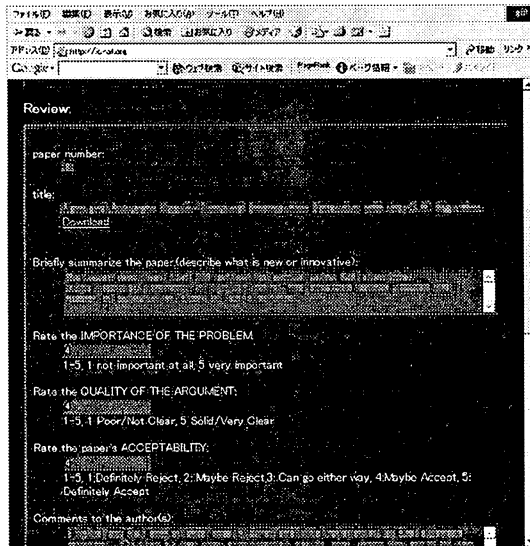


れば幸いです。



ICAT2001 の査読結果投稿フォーム

◆招待講演報告

長谷川晶一

東京工業大学

◆招待講演 1

ICAT 2001 はオープニングパネルに先立って、館教授の挨拶から始まった。ICAT が 1991 年に始まり、今年で 10 年目になること、過去のプロシーディングが Web 上の ICAT ペーパーアーカイブからダウンロードできること。今年の Web ページには、プロシーディングやビデオが掲載されているほか、掲示板システムがあることが紹介された（残念ながらここで Web システムのトラブルがあり、本番に弱いシステムであることを聴衆に知らしめることとなってしまったが）。そして、東大本郷キャンパスの VR ラボを中心としたラボツアーの紹介、招待講演と変更の紹介と ICAT の見所が紹介された。

挨拶に続いて、すぐにオープニングパネルが始まった。オープニングパネルは、館教授によるトレイグジスタンス、廣瀬教授によるスポーツ中継、中津博士によるマルチメディアとアートによるコミュニケーションと興味深い話題が続いた。

Toward Telexistance Next Generation

館教授の講演は次世代トレイグジスタンスに向けてとい

うことで、館教授が 80 年代から進めてこられたトレイグジスタンスの研究の紹介からスタートした。最初のシステムは、アームとカメラを持つ人型ロボットの中にオペレータが入り込んだような感覚で操作ができるように作られている。オペレータは HMD による立体映像を見ながらマスターマニピュレータを操作してロボットを操作する。HMD の映像に CG を重ね合わせることにより、暗闇や濃い煙の中での作業も可能となる。

また、オペレータは現実のロボットだけでなく、CG によるバーチャルなロボットに入り込んでバーチャル世界の物体を操作することもできる。このシステムを用いて、生卵を掴み館教授に手渡し様子がビデオで紹介された。

続いて 95 年に始まった、R³ (Real time Remote Robotics) プロジェクトが紹介された。トレイグジスタンスシステムを用いることで、離れた場所にあるロボットの中に入り込むことができるようになったが、システムを用いるためには、専用の通信回線と同型のロボットとコックピットが必要なので、誰でも気軽にというわけには行かない。

そこで、様々なコックピットとロボットを結び、誰でも気軽にトレイグジスタンスできるようにするためのシステムとして R³ が提案された。R³ のプラットフォームには、ハイエンドからローエンドまでいろいろなシステムが考えられるが、ハイエンドの例として HRP (Humanoid Robotics Project) が紹介された。HRP ではホンダ製の P3 ロボットをベースとしたロボットを、7 自由度のフォースディスプレイとマルチプロジェクションによる広視野ステレオディスプレイを用いたコックピットで操作する。

一方ローエンドの例として RCML が紹介された。RCML はトレイグジスタンスを行うためのコックピットとロボットを結ぶ通信のプロトコルを規定する言語であり、HTML と VRML の拡張になっている。RCML はコックピットとして PC 上の Web ブラウザや低自由度のロボットや入力デバイスから、立体表示や多自由度入力デバイスを備えたコックピットを取り扱え、また操作対象として、可動カメラや低自由度のロボットから、6 自由度マニピュレータまでを取り扱うことができる。

RCML を用いたトレイグジスタンスの例として、Robot Phone システムがビデオで紹介された。Robot Phone では、熊のぬいぐるみに組み込まれたロボットを電話として用いる。ぬいぐるみは RCML を用いてお互いにバイラテラルサーボされており、ユーザはぬいぐるみを操作することで、反対側のぬいぐるみを操作することができる。

これまでのトレイグジスタンスは、人がロボットの中に入り込むこと＝テレエグジストすることができたが、これは一方通行のトレイグジスタンスであり、ロボットを見ても誰が中に入り込んでいるかは分からなかった。そのため、例えば従来のトレイグジスタンスを用いれば、オフィスにいながら ICAT 会場で発表を行うことができるが、聴衆は講演者の姿を見ることはできない。そこで、ロボットをディスプレイにし、ロボットと協調作業を行う人に操作者を見せることを考えた。

ロボットのような複雑な形状をした物体をディスプレイにする方法として、HMP (Head Mount Projector) によって、物体に映像を投影する方法が紹介された。ディスプレイ対象に再帰性反射性を持たせ、観察者の視点から映像を弱い光で投影することで、再帰性を持った物体だけに映像を投影することができる。このシステムを用いて操作者の顔映像を投影するデモがビデオで紹介された。

講演は、次世代トレイグジスタンスは、協調作業のための双方向トレイグジスタンスであると結ばれた。



館教授

Virtual Stadium for 2002 FIFA World Cup Korea-Japan

廣瀬教授からはバーチャルサッカースタジアムについての講演があった。

1995 年、日本と韓国で FIFA World Cup の招致合戦をおこなっているところにバーチャルスタジアムの最初の案が出された。FIFA が両国開催を決めた後も、バーチャルスタジアムが今後のマルチメディア研究にとって重要であるとの認識から、経済産業省がスポンサーとなり研究グループが作られた。

研究グループはバーチャルスタジアムをスタジアムの感覚を再現するものとして捕らえ、技術的な視点からバーチャルスタジアムを検討した。感覚を再現するために必要な要素として、広視野、高解像度、立体映像、音響な

ど映像以外の情報を考える必要があった。

最初に、サッカーのフィールド全体を取り込むための特別なカメラが開発された。最初のカメらは、特殊な光学系を用い、FOV100 度で HDTV カメラ 3 台分の撮像素子で撮影するものだ。映像が歪むことがないように、特殊なプリズムを用いて像を分割しているため、1 つの視点からの映像を 3 つの HDTV 信号に出力している。

この映像から、プロジェクションのためにエッジにオーバーラップを持つ映像を作成し、ILA の大型プロジェクタ 3 台によって投影した。このシステムは J リーグのチェアマンである川淵氏にも好評であった。このシステムの問題点として、スイートスポットから外れた観客はリアルな感覚を得られないということが挙げられる。

次に試作されたカメラは、FOV が 50 度から 90 度に変化するズームレンズを持つカメラで、4 つの HDTV 解像度の CCD を持つ。CCD は R、G1、G2、B に割り振られており、G1 と G2 は半ピクセルずらして配置されており、解像度を 2 倍に増している。

この映像は代々木の国立競技場から青山の TEPIA に伝送され、16m × 3m の大画面で表示された。また、札幌の競技場から、衛星回線を用いて、TEPIA に中継することも行った。

今後は、韓国と日本の試合を中継するフルスケールの実験を行う予定である。この実験では HDTV プロジェクタを用いて撮像解像度と同じだけの解像度で投影を行う。



講演される廣瀬教授

Multimedia, Art, and Human-Computer Communications

中津博士は、マルチメディアとアートから、感性情報のコミュニケーションを行うシステムが構築できることを講演された。

中津博士が代表を務める ATR の MIC は、バーチャルリアリティのなかでも、サイバースペースにおける人と人、人とコンピュータのコミュニケーションに焦点を当てて研

究している。

近年コミュニケーションの枠組みが、論理的な情報のやり取りから、感情などの感性情報のやり取りに移行している。コミュニケーションの目的も従来は情報の伝達であったが、コミュニケーションそのものを楽しむことが目的となりつつある。感情をコミュニケーションすることを考えるとき、言語を用いた情報のやり取りは全体のごく一部であり、非言語的な情報のやり取りに依る所が大きい。音声だけではこのような情報のごく一部しか伝わらないため、マルチメディアを用いることが重要となる。

また、感情を表現するためには、エンジニアリングの視点だけでなくアートの視点が重要になる。例えば、表情を映像で伝えたいとき、人の顔写真に表情をつけるというエンジニアリング的アプローチもあるが、新たに人々に受け入れられやすいキャラクターを作り、そのキャラクターに表情をつけるというアートのアプローチの方が効果的である。

この考えに基づいた2つのシステムが紹介された。

1つは、MIC Interactive Dance System というシステムで、ユーザの踊りにあわせて音楽と背景が変化するバーチャルスタジオシステムである。もう一つは CosTune というウェアラブルな楽器で、ネットワークを介して見知らぬ人とセッションを組むことができる。



中津博士

◆招待講演2

特別セッション

Robert J. Stone 教授がどうしてもご家族の元を離れることができなくなり、ICAT 参加を断念せざるをえない状況となった。Stone 教授は早くから講演の予稿などを準備され、ICAT を非常に楽しみにされていたらしいが大変残念がられていた。Stone 教授の予稿は ICAT の予稿集とホームページにある。

この非常事態を受けて急遽講演前日に、池井寧助教

授、佐藤誠教授、竹村治雄教授による特別セッションを行うこととなった。それぞれの教授方には十分な準備時間も無かったが、池井助教からは触覚、佐藤教授からは力覚、竹村教授からは Mixed Reality について興味深い講演があった。

Haptic Texture Explorers

プロジェクション型とテクスチャエクスプローラの2種類の触覚提示ディスプレイが紹介された。どちらのディスプレイも振動ピンによる指先への触覚提示、指への力覚提示、映像提示を行うことができ、ユーザはディスプレイを能動的に動かして提示物体を能動的に触って知覚することができる。プロジェクション型では映像が提示装置の上に投影され、映像と触覚が同じ位置に提示される。テクスチャエクスプローラでは、映像は大画面に提示されるが、ピエゾアクチュエータを用いて小型軽量に作られた触覚提示装置が力覚提示マニピュレータによって自由な位置・姿勢に動く。

Tension Force Calculation for Wire Driven Force Display

はじめに過去に佐藤教授が開発された力覚提示装置 SPIDAR シリーズがビデオを交えて紹介された。簡単、スムーズ。安全という糸を使った力覚提示の利点の説明の後、これまで力覚提示の不安定性に悩まされてきたことが打ち明けられた。

そして、力覚提示可能な領域と不可能な領域の境界で糸の張力が突然変化するという問題が指摘された。張力計算を2次計画問題に帰着させ、解の連続性を利用して安定な張力計算を実現することでこの問題は解決された。

Towards seamless integration of real and virtual

オーグメンテッドリアリティ環境として、シースルーHMDを用いた共有AR環境、ビデオシースルーを用いて実写とCG映像の同期をとったシステム、バーチャル物体と実物体の隠蔽関係を正しく再現するシステムなどが紹介された。

これらのAR環境は協調作業員同士の自然なアウェアネスを提供するが作業員の視点が制限されるという不自由が残る。一方、共有バーチャル環境では視点は自由だがアウェアネスが不足する。

バーチャル環境ではアバタを用い、両者をシームレスに切り替えることで、欠点を補完するシステムが紹介された。



池井助教授



竹村教授と佐藤教授

◆招待講演 3

Crossing the Chasm

実世界とバーチャル世界間の断絶をいかになくすかをテーマとする講演は、講演者の Mark Billinghurst 博士が ICAT に来るまでの交通機関の話から始まった。

輸送業として VR を見ると、VR はテレポーションであり実世界から仮想世界へ突如瞬間移動してしまう。この移動は不連続であり、メンタルマップを描くこともできない。実世界、オーグメンテッドリアリティ、オーグメンテッドバーチャリティ、バーチャルリアリティと段階を踏むことによって、普通の輸送業のように連続的な移動を行うことができる。このように連続的に移動することができれば、シームレスに実世界とバーチャル世界を行き来できるようになる。

未来のユーザインタフェースは、このような実世界とバーチャル世界間の連続的な行き来が可能のようにデザインされるだろう。そうすることで、用途にあったモードを選択することができる。

例えば、オーグメンテッドリアリティは外心的視点を持っており、実空間を共有しての協調に向いている。また、バーチャルリアリティは没入型で自己中心的な視点を持っており、没入体験や、視点を共有した、遠隔地と

の協調を行うことができる。そのような、実世界と仮想世界をスムーズに移動でき、協調作業ができるインタフェースとして、彼らは、Magic Book というインタフェースを作った。

Magic Book は本をメタファとしたインタフェースであるが、

1. 実世界で普通に本を開き、読む。
2. 本をシースルー HMD を介して見ることで、本の挿絵が立体的に見えるようになる。
3. MD をシースルーモードでなくし、視点を移動させて絵本の世界に入り込む。

という 3 つのモードを切り替えながら使用することができる。

このように、実際の本、オーグメンテッドリアリティによる立体的な挿絵、バーチャルリアリティによる絵本の世界という 3 つのモードをシームレスに切り替えることができるので、ユーザは実世界とバーチャル世界の間をシームレスに移動することができる。

さらに、複数のユーザが異なるモードで使用しながら協調することができる。例えば、2 のオーグメンテッドリアリティモードを使用している人から、3 の VR モードを使用している人を見ることができる。

Magic Book のシースルー HMD は、片手で柄を持って顔の前にかざして使用できるようになっており、装着する必要がない。HMD にはカメラが取り付けられており、本に書かれたマーカをカメラで撮影することによって、HMD のレジストレーションを行っている。講演者はシステムの紹介といくつかのアプリケーションをビデオで紹介した。

将来、コンピュータは見えなくならなければならないが、これを実現するための方法として、1. ユビキタスコンピューティングやタンジブルコンピューティングのように、コンピュータを実世界の中に隠す方法と、2. バーチャルリアリティのようにユーザをコンピュータの中に入れてしまう方法がある。

タンジブルインタフェースの例として、石井教授の Luminous Room、Dangling String、Ambient Fixtures が紹介された。また、暦本博士の Augmented Surface がビデオを交えて詳しく紹介された。

タンジブルインタフェースは、実物体が人を賢くし、協調作業を助け、理解を助けることを生かしている。しかし、実物体の状態を変更することは難しいので、実物体はコンピュータの中のデータを反映できない。また、表示機能も限られており、例えば、Dangling String では 1

次元、Augmented Surface でも2次元の表示機能しかない。このように、タンジブルインタフェースはインタラクションという面ではギャップがない良いインタフェースだが、空間のギャップという問題を抱えている。

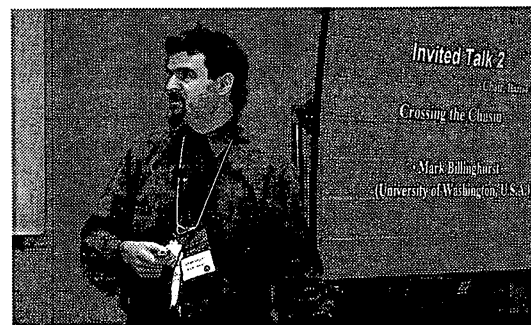
一方、3次元のオーグメンテッドリアリティを用いれば、3次元の表示が可能となる。しかし、インタラクションの面から見ると、実物体と仮想物体で異なるデバイスを用いなければならない。オーグメンテッドリアリティは、表示にはギャップがないが、インタラクションのギャップという問題を抱えている。

タンジブルインタフェースにオーグメンテッドリアリティの技術を適応することで表示機能を拡張することができる。Magic Book は、タンジブルオーグメンテッドリアリティによって、前述の問題を解決したと言える。

ここで、講演者は、タンジブルオーグメンテッドリアリティのアプリケーションとして、VOMAR というCADアプリケーションを紹介した。VOMAR は、本とパドルと呼ばれる3次元マウスを組み合わせたインタフェースを用い、部屋の家具の配置を設計するCADである。本は、家具のカタログになっており、HMDを介して本を見ることで、家具が本の上に立体的に現れる。ユーザは、パドルを用いて家具を拾い上げ、それを別の本の上にある部屋の鳥瞰図中に配置することができる。さらに、VRモードに切り替えることにより、ユーザはパドルを傾けることで部屋の中をウォークスルーして配置を評価することができる。講演者は、ビデオを用いて、ユーザが部屋に家具を配置したり、ウォークしたりする様子を紹介した。

さらに講演者は実世界と仮想世界のギャップ以外の埋めなければならないギャップとして、新技術と既存技術のギャップとシングルユーザとマルチユーザの間のギャップを挙げた。そしてそのギャップを埋めたシステムとして、Magic Meeting を紹介した。

Magic Meeting では、ユーザは目的にもっとも適した表示装置とインタフェースを用いて協調業を行うことができる。会議机の中央には、小さな回転台が置かれており、HMDを通して台を見ると、会議の話題となっている物体が台の上に表示される。台をまわすことで台の上の物体も回転する。これによりユーザは他のユーザと物体の向きとその操作を共有することができる。また、ユーザはHMDを通して見ることで、既存のPDAの上に立体的な物体を見ることができる。さらに、PDAの位置を動かして配置したり、PDAを操作して物体をコピーしたり転送したりすることができる。



講演される Billingham 博士

講演は、「我々は輸送業をしているのだから、乗客のことを考えよう。タンジブルインタフェースは、実世界とバーチャル世界のギャップを埋めてくれる」と結ばれた。

◆招待講演 4

Virtual Reality in the Artificial World: A Personal Reflection on Almost 12 Years of Ego-Centric Endeavor

多くのテーマからなかなか絞り込めなかったため、講演タイトルを今朝決めたと話され、残念ながら来られなかった Robert Stone 教授の講演タイトル「Virtual Reality in the Real World: A Personal Reflection on 12 Years of Human-Centric Endeavor」を元に「Virtual Reality in the Artificial World: A Personal Reflection on Almost 12 Years of Ego-Centric Endeavor」とタイトルを作られ、聴衆を楽しませた。

Wohn 教授ははじめに過去の失敗の話がされた。96年に開発した3DWebブラウザは、遠隔地にいる4・5人の人と同じバーチャル空間を共有できる。いくつかのアプリケーションを試したが実用にはならなかった。これは3DWebブラウザが空間を共有するという解決は持っていたが、本当の問題を対象としていなかったためだと Wohn 教授は分析された。

現在、Wohn 教授は VRRC という新しい VR 研究センターの所長をしている。新しいセンターでは、これまでの失敗の反省を生かしながら、多くの分野から人材を集め、ベンチャー企業と協力しながら研究を進めている。研究所の設立目的は、計算機科学やエンジニアリングだけでなく人間のことも研究し、新しいコンピューティングの方法論を探すとといった学術的な目的、製造業やエンターテインメントなど各種産業への貢献といった目的がある。

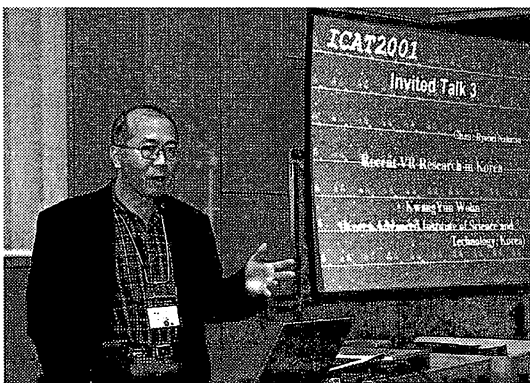
研究スタッフには工学の専門家のほか、人間工学、工業デザイン、建築デザインなどの専門家を含めた。研究

所では主に次の4つの分野を研究している。

1つ目はVRシステムのソフトウェアとハードウェアの構築で、レンダリングするポリゴンの数を制御できるようなリアルタイムレンダリングアルゴリズムの開発、レンダリング装置のハードウェアアーキテクチャ、PCベースのVRシステム、CAVEやワークベンチといった提示システムなどである。2つ目は、グラフィックスとビジョンで、グラフィックスのリアリティ、オーグメンテッドリアリティなどである。3つ目は、インタフェースとインタラクションである。SIGGRAPH98に出品したVirtual Stageは、バーチャルスタジオの一種だが、アクターの動きに応じてCGキャラクターを動かすことで、アクターとCGキャラクターの共演を実現する。SIGGRAPH2001に出品したJust Follow Meでは、体験者は画面に現れるダンスの手本にしたがって体を動かし、アバタが手本と重なるようにする。4つ目は物理に基づいたリアリティだが、これを応用した、バーチャルサイクルシステムでは、ペダルの力覚や自転車の動きを物理に基づいて計算している。

その他、ウェアラブルコンピュータの研究や液晶パネル100台以上並べてモザイクを表示するアート作品などが紹介された。

また、MIT Media Labとの共同研究を例に、国際研究協力を模索していることが紹介された。また、Wohn教授は新しいことを発明するためには若い研究者が必要であるとの考えに基づき、Yong VR Symposiumを開こうとしていることを紹介した。さらにVSMM2002が韓国で開かれることを紹介し、国際協力を呼びかけた。



講演される Wohn 教授

◆バンケットトーク

Super Mechano-System: New Transformer Robotic Systems for Practical Use

最優秀論文賞の発表に続く晩餐のあと、東京工業大学

機械宇宙学科の広瀬茂男教授からバンケットトークが始まった。広瀬教授がこれまでに研究された様々なロボットが多くビデオを交えて紹介された。

広瀬教授は、実用的なロボットの開発には先入観にとられない創造的な考え方が必要だと考え、蛇型、歩行型、惑星探査用ロボットなど多様なロボットを研究されている。広瀬教授はこの考え方を洗濯という作業を例として、次のように説明された。

昔、人は川で洗濯をし、屋外に干していた。この作業を人型ロボットで行うとすれば、力制御マニピュレータなどが必要でとても難しい、しかし現実にはこの問題を解決した機械は洗濯機と乾燥機であった。アイロンがけ作業は機械で行うのが非常に難しいが、現実には形状記憶シャツなどアイロンがけを必要としない生地によって解決されようとしている。

将来の我々の生活を支えるロボットを開発するには、人型に限らず、多種多様な形態のロボットを先入観にとられない創造的な考えによって発明する必要があると結論された。

ロボットの紹介ビデオは、講演のタイトルにもなっているスーパーメカノシステムというプロジェクトの発表会(ロボフェスタ)から始まった。ロボフェスタには皇太子殿下も訪問され、広瀬教授が殿下に説明される場面もあった。

蛇型ロボットは、同じ構造の関節が多数連結した構造をしている。各節には車輪がつけられているが車輪は駆動しない。代りに関節にアクチュエータがあり、角度を変えることができる。長い廊下をすべるように移動する様子や、車輪の代わりに刃をつけてアイススケートリンクをすべる動きは本物の蛇そっくりだった。

広瀬教授は10種類以上の蛇ロボットを作られたが、その中には3次元的な動きをするロボットや、地震災害後の救命活動のためのロボット、スピロヘータという蛇型の細菌の動きを真似て水中を遊泳するロボットなどが紹介された。

歩行ロボットは、地雷除去作業という応用を中心に紹介された。安定に不整地を移動するためのロボットとして開発された4足歩行ロボットTITANが紹介された。TITANには様々なバージョンがあるが、足に受動車輪を持つバージョンがスケートをする様は、水面を泳ぐアメンボのようで爽快であった。

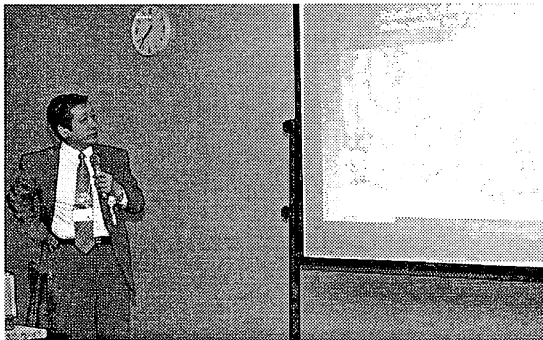
地雷撤去作業にTITANを用いると、足を移動と作業の両方に使えることや、万一地雷が爆発しても、残った

3本の足で歩いて帰ってこられるなどの利点がある。草を刈り、地雷を発見し、撤去するという一連の作業をマスターブレードオペレーションによって実現する。

また別の歩行ロボットとして、恐竜型2足歩行ロボットが紹介された。恐竜は長い首と尻尾を利用して安定に2足歩行をすることができる。これを応用した恐竜型ロボットは、ラジコン用のサーボモータを利用してコンパクトに作られており、歩く姿はコミカルでかわいらしかった。



受賞の様子



講演される広瀬茂男教授



講演に耳を傾ける参加者たち

惑星探査用ロボットとしては、一見普通の6輪のローバーが登場したが、停止すると車輪が台車から外れ、一輪にマニピュレータがついたロボットとして個別に活動を開始した。この一輪マニピュレータはわずか4つのアクチュエータによって移動と把持操作を行うことができる。

このように講演では数多くのロボットがビデオで紹介されたが、どれもそれぞれの形状に理由があり、強く印象に残った。

◆ランチョンレクチャー報告

Luo Yanlin

東京工業大学

Professor Paul Milgram, who came from Ergonomics in Teleoperation and Control Laboratory of Toronto University, gave a luncheon lecture, which was titled by "Control Display Interface Research for Mixed Reality Environment".

After expressed thanks to many people, he provided research overview of his laboratory. Their interests mainly were fundamental human factors issue that related to remote control, which included teleoperation, telepresence, artificial reality, main themes were visualization, orientation navigation and 3D environment control.

In details, he provided information on his some student's work mainly about multi degree of freedom control, introduced their two project, one was a master project about stereoscopic video display which could be used to help people discern details better underwater, and another was hyper stereo camera system which could be used for searching rescue. Then he clarified the meaning of mixed reality. Furthermore he talked about teleoperation applications, demonstrated the ARGOS (Augmented Reality through Graphic Overlays on Stereo-video) system which was video based, stereoscopic video based and augmented reality system, the telerobotics control system which over the stereo graphics they could communicated and controlled the construction of robots, and so on.

Finally many other applications such as surgical operation system that shows position of endoscope, surgical training system with exocentric display of endoscope position, and virtual pigeon simulation system that could be used for investigation of the animal behavior, also were illustrated.

The main themes of this lecture were display issues, control issues, teleoperation and mixed reality. It covered many areas, and would be very helpful for many researchers.