

「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

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。

13 年度は各研究グループにおいて必要な要素技術創出のための基礎実験と実験環境整備を目指して種々の可能性を追求した活動を行い、下記の成果が得られた。

- ・ 地点限定の高精度アノテーション提示の実現
- ・ てのひらインタフェースのための安定した手形状抽出とユーザ視野の奥行き情報の取得
- ・ 仮想空間内での頭部姿勢測定方式の開発と本人らしいアバタ生成・表現
- ・ カラー・赤外画像の同時取得カメラの開発とそれを用いた対象物体の登録・検索システムの開発
- ・ 任意の平面物体追従と指先トラッキングに基づく仮想タブレットの実現
- ・ 極小規模マイクロホンアレーでの残響に頑健なアルゴリズムの提案
- ・ ささやき声・マルチモーダル音声認識のための音声・顔画像 DB の収録・整備完了
- ・ 利用者の地理的行動パターンの抽出手法の開発
- ・ 地理オブジェクトを用いたウェアラブルカメラ映像索引付けの自動化手法の開発
- ・ リターゲッタブルマイクロカーネル OS「Lambda」の設計・実装
- ・ アプリケーションに利用されない機能を OS から自動削除するための分析手法の提案
- ・ 省電力支援のための情報符号化アルゴリズムの開発

14 年度はこれらの成果を基にして各要素技術の深耕(高性能化、高精度化、高機能化)を図る。

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ウェアラブル拡張現実感、及びウェアラブル

ユーザ-没入型仮想空間ユーザ間の協調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、屋内・外のアノテーション提示の要求が高いと考えられる地点(案内板の前や分岐点など)において使用可能なウェアラブル拡張現実感システムの開発を行った。アノテーション提示に必要な観測者の位置情報は RFID タグ、姿勢情報はジャイロを利用して計測を行った。具体的な観測者の位置計測方法は、観測者の腕につけた RFID タグリーダを用いて、指定された地点に設置されている RFID タグを読み取ることで位置情報の獲得を行った。実際に開発したシステムを利用して屋内・外の指定された地点において、建造物やナビゲーションなどの情報をアノテーションにより現実環境に重畳表示し実験を行った。実験より現実物体とアノテーションが直感的に対応付け可能であることが確認できた。今後は、GPS や光ビーコンと組み合わせることで、任意地点においてアノテーション提示が可能なウェアラブル拡張現実感の開発を試みる。

また、ウェアラブル PC のインタフェースとして開発を進めている「てのひらいたあふえいす」のシステム動作の安定化を図った。赤外光を手元に照射し、撮像側では分光した後に可視光映像と近赤外フィルタを通した映像とを取得する装置を試作した。能動的に赤外光で照らした手を光学的なフィルタリングを施して撮像することにより、安定した手形抽出を実現した。また、頭部装着型のステレオカメラ映像によってユーザ視野における奥行き情報を捉え、ユーザの目の前の 3 次元空間を仮想的に PC のワークスペースとするインタフェースを提案・試作した。このインタフェースは実環境を背景にウィンドウやブラウザ、CG オブジェクトなどの 2D/3D の PC のアイテムを区別なく扱うことができ、自らの手を使って直感的に操作できるものである。共有仮想空間内では、ユーザの頭部姿勢の測定を磁気式姿勢センサや傾斜センサなどで行い、ユーザに見えている実環境に違和感なく仮想物体を表示する方法を研究した。さらに、ウェアラブルコンピュータの装着者と没入型仮想空間内のユーザが協調作業を行う上で随時相手を視認できるように、本人らしさを持ったアバタを生成・表現する技術を開発した。この成果を基に、今後は共有仮想空間生成のための実空間情報の取得、及びそのリソース管理手法に注力する。

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、ビジョン型インタフェースシステムの基盤技術として、1) 対象物体の登録・検索、2) 仮想タブレット、の二つのインタフェースを試作すると共に、ささやき声・マルチモーダル音声認識のための DB 構築と対雑音音声認識アルゴリズム開発に取り組んだ。

1) のシステムを実現するために、我々は通常のカラ画像と赤外反射画像を同時に撮影可能な着用型カメラシステムを開発した。赤外反射画像中の濃淡は、カメラシステムから対象物体までの距離に影響して変化するため、この情報を利用して「撮影画像中の対象物体領域の切り出し」「対象物体の識別」を容易に実現可能であることを実験により確認した。今後は、対象物や場所以外に時間や事象などといった人間が記憶想起に用いる概念の整理を行い、人の日常記憶想起をサポートする IF の設計を行う。

2) のシステムでも、1) のシステムで利用したカメラシステムを利用した。この仮想タブレットでは、

ユーザが手に持った任意の平面物体(ノート、バインダなど)を入力面と見なし、その表面を指でなぞると、その軌跡が情報として入力される。この機能を実現するためには「撮影画像中の入力平面とユーザの指先領域の検出」「入力面への指先の接触・非接触判定」が必要となる。提案システムでは、これらの機能を赤外反射画像に含まれる距離情報を解析することにより実現した。今後は、この成果を更に拡張するために、1)ユーザの意図を積極的に理解するための視線情報解析、2)カメラシステムのみ利用による仮想手書きメモインタフェースの開発、3)環境光に依存しない頑健な機器開発・画像処理の考案、などについて研究を進める。

ウェアラブル極小規模マイクロホンアレーに関しては、残響に頑健な「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」を提案した。通常残響下において、2話者を12dB以上の精度で分離可能であることが分かった。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。ささやき音声認識・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・整備を継続し、5240単語(22時間、130GB相当)のデータ収録を終了した。ささやき音声認識に教師なし環境・話者適応技術を導入し、2万語のディクテーションタスクにおいて82%の認識率を得た。また、マルチモーダル音声認識において、口形素(Viseme)を用いた唇画像認識実験を行い、若干の認識率改善を確認した。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密結合によってささやき音声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

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目指した実時間データマイニング、情報フィルタリング、映像索引機構の要素技術、及び省資源型ウェアラブルOSを目指したメモリ保護機構の実装、自動コンフィギュレーション手法と省電力手法を提案した。

無線ネットワーク上で時々刻々と得られる膨大な情報を効率よく閲覧するために、1)利用者の行動を予測し、場所、状況に応じて適切な情報を利用者に提示する機能、2)取得される情報を解析し、利用者が興味を持つ情報だけを抽出する機能が必要となる。1)に関しては、GPSで取得した利用者の移動経路に対してデータマイニングの手法を適用し、利用者の地理的行動パターンを抽出する手法を開発し、有効性を実験により検証した。2)に関しては、配信される情報と、利用者の閲覧履歴を利用して、利用者の興味のある情報の内容の推定を行い、その内容に適合した情報を携帯機器で表示する手法を開発した。今後は、利用者にとって必要な情報だけを携帯機器に保存し、その他の情報はネットワーク上の利用者DBに保存するという携帯機器用のいわゆるキャッシュシステムを開発する。

また、ウェアラブル向けDBの索引付けを自動的に行うために、ウェアラブルカメラ映像の撮影位置の近くに存在する地理オブジェクトを特定し索引付けする手法を開発した。ある地理オブジェクトに対する利用者の距離と注目時間を用いて「地理オブジェクトの重要度」を数値化した。これに基づいて、利用者の行動をダイジェストとしてまとめる方式を提案し、その妥当性を実験によって検証した。今後、地図などの地理情報に加えて近傍の関連情報をサーバで集中的に管理し、移動オブ

ジェクトに必要なデータだけを転送するための手法を検討する。

12年度に引き続きウェアラブルPC向けOS「Lambda」の実装を行ったが、特に組込みプロセッサ向けOSでは実装例の少ないタスク間メモリ保護機能を、i386とSH-3のふたつのプロセッサをターゲットに実装すると共に、他のプロセッサにも適用可能なメモリ保護フレームワーク化を進めた。また、すでに提案していたマイクロカーネル構成OSのモノリシック手法について評価を行った。今後は、マルチメディアデータを扱える程度のリアルタイム性を有するスケジューラを提供し、リアルタイム性の高いウェアラブルアプリケーションに対応する。

また、ウェアラブルPCでは実行されるアプリケーションが限定されることに着目し、汎用OSからアプリケーションに利用されない機能を自動的に削り落とす研究を、12年度に引き続き実施した。今年度は、あるLinux上のアプリケーションが利用する全てのAPIを調べる手法を提案し、例外的なケース意外のほとんどの場合に不要機能の自動削除を行えることを確認した。更に、消費電力がビット反転数に比例することに着目し、省電力固体ファイルシステムを実装する理論的準備として、ビット反転数が最小化されるように符号化を行う二次整数計画法ベースの符号化アルゴリズムを開発した。今後は、半導体フラッシュメモリファイルシステム等のOSモジュールへの同符号化方式の応用を検討する。

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

- ・ウェアラブル拡張現実
- ・ウェアラブルPCでの装着者の身振り動作計測・認識
- ・ウェアラブルアプリケーション開発(てのひらいんたふえいす)
- ・ウェアラブルユーザと没入型仮想空間内のユーザの情報共有・提示

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

- ・極小規模マイクロホンアレー
- ・ささやき音声認識
- ・ウェアラブル記憶想起のための画像検索
- ・バーチャル入力インタフェースのための画像援用IF技術の開発

入出力インタフェースグループ

① 研究分担グループ長

吉川正俊(奈良先端科学技術大学院大学、助教授)

② 研究項目

- ・ 実時間データマイニングのためのセンサフュージョン技術の開発
- ・ 情報フィルタリングとデータマイニング技術の統合
- ・ マルチメディアデータ検索のための映像索引機構の開発
- ・ ウェアラブルオペレーティングシステムのハードウェア化
- ・ ウェアラブルオペレーティングシステムの自動最適化のためのプロセス切替高速化手法の開発
- ・ オペレーティングシステムの軽量化のための OS カスタマイズ技術の汎用化

4. 研究成果の発表

(1) 論文発表

- 佐藤，岩佐，竹村，横矢: “高速シンプクティック・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, October 2001.
- Tatekura, Y., Saruwatarai, H., and Shikano, K.: “An Iterative Inverse Filter Design Method for the Multichannel Sound Field Reproduction System”, IEICE Trans. Fundamentals, Vol.E84-A, No.4, pp.991-998, April 2001.

(2) 特許出願

なし