

透明マント Invisible Cloak の設計： コンピュータ計算を利用した トポロジー最適設計

(発表者・共著者等)

黒須由香里, 藤井雅留太

(展示・公開場所)

共通棟 - 1階
カフェテリア前

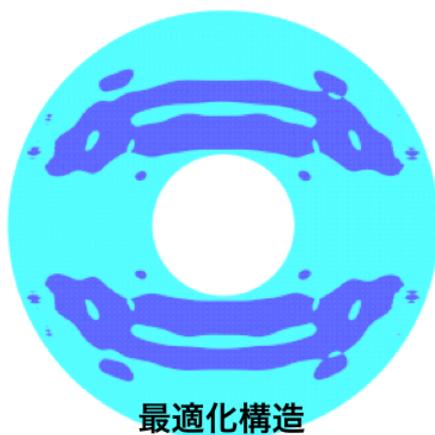
研究概要

電磁波の流れを制御することが可能な構造で物体を囲むことにより、物体を不可視にする光学クローク (Optical cloak, Invisible cloak) に関する研究が 2006 年から盛んに研究され始めている。しかし、現在のところ、散乱を小さくし不可視とすることが可能なクロークはマイクロ波においても実現されてはいない。

本研究では高性能な光学クロークの実現を目指し、最適化手法を用いて光学クロークの設計を行った。最適化手法としては最も最先端な最適化手法であるレベルセット形状表現に基づくトポロジー最適化を用いた。

展示内容

光学クロークの最適設計に関するポスターを作成し、カフェテリア前にて展示を行った。数値計算および図の解説、想定している材料や実際につかっている計算機の性能などを説明した。数式などはやや理解が困難であったようだが、高校生や一般市民の方にも、興味をもっていただくことができたと思う。



最適化構造



クローク周りの電場

図1 光学クロークの最適化構造

図2 クローク周辺の電磁場

磁石に反応する 不思議な液体を利用したモノづくり

(発表者・共著者等)

<教員> 藤本正和、呉勇波
<学生> 高橋雅樹

(展示・公開場所)

共通施設棟 1 階
エントランス

研究概要

現在、ブルーレイディスクやスマートフォンの普及に伴い、使用されるレンズやタッチパネルをより透過性のあるものにする、それらの光学部品を製造する金型をより高い精度で製作することなど、モノづくりに対する要求は高まる一方です。具体的に、その仕上精度はナノメートル(100 万分の1 ミリメートル!)以下の領域まで求められています。

そこで、当研究室では「『モノづくり』の基幹をなす生産加工技術の高度化開発」について日々研究をしております。特に、超音波や磁力といった物理現象を利用して、より高精度、かつ高能率、そして低コスト、さらに環境にやさしい加工技術の開発を目指しています。

展示内容

研究テーマとして「磁石に反応する不思議な液体を利用したモノづくり」について、共通施設棟 1 階にて、図 1 に示す磁石に反応して形を変化させる液体をサンプルとして展示しました。実際に磁石を近づけて変化する様子を見ていただいたことにより、来客された方々にインパクトを残せたようでした。

また、その流体を利用して鏡のような面を製造する過程を図 2 のようにポスターにまとめ、PC 上に動画を流しながら説明しました。来客の際には、わかりやすく説明することができたと思います。

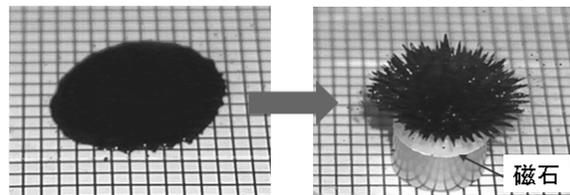


図 1 展示したサンプルの一例



図 2 説明の様子

世の中で活躍している “プラズマ” をご紹介

(発表者・共著者等)

杉本尚哉, 丸山圭一, 伊東貴志

(展示・公開場所)

学部2棟-2階
G2-213 機械知能システム学
科学生実験室1

研究概要

僕たちの研究室では、「プラズマ」について研究しています。「プラズマ」というのは、固体や液体、気体といった、「物質の状態」のひとつで、エネルギーがギュッと詰まっているので、石油等を燃やして得られるよりもずっと高い温度や、まばゆい光を比較的簡単に利用することができるのです。みなさんも、金属同士を溶かしてくっつける溶接や、近頃の自動車の大変明るいヘッドライトなど、身近なところで「プラズマ」の威力を目にしているはずです。最近では「プラズマテレビ」が知られていますが、これも「プラズマ」の利用法の一例です。ここでは、「プラズマ」を、もっといろんな使い方ができないか、と考えながら実験を行っています。

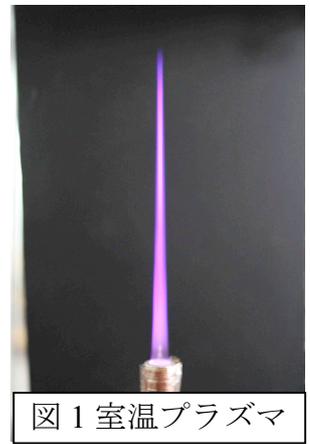


図1 室温プラズマ

今回の展示では、手で触れることができる「室温プラズマ」があることや、磁力で「高温プラズマ」を操ることができることを実演紹介しました。

展示内容

「室温プラズマ」及び「高温プラズマ」を発生させる実験装置を展示し、見学に来てくれた方々にそれぞれのプラズマを体験していただきました。

1. 展示の様子

図1は、ヘリウムガスで発生させた「室温プラズマ」です。紫色の炎のように見えますが、熱くありませんし、触れることもできません。



図2 「高温プラズマ」実演の様子

2. 実演の様子

図2は、アルゴンガスで発生させた「高温プラズマ」の実演の様子です。「高温プラズマ」の方はまぶしくて直視できないので、フィルム状のカーテンを通して観察していただきました。

光学的手法による 血球損傷度の簡易評価

(発表者・共著者等)

矢野 哲也

(展示・公開場所)

学部等Ⅱ 3階

GⅡ-318

流体システム工学研究室

研究概要

血液接触型医療機器の開発においては、その機器を使用することによる血液細胞の損傷を最小化するように設計がなされます。つまり、血液ポンプを設計するときには、機械そのものだけでなく、流す対象である流体（血液）にも配慮した設計をしなければならないということです。これは、機械の長寿命化や高効率化を目指した設計がなされる通常の工業用ポンプと大きく異なるところです。例えば、手術中に使用される人工心肺装置、心臓の拍出機能を長期間にわたって補助する補助人工心臓（図1）などを使用して血液循環を補助すると、血液細胞の一部に、生理的な環境ではありえない高いせん断応力が負荷され、血球の崩壊が発生してしまいます。また、完全な崩壊に至らずとも、膜に損傷を負った血球が多量に発生すると、様々な問題が生じると考えられています。そこで、本研究室では、血球の損傷度を光学的手法により簡便に評価する方法を提案しています。

展示内容

研究紹介のポスターと実験装置を展示しました。また、スライドを用いて、研究の背景から具体的な成果まで説明しました（図2）。高校生からは、物理や化学で学んだ知識に基づき、微粒子による光の散乱などについて鋭い質問をいくつか受け、それに対しては、できる限りわかりやすく詳細な説明を行いました。今回の研究紹介を通して、機械工学、流体工学をベースとした医用工学に興味をもっていただければ大変嬉しいです。



図1 補助人工心臓



図2 研究紹介の様子（スライドとポスター）

熱と燃焼の科学

(発表者・共著者等)

大上泰寛
鶴田俊
大徳忠史

(展示・公開場所)

大学院棟－2階
205号室

研究概要

「熱」は、自動車、航空機、発電、暖房、調理など、様々なところで利用されており、我々が生活していくうえで欠かすことのできないものとなっています。現在、熱の多くは、化石燃料を燃やすことによって得られていますが、化石燃料の枯渇や地球温暖化を引き起こす二酸化炭素の排出など、いくつかの問題が存在します。また、可燃性ガスを用いるため、今後も安全性の向上が不可欠です。

我々、熱科学研究グループでは、熱科学を基礎とし、社会から要望される「環境」「エネルギー」「安全」の調和した技術開発に貢献することを目的として、伝熱現象や燃焼現象に関する様々な基礎研究を行っています。

展示内容

今回の展示では、研究に使用している実験装置の展示や、測定の実演などを行い、来場者の方々に日々の研究活動についてご紹介しました。

1.水ミスト発生装置の展示

我々の研究グループでは、水ミストを火炎に添加した際の消炎現象に関する研究を行っています。(記載例) 図1に展示の様子を示します。今回のオープンキャンパスでは、実際に使用している実験装置の展示・デモを行いました。

2.測定の实演

我々の研究グループでは、様々な測定装置を使用していますが、今回はサーモグラフィーによる体温測定を体験していただきました。また、実用に向けて研究が行われているスターリングエンジンを実際に作動させる様子をご覧いただきました。



図1 水ミスト発生装置



図2 サーモグラフィーの実演

自己集合する 磁性マイクロブロックの直接観察

(発表者・共著者等)

青島政之

(展示・公開場所)

学部棟Ⅱ-415号室

研究概要

鉄の錆（さび）は「酸化鉄」と呼ばれ、代表的なものとしてマグネタイト、マグヘマイト、ヘマタイトの3種類があります。このうち黒錆とも呼ばれるマグネタイトやマグヘマイトは、砂鉄の成分でもあり、強い磁石としての性質（強磁性）を持つことがよく知られています。ところがヘマタイトは赤錆の成分として古くから知られていたものの、その磁性は非常に弱いため、あまり注目されてきませんでした。

図1に示したように、本研究ではヘマタイトからなる、直径 $1\mu\text{m}$ (1,000分の1mm)程度の大きさを持つ立方体状の粒子（マイクロブロック）を化学的に合成し、その自発的な集合現象と磁場による整列現象について詳細な検討を行っています。研究の結果、粒子は地磁気程度のごく弱い磁場に対しても敏感に反応して自己集合し、様々な構造を持つ薄膜を形成することがわかってきました。

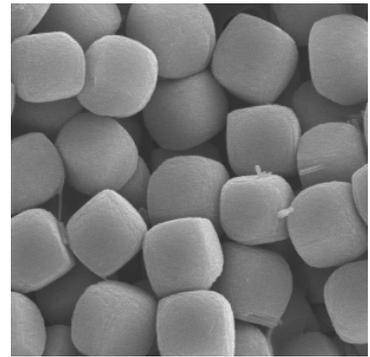


図1 磁性マイクロブロックの電子顕微鏡写真

展示内容

ヘマタイト粒子に立方体の形状を与え、かつ粒子の大きさを精密に揃えることによって、格子状の規則配列が自発的に生じます。展示では、来場者に光学顕微鏡で粒子の自己集合を直接観察して頂くとともに、磁石を動かすことによって粒子がダイナミックに方向を変えたり動いたりする様子を体験して頂きました(図2)。

通常、レンガのブロックが風に吹かれたり水に流されたりして積み上がり、自然に家が建つことはありません。これはブロックに作用する重力の影響が圧倒的に大きいからなのです。

ところが、光学顕微鏡で観察できるミクロン・オーダーの大きさの世界では、ブロックは熱エネルギーによるランダムな運動により動き回りつつ、ブロックが持つ磁性により自然に格子状の構造を形成し、しかも弱い重力の作用により薄膜を形成することができます。この薄膜材料は電波吸収材料・ガスセンサ材料・光学素子材料などへの応用が期待できます。

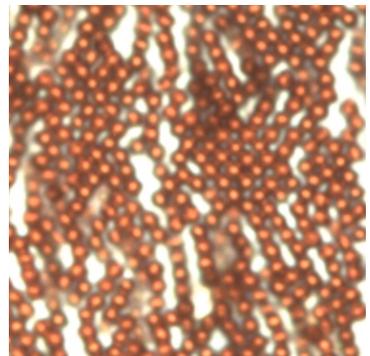


図2 磁性マイクロブロックが形成する構造の光学顕微鏡写真

1 軸サーボ系, 2 リンクアーム, 倒立振子の制御デモ

(発表者・共著者等)

原裕樹 (大学院 1 年生), 阿部梨恵 (学部 4 年生), 佐藤俊之

(展示・公開場所)

学部棟Ⅱ - 4 階
GⅡ 4 1 3

研究概要

本研究室では、機械を自動的かつ良好に動かすことを目指し、フィードバック制御系の設計手法の開発とメカトロニクス機器への応用をおこなっています。展示・実演では、ボールねじを用いた 1 軸サーボ系, 2 リンクマニピュレータ, 倒立振子の制御デモンストレーションをおこないました。1 軸サーボ系を用いた研究では摩擦の影響を低減化し, 高精度な位置決めを実現する制御方法を検討しています。リンクマニピュレータを用いた研究では手先位置や発生力を適切に制御する方法を検討しています。倒立振子とはその名の通り“逆立ちする振子”のことで, 人間が棒やほうきを手のひらの上で立たせる動作を模擬する機械です。倒立振子はロケットや二足歩行ロボットの制御のモデルとしても用いられています。本研究室では, 開発した制御系設計手法の有効性をテストする用途や, 制御工学の教育用途に用いています。

展示内容

研究室を見学を訪れた高校生や学部 3 年生・2 年生に, 1 軸サーボ系と 2 リンクマニピュレータの位置制御, および回転型倒立振子を用いた安定化制御のデモンストレーション及び研究内容や実験装置の説明を終日おこないました (10:00~15:30)。

1.1 軸サーボ系の実演の様子

図 1 に 1 軸サーボ系の実演の様子を示します。この実演では, 摩擦に対する補償の有無により動作が異なる様子を観察してもらいました。

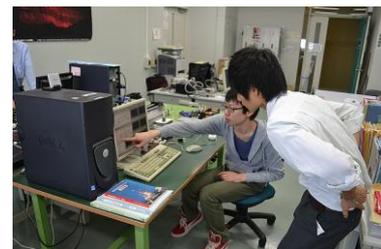


図 1 実演の様子

2.2 リンクマニピュレータの実演の様子

図 2 に, 2 リンクマニピュレータの実演の様子を示します。この実演では, 1 リンク目と 2 リンク目の干渉を補償することにより, それぞれのアームが精度良く目標軌道に追従する様子を観察してもらいました。



図 2 実演の様子

人工筋肉パワーアシストデバイス

(発表者・共著者等)

齋藤直樹
金大輔, 高橋諒, 鈴木彩香

(展示・公開場所)

学部棟 II-3 階
GII-316

研究概要

私たちの研究室では、空気圧で作動する人工筋肉の研究開発をしています。この人工筋肉は、軽量で大きな力を発生するだけでなく、筋肉の長さと力の大きさの関係が人間の筋肉と非常に似ているという特徴を持っています。また、空気圧なので柔らかいことも重要な特徴です。このような人工筋肉を応用して持ち上げ動作のパワーアシストデバイスを開発しています。また、人工筋肉の産業界への応用として、人工筋肉で動作するロボットアームの開発も行っています。

さらに、人の日常生活に密接に関わるロボット・メカトロニクスの研究として、簡易操作で把持動作を実現するロボットハンドの開発も行っています。

展示内容

人工筋肉の紹介と原理の説明を行い、研究概要を紹介したのち、3つの展示・実演を行いました。

一つは人工筋肉の応用例として開発している上腕パワーアシストスーツの体験です。このパワーアシストスーツは2012年度のを改良したもので、図1に示します。コンピュータを用いず、スイッチングのみで作動することが特徴です。来場者に実際に着用し、おもりを持ちあげてもらって、その効果を確認してもらいました。

また、ロボットハンドによる物体把持の実演も行いました。マスタースレーブロボットハンドシステムの実演の様子を図2に示します。来場者にマスターハンドを操作してもらい、簡単に物体を掴めることを体験してもらいました。

この機会を通して、多くの人に研究室の取り組みを紹介することができました。



図1 パワーアシストスーツ体験



図2 ロボットハンド把持作業実演

ロボットに利用できる コンピュータビジョン技術

(発表者・共著者等)

石井 雅樹,
佐々木 裕也 (修士2年),
横山 和成 (修士2年)

(展示・公開場所)

大学院棟-3階 (D-302)

研究概要

人間の生活環境で活躍するロボットの知能に係る研究を実施しています (人・物体・環境および相互インタラクションの認識・理解)。主な研究領域は、ロボットビジョン、画像処理、パターン認識、機械学習です。

展示内容

研究室大公開では、現在取り組んでいる研究内容について、ポスターと実験機器の展示及び実演を実施しました (図 1)。主な研究テーマの内容は下記のとおりです。

(1) 自律移動ロボットの環境認識

ロボットが作業を行うためには周囲環境の地図が必要です。本研究ではロボットによる自律的な環境地図構築手法について検討しています。具体的には、レーザーレンジファインダ (LRF) や距離画像センサ等を利用し、高精度かつリアルタイムな自己位置推定及び環境地図構築を可能とする手法 (SLAM 手法) について研究しています (図 2, 3)。

(2) 顔表情を対象とした感情認識

ヒューマンマシン間の感情のコミュニケーションを目的とした顔表情の認識に関する研究を実施しています。表情の変化 (顔表情の物理的変化量) と感情の変化 (感情の心理的変化量) を対応付ける特徴空間 (識別器) の生成手法、並びに人間の学習プロセスを模した適応的な学習機能を有する特徴空間の生成手法について研究しています。

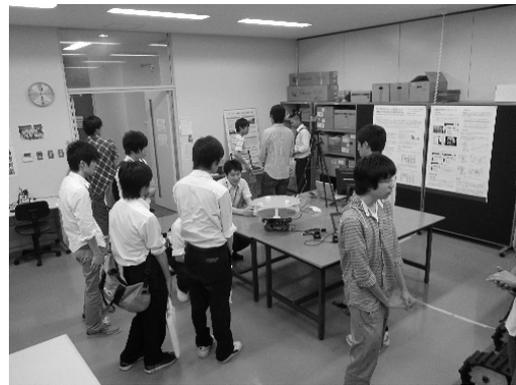


図 1 展示・実演の様子

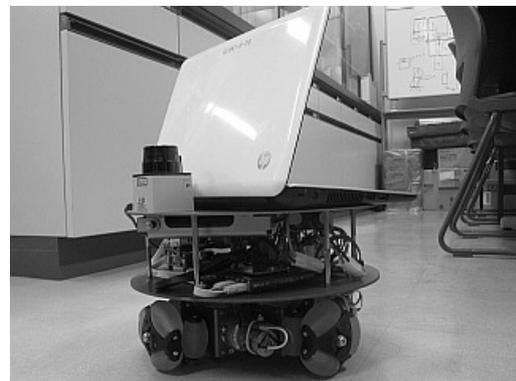


図 2 LRF を搭載した
自律移動ロボット



図 3 距離画像センサを用いた
3次元環境地図の生成

電気自動車に搭載した 燃焼式ヒータのフィールド評価

(発表者・共著者等)

野澤 岳人, 高梨 宏之, 御室 哲志

(展示・公開場所)

学部棟 11-3 階
G11-317

研究概要

研究背景と目的

近年, 地球温暖化などの環境問題に対する取り組みとして, 多くの自動車メーカーが電気自動車の開発を進めています。走行中に CO₂ を排出しない電気自動車は最もクリーンな乗り物の一つですが, 航続距離の短さが大きな問題です。ガソリンやディーゼルを使用する内燃機関車のヒータはエンジンの排熱を利用できますが, 電気自動車のヒータは走行バッテリーの電力を充てなければならないため, 航続距離に大きな影響を与えてしまいます。そこで, 市販の電気自動車に「燃焼式ヒータ」(図 1) を追加搭載し, 走行距離にどのような影響が出るかを, 寒冷地での走行試験を通して調査しました。

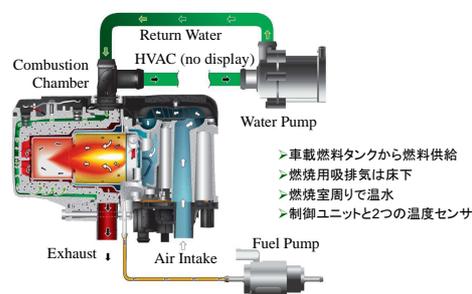


図 1 燃焼式ヒータの構造

実験結果

Vehicle-A1 では既存の PTC ヒータを使うと電費 (ガソリン車の燃費に相当) が大幅に低下しました。燃焼式ヒータ使用時は空調 OFF の場合と大差ありませんでした。今回の定常走行試験では Vehicle-A2 のヒートポンプによる電費低下は, ほとんど見られませんでした。Vehicle-B でも PTC ヒータを使うと電費が大幅に低下しました。しかし, 燃焼式ヒータでは外気温が -2.9°C と低いにも関わらず電費低下を 20% に抑えることができます。

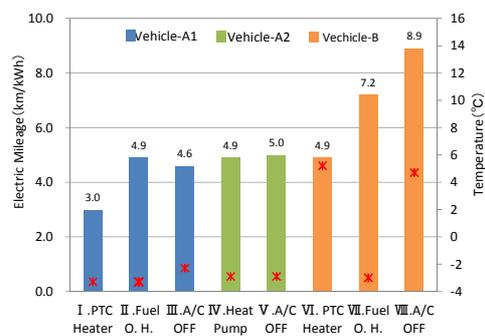


図 2 暖房システム別の電費比較

まとめ

燃焼式ヒータを既存の EV に搭載する場合, 燃料タンクの搭載場所以外に大きな問題は無く, 暖房能力は十分で走行距離への影響は小さいことがわかりました。利用者へのアンケート結果から, 燃焼式ヒータを追加搭載した 2 種の EV は, ともに十分暖かく, 冬季航続距離の減少もほとんど気になりませんでした。EV に燃焼式ヒータを搭載するには, 費用と搭載スペースの上で難があるものの, 寒冷地の運用において安心できる十分な暖房能力を得るには有効な選択肢であるといえます。

バイオと人間支援のための ロボット技術

機械知能システム学科 人工生体機構研究室（齋藤敬研）

（発表者・共著者等）

齋藤 敬

（展示・公開場所）

学部棟 II-3 階
315 実験室

研究概要

私たちは新しい医療工学のために、たくさんの細胞の機能を改変する研究と、生物の機能をまねたロボットの開発、そしてそれらの産業化を行っています。中核になっているのは細胞に穴を開けて安全に閉じる技術で、従来技術では避けがたかった、細胞に穴が開くとほとんどの細胞が死んでしまう、という制約を乗り越えることができます。この細胞改変技術は、再生医療や細胞治療を実現する上で極めて重要な鍵となりますが、私たちの技術の起源は「神経インタフェース」という異分野にあります。この分野では神経情報が人工物と適切にやりとりされているか、神経情報により制御される動物に似せたロボットと、動物の動きを比較することが多く、私たちは、バイオ分野と並行して独自のロボット開発技術もはぐくんできました。様々なバイオ・機械融合の成果が上がっており、国内外で様々な賞を受けるなど注目を集めています。

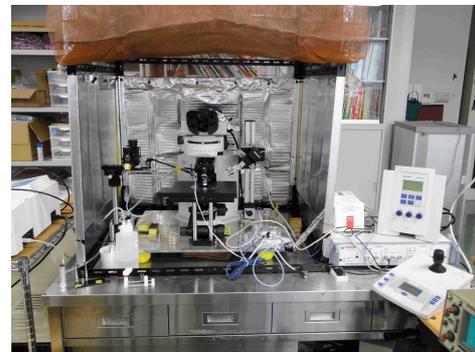


図1 神経インタフェースシステム

展示内容

実験室において、バイオ・ロボットに関する私たちの研究内容を上映すると共に、神経インタフェースの基本システム（電気生理計測装置）、歴代の簡易型細胞改変システムを展示しました。また、研究室が担当している学生自主研究「高機動汎用ロボット研究会」によるロボット群の展示や動物模擬脚型ロボット「しろやぎ/Whitegoat」、「こやぎ/Kidgoat」、その拡張装備「伸縮マニピュレータ機構」を展示しました。これらのロボットは毎年夏の格闘ロボット競技「かわさきロボット競技大会」に参加しており、国際特許を成立させるなど実用化に向けた準備も進めています。これからも私たちはものづくり技術を基盤に、バイオ・ロボットの両分野に新しい価値を創造してゆきます。

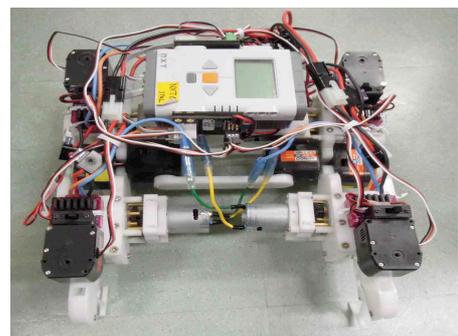


図2 ロボット「こやぎ/Kidgoat」

人間と機械の調和を目指した脳情報工学の世界

(発表者・共著者等)

佐藤和人, 間所洋和,
石岡豊, 小田桐誠也, 高橋聡,
加藤大輝, 山梨彩華,
角田憲太郎, 勝又健太郎, 白井啓吾, 手塚勝

(展示・公開場所)

学部棟 11-408, 514
脳情報工学研究室

研究概要

本研究グループでは、「脳を探り、脳に学び、脳を理解する」を基本コンセプトとして、人間支援技術の実現を目的に研究を進めている。具体的には、人間の脳機能を系統的に捉え、ニューラルネットワークや進化的学習法、確率グラフィカルモデルなどを用いて、利用者の感性を察するような知能化技術（状況や環境にあわせて、最も良い方法を自ら選択し適応する技術）の実現を目指している。

展示内容

2013年7月14日（日）に開催されたオープンキャンパスにおいて、研究室を公開した。当日は、10:00～16:00の公開中に、多数の高校生や学部3年生の来場があった。医用画像、表情、ロボットの3グループに分かれて研究成果を説明した。また、計測方法の実演やロボットの走行、顔画像処理のデモなどを実施した。

➤ 医用画像グループ

頭部MR (Magnetic Resonance) 画像から関心領域である脳領域を自動抽出し、脳萎縮の診断を支援するための最新の研究成果を発表した。また、実際の臨床現場で使用されている画像データの解析結果を発表した（図1）。

➤ 表情グループ

表情と心理的ストレスの関連性に着目し、ストレスが表情に及ぼす影響に関する最新の研究成果を発表した。また、頭部及び視線をリアルタイムに追跡する装置として導入した FaceLAB の実演を行った（図2）。

➤ ロボットグループ

ロボットの視覚情報処理による物体の認識、シーンの理解、試作ロボットおよびリアルタイム処理に関する研究成果を披露した。デモでは、人間と同じ視線のロボットによる画像表示、ハードウェアによる実時間処理、旋回せずに全方位に移動できる電動車椅子の体験走行を実施した（図3）。また、ベッドサイドモニタリングのための離床予測の研究紹介を、514号室にて実施した。

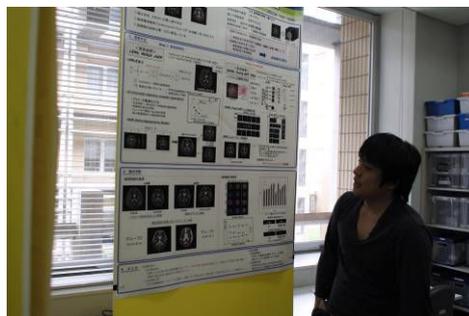


図1 医用画像処理の研究説明



図2 視線追跡装置 FaceLab

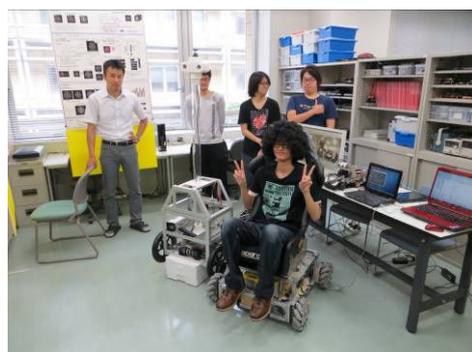


図3 開発したロボットとともに

スギ間伐材を原料としたバイオリファイナリー技術の開発

(発表者・共著者等)

伊藤一志, 高橋武彦, 森英明

(展示・公開場所)

- ・ 学部棟Ⅱ－4階
414室
- ・ バイオマス実験棟

研究概要

本グループでは、木質系バイオマスを乾式粉砕する独自の粉砕機を開発しています。この独自の粉砕機で製造した木質系微粉末は平均粒径が $20\sim 30\ \mu\text{m}$ と極めて小さく、木材の成分であるセルロースが分解しやすくなっているといったユニークな特徴を示します。この特徴を活かすことで、木質系バイオエタノールだけでなく、家畜飼料やバイオプラスチックなどの様々な分野での原料になる可能性があり、本グループではそれらの応用技術についても研究しています。以上の取り組みが進むことによって、日本の山林に現在放置されている間伐材の有効利用が実現して、林業の活性化に繋がるのが期待できます。

展示内容

1. 研究紹介

図1に研究紹介の様子を示します。本グループの研究内容についてプレゼンテーションを行いました。また、実際の木質系微粉末や作製したプラスチックも展示して、来場した高校生に直接手に取ってもらいました。不思議そうに微粉末を触っている様子が印象的でした。さらに顕微鏡を用いて酵母を観察する機会も設けました。



図1 研究紹介の様子

2. 大型粉砕機の見学

図2にバイオマス実験棟に設置されている大型粉砕機の見学風景を示します。見学では、粉砕機の説明や粉砕機外観の見学だけでなく、内部構造や内部の粉砕媒体であるリングについても見学していただきました。直径が約 $70\ \text{cm}$ の粉砕筒やリングは見学者にとって、とても迫力があつたそうです。



図2 大型粉砕機の見学風景