

B フレッツ 100M に 802.11g という組み合わせでしたので、それほどストレスなく使用できたものと思います。またその使用状況から、なくてはならない環境であることを実感しました。

期間中、発表、展示とも、スムーズに運営されました。特に総務担当の原先生(岐阜大学)には、アルバイトスタッフへの事前説明やマニュアル作りなど、行き渡ったサポートをいただき、ありがとうございました。最後に関係者、参加者の皆様にお礼申し上げます。



LAN に接続する参加者

## ◆総務担当より

### 原 武史

総務担当(岐阜大学)

総務を担当させていただきました。VR 学会は参加が2 回目でしたので、最初は大会の流れがよく分からず戸惑いましたが、企画物も多く、多くの方のご尽力で成り立っていることを実感いたしました。総務の仕事は雑多で多面にわたり、細かく仕事をすると、どんどん深みにはまるものでした。実行委員の皆さまへは、大会ぎりぎりまでいろいろなお願いをさせていただきました。ご対応いただき、ここに謹んでお礼申し上げます。

## ◆座長からの報告

### 1A3：力覚ディスプレイ1

座長:橋本 渉(大阪工業大学)

力覚呈示に関する7 件の発表があった。アプリケーションが3 件、アルゴリズムが2 件、その他(制御器、咀嚼筋呈示)が2 件である。いずれの発表も、人間に自然な力覚を呈示する工夫、という点で共通しており、ハ

プティクスに関連する研究者の聴講が目立った。発表内容を簡潔に追うと、ハイブリッド制御による壁面の呈示システム、リニア誘導モータによる力覚呈示付カンバス、時間解像度の高い力覚呈示制御器、再帰性反射材を利用した対象指向型ディスプレイ、ネットワークを介した把持のアルゴリズム、食感呈示装置、硬い壁面呈示のためのアルゴリズムである。なお、時間解像度の高い力覚呈示コントローラは、技術展示で実際に触れることができ、好評を博していたようである。

### 1A4：力覚ディスプレイ2

座長:岩田洋夫(筑波大学)

本セッションは、力覚ディスプレイの各種基礎技術に関する発表7 件によって構成されていた。力覚呈示の手法も多様性が増してきており、このセッションにも、糸の張力も用いたもの、ソレノイドによって衝突感を出すもの、3 本の指の位置を追跡して、遭遇させるもの、等が含まれていた。また、応用面が期待されるものとして、スケール変換を伴うマスタースレーブ、高い安全性をもつパッシブアクチュエータが報告された。

### 1B1：マルチモーダル

座長:竹田 仰(長崎総合科学大学)

本セッションでは、5 件の発表があった。最初の3 件は、歩行や移動に関する研究で、後の2 件は、大型映像装置を使った酔いや圧迫感の研究である。歩行や移動については、人が自然に歩いている感覚を提示しないといけないために、その搬送装置は複雑なメカの製作と制御という機械工学的な問題を含み、研究者が少ない。今回、筑波大学の「全方向移動床群の循環によるロコモーションインタフェース」は、その発想の斬新さとメカに大変興味を覚えた。また、実際に試乗できたことがよかった。後半の大型映像を観客に見せる際の酔いや、大型映像装置を使って圧迫感などの不快感を軽減するための指針を出すことは、これから重要になってくる。しかしそのための研究は、まだ始まったばかりである。今後を期待したい。

### 1B2：聴覚・臭覚

座長:小木哲朗(三菱総合研究所)

本セッションでは、聴覚情報提示に関する研究発表が3 件、嗅覚情報提示に関する研究発表が2 件行われた。聴覚情報に関する研究としては、同時複数音声の知覚に関する基礎的な研究から、VRML モデルと連動した音場再生システムや視覚障害者のための音響ゲーム等の応用

システムに関する研究まで幅広い発表が行われ、研究領域としての広がりが増してきたことが感じられた。一方、嗅覚情報は比較的新しい研究領域であり、ここでは空気砲を用いた嗅覚提示手法やウェアラブルコンピュータ用の嗅覚提示装置の開発等の研究発表が行われ、技術的にはまだ成熟していないものの、興味深いアイデアが提案されていた。これまで行われてきた多くの VR 技術に関する研究では、視覚情報提示に関する技術が中心であったが、究極の VR システムでは人間の五感全てを対象としたシミュレーションが必要になる。そのような意味で、嗅覚情報等に関する研究が盛んになってきたことは興味深い傾向であり、今後の五感情報処理に向けた VR 技術の更なる発展を期待させるセッションであった。

### 1B3：視覚ディスプレイ (IPT)

座長：山田俊郎（岐阜県生産情報技術研究所）

本セッションでは、ディスプレイシステムの開発から、画像生成技術、アプリケーション、評価まで、合計 7 件の IPT に関する発表が行われた。ディスプレイの開発に関する発表では、大型のドームスクリーンと 5 面の CAVE 型システムの紹介があり、IPT の大型化とともに実利用への取り組みが紹介された。また、どちらのシステムも PC クラスタによる多画面画像生成と DLP プロジェクタによる偏光式立体視を用いており、ワークステーションと CRT プロジェクタという大型装置からの世代交代を実感した。画像生成技術に関しては、パンチルトカメラによって撮影された映像をタイル状に並べて広画角を実現する手法と、ドームスクリーン上に実写と CG を合成して表示する手法の発表が行われた。これらのほかには、折れ曲がったスクリーンのつなぎ目における見えの評価や、モーションキャプチャを使った移動インタフェース、協調作業型の都市計画アプリケーションの発表が行われた。IPT システムそのものは、PC クラスタによる構築が一般的になってきており、比較的低価格で実現できるようになっている。IPT の普及とともに、今後はアプリケーションを中心とした研究の広がりが期待される。

### 1B4：視覚ディスプレイ (一般)

座長：横小路泰義（京都大学）

本セッションは、没入型ディスプレイ (IPT) の範疇には入らない視覚ディスプレイに関する 7 件の研究発表があった。個々の発表の具体的な内容は大会論文集に譲り、ここではセッション全体の印象を述べさせていただく。こここのところ VR 用ディスプレイの主流は、HMD から没

入型ディスプレイへと移行してしまったかに思えるが、本セッションの研究を見るとまだまだ他にも多くの可能性があることが分かる。まず、共同作業のための情報の共有に適したディスプレイやオブジェクト指向型のインタラクティブなディスプレイの方向がある。またどこでも持ち運べる携帯端末用の小型ディスプレイも一つの可能性であろうし、実世界の中にビデオアバターなどの仮想物体を表示したいという要求もあろう。本セッションでは、これらの可能性を示す様々な新しいディスプレイシステムの提案があった。またこれまでの HMD の問題点であった頭部運動に対する映像提示の遅れの問題に対する解決法も示されており、HMD の復権 (?) が始まる予感がする。また、日常生活での人間の頭部運動の計測は、遅れ補償の仕様決定のために必要なのであるが、これまでは意外にこの種の計測は詳しくなされていなかったのではないだろうか。以上のように、本セッションでは視覚ディスプレイに関する多彩なアイデアの提案があり、座長としても非常に楽しめたセッションであった。

### 1C1：教育・訓練 1

座長：原田哲也（東京理科大学）

教育・訓練は、バーチャルリアリティ技術の重要な応用分野の一つである。研究の方向としては、現実の問題を解決するためのシステムの作成に関する応用研究と、人間の知覚特性、感覚情報の効果的な提示方法などに関する基礎研究がある。セッションを振り返ると、応用と基礎を明確に分類できるわけではないが、荷役作業のヒューマンエラーを減らすための訓練システム、生け花の花形学習支援システム、ゴルフスイングトレーニングシステムに関する研究発表の 3 件が前者に分類されるであろう。技能の習得における感覚情報提示の役割は非常に大きく、期待される。これらの研究においては、人間の情報処理の特性から、現状では視覚情報中心となるのは否めないところであり、実際に効果的であると思われるが、VR という点から考えると、複数の感覚情報を効果的に提示することにより、より優れた教育・訓練が期待できる。そのためには、基礎的な研究も並行して十分に行われる必要がある。基礎的研究は、単純な環境における心理実験になりがちで、直接応用できる結果が得られるとは限らないという問題があり、VR 研究としての条件設定の難しさがあるが、残りの 2 件、自由落下ボールの位置予測、習字における筆の速度提示に関する研究発表は、現実の課題を設定した上での実験であり、今後の発展に期待したい。

**1C2：教育・訓練2**

座長：原山美知子（岐阜大学）

本セッションでは、5件のご発表があり、種々の学習支援システムが提案されました。教師支援システム1件、学習システム4件で、そのうち3件は学習者の体験型システムです。また、ネットワークを利用した共同学習システムも含まれています。スケーラブルVRを用いた共同学習支援するシステムとして、博物館、小学校など3つの遠隔地点をつなぎ、各地点の被験者がインタラクティブに操作することにより、博物館内の展示を見学できるシステムが発表されました。体験型の学習システムとしては、直流モータの電磁力の変化などを表示するとともに、力覚提示デバイスによって電磁力を体験することができるシステムや、手話の指文字を3D動画により提示するシステムが提案されました。教師の3Dプレゼンテーションシステムは、3D空間内の電荷をコントロールスティックで操作し、電磁場の変化を提示するシステムです。また、プログラミングを実世界のもので学習させるシステムとして、列車模型を使った幼児向けの学習システムが提案されました。

**1C3：センシングとその応用**

座長：福井幸男（筑波大学）

「センシングとその応用」セッションでは、6つの発表のうち、3つが人間計測、残り2つが物理量計測、1つがGPS関連技術であった。人間計測関連では、最初が個人認証を目指して3次元位置情報とテキスト情報を組み合わせて特徴点の対応を求めるものであった。アイデアとしては2次元情報と3次元情報を組み合わせて精度をあげようとする試みであるが、情報量を落とすとして処理していた点が気になった。2番目の発表では、手指の動きをセンサを装着しないで計測するために、予め作成された手の3次元モデルと、計測されたシルエット画像との対応を求める手法であった。3番目は、眼球運動計測であるが、頭部の動きを許容し、サッカードを遠隔で検出しようとするもので、原理は網膜の再帰反射特性と、光軸上と光軸を3度ほど離れた位置からの反射光の差分情報を利用するもので、かなり広い範囲の眼球運動角を遠隔から非接触で計測できる新しい手法と言える。4番目は実世界と仮想世界との両方の力覚提示を行えるシステムに関するものであり、5番目は、ケーキの美味しさと気泡の大きさが対応していることを利用してケーキ断面の画像処理で美味しさを推定するものであった。最後はReal Time Kinematics GPSの応用として、史

跡の位置計測に関するものであった。全般的に、アイデアとして面白いものがあったが、技術的に完成しているものは少なく、今後の展開を期待したい。

**1C4：医療応用**

座長：藤田広志（岐阜大学）

本セッションは興味ある7つの演題で構成されていた。これらは、1)VRシミュレーションを用いた剥離トレーニングシステムの開発(京大・院・情報, 他), 2)VRを利用した手指動作訓練のためのリハビリ支援システムの開発(岐阜大・工, 他), 3)隣管描出を目的としたCT画像のslab curved Min IP法の提案(CT画像処理法におけるカーブドMPR, スラブ法, 最小値投影法技術の合成による)という画像処理手法の提案(1枚の画像に集約)(群馬県立医療短大・放, 他), 4)メッシュ・ボリュームデータ混合手法の提案による仮想人体を用いた術前計画支援VRシミュレーション:大動脈瘤症例への適用(京大・院・医, 他), 5)サイクリングチェアによる下肢麻痺患者用VRリハビリシステムの開発(東北大・院・工, 他), 6)多人数共有型立体ディスプレイ(IllusionHole)を用いたボリュームデータの立体表示と操作(阪大・院・情), 7)3次元力覚提示デバイス(SPIDAR)を用いた遊ビリテーションシステムの構築(東京理科大・院・基礎工, 他)である。かなり高度な内容から、まだ初期の内容までいろいろであったが、各研究の今後のさらなる発展を期待したい。医師との共同研究体制がまだできていない研究では、早急な共同研究体制の確立が必要と感じた。本セッションは、今大会では2つの医療教育のセッションを除くと唯一の医療セッションであり、VR医療応用関係への演題増加は、次年度に期待するところ大である。

**2A1：触圧覚・ディスプレイ1**

座長：広田光一（東京大学）

触圧覚提示に関して振動、電気刺激、温度など様々な物理的刺激の提示手法とそれにより得られる感覚情報の評価に関する発表が行われた。このように書くとも様々な手法についての報告がまとまりなく行われたような印象を与えるかもしれないが、いずれも人間の知覚のメカニズムや特性の解明と評価に関わるテーマを扱っており、これを様々な側面から議論することができたという意味で非常に有意義なセッションであったと感じている。いずれの発表も興味深い内容であり、全容は予稿集を読み直していただきたいところであるが、一つだけ紹介させていただくと、電気刺激における電流と周波数に対する感

覚閾値に関する報告が関心を集めていた。電流と周波数を制御することで感覚受容器を選択的に刺激することができ、ひいては圧覚や振動覚などを独立に生起させることができる可能性があるというもので、電気触覚の今後の展開に有用な知見であると考えられる。余談であるが、比較的広い部屋でフロアと講演者の間に少し距離感があり、議論などをしづらい雰囲気があったかもしれない。会場からの質問も少し少なめではないかと感じた。

## 2A2：触圧覚・ディスプレイ 2

座長：井野秀一（東京大学）

このセッションでは、指先表面で生じる細かな触覚から手指の動きを伴う能動的な把持感覚まで、様々なハプティックディスプレイの開発に関連する研究発表が行われた。具体的には、1) 指先での接触面積と反力を同時制御する柔らかさディスプレイ、2) 押し付け力とは逆の吸引力を利用した触覚ディスプレイ、3) 形状記憶合金を利用した大変形が可能な 3 次元形状ディスプレイ、4) 皮膚の電気インピーダンス特性を考慮した触覚ディスプレイ、5) 低融点金属と空気圧を利用した高密度 3 次元形状ディスプレイであり、どれもが随所に刺激呈示法や駆動機構に工夫を凝らしたものであった。今後は、これらの数々のアイデアから、触れる者に「あっ！」と思わせるようなギミック性を残しつつも、作業支援や情報バリアフリーなどの触覚情報が希求されている分野に向けて、実用レベルのハプティックインタフェースとして着実に発展していくことを期待したい。

## 2A3：触圧覚・ディスプレイ 3

座長：野間春生（ATR）

"触圧覚・ディスプレイ 3"では、偏芯モータによる振動情報提示手法に関する研究が 2 件、力覚提示装置を前提とした干渉計算に関する研究が 2 件、さらに滑り摩擦による触覚提示研究、小型ピンによる形状提示研究が各 1 件発表された。泉らは腰に複数の振動子を取り付けて方向に関する情報提示を行うため、被験者実験によって人間の知覚能力を基準として振動子の配置を最適化した。今泉らはデスクトップ下での仮想触覚としてポテンシャル場と振動強度を関連づけるアイデアを、金丸らはカメラで撮影したデスクトップの情報そのものをピンディスプレイで提示するアイデアを発表した。これらではいずれも高速処理を目指して、PSD や CMOS カメラを採用していた。小川らは円盤を DC モータで駆動する機構で布地の擦り合わせ触覚を再現する手法を発表

した。現状では十分と言えないが、つまむ力を提示反力に反映させるとより効果が期待できる。横山は UNC の V-Collide をベースに最短距離法を組み合わせ、非干渉を保証した仮想物体の衝突検出演算アルゴリズムを、山口らはモックアップ製作を目的に 1KHz で計算可能な自由曲面間の衝突検出演算アルゴリズムをそれぞれ提案した。

## 2B1：テレグジスタンス

座長：岸野文郎（大阪大学）

ロボットの遠隔操作などのテレグジスタンスに関する 6 件の発表があった。TWISTER における撮像システムに関するもの(東大)、力覚提示を有する遠隔操作ロボットの操作性評価(岐阜大)、4 本ワイヤ駆動方式のウェアラブルロボット(福岡工大)、遠隔操作型の小型ロボットシステムであるウェアラブルテレコミュニケーター(弘前大)、着席型移動入出力装置 Seated Walker の性能評価実験結果(東大)、および遠隔操作ロボットによるマスコミュニケーション方式の提案(筑波大)の発表があった。概念提案から要素技術の開発、操作性評価までバラエティに富んでおり、この分野の益々の発展が期待される。

## 2B2：VR コンテスト

座長：稲見昌彦（電気通信大学）

本セッションは IVRC 実行委員会 (VR 学会, 岐阜県, 各務原市, イメージ情報科学研究所) 主催、文部科学省・経済産業省後援の「学生対抗手作りバーチャルリアリティコンテスト (IVRC)」の一環として昨年の東京大会より開催されている。従来多くのコンテストは参加者にとっては普段養った力試しをするいわば「ゴール」であるのに対し、IVRC はコンテスト参加を通じて将来の研究者・技術者・アーティストに成長してもらうことを狙った新しいタイプの教育システムである。参加者の学生達に「学会発表」という研究者にとって重要な舞台を若いうちに経験してもらい、同時に学会員の方々にも広くコンテストをご理解頂くことを目指し、大会のセッションの 1 つを利用して頂いている。今年是全国より 32 チームの応募があり、書類審査で 20 チーム、プレゼンテーション審査で 10 チームが選ばれ、8 月に東京の日本科学未来館で開催された東京予選大会で選ばれた 5 チームの精鋭によりタンス型ディスプレイシステム(多摩大学)、偏光板を用いた傘型インタフェース(東京工芸大・東京大学)、自分の呼吸を揺動として体験できる装置(大阪工業大学)、レーザー光線を利用した光の矢を用いた作品(電気通信大学)、嗅覚インタフェース(奈良先端科学

技術大学院大学)の発表が行われた。なお、岐阜本大会で見事グランプリを獲得したのは奈良先端大による嗅覚インタフェース「フレグラ」であり、来年5月にフランスで開催されるヨーロッパ最大のVRのイベント Laval Virtual にて招待展示を行うとともに、来年8月にロサンゼルスで開催される SIGGRAPH への出展を目指すことになる。IVRC は来年度より Laval Virtual との連携開催も決まり、いよいよ国際大会化することになる。今後とも IVRC に学会員の皆様の一層のご協力・ご支援をお願いしたい。詳しくは IVRC 公式ページ <http://ivrc.org/> をご参照頂きたい。

### 2B3：感覚，知覚，心理1

座長：伊藤裕之（九州大学）

本セッションでは、セッション名の通り、感覚・知覚にとどまらない幅広い分野の発表があった。東北大学のグループからは、循環器系の活動を指標として生理的・心理的状況を解析するための新しい装置とその評価が発表された。筑波大のグループからは、力覚と聴覚という比較的珍しい組み合わせの感覚統合に関する研究発表があった。長崎総合科学大のグループからは、視知覚に関する基礎的な研究や経路の距離感といった認知的なメカニズムの研究など、VRの長所を利用した心理実験が発表された。メディア教育開発センター（講演者）のグループからは、伝送遅延の心理的影響を、言語条件付けを利用して測定するという、きわめて独創的な研究成果が発表された。静岡大学のグループからは、箱庭療法をVRで実現するという、VRを心理臨床の現場へ応用するための試みが紹介され、現実の箱庭との相違点が発表された。このように、VRの研究と人間自身の研究は緊密なものとなっており、近い将来における、研究領域の飛躍的な拡大の可能性を予感させるセッションとなった。

### 2B4：感覚，知覚，心理2

座長：北島律之（長崎総合科学大学）

本セッションの5件の発表は、フローパタン観察時の姿勢等の制御に関するものと、両眼視差による立体視の問題点を扱ったものの2つに大別できる。前半3件は、1) 重畳フローパタン観察時のステアリング操作を、運動知覚と姿勢制御の観点から調べたもの、2) 異なる奥行きフローパタンに払われる注意の重心動揺への影響を扱ったもの、3) 重心動揺を定量的に解析する方法を提案し、それによりフローパタンと重心動揺の位相差について考察したものであった。1)については、用いられ

た刺激と運動知覚の関係を問う質問など、かなり白熱したのもあった。後半2件は、4) 動的なCGを用いて、左右の映像にフレーム遅れが生じた場合に生じる立体視への影響を調べたもの、5) リハビリに用いることができる新しいゲームを提案した上で、加齢と立体視機能との関係を検討したものであった。5)では、むしろ若年層において立体視機能が上手く機能していない可能性が示唆されており、興味深いものであった。いずれの発表においても、座長が質問を行う必要がないほど熱心に討論が行われ、心理分野の研究が本学会で注目を集めていることを示すものであった。

### 2C1：ウェアラブルコンピュータ1

座長：佐藤宏介（大阪大学）

このセッションでは合計6件の発表があり、前半がウェアラブルコンピュータに関する発表3件、後半がパラサイトヒューマンの発表3件であった。ウェアラブルな強調現実システムの実現を目指し重畳表示すべき提示情報の優先度切り替えに関する発表では、ウェアラブル強調現実システムの研究が重畳する仮想像の位置合わせやトラッキングを議論の主に行っていることに対して、ユーザー視点が大きく移動している状態でユーザーに最も適切な情報をその時点ごとに提示することが本質であるウェアラブルコンピュータの観点から、視線奥行き方向に重なり合う情報の整理について着目した点は、ウェアラブルコンピュータとヒューマンインタフェースとの接点で今後の主要な研究課題になり得るものとして評価できる。また、ウェアラブルシステムの看護分野への適用例が報告され、実用化への見込みが示されたことは評価が高い。さらに、パラサイトヒューマン研究の一環として、行動支援のためにユーザーの動作解析と予測の学習モデルが提案され、それによると「ジャンケンは『最初にグー』』と言った時点で、その後の出し手が予測できる」との知見は無意識下の行動をモーションセンシングで明らかにしたものであり、参加した聴衆に非常に有益であった。今後、ウェアラブルコンピュータとVRを組み合わせた研究がさらに広がる期待が感じられた。

### 2C2：ウェアラブルコンピュータ2

座長：前田太郎

(NTTコミュニケーション科学基礎研究所)

本セッションの発表件数は5件。東大・相澤研による1件を除くと、他の4件全てが東大・廣瀬研の発表であった。内容的には、一人称視点の記録再生というウェアラ

ブル特有のアドバンテージを示した研究が 2 件：「ウェアラブル記録補助システム iFlashBack における効率的映像提示手法」(廣瀬, 他), 「データベースの複合利用による体験映像の表示・再生」(堀, 他), ユビキタス性を利用するものが 3 件：「視覚障害者誘導のためのバーチャル点字ブロックの開発」(雨宮, 他), 「K-eXplorer: 携帯電話と分散複合ポートによる実世界インタフェース (第 2 報)-K-station の実装とその応用システム-」(橋本, 他), 「領域型展示システム上の展示制作に関する検討」(檜山, 他)に分かれた。後者に関する議論としてはモバイル技術との差別化が一つの争点となった。総じて発表内容のレベルは他学会の同分野に比べて高いレベルにある。しかしながら「何故にウェアラブルでなければならないのか」に対する回答を明確にすることがこの分野の多くの研究の課題であろう。

### 2C3：ネットワークと応用 1

座長:清川 清 (大阪大学)

このセッションでは、4つの研究グループから 6 件の発表があった。2 件は、創価大学からの遠隔実空間のモニタリングを VRML や Java を用いて行うためのフレームワークについての発表であった。また別の 1 件は、中京大学などによる Web3D を用いたイベント会議場のレイアウト検討用の協調作業環境についての報告であった。いずれも、ウェブブラウザを用いたネットワークシステムの普及と裾野の広がりを感じさせる発表であり、特にイベント会場レイアウトシステムは是非本学会の準備でも用いたいと思わせた。また、他の 2 件は、茨城大学からの分散仮想環境における通信遅延に関するものであり、うち 1 件は移動物体の位置予測誤差をマルコフモデルにより推定する手法についての報告、もう 1 件は予測誤差を緩和するための相補予測機能の提案と評価についてであった。いずれも研究の順調な進展を感じるものであった。最後の 1 件は通信放送機構などによる、テレプレゼンスのための 3 次元アバタを被写体を取り囲む全周カメラを用いて生成する手法についての発表であった。XGA 解像度のカメラを用いるなど従来システムに比べて品質の良い 3 次元モデルが得られており、今後の展開が楽しみである。本セッションでは活発な質疑があり、ネットワークシステムへの関心の高さが伺われた。

### 2C4：ネットワークと応用 2

小林 稔 (日本電信電話株式会社)

1 件目の発表では、ビデオアバタの説明者が展示物

を前に演示することで、見学者の理解度を向上するシステムと、展示物の大きさを実感できる等の見学者の評価が報告された。4 件目では、同じ展示コンテンツを、MPEG-4 符号化により小型の端末で視聴可能とするための配信方法の検討と、評価実験結果に基づく必要な画像品質の目安を示した。これらの研究が、遠隔の専門家がネットワークを介して説明を行う環境の実現につながるものと期待する。2 件目の発表では、仮想空間内で移動するアバタのオーラの重複状態により、対話相手を選択可能にすることで、VoIP による多人数会話を容易にする手法が報告された。鎖状にオーラが連続する参加者同士の会話を可能とする等、自然な会話相手の選択を目指した。3 件目は、ネットワークを介したコミュニケーションの質を高めるための主要因を探索したもので、感覚的な距離、ジェスチャ、アイコンタクトの効果を、表情の種類と強さの伝達の正確さを尺度に評価した。5 件目は、ネットワークの伝送遅延に起因する共有仮想空間の状態のズレを予測により補正する手法に関するもので、サーバとクライアントが相互に状態を予測しあうことで誤差を軽減する相補予測手法を提案し性能評価を行った。VR とネットワークを用いたコミュニケーション支援に関する活発な議論が行えたが、良い技術を実現するためには、効果を的確に評価する手法の工夫が必要だと感じた。

### 2D3：芸術と表現

座長:齋藤英雄 (慶応義塾大学)

VR 技術の展示・表現技法に関する 5 件の発表があった。このセッションでは、異なる分野ではあるが VR 表現という共通の問題にチャレンジしている発表者達を中心に活発な議論が行われた。奈良先端大のグループによる「舞踊譜 Labanotation からの人物動作再現」では、舞踊動作を表現する記号列と、実際の動作を対応づけることにより、舞踊動作を再現する試みが報告された。東大の「博物館向けシアター型 VR コンテンツの演示手法を用いた展示と評価」では、博物館のシアター展示において、一人の演者が観客を代表して、観客と共に映像コンテンツにインタラクションを加えながら展示を楽しむシステムが提案され、このような展示法に対する評価実験結果が示された。国立天文台による「バーチャルリアリティーの天文学への応用」は、天文台が持つ多くの天体観測データを VR 表示技術を利用した専門家以外の人々にも直感的に理解しやすい形で提示するシステムが紹介された。武蔵野美術大学の「Drops」では、ディスプレイに表示されたゼリー状の水玉を触覚的・視覚的に感

じることのできるインタラクティブな芸術作品が紹介された。デジタルマジック株式会社の「陶芸技術のデジタルマイスター化と伝承方法の確立と再現」では、陶芸作品の製作過程における手や作品の3次元形状情報を記録するための技術とシステムについて紹介された。

#### 2D4：可視化

座長：竹村治雄（大阪大学）

本セッションは5件の発表があった。5件のうち3件が可視化に関するものであった。3件の発表の可視化の対象としては、それぞれ細胞内情報ネットワーク、決定論的カオス、遺伝子発現情報であり、いずれもタイムリーな興味深い内容であった。他の2件のうち1件は3次元モデリング（写真からの形状モデル作成）に関するものであり、従来のフォトメトリによる手法でなく、手作業で基本形状をフィッティングする方法であり、新しいツールの提案であった。もう1件は没入型投影ディスプレイを用いたプレゼンテーションシステムに関するもので、CAVEライクな表示装置内で3次元GUIを用いてプレゼンテーションを行うシステムの提案であった。セッション中は会場はほぼ満席の状態であった。バーチャルリアリティの観点から考えると、可視化のセッションは、可視化対象が多岐にわたるため手法間の比較が困難であり、聴講者の興味も分かれるところと思われるが、本セッションでの発表に対しては活発な質疑・討論が行われた。また遺伝情報の可視化などは、情報の可視化（Information Visualization）の一手法であり、今後様々な工夫が試みられると思われる。

#### 3A1：変形と力覚

座長：坂口正道（名古屋工業大学）

本セッションは変形と力覚に関する調査研究委員会と関連したセッションで、5件の発表が行われた。1件目はノコギリ型力覚提示システムに関する研究で、ノコギリの回転中心の移動や切離位置によるモーメントの違いについて検討されていた。2件目は手術訓練への応用を目的とした力覚を伴う仮想切断シミュレーションに関する発表で、SCRAMNetを用いた2台のPCを用いてVoxelモデルの切断について検討されていた。3件目は透明な柔軟シートを用いた視覚・触覚ディスプレイに関する研究で、柔軟シートへの操作と連動した画像の提示について検討されていた。4件目は仮想切断における切断力の高精度化に関する研究で、切断力学モデルへの切断深さに応じた線切断剛性や挟み摩擦力の影響につい

て、実際の切断力と仮想切断力を実験的に比較していた。5件目は高密度計測触覚センサの開発に関する発表で、柔らかい円筒反射膜の内側をLEDおよびフォトランジスタで構成される計測部でスキャンすることで数[ $gf$ ]の分解能が実現できることが示されていた。どれも興味深い発表であったが、効果的なアプリケーションの提示も欲しいと感じた。

#### 3A2：物理法則モデリング1

座長：矢野博明（筑波大学）

本セッションでは、1)ハミルトニアンを自動微分して運動方程式を自動導出し、物体の挙動を計算する手法、2)ひもを結ぶ際に自己接触を含めた摩擦を考慮に入れることでより現実に近いひもの結び目形状をシミュレーションする手法、3)手術シミュレータだけでなく事故などでの人体の損傷を模擬するための、粘弾性体の衝突、破壊のシミュレーション手法、4)布の動的挙動シミュレーション手法の評価のため、真空環境により空気抵抗の影響を排除し実物体の挙動をより正確に計測するシステムの開発と5)その評価についての5件の発表があった。物理法則モデリングでは、モデルの複雑度とリアルタイム性のバランスをいかに取るかが大きな課題であるが、その前提としてモデルが発散せず安定にかつ物理現象を精度良く計算出来る必要がある。前半の発表は複雑な現象を対象とした意欲的なもので、今後の発展が期待される。同時にモデルの精度評価には、実際の物理現象のデータが不可欠である。出来れば得られたデータを誰もが利用できるようになると良いと思った。全体として、モデリングから評価手法まで大いに考えさせられる有意義なセッションであった。

#### 3A3：物理法則モデリング2

座長：池井 寧（都立科学技術大学）

本セッションでは、物理法則技術に関連する4件の発表が行われた。2件は物理ベースのシミュレーションソフトウェアの提案であり、非常に興味深い論文である。力覚計算を含めたVR環境を短期に構築し、かつ細部まで調整できるような環境が制作されつつある。また、高速な計算法の改良も進展しており、より多くの条件を扱うことができるようになってきている。PHANTOM以外の力覚デバイスに対応したソフトウェアは少数であり、触覚VRのコミュニティの中で協力的なソフトウェアに仕上がっていくことが期待できそうである。切断操作のシミュレーションモデルに関する論文では、物体を表現す

る弾性要素の解像度や配置をダイナミックに更新しながら運動計算を進めるアルゴリズムが提案されている。変形しながら破壊していく挙動の映像は、大変印象的であった。更に変形のモデリングに関する研究として、弾性体内部の変形を計測して変形シミュレーションを評価する手法が提案されている。

### 3B1：グラフィックレンダリング

座長：横井茂樹（名古屋大学）

VRに関する表示手法に関するセッションである。特殊な表示装置に対応して表示するアルゴリズムに関する研究発表が2件ありいずれも装置自体とともに興味深い手法であった。仮想空間の構築のためのソフトウェアツールの報告も2件あり、便利な機能を持ったソフトウェアが開発され汎用性も感じられた。空間の対象物の表示において修正や制御するための仕組みも提案され有効な実験結果が示された。純粋なCG手法と異なり、実世界のデータも対象にした手法が多く、実世界でのVRアプリケーションの応用を広げるアルゴリズムの発表が多く、その意味で実用性を重んじたレンダリング手法の開発が目立った。参加者も多く、熱心な質疑応答で全体に有益な知見が得られたセッションであった。

### 3B2：コミュニケーション&コラボレーション1

座長：山下 淳（東京大学）

プログラム最終日の9月16日午後、コミュニケーション&コラボレーション1のセッションでは、最新の研究4件の発表が行われた。最終日の午後となると、聴講者がまばらになり、やや寂しい感じを受けることも多いが、このセッションでは依然として座席の大半が埋まっていた。このことから、VRにおけるコミュニケーション、あるいはコラボレーションの重要性を感じることができる。発表内容の詳細は予稿集をご覧くださいこととして、発表内容を座長の主観で分類すると、4件ともユーザとコンピュータとのコミュニケーション、すなわちインタフェースの開発に関する報告であった。これらの発表のうち、4件目の発表である大阪大学の中島康輔氏らによる研究は、最終目標として複数の作業員によるコラボレーションを支援する研究である。個人的な感想であるが、作業員間の相互行為に興味がある私としては、今後の成果に期待したい。最後に、初めての座長を務めるにあたり、円滑な進行を助けていただいた会場側の皆様、また活発な議論を行っていただいた発表者、会場の皆様に対し、この場を借りてお礼を申し上げたい。

### 3B3：コミュニケーション&コラボレーション2

座長：葛岡英明（筑波大学）

本セッションでは4件の発表があった。1件目に発表されたのは工業デザインの初期段階を支援するシステムであり、初期的なスケッチから三次元形状データを生成する手法が提案された。2件目は、ロボットとの簡単なゲームを利用して、ロボットに人間の顔を記憶させ、その後のコミュニケーションを円滑にしようという提案であった。3件目は立体視可能なディスプレイを共有した複数の参加者の協調作業を支援する方法として、バーチャルな箸を利用することが提案された。最後の発表では、病床の老人であっても、過去の経験と技術を活用して、遠隔から生産活動に参加できるようにするべきであるという提案がなされた。画像認識技術の発達、通信基盤の充実、VR用デバイスの多様化に伴って、様々な状況や場所でのコミュニケーションやコラボレーションの支援が提案されるようになってきていると感じた。

### 3C1：複合現実感

座長：山本裕之（キヤノン）

最終日の朝一番のセッションにも関わらず、約50名の参加者があり熱心な討論が行われた。今年のセッションでは、現実の映像に仮想の映像を融合する典型的な複合現実感の研究は影をひそめ、現実世界の仮想化に関する研究が2件、視覚・力覚・聴覚の融合に関する研究、映像に不可視の情報を重畳する研究、インタラクションに関する研究についてそれぞれ1件ずつ発表があった。以下、特に活発な議論が行われた内容を紹介する。視覚・力覚・聴覚の融合に関する研究発表では、各感覚を融合して提示するシステム、特に共有メモリを介して各感覚ディスプレイ間の時間ズレを最小にする試みが紹介された。ディスプレイの更新レイトの相違がどの程度人間の感覚に影響を与えるか、それを考慮したシステムの構築がなされているか、など感覚融合に関する討論が行われた。映像に不可視の情報を重畳する研究紹介では、人間の感じることで、映像を提示すると同時に空間に配置された素子と映像プロジェクターとの間で多チャンネルで同時通信を行う基礎検討結果が紹介された。映像に不可視情報を融合するユニークなアイデアであり、様々なコメントが寄せられた。

### 3C2：医療教育1

座長：小山博史（東京大学）

医療事故報道の増加により医療の安全管理が社会的に



も重要視されているなかでバーチャルリアリティ技術を用いた医学教育システムへの期待が高まっている。Simo 氏らは救急医療の診療現場をバーチャル空間の中に構築し人工知能を組み合わせた訓練用シミュレーションシステムという先駆的な研究内容を発表された。後藤氏らは、アナログ機構を取り入れた患者ロボットを用いた医学教育への応用について発表され、ロボットと研修医の教育手法の中でも特に問診や聴診や触診の方法をより実際の患者に近い環境で体験することの重要性を示された。現在臨床教育を行う上で患者の同意を得ることが以前よりも難しくなる中で、ロボットを用いた体験型教育法の開発の重要性は益々増大していくものと考えられた。博田氏は、CAVE 型没入ディスプレイを用いた心臓機能に関する学習システムについての報告であった。このような没入型ディスプレイでの複数の体験者（研修医と指導医）間でバーチャル空間を共有することで学習効率の向上が期待されることが示唆された。最後に高橋氏は、Web アプリケーションを用いたバーチャル患者を用いた医学教育システムについて報告し、医師としての人間性を育てることに重点をおいた医学教育システムの重要性を報告された。バーチャルリアリティ技術を応用した医学教育アプリケーションに対する現場の要望は強いものであるにもかかわらず本領域の研究拠点が少ないことは非常に残念である。しかし、逆に考えると本領域は今後の研究対象としても社会的なアプリケーションとしても有望な領域・市場であるとも言える。今後多くの若手研究者が本領域にチャレンジされ成功されることを期待する。

### 3C3：医療教育 2

座長：鈴木康之（岐阜大学）

バーチャルリアリティ技術を医療教育へ応用する試みが急速に進行している。これは医療の高度複雑化に伴い医療実技トレーニングがより重要になったことと、人権意識の高まりによって実際の臨床現場に出る前にモデル等を用いて基礎的トレーニングを充分行うことが必要になったためである。演題 3C3-1 は実体患者モデル表面に 3 次元的に内部構造を投影し、診察や治療行為の際の位置確認・医学情報の提示を行おうとするもので、実習モデルとデジタル教材を統合するような効果が期待できる。今後は力覚提示装置を組み込み、よりリアルな実習モデルの作製が期待される。演題 3C3-2 は実際の実習現場でのトレーニングが難しい直腸指診に焦点を当て、直腸壁を介して前立腺を触知した際の力覚をバーチャルに提示するモデル開発を目指したもので、近いうちの実用化が期

待され、また婦人科等のモデル開発にも応用可能である。演題 3C3-3 は様々な動物を想定したトレーニングが必要な獣医領域における外科手術訓練システムの開発を目指したもので、動物愛護の観点からも今後必要度が高いし、ヒトの訓練システムとしても応用が期待される。

### 3D1：作業支援とインタフェース 1

座長：北村喜文（大阪大学）

大会 3 日目最終日の朝一番ということで、参加者はやや少なめであった。本セッションでは、VR 関連のデバイスやシステムを用いたインタフェースに関しての 5 件の発表があった（作業支援というキーワードに合致する発表はなかったように思う）。ただ、なぜ操作自由度や価格が高い VR 的なデバイスやシステムをわざわざ用いなければいけないのか、また、試作したインタフェースの中で VR のどういう特徴を活かそうとするのか、などに関して、十分な検討がなされた研究が少なかったような印象を持ったのは、少し残念であった。

### 3D2：作業支援とインタフェース 2

座長：柳田康幸（ATR）

本セッションでは、4 件の発表が行われた。前半の 2 件は岐阜大学の研究グループによる発表であり、工業デザインのプロセスにおける初期スケッチ段階と製品化段階の CAD データとの間の不連続性の問題を取り上げ、デザイナーによるデザインスケッチを最初からベクトルデータの形で格納することにより後段の設計過程での利用を可能にする仕組みの提案である。錫氏は、コンセプトを述べると共に、スケッチの要素を解析してデジタル化のための要件を明らかにした。続いて木村氏は同システムの具体的な実装手段について発表した。3 件目は芝浦工業大学の倉氏による発表で、VR 空間でのポインティング操作に関して、入力デバイスと被験者の年代・性別によるユーザビリティ評価を行った実験に関する報告である。最後は大阪大学の村上氏による発表で、VR 空間での樹木をユーザがインタラクティブに設計する手法およびオーサリングシステムに関するものである。現実の樹木生育を忠実に模倣するというよりも、VR 空間ならではの指示方法を提案している。いずれも使いやすいシステムとは何かを考えた研究であり、今後 VR が世の中に浸透していくために重要な方向性を示唆するセッションであった。