

「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. 研究実施の概要

本研究は、知的活動を支援する着用指向情報パートナーWIPSならではの新たな利用方法を提案する知的アプリケーション、音声や画像を利用してWIPSに適した新しい入出力方式を開発する入出力インタフェース、ネットワーク・マルチメディア情報処理を核に据えた新しいOS、及び資源分散型DBMSを作成するプラットフォーム基盤の3つのサブグループからなり、日常生活空間での各種情報活動支援機能群を実装することを目指している。

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（拡張記憶アルバム、拡張現実ナビゲーション、知的共同作業支援）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、16年度は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強化、要素技術の統合についての検討を進めた。

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要素技術の統合に向けて、拡張記憶、ナビゲーション、共同作業という3つの想定場面において着用指向パートナーを実現するための要素技術統合の詳細設計を行うと共に、必要技術の高度化を図った。主な研究項目は下記の通りである。

- ・拡張記憶アルバムのアーキテクチャ詳細設計と把持物体抽出カメラの開発
- ・平城京ナビの高度化と空への拡張、及び不可視マーカによる位置・姿勢同定技術の開発
- ・共同作業のための室内簡易モデリング技術と動物体仮想化技術の開発

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研究においては、拡張記憶アルバムのアーキテクチャ設計を行なった。外光影響の強い環境でもユーザの把持した物体を抽出可能なカメラObjectCam2を開

発した。ユーザ視点映像が持つ視野の広さが映像中に映る“物を置く”という行為の認知と、その物を置いた場所の認知に与える影響を調査し、物探し支援システムの実現に向けた頭部装着型カメラの要件を調査した。今後は、プラットフォーム基盤グループとの連携により、拡張記憶アルバムの実装に関わる課題を整理し、本質的課題から解決し、拡張記憶アルバムを実装してゆく。また、これまでに調査してきた日常記憶活動が持つ形態を分類・整理してゆく。

昨年度開発を開始したウェアラブル観光案内システム“平城宮跡ナビ”において、ネットワーク共有データベースを利用することで、ウェアラブルコンピュータ・PDA・携帯電話等の異なった性能を有するモバイル端末を持つユーザに対して拡張現実感・映像・音声等のマルチメディアコンテンツを提示可能な手法の開発を行った。更に、半透明の再帰性反射材と赤外カメラを利用した景観を損ねないユーザ位置姿勢同定、及び無人ヘリコプタを地上から操作する操縦者が見ている画像上に搜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搜索活動を支援するシステムを開発し、平城京上空での実験を行った。

これまで研究してきた実空間の簡易モデリング手法とユーザの識別・位置同定システムを組合せ、室内環境のモデルの生成と現実空間にいる複数のユーザと共同作業をするための位置同定・識別を同時に行うシステムの研究を行った。共同作業に用いる仮想物体は、静止しているものばかりではなく動きを持つものも考えられる。ウェアラブルコンピュータを使った可搬性のある動きのある物体の計測のために円筒鏡とカメラを用いた計測システムの開発を行った。

インタフェースグループ

インタフェースグループでは、アプリケーショングループと連携しながら、技術統合を視野に入れた研究開発を行った。主な研究項目は次の通りである。

- ・身体装着型の音響収録再生装置（イヤホンマイク）を用いた音響拡張現実感のための音場分解・再現
- ・ブラインド音源分離用高速収束ICA技術
- ・視野画像からの注視領域抽出の拡張

リアルな拡張現実ナビゲーション、複合現実を利用した共同作業を実現するためには、映像だけでなくより現実感を体感できる音響情報の提供が必要となる。そこで、身体装着型の音響収録再生装置（イヤホンマイク）を想定し、そこで収録されたバイノーラル音（両耳受聴音）を分解・加工・再現する技術を用いて音響拡張現実感の実現をめざした。バイノーラル音の分解処理に関しては、前年度までに開発されたSIMO-ICAアルゴリズムを用いる。本年度においては、SIMO-ICAの性能を改善するために、初期値自動生成アルゴリズムを提案・開発した。オフラインのバイノーラル音分離実験を実施したところ、左右約30度に分かれた音源を、平均約20 dBの精度で分離可能であることが確認された。

拡張記憶アルバムの実現には、ユーザの周囲環境を常時記録すると共にリアルタイムにその自動タグ付けを行う必要がある。そのために腕や眼鏡などに取り付けられた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。本年度は、昨年度までに提案された高速収束アルゴリズムを3素子以上の場合に一般化し、その有効性に関して検討を行った。実環境における実験結果より、従来の音源分離アルゴリズムよりも10倍以上収束速度が向上し、4 dB以上分離品質が改善された。また、これらの知見を応用し、昨年度に開発した音源分離ソフトの更なる高速化・高精度化を行った。具体的には、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。

拡張記憶アルバムの実現には、ユーザが個々の時点で関心を持つ対象を同定する必要がある。その実現のために注視領域抽出技術の開発を行っている。視野画像からの注視領域抽出を行う我々の従来法では、使用者は止まってなければならない、観測対象は静止物体に限る、という大きな制約があった。そこで、これらの制約を同時に解消するため、1. 各画像撮影タイミングにおける使用者の注視点情報を「注視領域抽出を行いたい画像」に集約する、2. 注視点のばらつきと観測動画像の解析情報を統合して、人間の一般的な視線制御能力では注視しきれない領域も抽出する、といった機能拡張を行った。これにより、より一般的な環境下での注視領域の特定が可能となった。

基盤グループ

基盤グループにおいても、インタフェースグループと同様に技術統合を視野に入れた研究開発を行った。主な研究項目は次の通りである。

- ・小型能動データベースを用いたテンポラルクエリの検討
- ・コンテキストウェアミドルウェアにおける情報収集基盤システムの設計と開発

拡張記憶アルバム実現のためには、映像や音声などのユーザの周囲環境情報とそのタグ情報をデータベースに常時、逐次的に記録しながら、同じデータベースから検索された情報をユーザに提供する必要がある。このような特性を要するウェアラブルデータベースに適した小型能動データベース上で、逐次に記録されたデータ列から、時間をパラメタとして含んだ問合せを容易に実行するための枠組みについて検討した。

着用指向情報パートナーWIPS上のアプリケーションは、利用者の置かれている状況（コンテキスト）を利用し、できるだけ自動的に利用者の生活の補助をする、いわゆるコンテキストウェアネスが必要とされる。このとき、生活環境に設置されたデバイスを援用することで、WIPSはよりリッチなサービスを提供できるようになる。そこで本研究では、生活環境上デバイスからの情報収集を支援する基盤システムの提案と開発を行った。さらに、上記システムを実環境で評価するための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。

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：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）
- ② 研究項目： 拡張現実ナビゲーションの実現
着用ユーザとの知的協調作業の実現

入出力インタフェースグループ

- ① 研究分担グループ長：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）
- ② 研究項目： 拡張記憶アルバムインタフェースの設計
着用型ビジョンIF，音声IFの提案とその要素技術の実現

プラットフォーム基盤グループ

- ① 研究分担グループ長：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）
- ② 研究項目： 着用指向軽量OSアーキテクチャの確立
資源分散型データベースアーキテクチャの確立

4. 主な研究成果の発表（論文発表および特許出願）

(1) 論文発表

- 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年7月）
- 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誌・論文誌，Vol. 6，No. 3，pp. 275-285（2004年8月）
- 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年12月）
- Steve Vallerand，Masayuki Kanbara，Naokazu 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年6月）
- Tomoya Takatani，Tsuyoki Nishikawa，Hiroshi Saruwatari，Kiyohiro Shikano，“High-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年8月)

- Tsuyoki Nishikawa, Hiroshi Abe, Hiroshi Saruwatari, Kiyohiro 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年8月)
- Satoshi Ukai, Tomoya Takatani, Hiroshi Saruwatari, Kiyohiro Shikano, Ryo Mukai, Hiroshi 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年3月)

(2) 特許出願

H16年度特許出願件数：2件 (CREST研究期間累積件数：10件)