

「高度メディア社会の生活情報技術」

平成12年度採択研究代表者

木戸出 正継

(奈良先端科学技術大学院大学 教授)

「日常生活を拡張する着用指向情報パートナーの開発」

1. 実施の概要

本研究では、日々違った事象に遭遇する日常の社会環境において、ユーザの置かれた状況に応じて強力な生活支援をオンデマンドに、さらにはユーザが意識して欲求しなくても自発的に提供できる携帯型の汎用情報デバイス、すなわち現代人の「情報パートナー」の実現を目指す。具体的な研究開発は、プラットフォーム基盤技術（OSとデータベース）、入出力インタフェース及びアプリケーションの各レベルの連携をさせながら統合的に推進する。

14年度は各研究グループにおいて各要素技術の深耕（高性能化、高精度化、高機能化）を目指した活動を行い、下記の成果が得られた。

- ・環境埋め込み型センサによる位置同定と歩数計測を利用した注視提示システムの構築
- ・画像マーカ及び赤外線識別子を用いた屋内位置姿勢検出手法の開発
- ・共有仮想環境生成のための実空間情報の取得
- ・共有仮想空間における直感的なオブジェクト操作のための3Dマーカの試作
- ・実世界対象を媒介とした拡張記憶の検索・整理・編集・共有機構の提案とモジュールの実装
- ・頭部装着二眼カメラによる仮想入力タブレットの実現
- ・視線領域に基づいた注視領域の検出と三次元注視点推定
- ・極小規模マイクロフォンアレイによるブラインド音源分離の改良と性能定量化
- ・ささやき声・雑音環境下音声認識のためのアルゴリズム改良，話者・環境適応方式改良
- ・コンテキストウェアアプリを動作可能なOSのためのコンテキストのモデル化と実装
- ・地理情報の詳細度を考慮したオブジェクト群への情報配信

15年度はこれらの成果を基にして各要素技術の更なる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する方向を目指して、要素技術統合の検討に着手する。

2. 研究実施内容

アプリケーショングループ

アプリケーショングループでは、よりリアリティの高い拡張現実ナビゲーション、及び情報パートナー着用ユーザと没入型仮想空間ユーザ間の知的共同作業を実現するための各種要素技術の高精度化に取り組んだ。

まず、環境埋込み型センサとしてRFIDタグと赤外線ビーコンを利用したユーザ位置同定と、歩数計測による相対的な移動量推定を組み合わせることで、広範囲におけるユーザの位置推定手法を可能にした。具体的には、実世界にユーザ位置同定インフラとしてRFIDタグと赤外線ビーコンの送信機が離散的に設置されている環境を想定しており、システムはこれらのインフラから位置情報を受け取ることでユーザ位置の特定を行う。ユーザがRFIDタグや赤外線ビーコンの送信機が設置された地点から離れた場合は、加速度センサと電子コンパスを利用した歩数計測によりユーザの位置を推定する。また、広域の屋内環境でユーザの自己位置を推定する手法を2つ開発した。1つは、画像マーカを天井に多数配置して頭部搭載の上向きカメラで認識する手法、もう一つは広域の屋内環境でユーザの自己位置推定を行う手法として、赤外線識別子とステレオカメラ、およびジャイロセンサを用いる手法である。今後、これらの位置同定手法を統合し、屋内外問わず広範囲において利用可能な注釈提示システムの構築を目指す。

また、実空間にいるウェアラブルコンピュータを装着したユーザと、没入型仮想空間にいるユーザの知的共同作業を可能にする技術の実現を目指して、共有仮想環境生成のための実空間情報の取得と直観的共同作業のためのオブジェクト操作に取り組んだ。全周囲画像センサによる画像計測で、実作業空間の壁面と床面などの幾何学的情報を効果的に取得し、単純形状のみで臨場感のあるモデルを構築する手法を開発した。更に、実環境のユーザによる仮想物体の直感的操作および現場の空間や光学的条件を考慮した違和感のない仮想物体表示を可能にするために、仮想物体の種類と幾何学的な向きを決定する二次元コードと環境内の照明状況を計測するための鏡面球を組合せた3Dマークを試作し、実環境映像への仮想物体の重畳表示を可能にした。今後はこれらの手法をベースに、幾何学的・光学的精度向上に取り組むと共に、簡易に物体の三次元形状を計測する手法を開発する。

入出力インタフェースグループ

入出力インタフェースグループでは、着用型インタフェースシステムの基盤技術として、1) 拡張記憶アルバムインタフェースの実現に必要な機能の洗い出しと一部モジュールの試作、2) 着用状況でデバイスを把持することなしにユーザ意図を入力可能な各種ビジョンベースインタフェースの試作を行うと共に、ささやき声・対雑音音声認識のためのマイクロフォンアレイによる音源分離方式と音声認識アルゴリズムの改良と性能定量化に取り組んだ。

常時捉えられたユーザ視点映像を外化して拡張記憶として蓄積し、日常記憶活動を支援する拡張記憶アルバムの実現には、(1)検索、(2)編集・情報付加、(3)整理、(4)共有の

4つの拡張記憶の操作機能が重要である。その核となるモジュールとして、ユーザが記憶を整理するために拡張記憶の各要素を実世界に偏在する物理的対象と関連付ける機能を、対象物に「触れて」拡張記憶要素を「貼り付ける」というメタファを採用したインタフェースを試作し、ユーザ実験により記憶補助の効果を確認した。また、ユーザ視点映像がもつ特性を利用した高速な類似映像検索アルゴリズムを提案すると共に、13年度に試作した把持オブジェクト画像抽出カメラObjetCamによる高精度なオブジェクト認識のための画像特徴量抽出手法IPH (Integrated Probabilistic Histogram) を提案した。今後は、試作した各モジュールの効果の定量化、必要機能の実現アルゴリズムの検討・実装を行うと共に、それらを統合した拡張記憶アルバムインタフェースの構築を目指す。

着用型ビジョンインタフェースの研究においては、13年度に開発したフリーハンド入力のための仮想タブレットシステムの高精度化を、三角測量に基づいた指形状復元により実現した。視線検出装置により獲得された人間の視線方向情報に基づいて、頭部に装着されたカメラによる観測画像中から人間の注視領域の検出を実現すると共に、人間の両眼の三次元視線方向から、注視点の三次元座標を検出するシステムを開発した。今後、頭部移動や中心点の移動に対応できるシステムの開発を行う。

極小規模マイクロフォンアレイに関しては、「周波数領域独立成分分析 (ICA) 時間領域ICAを統合した多段ICAアルゴリズム」の多素子化等の改良を含めた検討を行った。4素子を用いた実験において、静止音源に関しては通常室内残響環境にて20 dB程度のSN比改善が実現できた。更に、身体に装着した小規模音響再生装置を用いた音響拡張現実感への取り組みを開始した。ここでは、単一入力・多点受音系 (SIMOモデル) に基づくブラインド音源分離アルゴリズムを提案し、空間の音響特性および人間の両耳受聴特性を保持したままステレオ音群へのブラインド分離が理論的に実現できることを示した。今後、模擬頭・胸部シミュレータを利用して主観評価などを行いつつ高精度化を図ると共に、画像と統合した総合的な拡張現実感技術の構築を目指す。

ささやき音声認識およびマルチモーダル音声認識に関しては、唇画像による音声認識の高精度化を目指して、14年度はハイスピードカメラによる唇画像の収録および高精度な唇画像認識のアルゴリズムの検討を行った。口唇形状をモデルベース、口内情報をイメージベースでモデル化することにより、子音の認識精度を改善することができた。音声認識と唇画像認識とを統合した場合については、今後の課題である。教師なし話者適応については、様々な雑音環境下においても任意の一発声から高精度に適応が可能であることを示した。

プラットフォーム基盤グループ

プラットフォーム基盤グループでは、資源分散型データベース実現を想定した映像索引・検索、情報配信機構の要素技術を開発した。また省資源型ウェアラブルOSを目指し、ユーザの置かれている状況 (コンテキスト) に応じてその振舞を変える機構の検討と試作を行った。

映像索引機構に関しては、着用環境で取得されるカメラ映像のメタデータ管理のための手法として MPEG-7 出版を提案し、プロトタイプシステムを実装した。また、多数の移動端末に向けた効率的なデータ放送のための地理情報の詳細度を考慮したオブジェクト群への情報配信手法を提案した。今後はシステムを実装し提案手法の有効性を検証すると共に、利用者プロフィールの構築方法と情報フィルタリング手法を組み合わせ、利用者の嗜好を考慮したデータ放送手法の確立を目指す。

ユーザが操作に専念できない着用環境では、ユーザの置かれている状況（コンテキスト）に応じてその振舞を変える、いわゆるコンテキストウェアネスが要求される。コンテキストウェアアプリケーションを支援するミドルウェアを開発するに先立ち、コンテキストならびにコンテキストウェアアプリケーションの処理のモデル化を進めた。具体的には、ユーザが置かれた時々刻々の状況の系列を言語として捉え、ユーザのコンテキストを文脈自由言語としてモデル化して、コンテキストを BNF で記述し、コンテキストに応じた処理を実現することを検討した。更に、このコンテキストモデルに即して、センサやストレージからのデータ取得、コンテキストの導出、コンテキストの変化に応じたプロセス制御とイベント配送を行うコンテキストウェアミドルウェアのプロトタイプ「CAMPUS」を開発した。今後は、コンテキストに生じる曖昧性に対処し、アプリケーションを適切に動かせる頑健なコンテキストモデルを開発すると共に、軽装 XML データベースからのコンテキスト取得をサポートするようにする。

3. 研究実施体制

アプリケーショングループ

①研究分担グループ長

横矢直和（奈良先端科学技術大学院大学，教授）

②研究項目

- ・拡張現実ナビゲーションのための屋内外でのユーザ位置・姿勢検出手法の構築
- ・拡張現実ナビゲーションのための注釈提示手法の開発
- ・知的共同作業支援のための共有仮想環境生成
- ・知的共同作業支援のための仮想物体操作手法の開発

入出力インタフェースグループ

①研究分担グループ長

河野恭之（奈良先端科学技術大学院大学，助教授）

②研究項目

- ・極小規模マイクロフォンアレイ
- ・ささやき音声認識，雑音環境下での音声認識
- ・拡張記憶アルバムのためのインタフェース技術
- ・着用場面におけるユーザ意図理解のための画像援用IF技術の開発

プラットフォーム基盤グループ

①研究分担グループ長

吉川正俊（奈良先端科学技術大学院大学，助教授/名古屋大学情報基盤センター，教授）

②研究項目

- ・ウェアラブル向け組込み，省電力OSの開発
- ・ウェアラブル向け資源分散型DBのための索引付け，検索，配信技術の開発

4. 主な研究成果の発表（論文発表および特許出願）

（1）論文（原著論文）発表

- Kuroda, T., Makari, W., Manabe, Y., Chihara, K.: “Transformation of Signing Avatar to Fit User’s Figure”, Moroccan Journal of Control Computer Science and Signal Processing, Vol. III, No. 1, October 2002.
- Fatiha, S., Maeda, A., Yoshikawa, M., Uemura, S.: “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, September 2002.
- 佐々木, 黒田, 眞鍋, 千原: “「てのひらめにゆう」：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, September 2002.
- 安室, 小島, 黒田, 井村, 眞鍋, 千原: “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, September 2002.
- 南, Korpipaa, T., 黒田, 眞鍋, 千原: “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誌・論文誌, Vol. 4, No. 3, pp. 159-166, August 2002.
- 久住, 北須賀, 中西, 福田: “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, June 2002.

（2）特許出願

H14年度特許出願件数：1件（研究期間累積件数：1件）