

# 立体画像共有型協調作業システムに関する研究と開発 (041307002)

## Research and Development of Collaborative Systems using Stereoscopic Images

### 研究代表者

北村喜文 大阪大学大学院情報科学研究科  
Yoshifumi Kitamura, Graduate school of Information science and technology, Osaka University

### 研究分担者

上甲剛† 岸野文郎†† 伊藤雄一††  
Takeshi Johko† Kishino Fumio†† Yuichi Itoh††

†大阪大学大学院医学系研究科 ††大阪大学大学院情報科学研究科  
†Graduate school of Medicine, Osaka University  
††Graduate school of Information science and technology, Osaka University

研究期間 平成 16 年度～平成 18 年度

### 本研究開発の概要

本研究課題では、立体画像を複数人で共有し、皆で協調して作業をすることができる立体画像共有型協調作業システムを試作した。まず、CT で撮影したデータをボリュームレンダリングして立体表示し、複数人でこの 3 次元画像を観察して操作するシステムを試作し、評価した。具体的な応用例として、肺癌の手術支援と経過観察のための立体画像共有型協調作業システムを試作した。さらに、医療以外の応用例として、エンタテインメント向けのインタラクティブマルチメディアコンテンツを表示して体験するシステムについても検討した。加えて、複数人が対面して行う協調作業の中の人間関係についても考察し、複雑な状況下での対面型協調作業の精度と効率を高めることを目指して、新しいアイデアに基づく協調作業用ディスプレイ方式を考案した。最後に、3 次元環境のみならず一般の GUI 環境でも効率的で快適に作業できるインタフェースについて検討し、ターゲット予測を用いたポインティングインタフェースを考案した。本稿では、医療用の立体画像共有型協調作業システムについて述べる。

### Abstract

In this project, we conducted a research on cooperative interactions in face-to-face environment with multiple persons. For this purpose, we firstly developed and evaluated a prototype of a display table suitable for collaborative work by sharing a 3D stereoscopic image. Two example applications were developed, i.e., an interactive volume data visualization and manipulation for medical use and an interactive multimedia content for entertainment. We further investigated several key technologies in order to establish sophisticated collaborative interactions including observations on social relationships among participants around a shared display. We also proposed an efficient pointing interface using our own target prediction algorithm.

## 1. まえがき

我々は日常生活の中で、机の上に広げた書類や商品などを何人かで囲んで相談をしたりすることがよくある。また 1 つのコンピュータ画面を複数の人と一緒に覗き込み、皆で意見を交換したり、打合せをしたりすることも多い。本研究では、このような我々の生活の中で自然に行われている協調作業を効率よく実現するための立体画像共有型協調作業システムを開発し、実用化へ向けての評価と試作を行う。

医療の分野では、CT や MRI などの機器による 3 次元立体画像が一般的に普及してきており、その一部は手術室内にも設置され、患者のデータをリアルタイムに取得できるようになってきている。これを用いて、精度の高い診断や手術計画を効率良く行うためにも、複数の医師などで共同して同一の立体像を同時に観察し、判断を下す必要性が高まってきている。そこで、本研究では、このような医療の場面における実利用を想定した立体画像共有型協調作業システムを試作し、評価する。

## 2. 研究内容及び成果

### 2.1 立体画像共有型協調作業システム

我々が以前に提案した原理に基づき、医療用のボリュームデータをリアルタイムに表示し、インタラクティブに

操作できるシステムを設計・試作する。医療における高精細の画像を表示し、同時に、ボリュームデータの表示で頻繁に利用される半透明表示などを適切に行わせるためには、高輝度で高解像度のプロジェクタで時分割立体視を利用して設計する必要がある。また、ディスプレイ面の正面ではなく、かなり角度を持った方向から画像を眺めるため、スクリーンはゲインを抑えて視野角度を広げ、かつ、コントラストの良い素材のものを使用する必要がある。そこで、図 1 のように、DLP プロジェクタを水平横向きに設置して、平面ミラーによって垂直上方へ反射させ、水平に設置したディスプレイ面に下から投影する。ディスプレイ面の大きさは 70 inch とする。マスクホールは、さまざまな臓器をほぼ実物大で表示できるように半径 200 mm の円とする。

各利用者の視点位置は 3 次元モーショントラッカで検出し、それに基づいて各利用者の各眼の画像を PC でリアルタイムにボリュームレンダリングして各バッファにそれぞれ描画し、グラフィックスボードのクワッドバッファリング機能を利用してそれぞれ交互に出力する。各利用者はそれに同期して開閉する液晶シャッター眼鏡をかけ、マスクホールを通して対応した立体視画像を観察する。

図 2(a)は、人の胴体部分のボリュームデータを 4 人で観察している様子を 4 人目の視点から眺めたものである。

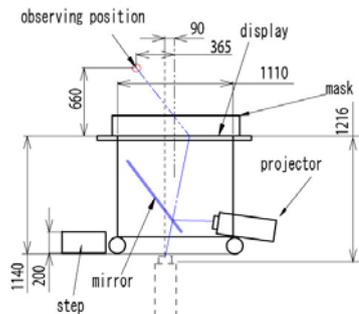


図1 設計パラメータ

なお、ここでは片眼用の画像のみを表示している。同図(b), (c), (d)は、それぞれ利用者 A、B、C の視点から観察される画像である。図のように、各利用者はそれぞれの視点に対応した異なった角度からボリュームデータを観察でき、立体像を共有することができている。

本ディスプレイでは、立体像表示領域の周りに遮るものがないため、立体像を直接手で指示することが可能である。また、どの利用者から見ても立体像の絶対位置は一致するという特徴がある。この特徴を生かして、図3に示すように、立体表示したボリュームデータをインタラクティブに操作する各種のインタフェースを試作した。

本ディスプレイの周りの観察方位と画像の輝度の関係を測定したところ、20%程度の輝度変化が観察された。これは、観察方位により光路長が異なることと、スクリーンへの光の入射角度が異なることに起因すると考えられる。また、観察方位に対して色度の変化はほとんどなく、立体像結合位置付近の空間誤差は、1.5 mm 程度であった。

### 2.2 肺癌の手術支援と経過観察への応用

肺癌などにおいて、術後肺機能の温存と心肺機能維持のために、肺区域に限局した肺癌に対しては、広範囲に切除を施す肺葉切除から肺区域切除への移行がみられる。従来、肺の CT 画像から肺区域セグメンテーションすることは困難であったが、最近、その画像処理アルゴリズムが提案された。この肺区域分け画像を見ながら注意深く症状を診断し、また、手術計画を立てることが期待されている。そこで、肺の区域間に走行する亜区域静脈を境界面と想定して肺区域をセグメントした結果を試作システムに表示する方法を開発した。この画像を用いると、治療前後の呼吸機能評価や術前の画像を用いたシミュレーションが可能になる。図4(a)は、肺区域分けされたボリューム画像の表示例であるが、それに加えて、医師が手術を行う際に位置関係の手掛かりとする血管や骨などのボリューム画像を同図(b)のように重ね合わせて表示すると、手術支援などに有効である。

### 3. むすび

医療用のボリュームデータをリアルタイムに表示し、インタラクティブに操作できるシステムを設計・試作した。試作したシステムを用いて評価した立体像の結像位置に関する誤差や、複数人で各方向から像を観察する際の輝度と色度の変化については、実利用アプリケーションを開発する際に設計者が頭に入れておかなければならない重要な指標となる。同時に、ヒューマンインタフェースの分野で研究が盛んになりつつあるディスプレイテーブルの設計にも広く役立つ指標となる。今回、例として取り組んだ肺に関しては、今後、ボリュームデータの変形シミュレーションについて検討する予定であるが、このアプローチは、他の臓器にも応用可能であると思われる。

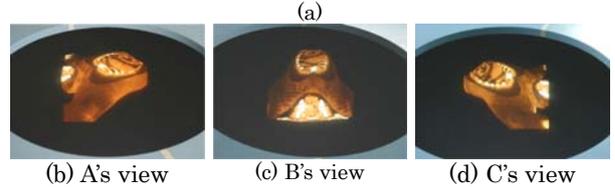
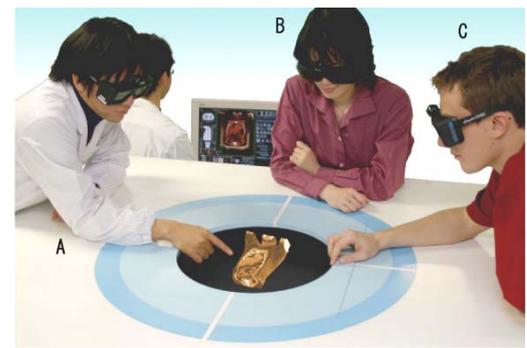


図2 人の胴体のボリュームデータを4人で共有している様子

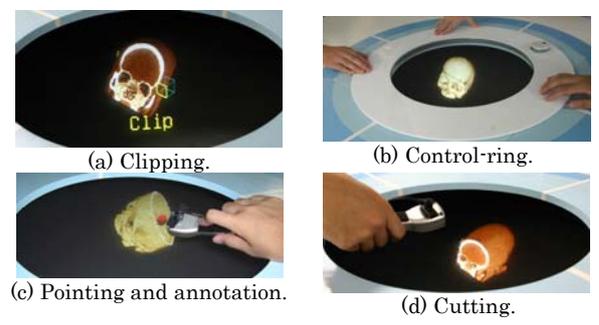


図3 ボリュームデータに対する操作インタフェース例

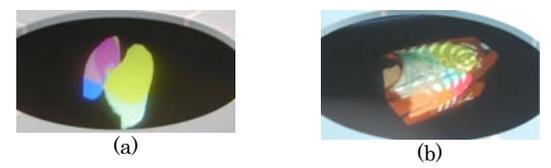


図4 肺区域分け画像の表示

#### 【誌上发表リスト】

- [1] Y. Kitamura, T. Johkoh, and F. Kishino, "Interactive volume visualization on a stereoscopic display for multiple users," International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery (CARS), Volume 1, Supplement 1, pp. 471-472 (2006年5月)
- [2] Y. Kitamura, T. Nakayama, T. Nakashima, and S. Yamamoto, "The IllusionHole with polarization filters," Proc. of ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST), pp. 244-251 (2006年11月)
- [3] Y. Kitamura, T. Nakashima, K. Tanaka, and T. Johkoh, "The IllusionHole for medical applications," Proc. of IEEE Virtual Reality, pp. 231-234 (2007年3月)

#### 【申請特許リスト】

- [1] 北村喜文、櫻井智史、特願 2006-240757、情報表示装置および情報表示方法、日本、出願日：平成18年9月5日

#### 【受賞リスト】

- [1] Winner of Poster Presentation, Medicine Meets Virtual Reality 14 (2005年1月)

#### 【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://www-human.ist.osaka-u.ac.jp/CI/>