

部分領域毎の色、エッジ密度、時間差分など、音響特徴はピッチ、音量などを用いており、これらにより実時間で音響制御を行うと同時に、シーンチェンジが検出される度に新しい曲の生成を行います。作曲はMAXという音楽用の言語を用いており作曲家が任意にプログラム可能です。このシステムでBGMの自動生成やダンサーとの共演などが実現しています。

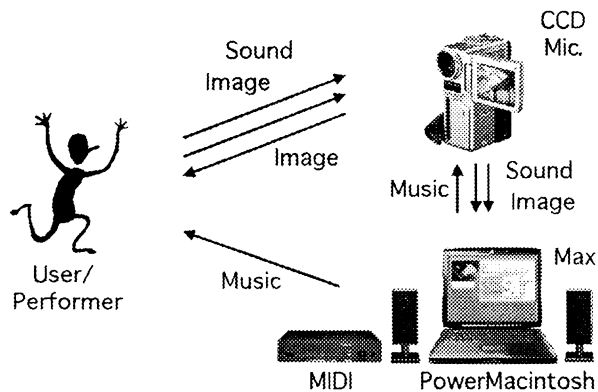


図6 画像と音響による音楽生成

6) ロボット

図7は、ヒューマノイドプロジェクトで製作したHadaly-2というロボットです。柔軟な上半身で人間と安全に接触することができ、音声とジェスチャーによる対話で共同作業を行います。本研究室ではこのロボットの視覚系を担当し、モデルベースによる環境認識および人物認識を実現しました。また、図8は能動的な環境探索を行う視覚ロボットです。このロボットは未知環境を動き回ってステレオビジョンによって地図と自分で定義したランドマークの画像データベースを作成し、自分の位置を認識することができます。

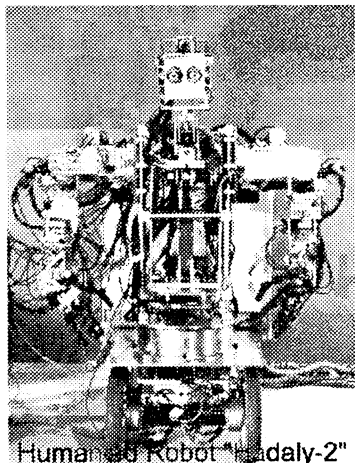


図7ヒューマノイドロボットHadaly-2

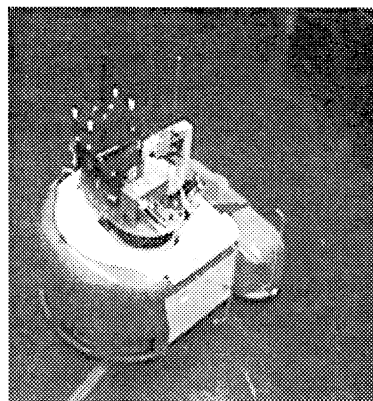


図8環境認識ロボット

- RS232C
- CCD
- Video
- Bumper
- Tactile

4. あとがき

研究室の概要と研究テーマの一部をご紹介しました。研究室の看板は、計測工学・情報工学ですが、他大学出身者を除くと応用物理学科または物理学科の学生が中心ですので、いわゆる電子・情報系とは異なった勉強をきてきております。それを活かして、素粒子・宇宙から人間までを見通した「一味違った」工学の研究をしたいと考えております。

連絡先

早稲田大学理工学部応用物理学科  
 〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1  
 TEL 03-5286-3233 FAX 03-3202-7523

● 研究室紹介 ●

---

**郵政省通信総合研究所**  
 情報通信部情報処理研究室

鈴木健治 (代表執筆者)、磯貝光雄  
 掛谷英紀、荒川佳樹

郵政省通信総合研究所 (CRL) では、平成9年度から5カ年計画のマルチメディア・バーチャル・ラボラトリー

(MVL) プロジェクトにおいて、遠く離れた研究所間を高速・広帯域のネットワークで結び、あたかも同じ場所において共同研究や共同実験を行っているかのような仮想研究所を構築しようとしている。その中で情報処理研究室では要素技術の研究開発として3D実画像と3D-CGを用いた3D情報空間“UNified Virtual Environment & Real operation Space (UNIVERS)”の構築と、これをネットワーク上で共有し臨場感の高いコミュニケーション環境の実現を目指した3次元空間共有通信の実験研究を行っている[1]。

### ○3次元情報空間の統一符号化

3D実画像と3D-CGを同じ符号化方式を用いて[2]、統一的に表現することで処理を簡素化し高速化する研究を行っている。これは、形状モデリングに超三角形&超四面体スキーム[3][4][5]を導入することにより、データ量が多くなると時間がかかり過ぎた複数の3次元図形の形状演算(形状間の足し算、引き算、重なりを求める処理)が高速かつ高精度で行え、形状間の干渉チェックや断面生成も高速で数百倍以上の実行速度を実現したものである。この手法を用いて3次元CG空間共有通信ソフトウェアUNIVERSを開発している(図1)。

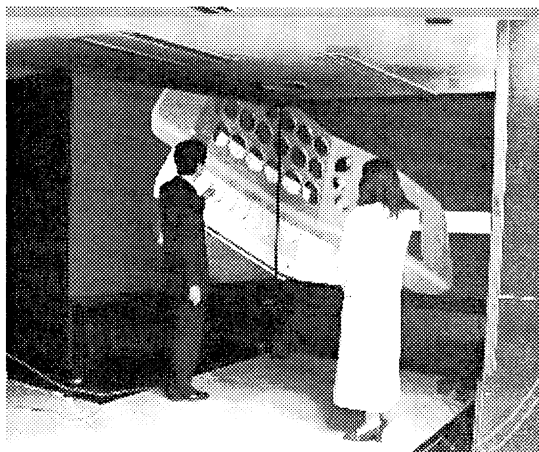


図1 UNIVERS ソフトウェアによる携帯電話3D-CGモデル

高臨場感3次元CG空間の生成として実写映像に迫るリアリティの追求として、ラジオシティ法のメッシュ細分割処理に、超三角形アルゴリズムを導入しつつ(図2)、厳密な光の拡散反射物理計算モデルを用いて光の物理的な振る舞い(反射、拡散、写り込み、陰影等)をシミュレーションした(図3)。これにより従来の水準を超えるCG空間画質を、数倍以上の高速処理で実現した。

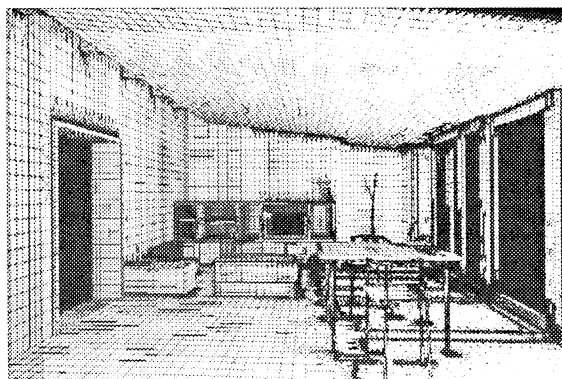


図2 ラジオシティ空間とメッシュ分割  
(株) オプトグラフ提供

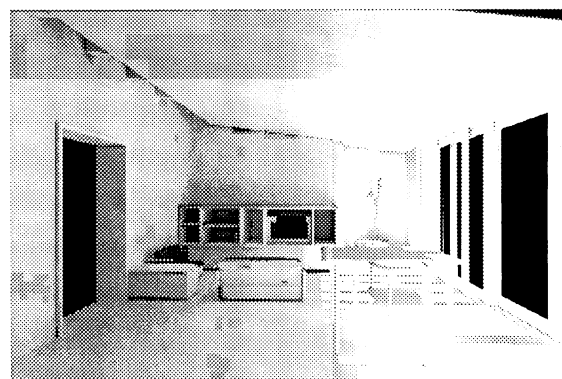


図3 ラジオシティ法を用いた光の空間  
(株) オプトグラフ提供

### ○3次元視覚インターフェイス

空間共有通信を真に実現するには、画像や音などの情報のみの空間だけでは不十分であり、実操作空間の実現が必要不可欠である。そこで、遠隔操作ハンドやロボットなどを用いて遠隔操作ができる空間を実現し、これと情報空間とを融合することを目指している。このような実操作空間の視覚インターフェイスとしては、「作業を行う場所に提示される立体映像が眼に自然で違和感なく見える」ということが重要である。左右の眼に別々に、視差のある映像を提示する従来の立体ディスプレイは、映像観察者の目の前に像を作ろうとしても、その像が目の前にあるように映像観察者に認識されない。この理由は、人の立体知覚においては、視差情報に加えて眼のフォーカス(ピント)の情報も利用しているからである。これを解決するために、目の視差および焦点機能を同時に両方利用した非常にリアリティがあって、目に自然な立体を表示する方式を確立した。図4に示すように、ディスプレイと映像観察者の間に凸レンズ(フレネルレンズ)を挿入し、レンズと映像観察者の間にディスプレイの画面の実像が結ばれるようにした。そして、この実像生成と、立体眼鏡による

視差提示を組み合わせる立体表示方法FLOATS (Fresnel Lens Optics And Two-image Stereoscopy) を提案した (図5) [6][7]。

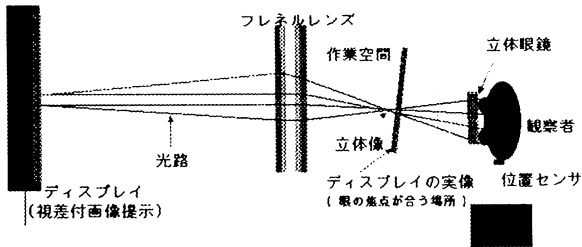


図4 目の視差機能及び、焦点機能を同時に両方利用する立体表示方式

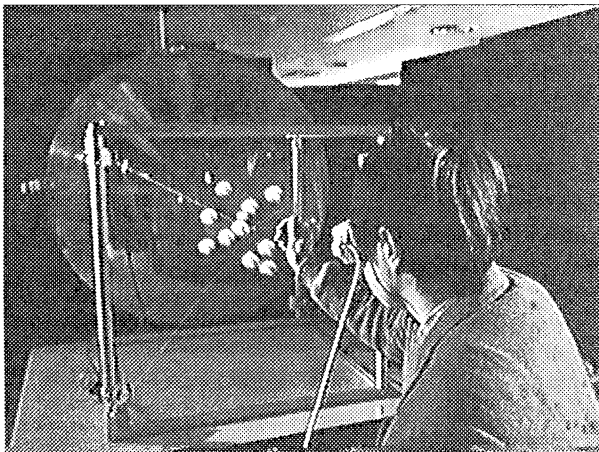


図5 FLOATS を使った触れる3Dディスプレイ

○実画像空間共有通信実験

UNIVERS と、東京大学インテリジェント・モデリング・ラボラトリー (IML) の先駆的なバーチャル・リアリティシステムCABIN[8]、筑波大学ベンチャービジネスラボラトリーのCo CABIN、そしてメディア教育開発センター (NIME) の4地点をATMネットワークで結び、4者があたかも同じ場所に会して議論しているかのような「4者間討議空間システム」を実現した (図6) [9]。これは、互いに相手があたかも同一空間内にいるかのような自然な対話環境を実現するため、4者の幾何的な位置を各サイト間で共通にしてカメラ・マイク、スクリーン・スピーカを配置し、それぞれの相手との視線及び、音声到来方向が再現される空間型の会議システムである。

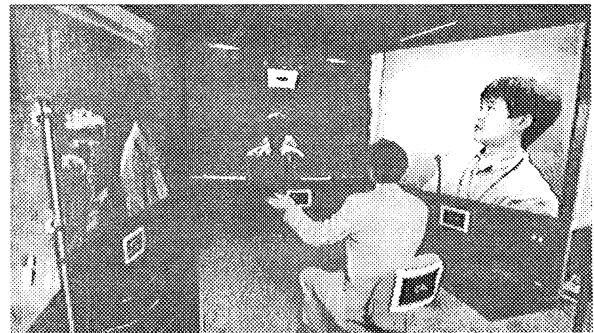


図6 4者間討議空間システムの通信評価実験風景

○超高精細映像伝送システム

高臨場感通信を実現するのに高精細な映像を用いる方法が考えられる。そこで、その基礎研究として現在のHDTV1920×1080画素の2倍のWHD (Wide/Double HD) [10]或いは、4倍の解像度を持つ超高精細映像の入力-伝送-出力の研究に着手している。図7は、サッカーの試合のグラウンド全体の模様を研究開発用ギガビットネットワーク (JGN) を経由してリアルタイムに伝送し、6m×1.5mのスクリーンに投影している様子である。あたかもスタジアムの観客席にいるかのような臨場感に関する通信評価実験を行っている。

(実験協力：国立霞ヶ丘競技場、(社)日本プロサッカーリーグ、Jリーグ映像 (株)、東京大学IML)



図7 超高精細プロジェクト映像表示風景 (2000.3/4「2000ゼロックススーパーカップ映像」)

参考文献

[1] 鈴木健治、田中健二、鈴木龍太郎、荒川佳樹、  
“UNIVERS を用いたネットワーク実験計画”、信学会  
ソサイエティ大会、A-16-8、1998-09。  
[2] Arakawa, Y., Kakeya, H., Isogai, M., Suzuki, K. and  
Yamaguchi, F., “Space-shared Communication Based on  
Truly 3D Information Space,” IEEE International  
Conference on Image Processing, Kobe, Japan, October

- 24-28, 1999.
- [3] 荒川佳樹「面積ゼロ3角形を用いた3角形BRep」, 情報処理学会論文誌, Vol. 36, No. 2, pp. 362-373, 1995.
- [4] 荒川佳樹「超3角形BRepにおける高速形状演算アルゴリズム」, 情報処理学会論文誌, Vol. 37, No. 4, pp. 624-634, 1996.
- [5] 荒川佳樹, 山口富士夫「超3角形BRepにおける無誤差完全4次元処理を用いた形状演算アルゴリズム」, 情報処理学会論文誌, Vol. 40, No. 9, pp. 3471-3482, 1999.
- [6] Kakeya, H., Oyama, K., Arakawa, Y. and Sato, M., Touchable 3D Display, SIGGRAPH '99 Conference Abstract and Applications, pp. 176, 1999.
- [7] Kakeya, H., Arakawa, Y. and Oyama, K., "3D Display System for Reality-Enhanced Teleoperation," IEEE SMC '99, pp. 1129-1134, 1999.
- [8] 廣瀬通孝, 小木哲朗, 石綿昌平, 山田俊郎, "多面全天周ディスプレイ (CABIN) の開発とその特性評価", 信学論 (D-II), Vol. J81-D-II, No.5, pp.888-896, May 1998.
- [9] 鈴木健治, 田中健二, 鈴木龍太郎, 荒川佳樹, 小木哲朗, "4者間討議空間システムの構築", ヒューマンインターフェイス学会研究報告集, Vol.1, No.2, pp39-42, Jun 1999.
- [10] 田中健二, 鈴木健治, 大山公一, 荒川佳樹, "WHD (Wide/Double HD) 伝送システム", 通信学会ソサイエティ大会, D-11-39, 1999-09.

#### 連絡先

鈴木健治, 磯貝光雄, 掛谷英紀, 荒川佳樹  
〒184-8795 東京都小金井市貫井北町4-2-1  
郵政省通信総合研究所 情報通信部情報処理研究室  
Tel: 042-327-7496; Fax: 042-327-6128  
E-mail: ksuzuki@crl.go.jp  
URL : <http://www.crl.go.jp/jt/jt321/>