

## 研究課題別事後評価結果

### 1. 研究課題名 「日常生活を拡張する着用指向情報パートナーの開発」

### 2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名

研究代表者

木戸出 正繼 (奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科 教授)

主たる共同研究者

千原 國宏 (奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科 教授)

宮崎 純 (奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科 助教授)

### 3. 研究内容及び成果

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を想定して、その中核となる要素技術の開発を行った。現在の携帯型情報デバイスの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標とした。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した。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した。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した。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の開発を行った。

具体的には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)の研究開発を行った。また、入出力インタフェースなど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、グループ間の連携を図りながら常に着用・携帯できる単一の着用指向情報パートナーWIPS (Wearable Information Playing Station)の開発を統合的に行うことを目標とした。

研究の実施にあたっては期間を前期(12年度)、中期(13-15年度)、後期(16-17年度)の3期に分けて研究を推進した。

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

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。

以下に5年間の研究成果を研究グループ毎に示す。

#### アプリケーショングループ

- (1) 拡張現実ナビゲーションに向けたユーザ位置・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。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。

また、拡張現実ナビゲーションのための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。

- (2) 知的共同作業支援に向けた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。本研究では全方位カメラとユーザ位置計測による室内環境の3次元簡易モデリング手法を提案した。

また、知的共同作業支援のための実空間と仮想空間の違和感のない複合提示: 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。本研究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。

- (3) 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。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した。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ウェアミドルウェアCAMPUS上で動作する。

#### 入出力インタフェースグループ

- (4) ビジョンインタフェースとしてビジョンベースのハンズフリー入力インタフェースを実現: 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であり、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「てのひらめにゆう」を提案実装した(「てのひらめにゆう」の研究はアプリケーショングループで実施)。

- (5) 音声インタフェースとしての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ほぼ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。

#### プラットフォーム基盤グループ

- (6) データベース機構として着用環境に適したDBアクセス制御を実現: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。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。
- (7) OS機構における省エネ・省メモリOSとコンテキストア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アウェアミドルウェアを開発した。

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)が完全な形で動作することを想定したものではない。しかしながら、本研究で開発してきた各要素技術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と考えられる。

## 4. 事後評価結果

### 4-1. 外部発表(論文、口頭発表等)、特許、研究を通じての新たな知見の取得等の研究成果の状況

本研究は常時着用、常時利用可能な小型情報端末であるウェアラブルコンピュータの実現に向けて、その要素技術を多方面から追求した研究である。一点集中型ではなくて、ウェアラブルコンピュータに関する課題を幅広く取り上げて研究した。個別のウェアラブル技術については当初の計画を実現し、あるいはそれを超えるものも見受けられる。例えばブラインド音源分離技術はこれを用いたイヤホンマイクの商品化に向けた開発に発展している。また、屋内外における位置同定手法や仮想タブレット技術などは基礎的なレベルであるが、今後の実用化に繋がる成果である。

ウェアラブルコンピューティング技術の展開方向として常時稼動をベースにした人間の体験記憶拡張という展開方向を打ち出したが、新たなコンセプトないしはパラダイムの提案といった大きい広がりのある成果という面ではやや物足りなさを感じる。多くの要素技術と応用展開を実現したが、全体を大きく貫き研究の核となるものを絞らないプロジェクト運営スタイルとのトレードオフで、成果にややまとまりを欠く印象を受ける。

論文発表は国内21件、海外13件、口頭発表は国内215件、海外150件と活発な情報発信が行われた。特許出願は国内9件、海外3件である。実用化を見据えた研究であることから、もっと積極的に工業所有権を取得する努力がほしかった。

#### 4-2. 成果の戦略目標・科学技術への貢献

近い将来、多くの人が腕時計や携帯電話と同様の感覚でウェアラブルコンピュータを着用する社会になるとの観測がある。今回の要素技術の研究成果を本来の目標である着用指向情報パートナーの形に統合し、それを用いた斬新なアプリケーションへの適用を社会に提示することによって新しいライフスタイルが見えてくる可能性は大きい。単に技術の進展だけではなく、服飾デザインやライフスタイルなどにもインパクトを与えるような研究に展開することが期待される。そのためにはウェアラブル機器が常時作動し、情報パートナーとして人々の生活に役立つための環境や技術に対する要求をできるだけ速やかにまとめることが重要である。そのまとめを足がかりにして真に役立つウェアラブル機器の研究開発が促進されるものと思われる。

#### 4-3. その他の特記事項(受賞歴など)

若手研究者を中心に国内の受賞が6件あり、このプロジェクトが優秀な人材を育成したことを示している。

マスコミ関係の取材、報道に積極的に対応し、未来のウェアラブルコンピューティングの話題を提供、社会の関心を引いて期待を高めたことは特筆すべき点である。