

齋藤 英雄

慶應義塾大学理工学部情報工学科・教授

自由空間に3次元コンテンツを描き出す技術

§1. 研究実施の概要

本研究課題では、本プロジェクトがスタートする前に、慶應大、産総研、(株)バートンが共同で開発した自由空間中に3次元の実像を描き出す3次元表示デバイス技術を実用レベルにまで高め、新たな3次元コンテンツ産業と呼ぶべき新領域を開拓していくことをその目的とする。このために、以下の個別技術課題についての研究開発を同時並行的に進めた。

空中3次元表示デバイスの高画質化・大規模化に向けた研究開発

3次元表示デバイスの大規模化・高画質化に向け、表示領域の拡大に取り組むために、前年度から引き続き、プラズマ光の焦点距離の延伸を目的に、焦点位置をより遠方にするための光学系を設計・製作するためにレンズ系と光走査系のシミュレータを構築し、シミュレーションデータに基づいてレンズ系およびアクチュエータ走査系を設計、制作し、評価実験を行った。

閉鎖空間型3次元表示デバイスの研究開発

前年度開発を開始した、閉鎖空間中での3次元表示デバイスにおいて、空中3次元表示デバイスのコンテンツ制作のためのシミュレーターとして利用するとともに、高精細・高輝度な3次元画像の表示を目指した研究開発を行い、国内外の複数の展示会に出展した。さらに、閉鎖型3Dディスプレイのフルカラー化、多色化を将来的に実現可能にするための基礎研究を行った。

3次元コンテンツの制作技術基盤の整備

前年度に引き続き、表示すべき3次元コンテンツの取得のために、多視点カメラや距離画像センサを利用した3次元形状計測・認識手法の研究を進めた。さらに、獲得した3次元形状を効果的に3次元表示するための手法についても様々な検討を進めた。一方、3Dディスプレイの特徴を引き出し、3次元であることの意義を効果的にアピール可能な3次元コンテンツ生成法の研究を進めた。

3次元表示装置を用いたエンタテインメントシステムの構築

距離画像センサによる手の形状計測データを利用した「じゃんけん認識システム」を実装し、これと閉鎖型 3D ディスプレイを組み合わせたじゃんけんシステムを構築した。さらに、3次元表示デバイスが実用化されたことを想定して、距離画像センサにより入力された形状データに応じて音などのコンテンツを変化させることが可能なエンタテインメントシステムを構築した。

3次元コンテンツに対する社会的需要の検討

前年度に引き続き、上記の新しいコンセプトの3次元コンテンツ提示システムを社会に普及させていくために、開発したデバイスおよびコンテンツ提示技術のマーケット的可能性について検討を行った。

§ 2. 研究実施体制

(1)「慶應義塾」グループ

① 研究分担グループ長: 斎藤 英雄 (慶應義塾大学理工学部、教授)

② 研究項目

- ・3次元スクリーンの設計と製造
- ・安全性データの取得・解析
- ・光学系のシミュレーション計算
- ・高速操作プログラムの設計・開発
- ・3次元表示デバイスの大規模化
- ・3次元表示デバイスの高画質化
- ・3次元表示の現実空間との位置合わせの研究
- ・画像入力からの3次元コンテンツ生成と表示に関する研究
- ・3次元表示デバイスシミュレータの開発
- ・3次元デジタルコンテンツに関する市場調査

(2)「産総研」グループ

① 研究分担グループ長: 島田 悟 ((独)産業技術総合研究所 光技術研究部門、主任研究員)

② 研究項目

- ・3次元スクリーンの設計と製造
- ・安全性データの取得・解析
- ・光学系のシミュレーション計算
- ・高速操作プログラムの設計・開発

- ・3次元表示デバイスの大規模化
- ・3次元表示デバイスの高画質化

(3)「東大」グループ

- ① 研究分担グループ長:苗村 健 (東京大学大学院情報理工学系研究科、准教授)
- ② 研究項目
 - ・3次元コンテンツエディタの開発
 - ・インタラクティブアートへの展開
 - ・空中像ディスプレイとの融合

(4)「愛知工科大」グループ

- ① 研究分担グループ長:小沢 慎治 (愛知工科大学 情報メディア学科、教授)
- ② 研究項目
 - ・画像入力からの3次元コンテンツ生成と表示に関する研究

§3. 研究実施内容

(文中に番号がある場合は(4-1)に対応する)

研究代表者を中心に、3次元表示デバイス研究、3次元デジタルコンテンツ取得・解析・提示技術の研究、マーケティング研究の3つのユニットを設立した研究推進体制で本課題に取り組んだ。

「3次元表示デバイス研究ユニット(慶大・産総研・エリオ)」グループ

エリオの木村秀尉氏がこのユニットの中心となり、そこに慶大グループ、産総研グループからの研究者が参加しながら下記のような研究開発を行った。

空中3次元表示デバイスの高画質化・大規模化に向けた研究開発

3次元表示デバイスの大規模化・高画質化に向け、表示領域の拡大に取り組むために、前年度から引き続きプラズマ光の焦点距離の延伸を目的に、異なる複数の波長の光源を同一光路に挿入し、集光した場合のプラズマ生成しきい値へ与える影響を確かめる実験を行った。この実験を踏まえて集光レンズ系を見直し検討を行った結果、焦点距離10mレベルのレンズ系が妥当だということが判明し、その構築のためのレンズ系構築のための 1/2 モデルの設計・作成を行い、その性能をシミュレーションで評価した。

さらに、焦点距離を延伸させることにより表示領域を拡大すると同時に、描画画質を向上させるために、描画形成部の光走査系を高速に走査するためのプログラムの設計開発を行った。今年度は、描画形成部の光走査系で、アクチュエータの特性を含めた立体映像の高速描画特性を向上させるための次の3事項に焦点を当て、リニアやサーボ機構、ボイスコイルモータを利用した研究開発を進めた。

- ①アクチュエータの特性を考慮したシミュレータの構築
- ②制御システムの小型化
- ③描画特性を考慮したフィードフォワード制御(必要に応じて視認性を考慮)

また、安全性データの取得・解析を行い、安全基準値を担保する各種安全装置の設計、組み込みを行った。

閉鎖空間型3次元表示デバイスの研究開発¹⁾

前年度開発を開始した、閉鎖空間中での 3 次元表示デバイスにおいて、さらに高精細・高輝度な3次元画像の表示を目指し媒質中での発光点生成現象の詳細な検討を継続した。また、3次元スクリーンとしての媒質の設計・製作に取り組み、レーザー光源の性能評価も合わせて行った。さらに、展示会に出展するためのシステム構築を目的に、閉鎖型 3D ディスプレイの筐体、光学系等の設計・製作を行った。その結果、前年度試作した表示デバイスよりも明るく鮮明に3次元コンテンツを表示可能な装置となり、国内外の複数の展示会に出展した。さらに、閉鎖型 3D ディスプレイのフルカラー化、多色化を将来的に実現可能にするための基礎研究を行った。図1に、開発した

閉鎖空間型3次元表示デバイス(Super Real Vision:SRV)を示す。

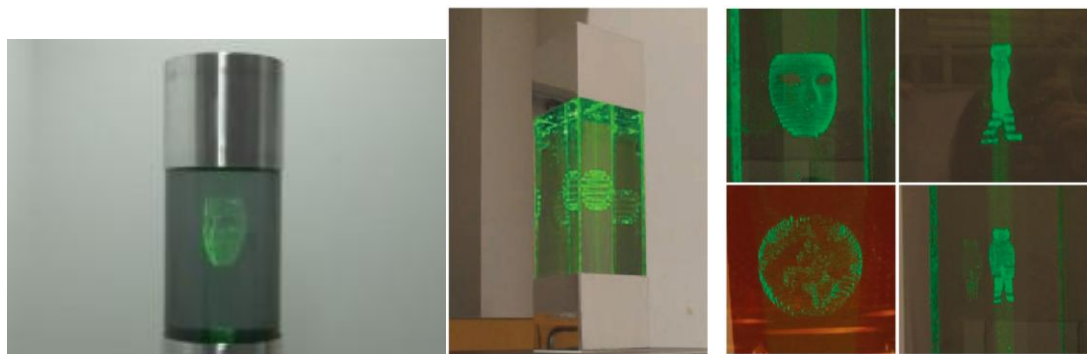


図1:閉鎖空間型3次元表示デバイス(Super Real Vision:SRV)

「3次元デジタルコンテンツ取得・解析・提示技術研究ユニット(慶大・東大・愛知工科大)」グループ

従来より、映像情報メディア処理、バーチャルリアリティ等の分野において、3次元コンテンツの処理・解析・提示等に関する技術の研究が盛んであったが、これらは、従来の2次元表示デバイスを前提にしているものが殆どであった。本研究課題では、当該3次元表示デバイスの利用を前提とした、新しい3次元コンテンツ処理・解析・提示といった、3次元コンテンツ制作基盤技術の整備が必須であり、これについて研究開発を進めた。

3次元コンテンツの制作技術基盤の整備

前年度に引き続き、表示すべき3次元コンテンツの取得のために、多視点カメラや距離画像センサを利用した3次元形状計測・認識手法の研究を進めた。距離画像センサに含まれるノイズの除去法や、多視点カメラを用いた手の形状・動作認識手法に関する研究を行った。さらに、獲得した3次元形状を効果的に3次元表示するための手法についても様々な検討を進めた。特に、閉鎖空間型3次元表示デバイスを用いて、空中3次元表示デバイスのコンテンツの視認性を向上させる手法について研究を進め、図2に示すようなポリゴンメッシュで表現されたデータを断面点列化するための手法⁴⁾を開発した。

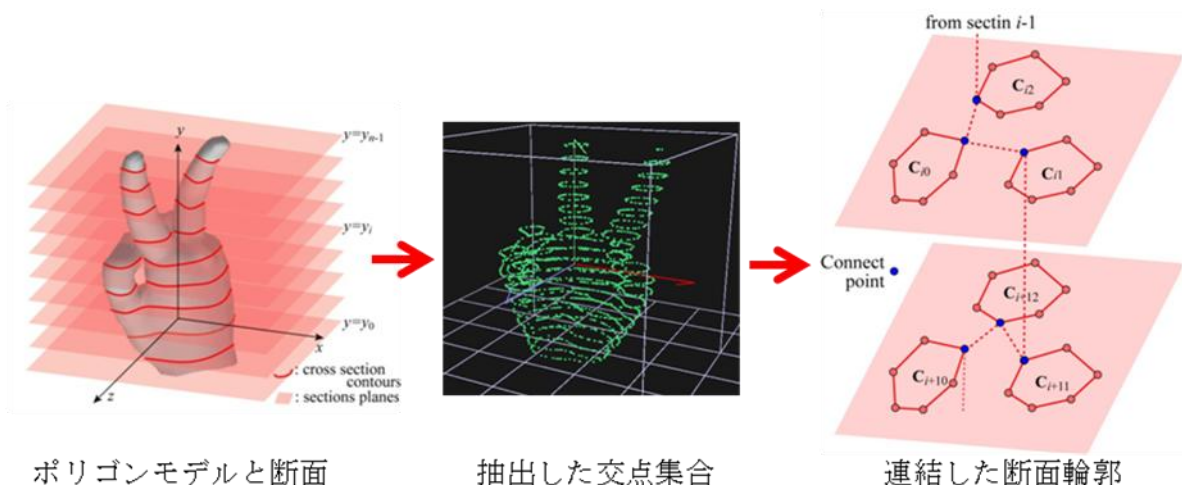


図2: 閉鎖型 3D ディスプレイのためのポリゴンモデル断面点列化手法

一方、3D ディスプレイの特徴を引き出し、3次元であることの意義を効果的にアピール可能な3次元コンテンツ生成法の研究を進めた。その例として、ディスプレイを見る方向によって全く異なる複数の2次元図形を観察できるようにするための3次元コンテンツ生成法を開発した。

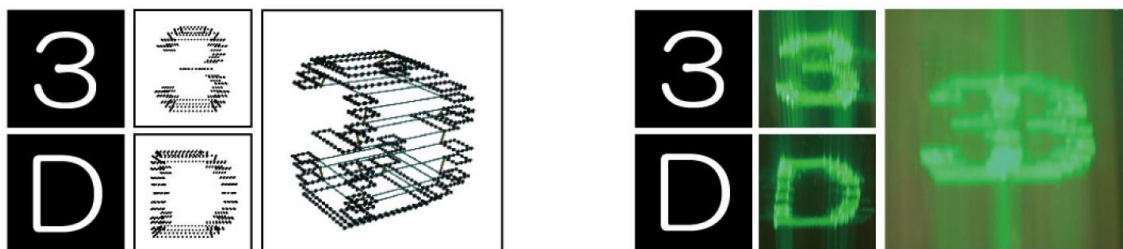


図3: 複数の2次元図形が観察可能な点列の生成例と、空間表示装置による表示例

3次元表示装置を用いたインタラクティブシステムの構築

距離画像センサによる手の形状計測データを利用した「じゃんけん認識システム」を実装し、これと閉鎖型 3D ディスプレイを組み合わせたじゃんけんシステムを構築した¹⁾。さらに、3次元表示デバイスが実用化されたことを想定して、距離画像センサにより入力された形状データに応じて音などのコンテンツを変化させることがインタラクティブに可能なエンタテインメントシステムを構築した²⁾。

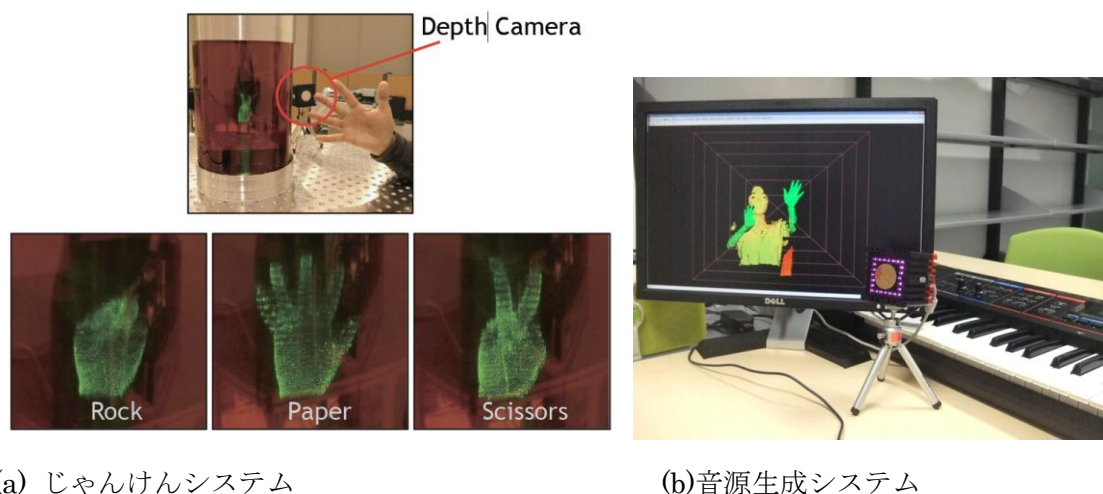


図4:動作によりインタラクティブなコンテンツ生成を可能にするシステムの実装例

空中像ディスプレイとの融合

レーザープラズマ方式と同様に空間中に情報を提示する手法について検討し、両者を融合もしくは協調的に用いることの可能性について検討した。これまで進めてきたレンズによる実像を用いる方法では、可変焦点レンズ系などの検討も行ったが、レーザープラズマ方式に匹敵する大きなスケールでの実装が困難なことや、屋外において太陽光をフレネルレンズ系が集光してしまうなどの問題点があり、室内デスクトップ環境での併存が適当であるという判断に至った。一方、より大規模なスケールにおける空間的な情報提示や、屋外太陽光下における情報提示を可能とする、新たなアクチュエータの設計や化学材料に関する比較検討を行った。

「マーケティング研究ユニット((株)電通)」グループ

当該デバイスは、大空に広告を浮かび上がらせることから医療応用やゲームなどのデスクトップサイズまでをカバーし得るものであり、それぞれの規模に応じ、さまざまな社会的需要が存在すると考えられる。そこで、前年度までに行ってきた3次元コンテンツに関する社会的な要求・期待について、その市場的・ビジネス的価値等を中心とした需要調査結果に基づいて、(1)のデバイス開発や(2)の3次元コンテンツの制作基盤技術へフィードバックし、より実用的・社会的に意義の高い研究開発を実現するための検討を行った。

§4. 成果発表等

(4-1) 原著論文発表

- 論文詳細情報

1. Hayato Watanabe, Hiroyo Ishikawa, Satoshi Aoki, Seiji Suzuki, Hideo Saito, Satoru Shimada, Tatsumi Kimura, Masayuki Kakehata, Yuji Tsukada and Hidei Kimura, "Vision-based Interaction with Aerial 3D Display," International Conference on 3D Systems and Applications 2010 (3DSA 2010), pp.193-196, May, 2010.
2. Hiroyo Ishikawa, Takeki Ihara, Takuya Ujihara and Hideo Saito, "Interactive Sound Creation System with Depth Camera," 20th International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT2010), Dec.2010.
3. 有賀玲子, 斎藤英雄, 安藤英由樹, 渡邊淳司, "Saccade-based Display のためのコンテンツ設計と印象評価," 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 第 15 卷, 第 3 号, pp.491-494, Sept. 2010.
4. Hiroyo Ishikawa, Hayato Watanabe, Satoshi Aoki, Hideo Saito, Satoru Shimada, Masayuki Kakehata, Yuji Tsukada, Hidei Kimura, "Surface representation of 3D object for aerial 3D display," Proceedings of SPIE Volume 7863, 78630X (2011) (DOI: 10.1117/12.872397)

(4-2) 知財出願

- ① 平成22年度特許出願件数(国内 0 件)
- ② CREST 研究期間累積件数(国内 0 件)