

タイプに変更することが可能です。この他にも、仮想・現実物体に作用する物理法則を考慮した統一的物体操作方法などについても検討しています。

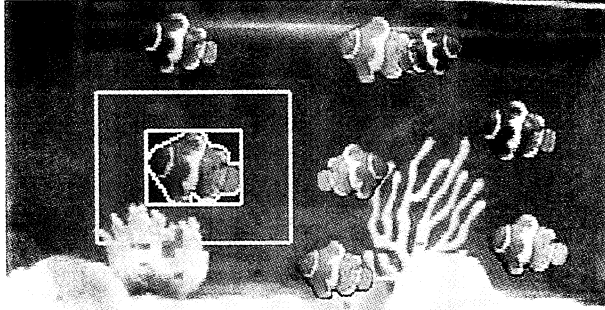


図1 実映像コンテンツに対するインタラクティブ操作例

#### ■ 道具を用いた仮想物体操作

我々は物体の位置や方向を変更しようとする場合、道具を用いて作業するということが頻繁にあります。このような道具による物体操作を仮想世界で実現しようとする、手と道具の間のインタラクションに加えて、道具と物体の間のインタラクションという2段階の複雑なインタラクションを考慮する必要があります。しかしこれにより道具の操作方法と機能を限定することができるので、直感的な操作メタファを利用した、より複雑な作業をこなすことができる高度なインタフェースを構築することが可能となります。また道具を仮想化することにより、様々な種類の新しい道具を簡単に作り出して試すことができます。人が新しい未知の道具に遭遇した際の使用方法を学習する様子を観察することにより、「使いやすい道具とは?」といった知見が得られるだけでなく、脳の学習メカニズムの解明などにも役立つ可能性があると考えられます。図2は、最も日常的な道具の1つであり、単純な形状でありながら多機能である箸を例題としてとり上げ、仮想物体操作の実験をしている様子です。

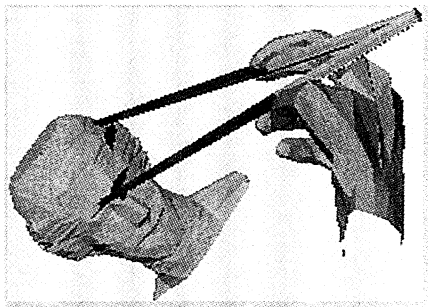


図2 箸による仮想物体操作例

教授：岸野文郎、助教授：北村喜文、助手：正城敏博  
 大阪大学大学院工学研究科  
 電子情報エネルギー工学専攻  
 〒565-0871 吹田市山田丘2-1  
 {kishino, kitamura, masaki}@eie.eng.osaka-u.ac.jp  
 http://www-human.eie.eng.osaka-u.ac.jp

#### ● 研究室紹介 ●

ふるしょう  
**古荘研究室**  
 大阪大学大学院工学研究科  
 電子制御機械工学専攻

古荘純次  
 坂口正道

#### 1. はじめに

古荘研究室は、大阪大学大学院工学研究科電子制御機械工学専攻に所属し、環境行動知能工学講座人間機械学領域を担当している。長年、ロボットの運動制御や力制御に関する研究を行ってきたが、バーチャルリアリティに関連する研究も始め、現在はロボットおよびメカトロニクス機器の制御とその応用について幅広く研究を行っている。

研究室の現在の人員構成は、教授を筆頭に、助手2名、客員研究員1名、事務官1名、博士課程2名、修士課程11名、学部4年生9名となっている。

#### 2. 主な研究内容

##### (1) 産業用ロボット・サーボ系的高速・高精度制御

多くの産業用ロボットは、減速機を介してモータによって駆動されているにもかかわらず、減速機を含む駆動系に存在する弾性要素や摩擦などを考慮した解析・制御はあまり行われていない。本テーマでは、このようなシステムに関する解析を進めるとともに、関節トルクセンサ、高分解能エンコーダ、高分子液晶を用いた粘性可変ダンパ等を用いた高速・高精度な位置制御、力制御、振動制御

について研究している。

また、減速機を用いないダイレクトドライブシステムは、今後の機械システムの高速度・高精度化にとって重要な方式であるが、サーボ剛性が上がらないという問題点がある。そこで、DDシステムへの高分子液晶の導入をはかり、飛躍的にサーボ剛性が向上するシステムを構成している。

#### (2) 歩行ロボットの開発

人間、あるいは動物の行っている歩行制御則の解明、およびそのロボットによる実現を目指して、2足歩行ロボット（図1参照）および4足歩行ロボットの研究を行っている。各種センサにより、姿勢角、胴体速度、加速度、関節トルク、足底圧など様々な情報を計測し、積極的に制御に取り込むことでダイナミックな歩行を目指している。

#### (3) 遠隔操作システムの解析と制御

人間が近づくことのできない極限環境下での作業を行うための遠隔操作システムに関する研究を行っている。マスタ、スレーブ各ロボットの構造に特長を持たせ、厳密な解析、制御を行うことで、操作感覚、特に触覚や力覚の正確な伝達を目指している。

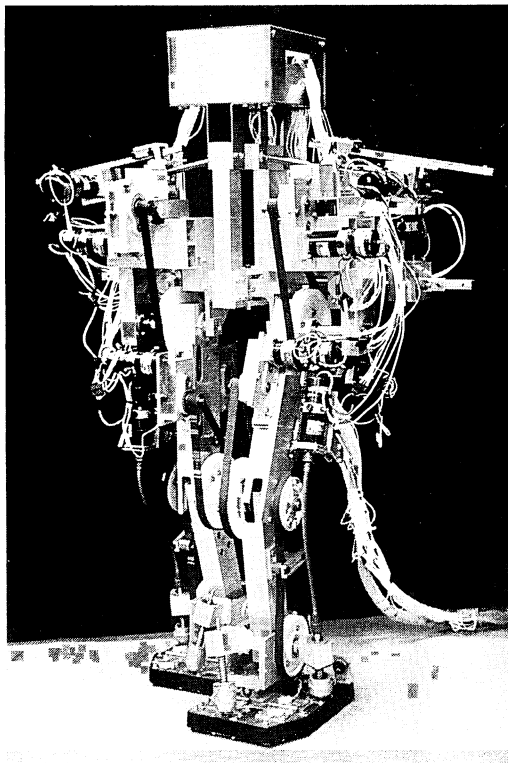


図1: 2足歩行ロボット

#### (4) 機能性流体を用いたメカトロニクス機器の開発

ER流体やMR流体などの機能性流体を用いて各種メカトロニクス機器の開発を行っている。例えば、機能性流体を用いることで、従来のアクチュエータとは異なる特長を持ったアクチュエータの開発が可能となる。ERアクチュエータについては3.1節で説明する。

#### (5) 力覚提示システムの開発とその応用

ERアクチュエータを用いた力覚提示システムの開発を行っている。力覚提示システムについては3.2節で説明する。新しい力覚提示システムの開発と、その応用に関する研究を進めている。

### 3. バーチャルリアリティに関係の深い研究

#### 3.1 ERアクチュエータ

ER流体とは機能性流体の一種で、電場を印加するとそのレオロジー特性が変化する。ER流体は、大きく均一系ER流体と粒子系ER流体の二つに大別される。均一系ER流体は、ニュートン流体としての特性を持つ。せん断速度に比例する粘性抵抗が発生し、印加電場によってその係数が制御できる。一方、粒子系ER流体はクーロン摩擦のような挙動を示す。また、印加電場によって発生せん断応力を高速に制御できる。そこで、粒子系ER流体を用いてアクチュエータを開発した。その写真を図2に示す。ERアクチュエータは一種のクラッチであり、トルク/慣性比が大きく応答速度が速い点や、最大回転速度が機構的に制限できる点など力覚提示システムのアクチュエータとして適した特徴を持つ。

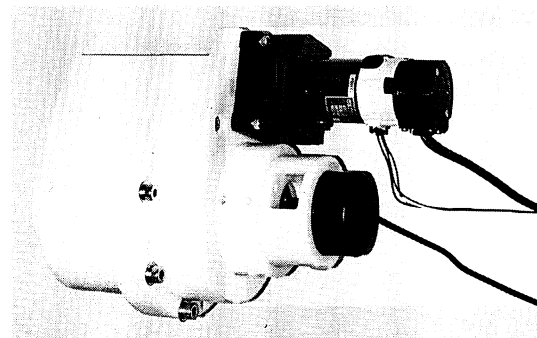


図2: ERアクチュエータ

#### 3.2 力覚提示システム

ERアクチュエータを用いて2次元力覚提示システムを開発した。その写真を図3に示す。ERアクチュエータの発生するトルクは、ベルト-プーリ機構を用いてリンク部に伝達される。リンク部には平行リンク機構を用いており、第1リンク、第2リンクの長はそれぞれ30[cm]である。リ

リンク先端に取り付けられたハンドルを操作することで、オペレータは仮想環境からおよぼされる力感覚を体験する。

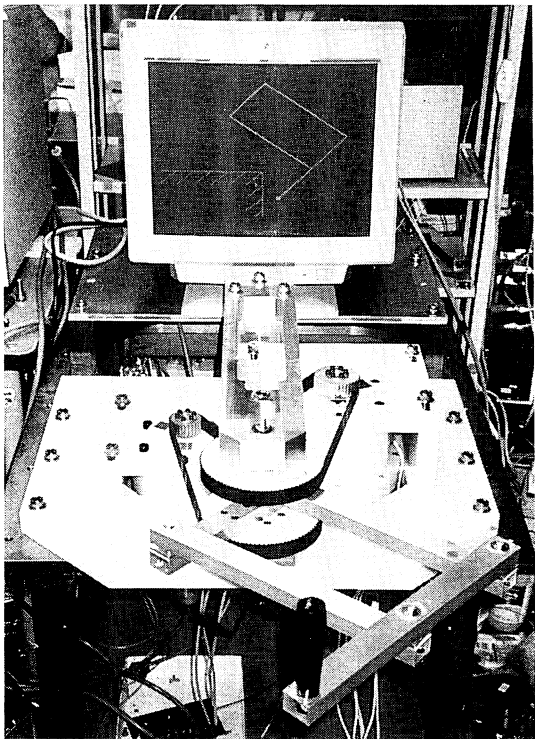


図3: 平行リンク型2次元力覚提示システム

ERアクチュエータに取り付けられたロータリーエンコ

ーダで計測されるアクチュエータの角度情報をもとにハンドルの位置を計算し、必要なトルクを求めてERアクチュエータを制御する。ハンドルには力センサが内蔵されており、発生した力を計測することができる。

本力覚提示システムは安全性に優れるため、バーチャルリアリティをはじめとして、トレーニング機器やリハビリテーション機器、アミューズメント機器など人間が直接操作するデバイスに適している。

#### 4. おわりに

産業用ロボットや歩行ロボットの制御、オペレータや環境を含んだ人間-機械系の解析と制御、そしてバーチャルリアリティ等における新しいデバイスの開発や応用まで、幅広く研究を行っている。各テーマの詳細に関しては下記までお問い合わせ下さい。

古荘純次 (教授)、坂口正道 (助手)

大阪大学 大学院工学研究科 電子制御機械工学専攻

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1

TEL : 06-879-7343, 7345 , FAX : 06-879-7344

E-mail : {furusho, saka}@mech.eng.osaka-u.ac.jp

<http://www-dyna.mech.eng.osaka-u.ac.jp/Lab/>