

「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情報科学研究科 教授)

## 「日常生活を拡張する着用型情報パートナーの開発」

### 1. 研究実施の概要

#### アプリケーショングループ

屋内環境において現実環境と仮想環境を融合する拡張現実感システムを作成し幾何学的整合性について検討した。今後、屋外環境におけるアノテーションが可能なシステムに拡張を検討する。また、ウェアラブルPCの試作ならびに没入型仮想空間での協調作業におけるデータ形式について検討した。

#### 入出力インタフェースグループ

HMD記録画像の色相によるインデックス圧縮に基づく記憶想起IF（インタフェース）を試作すると共に仮想入力IFのコンセプト検討を行い、実現性と必要なデバイス・技術を探った。この検討に基づき13年度以降の研究・開発を進める。ウェアラブル極小規模マイクロホンアレー、ささやき音声認識に関しては、まず基本となるアルゴリズムに関する提案・理論検討を進め、計算機シミュレーション等によりその性能を定量化した。また、マルチモーダル音声認識に関しては、その基礎となる音声・顔画像データベースの収録・整備に着手し、2名分のデータ収録を終了した。

#### プラットフォーム基盤グループ

対象とする着用型情報パートナーに最適化されたリアルタイムOSを生成する、リターゲッタブル軽量OSの研究ならびに開発を行った。また、ウェアラブル環境を意識して利用者の置かれている状況を考慮したウェアラブルマルチメディア情報処理機能の実現を提案し、実時間データマイニング、情報フィルタリング、映像の索引機構の開発を行った。更に、無線アドホックネットワーク帯域可変データリンク層のモデル化についての検討を行った。今後は、ウェアラブルコンピュータの利用が促進されると情報の個人化が進むため、その点に重点をおいてこれらシステムの開発を行う予定である。

### 2. 研究実施内容

#### アプリケーショングループ

屋外環境に対してアノテーションを行う拡張現実感システムの実現に必要な、

現実環境と仮想環境における合成時の位置ずれの問題である幾何学的整合性についての検討を行った。具体的には、視点位置付近に取り付けたカメラで撮影した映像からカメラの位置を推定するビジョンセンサと角度情報が得られるジャイロからユーザの視点位置を推定し位置合わせを行う拡張現実感システムの開発を行った。高精度な位置合わせが可能であるがロバスト性に欠けるビジョンセンサに対し、安定した測定が可能なジャイロセンサによる視点位置の予測を組み合わせることで位置合わせのロバスト性の向上を図った。これらのセンサの組み合わせは、機器による物理的な計測範囲の制限がなく、屋外環境における拡張現実感へ応用が可能である。また、屋外環境におけるユーザの位置の推定に有用なGPSの測定技術の蓄積と、屋外環境におけるアノテーション技術の基盤構築のために、カーナビゲーションにおけるアノテーション画像の実時間生成手法の開発を行った。今後、機器を小型化・軽量化した装着形システムの開発を試みる。

また、室内環境に特化したアプリケーションとして、ウェアラブル-没入型提示装置での協調作業を用いたインテリアデザインシステムの研究を行っている。今年度ウェアラブルPCを持ったユーザと没入型提示装置を使うデザイナーという、異なるプラットフォーム間で空間を共有することを考え、ARとVRが混在可能な仮想空間共有プロトコルの開発を行った。また、装着型計算機のカメラ映像から計算機携帯者の身振り・動作認識を行う研究として、ユーザの手による直感的な入力操作を可能とする「てのひらいんたあふえいす」の提案・実装を行っている。今年度は、手にメニューを重畳し、反対の手で触れることで非常に簡単に直感的な入力操作が行える「てのひらめにゅう」を用いたMovieViewer、その拡張である「てのひらだいやる」と空間を指示するための「てのひらばいんたあ」を用いたお絵描きソフトを構築した。

#### 入出力インタフェースグループ

過去の映像を提示するビデオアルバミングのための画像構造化・検索技術を開発するために、思い出したい記憶と類似した風景を眺めるだけで自動的に検索・再生されるような記憶想起デバイス・IFを試作した（右図）。試作IFでは、色相情報によるビデオ動画のインデックスを圧縮することで、高速かつ安定した検索の実現を目指した。



この結果、高速検索は実現したが、ユーザの頭部運動によるインデックス情報の変化、及び頭部装着カメラの視界内に入るユーザの手などの運動が検索精度に悪影響を及ぼすことが明らかになった。

また、画像処理援用入力IFに関しては、着用指向情報パートナーのためのコン

テンツ入力IFのコンセプト基礎検討を行った。着用指向情報パートナーにおいては、コンテンツ入力IFも可能な限りハンズフリーであることが望ましい。このため、近赤外線光を照射しその反射光を捉えることで近似的に得られる奥行き情報を利用して、ユーザの眼前にある机等の平面を捉えられるかの実験も並行して行ってきた。その結果、掌や机面等ユーザの近辺の平面を捉え、頭部装着ディスプレイ（HMD）に表示される平面上にキーボード等の仮想入力デバイスを平面の大きさや形状に合わせて選択して重畳表示し、仮想デバイスへの入力操作を受け付けるバーチャル入力デバイスのコンセプトを構築した。

ウェアラブル極小規模マイクロホンアレーに関しては、基本アルゴリズム提案及びその計算機シミュレーションによる性能定量化を行った。具体的には、事前に環境情報を必要としないブラインド処理とアレー信号処理を融合した新手法の提案及び、その性能評価を行った。2素子アレーを仮定して実環境を模擬した計算機シミュレーション実験を行った結果、従来比5倍のフィルタ収束速度及び約10dBのSN比改善が確認された。今後は、実際の環境における実機実験及び音声認識による評価に関して検討を行う必要がある。

ささやき声音認識に関しては、発話環境適応技術（MLLR：Maximum Likelihood Linear Regression）により認識率の向上がどの程度望めるかに関して検討を行った。その結果、従来音声認識エンジンでは40%程度であったささやき声の認識率を94%程度まで向上できた。また本認識実験に併せて、ささやき声と顔画像（唇）からなるマルチモーダルデータの収録を開始し、2名分（500文×2,200単語×2）のデータ収録を完了した。今後は、上記マルチモーダルデータの容量を増やし、唇画像と音声入力の併用によってささやき声音認識系の精度向上を図る予定である。

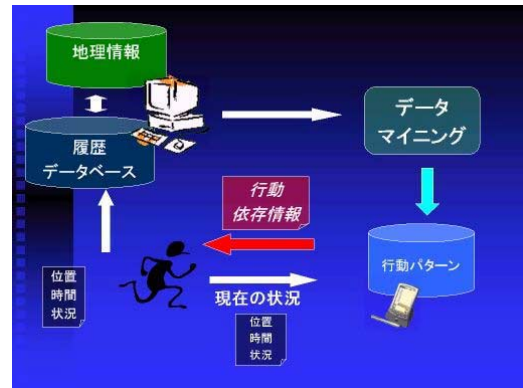
#### プラットフォーム基盤グループ

コードサイズの小さい軽量OSの実現に向けては、プログラムスライシング技術を応用し、着用型情報パートナーのアプリケーションに必要なOSの機能モジュールを削減する予備的研究を行った。MINIXを用いて予備評価を行ったところ、システムコールを一切呼ばない場合（＝アプリケーションなしの場合）で60～85%程度、initを稼働させるのに必要なシステムコールのみ搭載する場合で10～30%程度のコードサイズ縮小を確認した。

カスタマイズ性の高いリターゲットブルOSに向けては、対象ハードウェアへの柔軟性が高いマイクロカーネルOSを、コンパイラ等ソフトウェアツールの支援のもとに、低オーバーヘッドのモノリシックOSに変換する予備的研究を行い、その研究基盤となるマイクロカーネル構成のプロトタイプOS「Lambda」を開発した。別途、OS機能を一部ハードウェア化して実行時オーバーヘッドの問題を回避する

研究として、ハードウェアリアルタイムスケジューラの実装を行った。

実時間データマイニングについては、これまで提案されてきた実時間データマイニングの手法とは異なり、ウェアラブル環境、つまり利用者の置かれている状況（位置、時刻など）に応じたデータマイニングを行うための提案を行い、現在、その有効性の評価を行っている。また、情報フィルタリングに関しても同様に、利用者の置かれている状況とユーザプロ



ファイルを利用して情報フィルタリングを行う手法を提案した。また、映像の索引機構の研究では、利用者がウェアラブルコンピュータを利用することで自分の行動を振り返ることが可能になると考え、これまでのように映像の内容をキーとした映像の検索ではなく、時刻、場所などの利用者の置かれていた状況を検索のキーとして利用する映像検索システムの実現を図っている。

また、現状で入手可能なネットワークデバイスを用いた無線アドホックネットワーク実験インフラ整備を行った。そして、無線アドホックネットワーク帯域可変データリンク層モデル化の検討を行い、セキュリティ機能を持ったアドホックネットワーク技術の導入で対応することとした。

### 3. 主な研究成果の発表（論文発表）

なし