saruwatari, T. Takatani, S. Ukai, K. Shikano, T. Hiekata, T. Morita, “Real-Time Implementation of Two-Stage Blind Source Separation Combining SIMO-ICA and Binary Masking”, Proc. of 2005 International Workshop on Acoustic Echo and Noise Control (IWAENC2005), pp.229-232, 2005.9
137. Y. Manabe, R. Yamazaki, Y. Yasumuro, K. Chihara, “Three-Dimensional Map Generating System by a Walk”, Proc. 5th IASTED international Conference on Visualization, Imaging, and Image Processing (VIIP2005), pp.715-720, 2005.9
138. I. Mitsugami, N. Ukita, M. Kidode, “Robot Navigation by Eye Pointing”, Proc. 4th International Conference on Entertainment Computing (ICEC2005), pp.256-267, 2005.9
139. S. Murata, T. Kawamura, Y. Kono, M. Kidode, “Detecting an User's Request to Record Experience by Analyzing Brainwave Information”, Proc. Workshop on 9th IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC2005), 2005.10
140. N. Ukita, T. Ono, M. Kidode, “Region Extraction of a Gaze Object using the Gaze Point and View Image Sequences”, Proc. Of International Conference on Multimodal Interfaces 2005, pp.129-136, 2005.10
141. T. Takatani, S. Ukai, T. Nishikawa, H. Saruwatari, K. Shikano, “Evaluation of a Self-Generator Method for Initial Filters of SIMO-ICA Applied to Blind Separation of Binaural Sound Mixtures”, Proc. 2005 IEEE Workshop on Applications on Signal Processing to Audio and Acoustics, pp.13-16, 2005.10
142. R. Tenmoku, M. Kanbara, N. Yokoya, “Annotating User-Viewed Objects for Wearable AR System”, Proc. 4th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR2005), pp.192-193, 2005.10
143. R. Tenmoku, M. Kanbara, N. Yokoya, “Intuitive Annotation of User-Viewed Objects for Wearable AR Systems”, Proc. 9th IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC2005), pp.200-201, 2005.10
144. Y. Nakazato, M. Kanbara, N. Yokoya, “Wearable Augmented Reality System Using Invisible Visual Markers and an IR Camera”, Proc. 9th IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC2005), pp.198-199, 2005.10
145. K. Nakashima, T. Machida, K. Kiyokawa, H. Takemura, “A 2D-3D Integrated Environment for Cooperative Work”, Proc. ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, pp.16-22, 2005.11
146. M. Imura, M. Fujimoto, Y. Yasumuro, Y. Manabe, K. Chihara, “AirGrabber: Virtual Keyboard using Miniature Infrared Camera and Tilt Sensor”, Proc. 15th International Conference on Artificial Reality and Telexistence 2005 (ICAT2005), p.277, 2005.12
147. E. E. Veas, K. Kiyokawa, H. Takemura, “Self-Aware Framework for Adaptive Augmented Reality”, Proc. 15th International Conference on Artificial Reality and Telexistence 2005 (ICAT2005), 2005.12
148. Y. Miyake, Y. Kono, N. Saiwaki, T. Kawamura, M. Kidode, “Integrating Object Finding Function into Everyday Fashion”, The Third Workshop on Multi-User and Ubiquitous User Interfaces (MU3I 2006), 2006.1

149. T. Kawamura, Y. Kono, M. Kidode, "Towards Wearable Cognitive Prostheses for Supporting "What" and "Who" Type Memory Activities", 1st International Workshop on Cognitive Prostheses and Assisted Communication, 2006.1
150. Y. Mori, H. Saruwatari, T. Kawamura, T. Nishikawa, A. Lee, K. Shikano, "ICA and Binary-Mask-Based Blind Source Separation with Small Directional Microphones", 6th International Conference on Independent Component Analysis and Blind Source Separation (ica 2006), 2006.3
151. 佐々木博史, 黒田知宏, 眞鍋佳嗣, 千原国宏, "てのひらだいやる : Wearable Computer 用入力インタフェース", 電子情報通信学会技術報告, PRMU 2000-157, pp.77-84, 2001.1
152. 木戸出正継, "日常生活を拡張する着用指向情報パートナー", 電子情報通信学会技術報告, PRMU 2000-159, pp.93-94, 2001.1
153. 寺田智裕, 神原誠之, 竹村治雄, 横矢直和, "カーナビゲーションのための注釈付き画像の実時間生成", 電子情報通信学会総合大会論文集, D-12-149, p.316, 2001.3
154. 西村竜一, 長友健太郎, 小松久美子, 黒田由香, 李 晃伸, 猿渡 洋, 鹿野清宏, "Web からの音声認識用言語モデルの自動作成", 第 62 回情報処理学会全国大会講演論文集, 1L-3, pp.2-121-122, 2001.3
155. 李 晃伸, 河原達也, 鹿野清宏, "話し言葉の認識のためのデコーダ Julius の改良", 日本音響学会 2001 年春季研究発表会講演論文集, 1-3-15, pp.33-34, 2001.3
156. 立蔵洋介, 猿渡 洋, 鹿野清宏, "線形伸縮処理による逆システムの温度補正の検討", 日本音響学会 2001 年春季研究発表会講演論文集, 1-P-28, pp.647-648, 2001.3
157. 二宮知子, 立蔵洋介, 猿渡 洋, 鹿野清宏, "直線上を移動する仮想音源のための HRTF の外挿", 日本音響学会 2001 年春季研究発表会講演論文集, 1-P-18, pp.627-628, 2001.3
158. 山田実一, 馬場 朗, 芳澤伸一, 米良祐一郎, 李 晃伸, 猿渡 洋, 鹿野清宏, "HMM 合成と MLLR による環境適応アルゴリズムの評価", 日本音響学会 2001 年春季研究発表会講演論文集, 3-3-12, pp.117-118, 2001.3
159. 川村俊也, 猿渡 洋, 鹿野清宏, "ICA とビームフォーミングを統合した高収束アルゴリズムに基づくブラインド音源分離", 日本音響学会 2001 年春季研究発表会講演論文集, 3-7-6, pp.571-572, 2001.3
160. Dao Dinh Kha, Masatoshi Yoshikawa and Shunsuke Uemura, "Application of Relative Region Coordinate for XML Storage", 電子情報通信学会 第 12 回データ工学ワークショップ (DEWS2001), 2001.3
161. 上田隆正, 天笠俊之, 吉川正俊, 植村俊亮, "位置情報と時刻情報を用いた映像データの索引付け手法", 電子情報通信学会 第 12 回データ工学ワークショップ (DEWS2001), 2001.3
162. Dao Dinh Kha, Masatoshi Yoshikawa and Shunsuke Uemura, "An Effective Storage of XML Data with Relative Region Coordinate", 情報処理学会 第 62 回全国大会講演論文集, 分冊(3) pp.109-110, 2001.3
163. 鈴木 優, 波多野賢治, 吉川正俊, 植村俊亮, "複数のメディアで構成された XHTML 文書の検索手法", 情報処理学会 第 62 回全国大会講演論文集, 分冊(3) pp.147-148, 2001.3
164. 佐々木博史, 黒田知宏, 眞鍋佳嗣, 千原国宏, "てのひらかめらーてのひらいんたあふえいすの実装例, 第 45 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, pp.165-166, 2001.5
165. 南 広一, 佐々木博史, 黒田知宏, 眞鍋佳嗣, 千原国宏, "共有 AR 空間における協調作業のための一貫性制御プロトコル", 第 45 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, pp.291-292, 2001.5
166. 小島佳幸, 佐々木博史, 黒田知宏, 眞鍋佳嗣, 千原国宏, "ウェアラブル拡張現実感における手を用いた仮想物体の直接操作の提案", 第 45 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, pp.555-556, 2001.5
167. 寺部亮紘, 上岡隆宏, 河村竜幸, 河野恭之, 木戸出正継, "ウェアラブル環境での文字入力インタフェースの検討", 人工知能学会全国大会, 3E1-03, 2001.5

168. 河村竜幸, 河野恭之, 木戸出正継, “運動情報を考慮した類似映像の検索月～着用指向情報パートナーにおけるユーザの記憶想起支援に向けて月～”, 人工知能学会全国大会論文集, 3E1-02, 2001.5
169. 河村竜幸, 河野恭之, 木戸出正継, “日常生活を拡張する着用指向情報パートナーの開発—画像による日常記憶と想起のための基礎実験—, 2001 画像電子学会年次大会論文集, pp.85-92, 2001.6
170. 久住憲嗣, 中西恒夫, 福田 晃, “組み込み用マイクロカーネル OS Lambda”, 情報処理学会研究報告, Vol.2001, No.65, 2001-OS-87, pp.49-56, 2001.6
171. 森若和雄, 中西恒夫, 福田 晃, “特定用途のための汎用 OS のサイズ縮小に関する考察”, 情報処理学会研究報告, Vol.2001, No.65, 2001-OS-87, pp.1-7, 2001.6
172. 森若和雄, 中西恒夫, 福田 晃, “汎用 OS の特定ソフトウェア向け最適化”, 第3回組み込みシステム技術に関するサマワークショップ(SWEST3)予稿集, pp.94-97, 2001.7
173. 久住憲嗣, 中西恒夫, 福田 晃, “組み込み用マイクロカーネル OS の高速化”, 第3回組み込みシステム技術に関するサマワークショップ(SWEST3)予稿集, pp.146-149, 2001.7
174. 天笠俊之, 吉川正俊, 植村俊亮, “XML 文書のためのバイテンポラルデータモデル”, 情報処理学会データベースシステム/電子情報通信学会データ工学合同研究会研究報告, Vol.2001, No.70, 2001-DBS-125 (I)-52, pp.397-404 / Vol.101, No.192, DE2001-66, pp.229-236, 2001.7
175. 上田隆正, 天笠俊之, 吉川正俊, 植村俊亮, “位置情報と地理情報を用いたウェアラブルカメラ映像のダイジェスト作成”, 情報処理学会データベースシステム/電子情報通信学会データ工学合同研究会研究報告, Vol.2001, No.71, 2001-DBS-125 (II)-88, pp.177-184 / Vol.101, No.193, DE2001-101, pp.175-182, 2001.7
176. 佐藤 哲, 横矢直和, 竹村治雄, “蓄積型シンプレクティック・レイトレーシングによるブラックホールの可視化”, 情報処理学会研究報告, グラフィックスと CAD 104-14, pp.59-64, 2001.9
177. 佐々木博史, 黒田知宏, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “ウェアラブルコンピュータとデバイスレスインタフェースに関する一考察”, 日本バーチャルリアリティ学会 第6回大会論文集, pp.463-464, 2001.9
178. 小島佳幸, 佐々木博史, 安室喜弘, 金谷一朗, 黒田知宏, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “ウェアラブルARにおける直感的操作のための手と仮想物体との視覚重畳”, 日本バーチャルリアリティ学会第6回大会論文集, pp. 461-462, 2001.9
179. 佐藤 哲, 横矢直和, 竹村治雄, “ブラックホール時空に対するシンプレクティック・レイトレーシングの一般化への試み”, 情報処理学会全国大会予稿集, No. 3, K-06, 2001.9
180. 大田智数, 波多野賢治, 吉川正俊, 植村俊亮, “ウェアラブル環境における行動解析のためのイベント生成手法”, 情報処理学会第63回全国大会講演論文集, 分冊(3), pp.399-400, 2001.9
181. 三宮 健, 天笠俊之, 吉川正俊, 植村俊亮, “実世界オブジェクトへの註釈を共有するフレームワーク WITObject の提案”, 情報処理学会第63回全国大会講演論文集, 分冊(3), pp.83-84, 2001.9
182. 佐藤 哲, 横矢直和, 竹村治雄, “ブラックホール時空に対するシンプレクティック・レイトレーシングの汎用化への一手法”, 日本応用数理学会 2001 年度年会予稿集, pp.108-109, 2001.10
183. 久住憲嗣, 中西恒夫, 福田 晃, “組込向けマイクロカーネル OS Lambda の保護機構”, コンピュータシステムシンポジウム論文集, pp.81-88, 2001.11
184. 上岡隆宏, 河村竜幸, 浮田宗伯, 河野恭之, 木戸出正継, “ウェアラブル装置を用いたオブジェクト登録・検索システムの基礎実験”, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.26, No.7, pp.25-30, 2002.1
185. 寺田智裕, 神原誠之, 横矢直和, “拡張現実感を用いた車載型アノテーションシステムの構築”, 電子情報通信学会技術報告, CQ2001-103, MVE2001-136, pp.55-60, 2002.2
186. Steve Vallerand, 神原誠之, 横矢直和, “Video See-through Augmented Reality with Tracking Regions”, 電子情報通信学会技術報告, PRMU 2001-227, pp.41-46, 2002.2

187. 神原誠之, 横矢直和, 竹村治雄, “マーカと自然特徴点を併用した広範囲見回し可能なステレオビデオスルー拡張現実感”, 電子情報通信学会技術報告, PRMU 2001-228, pp.47-53, 2002.2
188. 中西恒夫, 福田 晃, “省電力指向符号化アルゴリズムとその予備評価”, 情報処理学会研究報告, Vol.2002, No.13, 2002-OS-89/2002-EVA-2, pp.163-170, 2002.2
189. 佐藤 哲, 横矢直和, 竹村治雄, “シンプレクティック・レイトレーシングによる不均質透明体の表現”, 情報処理学会全国大会予稿集, No. 1, F-04, 2002.3
190. 上岡隆宏, 河村竜幸, 浮田宗伯, 河野恭之, 木戸出正継, “ウェアラブルオブジェクト位置想起支援システムの試作”, 情報処理学会, インタラクシオン 2002 論文集, pp.63-64, 2002.3
191. 河村竜幸, 福原知宏, 武田英明, 河野恭之, 木戸出正継, “実世界で遍在化された記憶を共有するためのウェアラブルシステム”, 情報処理学会, インタラクシオン 2002 論文集, pp.65-66, 2002.3
192. 木村文則, 前田 亮, 吉川正俊, 植村俊亮, “ディレクトリ型検索エンジンのカテゴリ間対応付けによる言語横断検索”, 第 12 回データ工学ワークショップ (DEWS2002)m 2002.3
193. Fatiha Sadat, Akira Maeda, Masatoshi Yoshikawa and Shunsuke Uemura, “A Model to Combine Query Expansion Techniques in Cross-Language Information Retrieval”, 情報処理学会研究報告, 情報学基礎(F1)/ デジタルドキュメント(DD), pp.1-8, 2002.3
194. 満上育久, 浮田宗伯, 恭之, 木戸出正継, “両眼視線情報を利用した対象の位置推定とその応用” 第 16 回人工知能学会全国大会論文集, 3C4-04, pp.1-2, 2002.5
195. 木戸出継, “情報パートナーの研究開発と社会展開”, 情報処理学会関西支部 平成 14 年度通常総会・記念講演会冊子, pp.1-5, 2002.5
196. 石川 悠, 井村誠孝, 安室喜弘, 千原國宏, “立体マーカーを用いた実空間での調和的な仮想物体表現”, 第 46 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, pp.317-318, 2002. 5
197. 中西恒夫, 福田 晃, “省電力指向符号化アルゴリズムとその評価”, 並列処理シンポジウム JSP2002 論文集, pp.297-304, 2002.5
198. 河村竜幸, 上岡隆宏, 浮田宗伯, 河野恭之, 木戸出正継, “着用指向情報パートナーにおける記憶支援システムの開発に向けて”, 第 2 回 AI 若手の集い Meeting for Youth Community 2002 (MYCOM2002)論文集, 2002.6
199. 木戸出正継, “日常生活を拡張する着用指向情報パートナーの開発”, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2002), 論文集 I, pp.349-358, 2002.7
200. 寺部亮紘, 浮田宗伯, 河野恭之, 木戸出正継, “ウェアラブル仮想タブレット -赤外線照射カメラを利用した指先入力インタフェース”, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2002), 論文集 II, pp.25-30, 2002.7
201. 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和, “赤外線ビーコンと歩数計測を用いたウェアラブル型注釈提示システム”, 電子情報通信学会技術報告, IE2002-54, PRMU2002-68, MVE2002-46, pp.71-76, 2002.7
202. 羽原寿和, 町田貴史, 小川剛史, 竹村治雄, “画像マーカーを用いた屋内位置検出機構とその評価”, 電子情報通信学会技術報告, IE2002-53, pp.65-70, 2002.7
203. 前田真希, 小川剛史, 町田貴史, 竹村治雄, “拡張現実感によるナビゲーション支援の為に赤外線識別子を用いたユーザ位置検出”, 電子情報通信学会技術報告, IE2002-52, pp.59-64, 2002.7
204. 中西恒夫, 福田 晃, “省電力指向符号化アルゴリズムとその評価: アドレスバスとデータバスを共有する場合”, DA シンポジウム 2002 論文集, pp.61-66, 2002.7
205. 村田 賢, 河村竜幸, 河野恭之, 木戸出正継, “拡張記憶環境 Ubiquitous Memories における複数ユーザ間での映像記憶共有方式”, ヒューマンインタフェース論文集, 100-3, pp.15-22, 2002.9

206. 西川剛樹, 高谷智哉, 猿渡 洋, 鹿野清宏, 荒木章子, 牧野昭二, “KL 情報量最小化に基づく時間領域 ICA と非定常信号の同時無相関化に基づく時間領域 ICA の比較”, 日本音響学会 2002 年秋季研究発表会, 講演論文集 I, 2-5-14, PP.545-546, 2002.9
207. 加藤秀和, 李 晃伸, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “自動読唇における分析フレーム間隔と認識性能に関する調査”, 日本音響学会 2002 年秋季研究発表会, 講演論文集 I, 2-9-1, PP.63-64, 2002.9
208. 高谷智哉, 西川剛樹, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “最小歪み原理に基づくブラインド音源分離を用いた音声強調”, 日本音響学会 2002 年秋季研究発表会, 講演論文集 I, 2-5-15, PP.547-548, 2002.9
209. 雛元洋一, 三野浩一, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “仮想音場再生とマイクロホンアレーを用いたバージンフリー音声対話システム用インターフェース”, 日本音響学会 2002 年秋季研究発表会, 講演論文集 I, 3-5-19, PP.569-570, 2002.9
210. 鈴木征一郎, 小枝正直, 松本吉央, 小笠 司, “拡張現実感提示を用いた車いすのナビゲーションシステム”, 日本バーチャルリアリティ学会第 7 回大会論文集, pp.103-104, 2002.9
211. 石川 悠, 南 広一, 井村誠孝, 安室喜弘, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “光源推定可能な立体マーカを用いた MR 空間の構築”, 日本バーチャルリアリティ学会第 7 回大会論文集, pp.95-98, 2002.9
212. 坂田宗之, 井村誠孝, 安室喜弘, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “ネットワーク制御可能な IR タグを用いた複数ユーザの判別及び位置同定システム”, 電子情報通信学会技術報告, OIS2002-24, IE2002-58, pp.13-18, 2002.9
213. 天目隆平 神原誠之, 横矢直和, “赤外線ビーコンと歩数計測を利用したウェアラブル型拡張現実感のための幾何学的位置合わせ”, 情報科学技術フォーラム(FIT 2002)論文集, pp.431-432, 2002.9
214. 小田島太郎, 神原誠之, 横矢直和, “GPS を用いた屋外で利用可能なウェアラブル型拡張現実感システム”, 情報科学技術フォーラム(FIT 2002)論文集, pp.187-188, 2002.9
215. 羽原寿和, 町田貴史, 清川 清, 竹村治雄, “ウェアラブル PC のための画像マーカを用いた屋内位置検出”, 日本バーチャルリアリティ学会第 7 回大会論文集, pp.335-336, 2002.9
216. 前田真希, 小川剛史, 町田貴史, 竹村治雄, “ウェアラブルシステムのための赤外線識別子を用いたユーザ位置検出”, 日本バーチャルリアリティ学会第 7 回大会論文集, pp.333-334, 2002.9
217. 南 広一, 井村誠孝, 安室喜弘, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “全方位カメラと装着型計算機の協調による実時間環境モデリング手法”, 情報処理学会関西支部大会論文集, A-6, pp.27-30, 2002.11
218. 黒田知宏, 安室喜弘, 村上満佳子, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “創発型歩行者 ITS の構築に向けた電子白杖システムの開発”, 第 16 回日本エム・イー学会秋季大会, 生体医工学, 第 40 巻, 特別号 2, p.137, 2002.11
219. 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和, “赤外線ビーコンと歩数計測を利用したウェアラブル型拡張現実感システム”, 電気関係学会関西支部連合大会論文集, p.G432, 2002.11
220. 久住憲嗣, 北須賀輝明, 中西恒夫, 福田 晃, “ウェアラブル/移動情報端末におけるコンテキスト指向プロセス管理”, モバイルコンピューティングとワイヤレス通信 23-19, pp.133-140, 2002.11
221. 兵 清弘, 天笠俊之, 吉川正俊, 植村俊亮, “ウェアラブル環境における MPEG-7 出版に基づく映像検索システム”, データベースと Web 情報システムに関するシンポジウム(DBWeb2002)論文集, pp.343-350, 2002.12
222. 鈴木 優, 波多野賢治, 吉川正俊, 植村俊亮, “マルチメディア文書検索における複数の評価値を統合するための評価関数自動選択手法の提案”, データベースと Web 情報システムに関するシンポジウム(DBWeb2002)論文集, pp.367-374, 2002.12
223. 満上育久, 浮田宗伯, 木戸出正継, “視線情報を用いた注視点 3 次元位置推定”, 電子情報通信学会技術報告, PRMU2002-169, pp.1-6, 2003.1

- 224. 榊原章仁, 浮田宗伯, 木戸出正継, “視線履歴を用いた注視領域抽出”, 電子情報通信学会技術報告, PRMU2002-170, pp.7-12, 2003.1
- 225. 河野恭之, 河村竜幸, 上岡隆宏, 村田 賢, 浮田宗伯, 木戸出正継, “ウェアラブル日記の実現に向けて - 日常記憶の検索・編集・整理・共有機構-”, 電子情報通信学会技術報告, PRMU2002-178, pp.55-60, 2003.1
- 226. 小田島太郎, 神原誠之, 横矢直和, “拡張現実感を用いた屋外型ウェアラブル注視情報提示システム”, 電子情報通信学会技術報告, PRMU2002-181, pp.73-78, 2003.1
- 227. 村田 賢, 河村竜幸, 河野恭之, 木戸出正継, “拡張記憶の整理・共有のための検討と実装”, インタクション 2003 論文集, pp.57-58, 2003.2
- 228. 中西恒夫, 北須賀輝明, 福田 晃, “コンテキストウェアアプリケーションにおける文脈自由言語によるコンテキスト記述”, 情報処理学会第 65 回全国大会論文集, 5G-7, pp. 1-61- 1-62, 2003.3
- 229. 上岡隆宏, 河村竜幸, 河野恭之, 木戸出正継, “ウェアラブル物探し支援システム "I'm Here!" の試作”, 情報処理学会 第 65 回全国大会論文集, 2T4B-4, 5-187 – 190, 2003.3
- 230. 村田 賢, 河村竜幸, 河野恭之, 木戸出正継, “Ubiquitous Memories における拡張記憶整理・共有機構の実装”, 情報処理学会第 65 回全国大会論文集, 2T4B-4, 5-187 – 190, 2003.3
- 231. 羽原寿和, 町田貴史, 清川 清, 竹村治雄, “ウェアラブル PC のための画像マーカを用いた屋内位置検出手法とその評価”, 情報処理学会第 65 回全国大会講演論文集(分冊 5), pp.199-202, 2003.3
- 232. 前田真希, 小川剛史, 清川 清, 竹村治雄, “ウェアラブルシステムのための赤外線識別子を用いた三次元ユーザ位置・方向検出手法の提案”, 情報処理学会 第 65 回全国大会講演論文集(分冊 5), pp.203-206, 2003.3
- 233. 波多野賢治, 絹谷弘子, 吉川正俊, 植村俊亮, “XML 文書検索のための検索結果の最適粒度決定”, 電子情報通信学会 第 14 回データ工学ワークショップ論文集, 2003.3
- 234. 羅 勇, 天笠俊之, 吉川正俊, 植村俊亮, “地理情報の詳細度を考慮した移動オブジェクト群への情報配信”, 電子情報通信学会 第 14 回データ工学ワークショップ論文集, 2003.3
- 235. 土屋雅信, 眞鍋佳嗣, 井村誠孝, 千原國宏, “ウェアラブル三次元計測システムの研究”, 第 47 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, 2003, pp.179-180, 2003.5
- 236. 南 広一, 井村誠孝, 安室喜弘, 黒田知宏, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “Punch3D -屋内環境のインタラクティブモデリング手法”, 第 47 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, 3027, pp.291-292, 2003.5
- 237. 佐官雄介, 井村誠孝, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “MR 空間での手書き文字による情報共有システム”, 第 47 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, 3029, pp.295-296, 2003.5
- 238. 佐々木博史, 黒田知宏, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “「てのひらばいんたぁ」の入力操作評価”, 第 47 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, 3030, pp.297-298, 2003.5
- 239. 坂田宗之, 安室喜弘, 井村誠孝, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “優先度つきロールコールによるアクティブ IR タグロケーションシステム”, 第 47 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, 3032, pp.301-302, 2003.5
- 240. 村岡俊幸, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “計測環境に合わせた色補正のための光源色推定”, 第 47 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, 3039, pp.315-316, 2003.5
- 241. 藤本昌宏, 井村誠孝, 安室喜弘, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “小型カメラを用いたバーチャルキーボードの提案”, 第 47 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, 6009, pp.601-602, 2003.5
- 242. 松原利之, 浮田宗伯, 木戸出正継, “基線長の短い 2 眼カメラによる visual hull からの正確な指先 3 次元位置設定”, 情報処理学会 コンピュータビジョンとイメージメディア研究会 研究報告, 2003-CVIM-138, pp.215-222, 2003.5
- 243. 河村竜幸, 河野恭之, 木戸出正継, “Nice2CU: 実世界における人に関する拡張記憶と動的ネットの管理”, 第 4 回 AI 若手の集い (MYCOM2003) 論文集 (CD-ROM), 2003.5

244. 河村竜幸, 福原知宏, 武田英明, 河野恭之, 木戸出正継, “実世界対象物とのインタラクションによる体験映像の整理”, 日本認知科学会第 20 回大会 (JCSS2003) 論文集, pp.240-241, 2003.6
245. 村田 賢, 河村竜幸, 河野恭之, 木戸出正継, “時系列マルチセンサ情報を用いた体験映像のセグメンテーション”, 第 17 回人工知能学会全国大会論文集, 2C1-01 (CD-ROM), 2003.6
246. 久住憲嗣, 中西恒夫, 北須賀輝明, 福田 晃, “ファジィ理論を応用したコンテキストのクオリティ表現”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル シンポジウム (DICOMO 2003) 論文集, pp.285-288, 2003.6
247. 浦谷謙吾, 町田貴史, 清川 清, 竹村治雄, “AR 環境における奥行き明示的表現を用いた注釈提示手法とその評価”, 電子情報通信学会 画像工学研究会 技術研究報告, Vol.103, No.206, IE2003-40, pp.77-82, 2003.7
248. 鈴木 優, 波多野賢治, 吉川正俊, 植村俊亮, “携帯端末のためのキャッシュ方式”, 情報処理学会 データベースシステム研究会 (DBWS2003) 研究報告, Vol.2003, No.71, 2003-DBS-131, pp.273-280, 2003.7
249. 上田 道, 佐藤玲奈, 増永良文, “ウェアラブル環境におけるユーザの相対的位置関係を用いた位置検索システムの提案”, 電子情報通信学会 データ工学研究会 (DBWS2003) 技術研究報告, Vol.103, No.191, DE2003-53, pp.127-132, 2003.7
250. 石黒 玲, 佐藤有紀子, 増永良文, “3 次元地図を用いたビデオコンテンツの自動索引法—被写体建物オブジェクトの自動抽出—”, 電子情報通信学会データ工学研究会 (DBWS2003) 技術研究報告, Vol.103, No.191, DE2003-62, pp.181-186, 2003.7
251. 松井信也, 井村誠孝, 安室喜弘, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “直動式ソレノイドを用いた撃力提示デバイス”, 日本バーチャルリアリティ学会第 8 回大会論文集, pp.29-32, 2003.9
252. 中手 慎, 安室喜弘, 井村誠孝, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “舞踊譜 Labanotation からの人物動作再現”, 日本バーチャルリアリティ学会第 8 回大会論文集, pp.407-410, 2003.9
253. 牧田孝嗣, 神原誠之, 横矢直和, “ウェアラブル拡張現実感システムのためのネットワーク共有型注釈データベース”, 第 2 回情報科学技術フォーラム (FIT2003) 論文集, K-082, pp.603-604, 2003.9
254. 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和, “ウェアラブル拡張現実感を利用した屋外型観光案内システム”, 第 2 回情報科学技術フォーラム (FIT2003) 論文集, K-097, pp.635-636, 2003.9
255. 鈴木征一郎, 小枝正直, 松本吉央, 小笠原司, “拡張現実感を用いた車いす搭乗者へのナビゲーション情報提示システム”, 日本ロボット学会 第 21 回学術講演会論文集 (CD-ROM), 2003.9
256. 河村竜幸, 上岡隆宏, 木内 豊, 河野恭之, 木戸出正継, “彩度・明度情報を用いた確率的色相ヒストグラム”, 情報処理学会 ビジュアルインフォメーション研究会論文集, A-14, pp.49-52, 2003.9
257. 小野田英樹, 波多野賢治, 宮崎 純, 植村俊亮, “ウェアラブルコンピューティングのためのポータブルな能動型 DBMS の検討”, 電子情報通信学会 データ工学研究会 技術研究報告, Vol.103, No.356, DE2003-114, DC2003-27, pp.19-24, 2003.10
258. 土屋雅信, 眞鍋佳嗣, 井村誠孝, 千原國宏 “マーカーによる位置姿勢検出を用いたウェアラブル三次元計測システムの研究”, 第 46 回自動制御連合講演会, FA2-08-3, pp.769-770, 2003.11
259. 村岡俊幸, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “ユーザの移動に起因する照明状況の変化の推定手法”, 第 46 回自動制御連合講演会, FA2-09-1, pp.775-776, 2003.11
260. 牧田孝嗣, 神原誠之, 横矢直和, “ウェアラブル注釈提示システムのためのネットワーク共有型注釈データベース”, 第 24 回 ヒューマンインタフェース学会研究報告集, Vol.5, No.4, pp.37-42, 2003.11
261. 藤本昌宏, 井村誠孝, 安室喜弘, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “腕部装着型カメラを用いた非接触タイピング可能なバーチャルキーボード”, 第 24 回 ヒューマンインタフェース学会研究報告集, Vol.5, No.4, pp.43-46, 2003.11

262. 佐官雄介, 井村誠孝, 安室喜弘, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “ウェアラブルコンピュータに適した高精細手書き情報生成のためのペンデバイス”, 第 24 回 ヒューマンインタフェース学会研究報告集, Vol.5, No.4, pp.47-50, 2003.11
263. 保坂茂利, 井村誠孝, 安室喜弘, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “自然環境映像のレイヤー化に基づく仮想空間の構築手法”, 2003 年映像情報メディア学会冬季大会論文集, 7-5, 2003.12
264. 眞鍋佳嗣, 南 広一, 坂田宗之, 佐々木博史, 井村誠孝, 安室喜弘, 千原國宏, 黒田知宏, “ウェアラブルコンピュータと没入型提示装置による空間共有”, 計測自動制御学会 第4回システムインテグレーション部門学術講演会 (SI2003) 論文集, pp.1058-1059, 2003.12
265. 神原誠之, 天目隆平, 牧田孝嗣, 横矢直和, “ウェアラブル型拡張現実感とその応用”, 計測自動制御学会 第 4 回システムインテグレーション部門学術講演会 (SI2003) 論文集, pp.1060-1061, 2003.12
266. 前田真希, 羽原寿和, 町田貴史, 小川剛史, 清川 清, 竹村治雄, “屋内ウェアラブルシステムのための広域位置姿勢検出手法の構築”, 計測自動制御学会 第4回システムインテグレーション部門学術講演会 (SI2003) 論文集, pp.1062-1063, 2003.12
267. 河野恭之, 木戸出正継, “日常生活を拡張する着用指向情報パートナーの開発 (プロジェクト概要)”, 計測自動制御学会 第4回システムインテグレーション部門学術講演会 (SI2003) 論文集, pp.1054-1057, 2003.12
268. 小枝正直, 松本吉央, 小笠原司, “アノテーションを用いた無人ヘリコプタの操縦支援”, 計測自動制御学会 第 4 回システムインテグレーション部門学術講演会 (SI2003) 論文集, pp.1064-1065, 2003.12
269. 浮田宗伯, 榊原章人, 松原利之, 満上育久, 木戸出正継, “視覚・画像情報を用いた情報入力インタフェース”, 計測自動制御学会 第 4 回システムインテグレーション部門学術講演会 (SI2003) 論文集, pp.1066-10, 2003.12
270. 高谷智哉, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “音響拡張現実感に基づくウェアラブル音響インターフェイス”, 計測自動制御学会 第 4 回システムインテグレーション部門学術講演会 (SI2003) 論文集, pp.1068-1069, 2003.12
271. 宮崎 純, 小野田英樹, 波多野賢治, 植村俊亮, “ウェアラブルコンピュータのためのデータベース管理システム”, 計測自動制御学会 第4回システムインテグレーション部門学術講演会 (SI2003) 論文集, pp.1070-1071, 2003.12
272. 久住憲嗣, 中西恒夫, 北須賀輝明, 福田 晃, “CAMPUS におけるクオリティ情報を考慮したコンテキストモデル”, 計測自動制御学会 第4回システムインテグレーション部門学術講演会 (SI2003) 論文集, pp.1072-1073, 2003.12
273. 前田真希, 小川剛史, 清川 清, 竹村治雄, “赤外線を用いたビジョンベーストラッキングによるウェアラブル AR ナビゲーションシステム”, 電子情報通信学会 パターン認識メディア理解研究会 技術研究報告, Vol. 103, No.584, PRMU2003-196, pp.61-62, 2004.1
274. 久住憲嗣, 中西恒夫, 北須賀輝明, 福田 晃, “性能と信頼性を考慮したコンテキストウェアミドルウェア CAMPUS”, 情報処理学会 ユビキタスコンピューティングシステム研究会 研究報告, 2004-UBI-3 (11), pp.69-76, 2004.1
275. 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和, “拡張現実感を用いたウェアラブル観光案内システム 「平城宮跡ナビ」”, 電子情報通信学会 パターン認識メディア理解研究会 技術研究報告, PRMU2003-186, pp.1-6, 2004.1
276. 前田真希, 小川剛史, 清川 清, 竹村治雄, “ウェアラブル AR による屋内ナビゲーションのための赤外線を用いたビジョンベーストラッキング”, 電子情報通信学会 画像工学研究会・ITS 研究会 技術研究報告, IE2003-189, ITS2003-54, pp.29-34, 2004.2
277. 浦谷謙吾, 町田貴史, 清川 清, 竹村治雄, “AR 環境における奥行き曖昧性と視認性を考慮した注釈提示手法とその評価”, 電子情報通信学会 画像工学研究会・ITS 研究会 技術研究報告, IE2003-192, ITS2003-57, pp.47-52, 2004.2

278. 羽原寿和, 町田貴史, 清川 清, 竹村治雄, “ウェアラブル PC のための画像マーカを用いた広域屋内位置検出機構”, 電子情報通信学会 画像工学研究会・ITS 研究会 技術研究報告, IE2003-211, ITS2003-76, pp.77-82, 2004.2
279. 中里祐介, 神原誠之, 横矢直和, “再帰制反射マーカと赤外線カメラを利用した位置同定手法”, 2004 年電子情報通信学会総合大会論文集, D-12-138, p.304, 2004.3
280. 神原誠之, 横矢直和, “複数の赤外線受光体を利用した位置姿勢センサの試作”, 2004 年電子情報通信学会総合大会論文集, A-16-7, p.316, 2004.3
281. 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和, “ウェアラブル拡張現実感システムのための直感的な注視情報のフィルタリング”, 2004 年電子情報通信学会総合大会論文集, A-16-35, p.344, 2004.3
282. 高田大輔, 町田貴史, 清川 清, 竹村治雄, “ネットワーク共有型ウェアラブル拡張現実感システム開発用ライブラリ”, 2004 年電子情報通信学会総合大会論文集, A-16-36, p.345, 2004.3
283. 馬渡隆行, 小川剛史, 清川 清, 竹村治雄, “拡張現実感における音声注視情報取得のための仮想マイクロフォンの提案”, 2004 年電子情報通信学会総合大会論文集, A-16-37, p.346, 2004.3
284. 林 志展, 河村竜幸, 河野恭之, 木戸出正継, “コミュニケーション支援のための実世界情報の収集と拡張記憶の構造化”, 情報処理学会第 66 回全国大会論文集, 3P-4, pp.229-230, 2004.3
285. 小野田英樹, 波多野賢治, 宮崎 純, 植村俊亮, “ウェアラブルコンピューティングのための追記型ファイルシステムの実装”, 電子情報通信学会 第 15 回データ工学ワークショップ (DEWS2004) 論文集(CD-ROM), 2004.3
286. 波多野賢治, 絹谷弘子, 吉川正俊, 植村俊亮, “統計量を用いた XML 部分文書検索システムの実装”, 電子情報通信学会 第 15 回データ工学ワークショップ (DEWS2004) 論文集(CD-ROM), 2004.3
287. 坂田宗之, 安室喜弘, 井村誠孝, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “アクティブ IR タグロケーションシステムを用いたユーザ行動自動記録システム”, 第 48 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, 1001, pp.9-10, 2004.5
288. 松本道和, 井村誠孝, 安室喜弘, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “三次元形状特徴を考慮した遺物の計測支援システム”, 第 48 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, 3051, pp.269-270, 2004.5
289. 山崎隆一, 安室喜弘, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “歩行者ナビゲーションのための立地地図生成”, 第 48 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, 3056, pp.279-280, 2004.5
290. 松尾 寿, 安室喜弘, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “複数の広角カメラによる広範囲の歩行者追跡手法”, 第 48 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, 3057, pp.281-282, 2004.5
291. 本屋敷尚吾, 西尾泰和, 増田 康, 金谷重彦, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “没入型ディスプレイを用いた遺伝子発現情報の可視化”, 第 48 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, 5009, pp.423-424, 2004.5
292. 井村誠孝, 佐官雄介, 安室喜弘, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “ウェアラブルコンピュータのための手書き情報入力ペンデバイス”, 第 48 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, 6001, pp.525-526, 2004.5
293. 武田直之, 佐々木博史, 井村誠孝, 安室喜弘, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “身体動作を用いた没入型 VR 空間用操作インタフェースの構築”, 第 48 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, 6003, pp.529-530, 2004.5
294. 村田 賢, 河村竜幸, 河野恭之, 木戸出正継, “体験セグメンテーションを目的とした身体装着マルチセンサ時系列情報の分析”, 第 18 回 人工知能学会全国大会論文集, 2B1-03, 1-4, 2004.5
295. 河村竜幸, 林 志展, 河野恭之, 木戸出正継, “Nice2UC: Human-triggered Remembering Management System and Real World Interface”, 第 18 回 人工知能学会全国大会論文集, 2C1-06, 1-4, 2004.5
296. 鵜飼訓史, 猿渡 洋, 高谷智哉, 鹿野清宏, “SIMO モデル信号の抽出と適応ビームフォーマを用いたブラインド音源分離”, 電子情報通信学会技術報告, EA2004-24, pp.43-48, 2004.6

297. 鶴飼訓史, 猿渡 洋, 高谷智哉, 鹿野清宏, 向井 良, 澤田 宏, “周波数領域 ICA と時間領域 ICA を統合した SIMO モデル信号のブラインド抽出法の評価”, 電子情報通信学会技術報告, EA2004-23, pp. 37-42, 2004.6
298. 中里祐介, 神原誠之, 横矢直和, “再帰性反射マーカと赤外線カメラを用いたユーザの位置姿勢同定”, 電子情報通信学会技術報告, IE2004-24, PRMU2004-48, MVE2004-25, pp.25-28, 2004.7
299. 中里祐介, 神原誠之, 横矢直和, “再帰性反射マーカと赤外線カメラを用いた位置同定システム”, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2004), pp.I-119-120, 2004.7
300. 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和, “「平城宮跡ナビ」観光案内のためのウェアラブル拡張現実感システム”, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2004), pp.I-121-126, 2004.7
301. 久住憲嗣, 中西恒夫, 北須賀輝明, 福田 晃, “性能と誤作動防止を考慮したコンテキストウェアミドルウェア CAMPUS”, マルチメディア, 分散, 強調とモバイル (DICOMO 2004) シンポジウム論文集, pp.523-526 (2004 年 7 月)
302. 宮部滋樹, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “マルチチャンネル音場制御による応答音相殺技術を用いた小規模バージンフリー”, 電子情報通信学会技術報告, EA2004-33, pp.19-24, 2004.8
303. 高谷智哉, 西川剛樹, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “SIMO-ICA と DOA 推定法を統合したバイノーラル信号分離のための高収束アルゴリズム”, 電子情報通信学会技術報告, EA2004-43, pp.31-36, 2004.8
304. 西川剛樹, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “優決定ブラインド音源分離における安定学習・低歪みアルゴリズム”, 日本音響学会 2004 年秋季研究発表会講演論文集, 3-Q-17, pp.747-748, 2004.9
305. 高谷智哉, 鶴飼訓史, 西川剛樹, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “SIMO-ICA と DOA 推定法を用いたバイノーラル信号分離のための高収束アルゴリズム”, 日本音響学会 2004 年秋季研究発表会講演論文集, 3-Q-13, pp.739-740, 2004.9
306. 鶴飼訓史, 高谷智哉, 西川剛樹, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “SIMO モデル信号の抽出と教師あり適応ビームフォーマを用いたブラインド音源分離”, 日本音響学会 2004 年秋季研究発表会講演論文集, 3-Q-18, pp.749-750, 2004.9
307. 小原早智子, 西川剛樹, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “Kurtosis 基準によるビームフォーマ選択処理の検討”, 日本音響学会 2004 年秋季研究発表会講演論文集, 3-Q-19, pp.751-752, 2004.9
308. 宮部滋樹, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “マルチチャンネル音場制御を用いた応答音相殺技術に基づく小規模バージンフリー音声対話インタフェース”, 日本音響学会 2004 年秋季研究発表会講演論文集, 3-Q-16, pp.745-746, 2004.9
309. 松本道和, 井村誠孝, 安室喜弘, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “物の形状計測のための点群の解析及び支援手法”, 第 3 回情報科学技術フォーラム講演論文集, N-006, pp.295-296, 2004.9
310. 中里祐介, 神原誠之, 横矢直和, “再帰性反射マーカと赤外線カメラを用いた位置姿勢同定システム”, FIT2004 第 3 回情報科学技術フォーラム, K-029, pp.461-462, 2004.9
311. 神原誠之, 横矢直和, “RTK-GPS と慣性航法装置を併用したウェアラブル拡張現実感”, 日本バーチャルリアリティ学会第 9 回大会論文集, pp.213-214, 2004.9
312. 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和, “平城宮跡ナビ：ネットワーク共有コンテンツデータベースを利用した端末非依存ヒューマンナビゲーション”, 日本バーチャルリアリティ学会第 9 回大会論文集, pp.85-86, 2004.9
313. 穴吹篤志, 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和, “データベース共有型ウェアラブル拡張現実感を用いた人物への注釈付け”, 日本バーチャルリアリティ学会第 9 回大会論文集, pp.83-84, 2004.9
314. 高田大輔, 浦谷謙吾, 町田貴史, 清川清, 竹村治雄, “ネットワーク共有型ウェアラブル AR システム開発用ライブラリの構築”, 日本バーチャルリアリティ学会第 9 回大会論文集, pp.81-82, 2004.9

315. 本屋敷尚吾, 増田泰, 西尾泰和, 金谷重彦, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “球状に組織化されたデータのためのアノテーションインタフェース”, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2004, pp.1137-1140, 2004.9
316. 武田直之, 佐々木博史, 井村誠孝, 安室喜弘, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “身体動作を用いた直感的操作が可能な高臨場感 VR 環境”, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2004, pp.965-968, 2004.10
317. 木内 豊, 河村竜幸, 河野恭之, 木戸出正継, “記憶活動支援のためのデータグローブを用いた手指動作の単位動作マッチングによる物体操作の弁別”, 情報処理学会, 第9回ヒューマンインタフェース プロフェッショナルワークショップ (HIP9) 研究報告書, 2004-HI-111, pp.115-122, 2004.11
318. 西川剛樹, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “3 音源以上のブラインド分離のための ICA とビームフォーミングを統合した高速収束アルゴリズム”, 電子情報通信学会技術報告, EA2004-92, pp.13-18, 2004.11
319. 山崎隆一, 安室喜弘, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “全方位カメラを用いた歩行による立体地図生成”, 第47回自動制御連合講演会, No. 04-256, p.609, 2004.11
320. 松尾 寿, 安室喜弘, 眞鍋佳嗣, 井村誠孝, 千原國宏, “魚眼カメラによる広範囲の歩行者密度と歩行者フロー検出”, 第47回自動制御連合講演会, No. 04-256, p.608, 2004.11
321. 鵜飼訓史, 高谷智哉, 西川剛樹, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “SIMO モデル信号の抽出と適応ビームフォーマを用いたブラインド音源分離の評価”, 電子情報通信学会技術報告, SIS2004-48, pp.33-38, 2004.12
322. 中里祐介, 神原誠之, 横矢直和, “不可視マーカを用いたウェアラブル AR システムの実環境における実証実験”, 電子情報通信学会技術報告, PRMU2004-135, pp.7-12, 2004.12
323. 西川剛樹, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “時間相関のある信号の優決定ブラインド分離における安定学習・低歪みアルゴリズム”, 電子情報通信学会技術報告, EA2004-120, pp.19-24, 2005.1
324. 宮部滋樹, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “マルチチャンネル音場制御に基づくバージンフリー音声対話インタフェースを用いた音声認識”, 電子情報通信学会技術報告, EA2004-117, pp.1-6, 2005.1
325. 小原早智子, 西川剛樹, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “Kurtosis 基準による最適な死角制御型ビームフォーマ選択”, 電子情報通信学会技術報告, EA2004-122, pp.31-36, 2005.1
326. 上岡隆宏, 河村竜幸, 馬場茂幸, 吉村真一, 河野恭之, 木戸出正継, “日常生活における物探し支援のためのウェアラブルカラーカメラ”, インタラクション 2005, pp.85-86, 2005.2
327. 穴吹篤志, 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和, “データベース共有型ウェアラブル拡張現実感を用いたウェアラブルユーザへの注釈付け”, 日本バーチャルリアリティ学会 サイバースペースと仮想都市研究会論文集, CSV2-5-5, pp.27-28, 2005.2
328. 小野智久, 浮田宗伯, 木戸出正継, “注視点履歴と視野画像系列からの移動物体の領域抽出”, パターン認識・メディア理解研究会 (PRMU) 論文集, pp.67-72, 2005.3
329. 上岡隆宏, 河村竜幸, 馬場茂幸, 吉村真一, 河野恭之, 木戸出正継, “物探しを支援するためのウェアラブル拡張記憶システムの実現に向けて”, ウェアラブルコンピューティング研究会研究報告, 1-7, pp.36-41, 2005.3
330. 西川剛樹, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “ICA とビームフォーミングを統合した高速収束アルゴリズムに基づく3音源以上のブラインド音源分離”, 日本音響学会 2005 年春季研究発表会講演論文集, 1-6-13, pp.433-434, 2005.3
331. 高谷智哉, 鵜飼訓史, 西川剛樹, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “初期フィルタ自己生成器を導入した SIMO-ICA の性能評価”, 日本音響学会 2005 年春季研究発表会講演論文集, 1-6-10, pp.427-428, 2005.3
332. 鵜飼訓史, 高谷智哉, 西川剛樹, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “SIMO モデル信号の抽出と適応ビームフォーマを用いたブラインド音源分離の評価”, 日本音響学会 2005 年春季研究発表会講演論文集, 1-6-11, pp.429-430, 2005.3

- 333. 小原早智子, 西川剛樹, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “Kurtosis 基準による最適な死角制御型ビームフォーマ選択処理の評価”, 日本音響学会 2005 年春季研究発表会講演論文集, 1-6-20, pp.447-448, 2005.3
- 334. 森 康充, 高谷智哉, 鶴飼訓史, 猿渡 洋, 鹿野清宏, 稗方孝之, 森田孝司, “SIMO モデルに基づく ICA とバイナリマスク処理を用いた 2 段ブラインド音源分離手法”, 日本音響学会 2005 年春季研究発表会講演論文集, 1-6-12, pp.431-432, 2005.3
- 335. 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和, “「平城宮跡ナビ」ーマルチメディアコンテンツを利用したウェアラブル型観光案内システムー”, ウェアラブルコンピューティング研究会研究報告 1-6, pp.30-35, 2005.3
- 336. 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和, “ウェアラブル拡張現実感のための現実環境の三次元モデルを利用した情報提示”, 電子情報通信学会技術報告, TL2004-89, PRMU2004-257, pp.151-156, 2005.3
- 337. 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和, “ウェアラブル拡張現実感におけるシーンの三次元モデルを利用した情報提示手法”, 2005 年 電子情報通信学会総合大会, A-16-18, pp.294, 2005.3
- 338. 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和, “「平城宮跡ナビ」ー拡張現実感を利用したウェアラブル型観光案内システムー”, 日本情報考古学会第 19 回大会論文集, pp.1-6, 2005.3
- 339. 坂田宗之, 安室喜弘, 井村誠孝, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “赤外線タグロケーションシステムを用いたユーザ行動の記録とその応用”, 第 49 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, 4C3-4, pp.365-366, 2005.5
- 340. 浦西友樹, 長縄美香, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “魚眼レンズと円筒鏡を用いた全周形状計測手法”, 第 49 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, 6C3-5, pp.597-598, 2005.5
- 341. 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和, “「平城宮跡ナビ」ーマルチメディアコンテンツを利用したモバイル型観光案内システム”, 第 1 回デジタルコンテンツシンポジウム論文集 (CD-ROM), 2005.5
- 342. 奥 健太, 河村竜幸, 河野恭之, 木戸出正継, “個人的主観に基づくハイパーリンク構造日記データからの連想構造の分析”, 人工知能学会第 19 回全国大会(JSAI2005)論文集, 3A3-09, pp.1-4, 2005.6
- 343. 小枝正直, 松本吉央, 小笠原 司, “遠隔操縦型無人ヘリコプタによる拡張現実感を用いた被災者捜索支援”, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2005 論文集, pp.2P1-S-064(1-3), 2005.6
- 344. 高田大輔, 浦谷謙吾, 小川剛史, 清川 清, 竹村治雄, “ウェアラブル拡張現実感システム開発用ライブラリの構築”, 第 2 回ウェアラブルコンピューティング研究会論文集, pp.26-33, 2005.6
- 345. 村田 賢, 河村竜幸, 河野恭之, 木戸出正継, “体験映像の記録要求が生じた時点における生体情報の分析”, 日本認知科学会第 22 回大会論文集, pp.96-97, 2005.7
- 346. 島田雅之, 宮部滋樹, 高谷智哉, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “二次音源選択強調性を持つ多チャンネル逆フィルタによるユーザ移動に頑健な音場再現”, 電子情報通信学会技術報告, EA2005-27, pp.13-18, 2005.7
- 347. 浦西友樹, 長縄美香, 安室喜弘, 井村誠孝, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “円筒鏡を用いた 3 次元形状計測システム”, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2005)論文集, pp. 1152-1159 , 2005.7
- 348. 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和, “ウェアラブル拡張現実感のためのシーンの三次元モデルを利用した現実環境への注釈付け”, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2005) 論文集, pp.1404-1411, 2005.7
- 349. 中里祐介, 神原誠之, 横矢直和, “不可視マーカを用いたウェアラブル AR システムの現実環境における実証実験”, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2005) 論文集, pp.1420-1427, 2005.7
- 350. 天目隆平, 穴吹篤志, 神原誠之, 横矢直和, “共有データベースを利用したウェアラブルユーザへの注釈付け”, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2005) 論文集, pp.1598-1599, 2005.7

351. 中里祐介, 神原誠之, 横矢直和, “不可視マーカを用いたウェアラブル AR システム”, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2005) 論文集, pp.1614-1615, 2005.7
352. 浦谷謙吾, 高田大輔, 小川剛史, 町田貴史, 清川 清, 竹村治雄, “ネットワーク共有型拡張現実感システムにおける注釈情報の効率的な配信・提示手法”, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2005) 論文集, pp.1632-1633, 2005.7
353. 中村知成, 久住憲嗣, 北須賀輝明, 福田 晃, “ユビキタスコンピューティング環境におけるコンテキストウェアミドルウェアの設計”, 情報処理学会 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2005) シンポジウム論文集, pp.665-668, 2005.7
354. 矢野健太郎, 久住憲嗣, 北須賀輝明, 福田 晃, “携帯端末向けコンテキストウェアメール通知システムの設計”, 情報処理学会 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2005) シンポジウム論文集, pp.661-664, 2005.7
355. 木内豊, 河村竜幸, 河野恭之, 木戸出正継, “日常生活におけるタスク推定のためのタスクと物体操作系列の関連性調査”, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2005 論文集, pp.159-162, 2005.9
356. 小枝正直, 松本吉央, 小笠原 司, “拡張現実感による支援機能を有する搭乗型救助ビークル”, 第 23 回日本ロボット学会学術講演会論文集, 2005.9
357. 高谷智哉, 鶴飼訓史, 西川剛樹, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “SIMO-ICA を用いた音響拡張現実感システム”, 日本音響学会講演論文集, pp.595-596, 2005.9
358. 開原雄介, 宮部滋樹, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “温度補正と緩和処理を用いた適応的逆フィルタによる多チャンネル音場再現”, 日本音響学会講演論文集, pp.673-674, 2005.9
359. 島田雅之, 宮部滋樹, 高谷智哉, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “二次音源を選択強調可能な多チャンネル逆フィルタを用いたユーザ移動に頑健な音場再現”, 日本音響学会講演論文集, pp.671-672, 2005.9
360. 森 康充, 高谷智哉, 鶴飼訓史, 猿渡 洋, 鹿野清宏, 方孝之, 森田孝司, “SIMO-ICA とバイナリマスク処理を組み合わせたリアルタイムブラインド音源分離手法の評価”, 日本音響学会講演論文集, pp.701-702, 2005.9
361. 林 一幸, 高谷智哉, 猿渡 洋, 鹿野清宏, “SIMO モデルに基づく独立成分分析を用いた優決定ブラインド音源分離”, 日本音響学会講演論文集, pp.703-704, 2005.9
362. 宮部滋樹, 高谷智哉, 森 康充, 猿渡 洋, 鹿野清宏, 立蔵洋介, “音場制御とブラインド音源分離を用いたバリエーション音声対話インタフェース”, 日本音響学会講演論文集, pp.707-708, 2005.9
363. 伊東大輔, 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和, “拡張現実感技術を用いた位置依存情報のオーサリング”, 日本バーチャルリアリティ学会第 10 回大会論文集, pp.93-94, 2005.9
364. 濱口明宏, 神原誠之, 横矢直和, “装着した 3 次元磁気センサと姿勢センサによるユーザの自己位置推定”, 日本バーチャルリアリティ学会第 10 回大会論文集, pp.237-238, 2005.9
365. 中村知成, 久住憲嗣, 北須賀輝明, 福田 晃, “環境適応性向上のためのコンテキストの加工・解釈手法の一検討”, 電子情報通信学会技術報告, NS2005-107, pp.33-36, 2005.10

5. 3 特許出願（国内 9 件, 海外 3 件）

(1) 国内

発明の名称：対象物定位システム

発 明 者：井村誠孝, 安室喜弘, 坂田宗之, 千原國宏

出 願 人：奈良先端科学技術大学院大学長

出願日： 2002 年 5 月 13 日

出願番号： 特願 2002-137633

発明の名称：情報入力システム
発明者：木戸出正継, 浮田宗伯, 寺部亮紘, 河野恭之
出願人：奈良先端科学技術大学院大学長
出願番号：特願 2002-255676
出願日：2002 年 8 月 30 日

発明の名称：近接領域画像抽出装置及び近接領域画像抽出方法
発明者：河野恭之, 木戸出正継, 上岡隆宏, 河村竜幸
出願人：奈良先端科学技術大学院大学長
出願番号：特願 2003-098098
出願日：2003 年 4 月 1 日

発明の名称：食器の状態管理システム
発明者：眞鍋佳嗣
出願人：財団法人奈良先端科学技術大学院大学支援財団
出願番号：特願 2004-72499
出願日：2004 年 3 月 15 日

発明の名称：人物アニメーション作成システム及びそのユーザインタフェース
発明者：安室喜弘, 千原國宏, 眞鍋佳嗣, 井村誠孝, 中手 慎
出願人：奈良先端科学技術大学院大学長
出願番号：特願 2004-74595
出願日：2004 年 3 月 16 日

発明の名称：手書き情報入力システム
発明者：井村誠孝, 千原國宏, 安室喜弘, 佐官雄介
出願人：財団法人奈良先端科学技術大学院大学支援財団
出願番号：特願 2004-78757
出願日：2004 年 3 月 18 日

発明の名称：位置及び姿勢センサ
発明者：神原誠之, 横矢直和
出願人：奈良先端科学技術大学院大学長
出願番号：特願 2004-79727
出願日：2004 年 3 月 19 日

発明の名称：電源装置
発明者：神原誠之, 横矢直和, 中野富美男
出願人：財団法人奈良先端科学技術大学院大学支援財団
出願番号：特願 2004-139231
出願日：2004 年 4 月 7 日

発明の名称：データ入出力方法およびデータ入出力装置
発明者：宮崎 純, 波多野賢治
出願人：国立大学法人 奈良先端科学技術大学院大学
出願番号：特願 2004-242733
出願日：2004 年 8 月 23 日

(2) 海外

発明の名称：Information Input System
米国特許
発明者：Masatsugu Kidode, Munenori Ukita, Akihiro Terabe, Yasuyuki Kono
出願番号：10/358, 840
出願日：2003 年 2 月 5 日

発明の名称：Close Region Image Extraction Device and Close Region Image Extraction Method

米国特許

発明者：Yasuyuki Kono, Masatsugu Kidode, Takahiro Ueoka, Tatsuyuki Kawamura

出願番号：10/731,982

出願日：2003年12月10日

発明の名称：Close Region Image Extraction Device and Close Region Image Extraction Method

ヨーロッパ特許

発明者：Yasuyuki Kono, Masatsugu Kidode, Takahiro Ueoka, Tatsuyuki Kawamura

出願番号：03029091.0

出願日：2003年12月17日

5. 4 受賞等

(1) 受賞

賞名：全国大会優秀賞

受賞者：河村竜幸

論文タイトル：Ubiquitous Memories:実世界の物理的オブジェクトを用いた記憶外在化システム

内容：人工知能学会全国大会のポスターセッションで発表されたものについて。

受賞日：2002年5月30日

賞名：IEEE関西支部学生研究奨励賞

受賞者：河村竜幸

論文タイトル：Wearable Interfaces for a Video Diary: towards Memory Retrieval, Exchange, and Transportation

内容：IEEEの論文誌または国際学会でIEEE学会員である学生により掲載・発表されたものについて

受賞日：2004年2月10日

賞名：2003 年度テレコムシステム技術学生賞

受賞者：西川剛樹

論文タイトル：Blind Source Separation of Acoustic Signals Based on Multistage ICA Combining Frequency-Domain ICA and Time-Domain ICA (IEICE Trans. Fundamentals, Vol.E86-A, No.4, 2003)

内容：電気通信及びそれに関連する情報処理についての工学的、技術的観点からの研究に関して、学部及び修士課程において本人が中心となっていた研究に関する論文（卒業・修士論文、学会論文誌、国際会議、研究会等）を対象とし、入賞10論文以内を選定する。

受賞日：2004 年 3 月 22 日

賞名：電子情報通信学会 第 15 回データ工学ワークショップ (DEWS2004) 優秀論文賞

受賞者：波多野賢治

論文タイトル：統計量を用いた XML 部分文書検索システムの実装

内容：フルペーパーにて投稿された論文のうち、プログラム委員会による審査の結果、特に優秀と判定された論文に贈られる。DEWS2004 では優秀論文賞として 3 編選ばれる

受賞日：2004年7月15日

賞名：C&C振興財団 2004度若手優秀論文賞

受賞者：西川剛樹

論文タイトル：Overdetermined Blind Separation for Convolutional Mixtures of Speech Based on Multistage ICA Using Subarray Processing

内容：C&C財団の海外渡航助成を受けた者より選抜、年間1件受賞

受賞日：2005年2月2日

賞名：船井情報科学振興財団 第4回船井情報科学奨励賞
受賞者：西川剛樹
研究タイトル：ブラインド音源分離に基づく集音インターフェースに関する研究
内容：情報技術に関する研究について顕著な功績のある若手研究者を褒賞,35才以下,年に12件
受賞日：2005年3月12日

(2) 取材（新聞・雑誌・報道）

ノート上で指動かし入力
日本経済新聞（平成 14 年 3 月 22 日）

ウェアラブル型注釈提示システム「かちかち山」
NHK ニュース関西発 2002 奈良ウィーク（2002 年 9 月 11 日）

リアルな風景に情報を合成「これって何？」はもうなくなる
日経 NETWORK（2002 年 12 月 22 日）

映像備忘録を開発
日経産業新聞（平成 14 年 4 月 3 日）

マシンビジョン応用国際ワークショップ特集
奈良テレビ放送 New Up なら（平成 14 年 12 月 11 日）

視線とらえ位置検出
日経産業新聞（平成 15 年 1 月 21 日）

ウェアラブルコンピューティング特集
奈良テレビ放送 New Up なら（平成 15 年 1 月 21 日）

情報拡張コンピュータ使用 消防隊員に伝達
奈良日日新聞（2003 年 8 月 28 日）

体にコンピュータ装着 リアルタイムで情報伝達
奈良新聞（2003 年 8 月 30 日）

消防支援の装置開発
NHK 奈良「ニュースなら 630」（2003 年 9 月 1 日）

消化活動の新装備披露
朝日新聞（2003 年 9 月 1 日）

映像と CG で迅速に状況把握
産経新聞（2003 年 9 月 1 日）

リアルタイム&インタラクティブな複合現実空間を体験- "MR テクノロジーEXPO 2003"
開幕
ASCII24.com（2003 年 10 月 9 日）
<http://ascii24.com/news/i/topi/article/2003/10/09/print/646313.html>

MR-EXPO 開催
NHK 「首都圏ニュース」（2003 年 10 月 9 日）

CG で描かれたバーチャル空間で遊んでみよう MR テクノロジーEXPO 開催
asahi.com（2003 年 10 月 10 日）
<http://www.asahi.com/tech/apc/TKY200310100116.html>

やってみないとわかんない月～ 「MIXED FANTASY 月～MR テクノロジーEXPO2003」
ITmedia News (2003 年 10 月 10 日)
http://www.itmedia.co.jp/news/0310/10/cjad_kobayashi.html

もっと多くの命をすくいたい 新システム開発へ
奈良新聞 (2004 年 3 月 7 日)

ウェアラブル PC が起こすファッション革命!?
週間アスキー (2003 年 4 月 15 日)

特集：ウェアラブルがいっぱい -ウェアラブル国際ワークショップ
ITmedia News (2003 年 6 月 5 日)
<http://www.itmedia.co.jp/news/0306/05/fj00-wear.html>

五感情報通信への挑戦
TIME&SPACE (2004 年 4 月 1 日)

大学寮 「三次元 CG と GPS を組み合わせて平城宮跡をリアルに道案内」
文部科学教育通信 (2004 年 12 月 27 日)

CG で平城京へタイムスリップ
歴史読本 3 月号

体感！平城京
NHK お元気ですか日本列島 (2005 年 3 月 9 日)

携帯端末に古代の風景
読売新聞朝刊 (2005 年 3 月 27 日)

ウェアラブルで日常生活はどう変わるのか？日常生活を拡張する着用指向情報パートナー
イチャーインタフェース, No. 20 (2004 年 4 月 1 日)

1300 年前に“タイムスリップ”ほら、目の前に平城京
日本経済新聞夕刊 (2004 年 12 月 11 日)

実現間近！"着るコンピューター"
NHK サイエンス ZERO (2005 年 10 月 1 日)

IT ライフに女性のセンス・・・奈良女子大・奈良先端大 新作コレクション
asahi.com マイタウン奈良 (2005 年 10 月 21 日)

おしゃれに「着たい」パソコン変身
朝日新聞 朝刊 (2005 年 10 月 22 日)

科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 CREST 研究成果から 74 「ウェアラブル IT 機器
日常生活での使用めざす」
科学新聞 朝刊 (2005 年 10 月 28 日)

聞きたい音だけ抽出
日本経済新聞 (2005 年 10 月 25 日 朝刊)

必要な音すぐ抽出 雑踏でも携帯で話せる
読売新聞 (17 年 10 月 25 日 朝刊)

雑音から音を聞き分ける装置
朝日新聞 (2005 年 10 月 25 日 朝刊)

聞きたい音だけ瞬時に抽出 雑音カット
毎日新聞 (2005 年 10 月 25 日 朝刊)

「身につけられるコンピューター」時代来るか 機器を目立たせぬ服 研究進む
朝日新聞 朝刊 (2005 年 11 月 16 日)

技術フロンティア「音源分離技術・雑踏でも携帯の声を鮮明に」
日経ビジネス, pp.136-138 (2005 年 11 月 28 日)

“新々”(74)忘れ物見つけます
NHK BS1 経済最前線 (2005 年 12 月 16 日)

6 研究期間中の主な活動

(1) ワークショップ・シンポジウム等

年月日	名称	場所	参加人数	概要
平成14年 2月28日～ 3月 1日	1st CREST Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing	奈良先端科学技術大学院大学ミレニアムホール	132 名	研究代表者によるキーノート講演，木戸出チーム参加メンバーによる研究成果発表 6 件，及び関連分野の専門家による招待講演 6 件が行われ，活発な討論・情報交換が行われた
平成15年 5月23日～ 5月24日	2nd CREST Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing	奈良先端科学技術大学院大学ミレニアムホール	193 名	「日常生活を拡張する着用指向情報パートナーの開発」を進める各メンバーの成果発表と，この分野の著名な外国人招待講演者 3 名の講演，及び国内招待講演者とのパネルディスカッションを行った
平成16年 10月31日	3rd CREST Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing	DoubleTree Crystal City, Arlington, Virginia, USA	50 名	「日常生活を拡張する着用指向情報パートナーの開発」を進める各メンバーの成果を口頭発表とデモンストレーションで行うと共に国際的な研究者との討論を行った

(2) 招聘した研究者等

氏 名 (所属, 役職)	招聘の目的	滞在先	滞在期間
Tobias Hollerer (Columbia University)	1 st CREST Workshop 講演	奈良先端科学技術大学院大学	平成14年 2月28日～ 3月 1日
Thad E. Starner (Georgia Institute of Technology)	1 st CREST Workshop 講演	奈良先端科学技術大学院大学	平成14年 2月28日～ 3月 1日

Petri Pulli (University of Oulu)	1 st CREST Workshop 講演	奈良先端科学技術 大学院大学	平成14年 2月28日～ 3月 1日
Steven J. Schwartz (MIT)	1 st CREST Workshop 講演	奈良先端科学技術 大学院大学	平成14年 2月28日～ 3月 1日
中村 哲 (ATR)	1 st CREST Workshop 講演	奈良先端科学技術 大学院大学	平成14年 2月28日～ 3月 1日
高田 広章 (豊橋技術科学大学)	1 st CREST Workshop 講演	奈良先端科学技術 大学院大学	平成14年 2月28日～ 3月 1日
Steven Feiner (Columbia University)	2nd CREST Workshop 講演	奈良先端科学技術 大学院大学	平成15年 5月23日～ 5月24日
Bruce Thomas (University of South Australia)	2nd CREST Workshop 講演	奈良先端科学技術 大学院大学	平成15年 5月23日～ 5月24日
Werner Weber (Infineon Technologies)	2nd CREST Workshop 講演	奈良先端科学技術 大学院大学	平成15年 5月23日～ 5月24日
角 康之 (京都大学 / ATR)	2nd CREST Workshop 講演	奈良先端科学技術 大学院大学	平成15年 5月23日～ 5月24日
福本 雅朗 (NTT ドコモマルチメディア研究所)	2nd CREST Workshop 講演	奈良先端科学技術 大学院大学	平成15年 5月23日～ 5月24日

7 結び

本研究は2000年11月に開始し、2005年度で終了する5年間プロジェクトである。奈良先端科学技術大学院大学（NAIST）情報科学研究科を中心に、応用・インタフェースそしてプラットフォーム基盤の3研究グループで構成され、以下に研究テーマ詳細と実行チームを示す。

<知的アプリケーショングループ>

- ・知的ナビゲーション NAIST 視覚情報メディア講座、ロボティクス講座、
大阪大学 サイバーメディアセンター
- ・知的共同作業 NAIST 像情報処理学講座
- ・拡張記憶 NAIST 知能情報処理学講座

<入出力インタフェースグループ>

- ・ビジョンインタフェース NAIST 知能情報処理学講座
- ・音インタフェース NAIST 音情報処理学講座

<プラットフォーム基盤グループ>

- ・ウェアラブル DB NAIST データベース学
- ・ウェアラブル OS 九州大学 計算機科学講座

本研究は、まず要素技術毎にその研究目標が達成された時点での情報パートナーの利用イメージをコンセプトビデオにまとめ、その実現を目指して研究開発を推進した。コンセプトビデオの中に日常生活の情報活動を示し、そこに必要な情報処理要素技術の目標を研究チーム内で共有した。この目標に向かって、各チームで5年間のマイルストーンを作成し、成果を可視化しながら、研究開発を進めてきた。研究領域アドバイザー団（研究総括：長尾眞京都大学総長）の現場視察と研究指導を適宜受けながら、中間評価（2003年秋）と最終評価（2005年冬）を重要評価ポイントとしてきた。

年度毎の研究活動の成果は国際ワークショップの形式でこの分野の研究者・技術者を集めて情報公開し意見交換を進めてきた。これまで、第一回ワークショップを2002年3月初めに、第二回を2003年5月末に、そして第3回を2004年10月末に米国で行った。その他、関連学会の国内外ワークショップや大会での研究成果発表やデモ公開などを行い、広く研究活動の社会への情報発信を行ってきた。最終年度の2005年10月には、ウェアラブルコンピュータに関する国際シンポジウムを大阪で主催し、研究成果の公開と意見交換を行った。

本研究は、コンピュータの存在が偏在化して人々の日常生活を拡張する高度メディア社会を予見し、その実現の一つとして着用指向の情報パートナーを提案し、そこに必要な情報処理要素技術群を開発するというスタイルで開始したものである。この研究成果は広範囲にわたり、プラットフォーム基盤上のデータベースや基本ソフトウェア技術、人に優しい画像や音声を利用したインタフェース技術、そして知的ナビゲーション・知的共同作業・拡張記憶アルバム・の新しい応用技術を含んでいる。これらの研究成果は着用指向情報パートナーを実現する上で必要な技術群であり、情報パートナーの実現に向けて相互利用されて一体化されていくものである。各要素技術の更なる高度化と統合拡張は継続していくものである。

本研究で情報パートナーの可能性を具体的に示してきたが、更なる社会展開及び普及をしていくために残った課題を以下に示す。

- ・ 各要素技術のロバスト性の確保とモジュール化をはかり、一般ソフト公開で普及をはかる。
- ・ 機器の小型化・低価格化を産業界を連携して進め、ファッション性も高め、先端的な利用者層を獲得する。
- ・ 新応用分野の開拓を更に進める。まず、各種イベント（例、平城遷都1300年記念行事）などの特殊な利用場面へ技術の利用を展開する。
- ・ そして産業現場・医療現場・学術調査現場・緊急現場・災害現場などへの適用をユーザの開拓と共に行う。また、新たにコンテンツ産業との連携も深める。例えば、観光情報コンテンツを各地域業界と連携し、情報パートナーの利用を拡大する。