

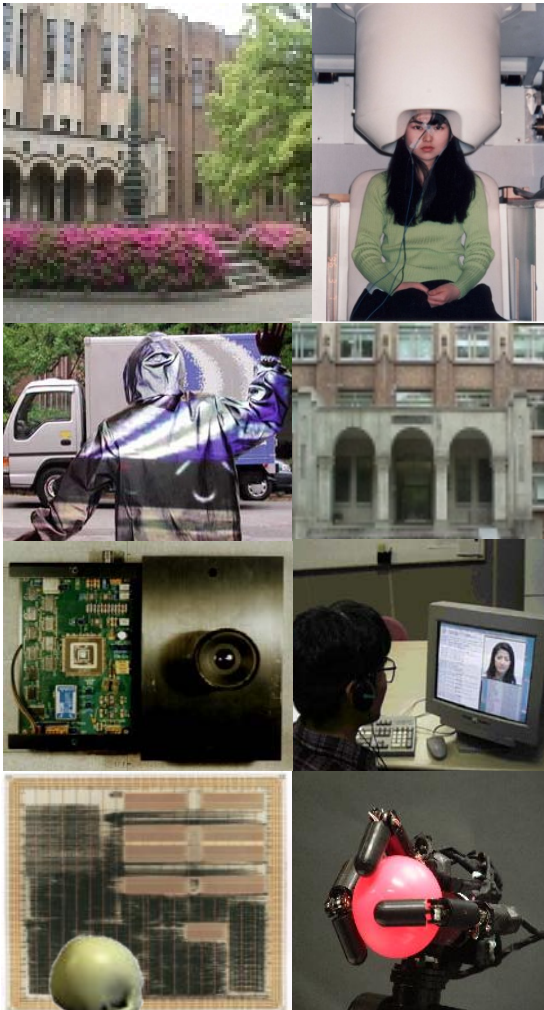
東京大学

工学部計数工学科

システム情報工学コース

大学院情報理工学系研究科

システム情報学専攻



生体機能の
工学的解析

脳機能計測
視機能計測
逆問題

ブレインマシンインターフェース
人工感覚 人工臓器
神経電極 遠隔手術システム

生体機能の
制御と再構築

視覚聴覚触覚センシング
時間相関型イメージセンサ
二次元通信
多重音声分離

認識システムの実現

センサフュージョン
ビジュアルサーボ
ビジョンチップ

サイバネティクス
トレイグジスタンス
人工現実感
オーグメンテッドリアリティ
連続大語彙音声認識
音楽自動探譜
自律分散システム

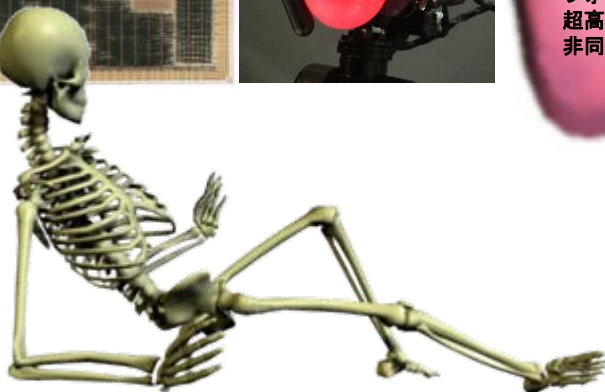
認識行動システムの
構成と応用

モデリング・システム同定
動的システム設計
ハイブリッド制御
量子制御

行動システム
の実現

フォールトトレラント計算システム
超高速低消費電力プロセッサ
非同期計算システム

次世代知能の実現

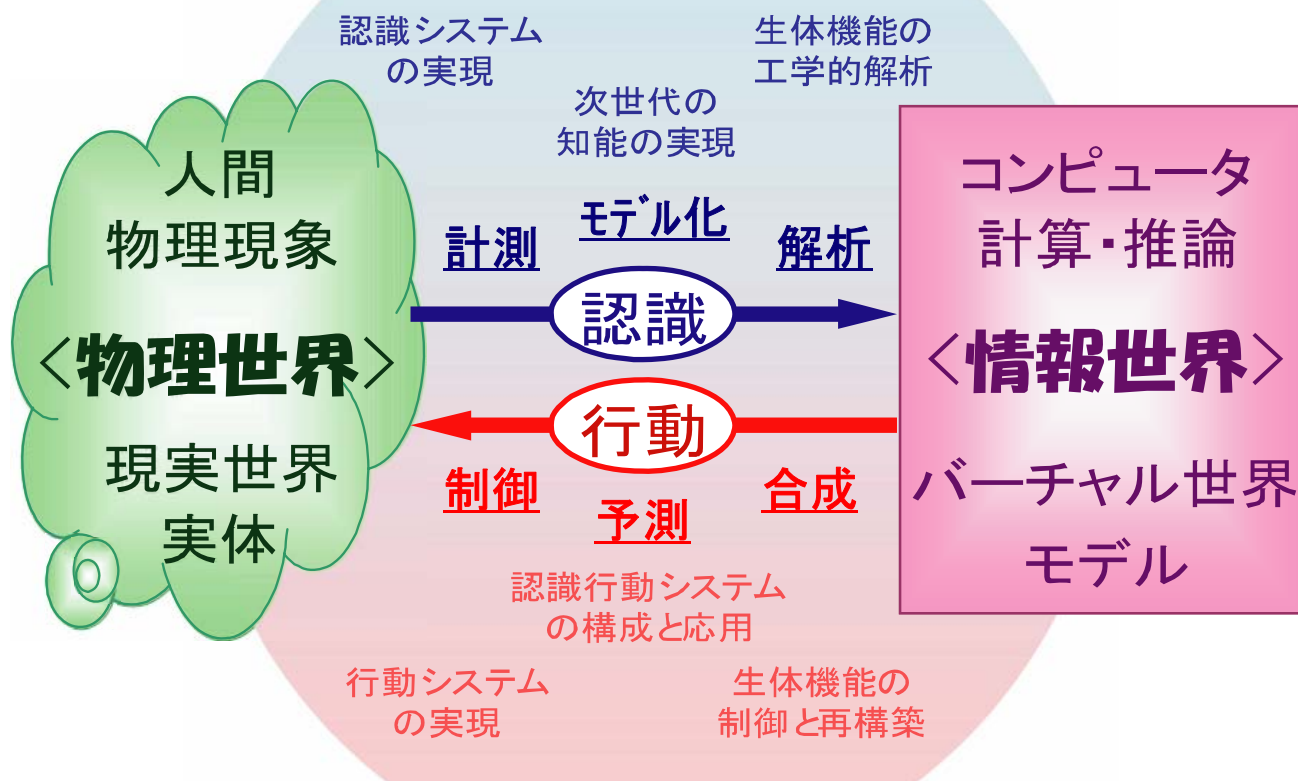


<http://www.i.u-tokyo.ac.jp>

システム情報学の理念

Neo Cybernetics

物理世界と情報世界を繋ぐ
「認識と行動」の学問



システム情報学が目指しているのは、「**ネオ・サイバネティクス：物理世界と情報世界を繋ぐ「認識と行動」の学問**」である。「認識」とは、対象とする物理的世界から収集(計測)された要素情報の処理および解析に基づく知識レベル情報の抽出であり、物理世界を情報世界に射影する。一方、認識の結果得られた物理世界のモデルに基づいて合成と予測を行い、目的を実現するための対象への働きかけ(制御)を行うのが「行動」である。本専攻では、この「認識」と「行動」に関する全ステップを対象として、新しい理論とアルゴリズムを追及し、これに基づいて新しい機能のシステムを実現しようとしている。研究分野は多岐にわたり、現在は下記のキーワードを中心とする研究が精力的に行われている。

キーワード

認識: 生体生理学、バイオサイバネティクス、知能化センサ、画像と音声の認識と合成

行動: システム制御理論、システム信号処理論

物理: 情報物理学、計測センシングシステム

情報: コンピューティング、システムアーキテクチャ、集積化知能システム



総合: 人工現実感、テレロボティクス、認識行動適応学習システム

システム情報学関連研究室一覧

研究室	教官名	専門分野	大学院
第1研	嵯峨山 茂樹 教授	音声認識、音声・音楽信号処理、手書き文字認識、音楽情報処理、音声対話エージェント	システム情報
	小野 順貴 講師	音響信号処理、音楽信号処理、音源定位／分離、時間周波数分析、聴覚モデリング	システム情報
第2研	舘 暲 教授	ロボット、バーチャルリアリティ、テレイグジスタンス、アールキューブ	システム情報
	川上 直樹 講師	人工現実感、オーグメンティドリアリティ、感覚ディスプレイ、視触覚融合システム	システム情報
第3研	安藤 繁 教授	視覚センサ、聴覚センサ、触覚センサ、システム情報	システム情報
	篠田 裕之 准教授	触覚センサ、人工皮膚、触覚ディスプレイ、センサネットワーク	システム情報
第4研	武田 常広 教授	脳工学、MEG、脳機能計測、逆問題、視覚機能計測、眼球制御系モデル	新領域複雑理工
	眞溪 歩 准教授	計測信号処理の応用(ブレインコンピュータインターフェイス、生体音響計測など)	新領域複雑理工
第5研	原 辰次 教授	システム制御理論、多分解能システム、非線形・ハイブリッド制御、学習制御、制御系統化設計、量子制御、最適化	システム情報
	津村 幸治 准教授	制御理論、システム同定、情報理論的システム解析、量子制御、ネットワーク制御	システム情報
第6研	石川 正俊 教授 (兼任)	システムアーキテクチャ、センサフュージョン、ビジョンチップ、マイクロビジュアルフィードバック、メタパーセプション	システム情報
	小室 孝 講師	集積回路(VLSI)、並列プロセッサ、画像計測、画像認識、ビジョンチップ、高速リアルタイムビジョン	システム情報
第7研	満洲 邦彦 教授	医用生体工学、生命情報科学、人工臓器・人工器官、福祉デバイス学、生体機能計測、細胞・組織工学、神経工学	システム情報
	鈴木隆文 講師	神経工学、神経インタフェース、生体工学、医用工学、人工感覚生成、ブレインマシンインタフェース	システム情報
第8研	石川 正俊 教授	認識行動システム、超高速ロボットシステム、超高速画像処理システム、ヒューマンインタフェースシステム	創造情報
先端研 情報物理シ ステム分野	南谷 崇 教授	非同期分散計算、非同期式マイクロプロセッサ、VLSI設計方法論、ディペンダブルコンピューティング	システム情報
	中村 宏 准教授	高性能コンピュータアーキテクチャ、VLSI設計方法論、並列分散コンピューティング、バイオインフォマティクス	システム情報
先端研 生命・情報 ネットワーク 分野	伊福部 達 教授	福祉工学、感覚代行、運動機能支援、物まね声認知、材質感通信、動物環境知覚、感性表現アクチュエータ	システム情報
	井野 秀一 准教授	福祉工学、人工現実感、感覚情報処理、運動機能支援、人間工学	システム情報

システム情報第1研究室

<http://hil.t.u-tokyo.ac.jp/>

嵯峨山 茂樹 教授



工学部 6 号館 241 号室
sagayama@hil.t.u-tokyo.ac.jp

03-5841-6900

小野 順貴 講師



工学部 6 号館 240 号室
onono@hil.t.u-tokyo.ac.jp

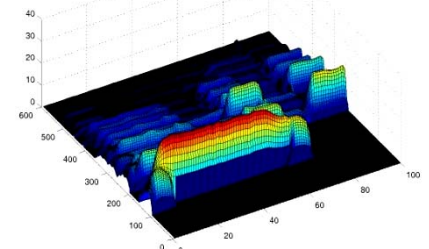
03-5841-6901

研究テーマ

当研究室では、主に音楽、音声、音響、文字・画像、音声対話の5つの分野における様々な問題に対して、確率的な定式化を軸としたパターン認識的手法や信号処理手法を研究している。具体的には下記の通りである。

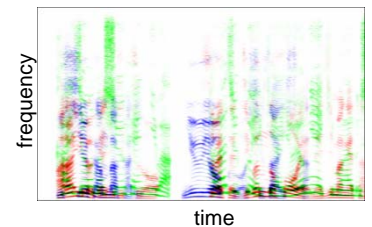
音楽信号処理／情報処理

音楽信号処理で困難とされてきた多重音解析に対し、Specmurt法、HT法、HTC法(右図)などのオリジナルで強力な手法を開発している。また、MIDIデータに対するリズムとテンポの同時推定、それに基づく自動採譜、実時間自動伴奏システム、歌詞からの自動作曲、自動和声づけなど、音楽情報処理の様々な分野に音声認識的な確率論を導入し、新しいエレガントな理論と高度な手法を開拓している。



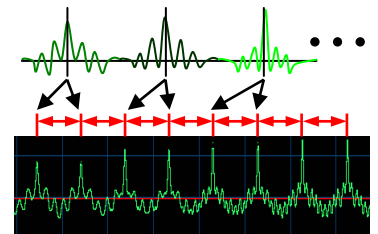
音響信号処理

実環境における音声認識のための雑音・残響抑圧を目的として、CSCC法(複素スペクトル円心法)、スパース性に基づくブラインド音源分離、対称アレイによる等方的雑音抑圧など、数理的な視点から新しいアレイ信号処理手法を開発している。



音声処理

音声認識では、雑音・残響環境下でも頑健な手法を目指し、隠れマルコフモデル(HMM)に基づく最新の手法を研究している。音声合成ではCWM(複合ウェーブレットモデル)法という新しい手法を開発し、歌声合成へも展開している。また音声検索をターゲットに、雑音中の音声区間検出等も行っている。



手書き文字認識、数式認識

音声認識手法を応用し、変形の著しい手書き文字認識や手書き数式の認識を行っている。またHMMを2次元画像に応用した新しい画像認識手法を研究している。

$2(x+d)$
 $2(2x+d)^2$

音声対話

ヒューマンインタフェースの理想形を目指して、言葉を話し、聞き、顔の表情が豊かに変化するような音声対話擬人化エージェント(Galatea)を開発している。また、視覚障害者支援やカーナビなどにおける音声対話技術にも取り組んでいる。



システム情報第2研究室

<http://www.star.t.u-tokyo.ac.jp/>

舘 暲 教授



工学部 1 号館 507 号室
tachi@star.t.u-tokyo.ac.jp
03-5841-6915

川上 直樹 講師



工学部 1 号館 508 号室
kawakami@star.t.u-tokyo.ac.jp

03-5841-6919

研究テーマ

当研究室は、遠隔臨場感制御(テレイグジスタンス)、VR(バーチャル・リアリティ)、バーチャル世界と実世界の融合、人間機能の解明と工学実現(知覚、認識、行動)などをキーワードとして、人間を含んだロボットと人工現実感システムの研究を行っている。

・相互テレイグジスタンスの研究

操作者が一方的に遠隔空間に入り込む従来のテレイグジスタンスに対し、お互いに距離を隔てていても共通の空間を共有し、あたかもすぐそばにいるかのようにコミュニケーションができるようなシステムを「相互テレイグジスタンス」と呼び、研究・開発を行っている。



相互テレイグジスタンス用ブースTWISTER



テレイグジスタンス用ロボットTELESAR

・アールキューブ技術の研究

アールキューブとは、Real-time Remote Robotics(実時間遠隔制御ロボット技術)の頭文字をとって R³と表記し、ネットワーク環境を利用したパーソナルなテレイグジスタンス社会をめざした研究開発構想と、そのための基礎研究を行っている。



RobotPHONE

・再帰性投影技術(RPT)の研究

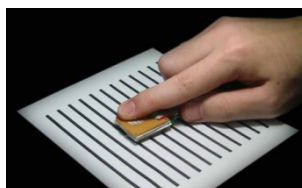
実体のエッセンスを有した人工体はバーチャルリアリティ(VR)と呼ばれている。特に実世界指向型のVRに特化したディスプレイ技術として再帰性投影技術を提案・実装し、そのさまざまな応用研究を目指す。



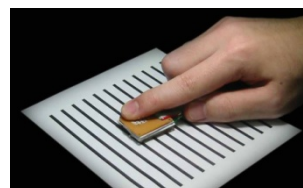
RPTを用いた光学迷彩

・触覚情報伝送の研究

触覚情報を伝達するには、触覚センサと触覚ディスプレイを組み合わせたシステムが必要である。本研究室では、触覚センサとして透明弾性体中に浮かぶマーカーを撮影し、その移動から表面応力を推定する光学式触覚センサを、触覚ディスプレイとしては皮膚表面電極から皮膚下に通電し、感覚神経を直接駆動する電気触覚ディスプレイを研究している。



SmartTouch



SmartTouch

システム情報第3研究室

<http://www.alab.t.u-tokyo.ac.jp/>

安藤 繁 教授



工学部 6 号館 245 号室
ando@alab.t.u-tokyo.ac.jp

03-5841-6925

篠田 裕之 准教授



工学部 6 号館 244 号室
shino@alab.t.u-tokyo.ac.jp

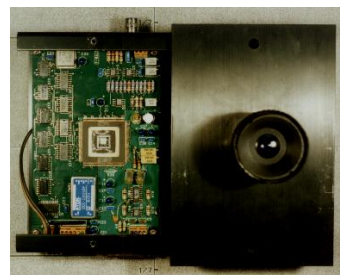
03-5841-6926

研究テーマ

計測とセンサ。(1) 視覚、聴覚、触覚のセンサデバイスとシステム。感覚と知覚の工学的実現に関し、基礎物理現象、LSIとMEMSを含むデバイス作製、システムの数理的設計、の各レベルを研究。(2) 光・音響・電磁波動等の応用計測。要素デバイスの開発から計測の数的手法構築まで。(3) 人間-機械インタフェースとロボットのセンサ。ユビキタスセンシングとネットワークの技術。

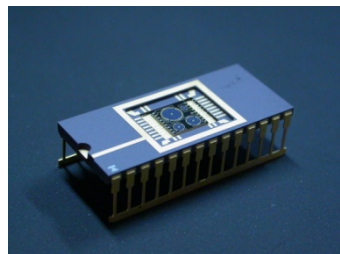
・時間相関型イメージセンサ

全ての画素が、受光強度と参照信号との時間相関を出力可能なイメージセンサ。人間の視覚系の固視微動の仕組みにヒントを得ている。照明と参照信号の同期を工夫することで、三次元形状から、振動、反射率スペクトル、偏光特性のパターンなどまで計測可能。



・ヤドリバエ型 音源定位音響センサ

波面の方向に対し選択的な感度をもつダイアフラムの構造を利用し、音源方向を特定する小型のマイクロフォン。小さな体で高い音源定位能力をもつ昆虫にヒントを得ている。右図はシリコン微細加工による試作デバイス。



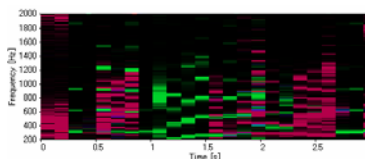
・二次元通信による人工皮膚

二次元通信とは、柔軟な布やゴムのシートに莫大な数のセンサや機能素子を集積し、高速で通信することを可能にする新しい技術。これを用いて人間のような触覚をもつ柔軟な人工皮膚を実現する。



・厳密逆問題解法に基づく瞬時音源定位システム

音源位置の推定は、ロボットの外界認識、ユビキタス環境における音声インターフェース等々の基本的な要素技術である。我々はこの問題を音源拘束式と呼ぶ偏微分方程式の定式化から出発し、厳密な直接代数解法を導くことに成功した。



システム情報第4研究室

<http://www.bcl.t.u-tokyo.ac.jp/>

武田 常広 教授



工学部 6 号館 247 号室
(柏基盤棟3H9室)
takeda@brain.k.u-tokyo.ac.jp

04-7136-3900

眞溪 歩 准教授



柏基盤棟 3H7 号室
matani@isp.ac
<http://www.isp.ac/>

04-7136-5484

研究テーマ

人間に特有な高次脳機能の計測、解明、工学的実現を目指した研究を行っている。そのための計測手段として世界最高性能を誇るベクトル計測型440CH脳磁計(MEG: Magnetoencephalography)や、当研究室で開発した眼の3大機能を同時計測可能な3次元オプトメータ (TDO: Three Dimensional Optometer)を用いて研究している。現在の主な研究テーマとして、以下の四つが挙げられる。

・MEGによる人間の視覚及び高次機能の計測・解明

MEGを用いて様々な脳機能の解明を目指して研究している。視覚に於いては、焦点調節、運動視、仮現運動、立体視覚、色知覚等の研究を行い、いくつかの世界初の知見を得ている。また、聴覚、体性感覚、痛覚などの知覚特性の解明を行ない、具体的な応用にも挑戦している。さらには、記憶、注意、言語等の高次な脳機能の研究に踏み出している。



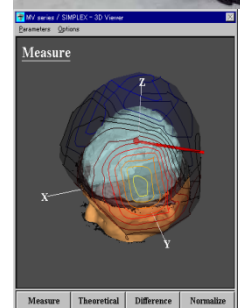
・TDOによる視覚制御システムの解明

人間の眼は、眼球運動・焦点調節・瞳孔反応が相互に干渉したTriad System(TS)を形成しており、多くの研究者によって解明が試みられてきたが成功していない。上記3つの機能を同時計測可能にしたTDO(3次元オプトメータ)とMEG計測を有機的に結びつけて、この課題に挑戦している。さらに、TS制御系のモデルの構築を行なっている。



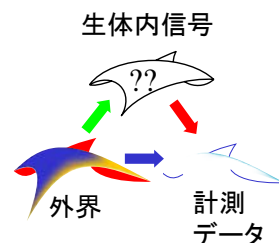
・磁場源推定における逆問題解法の研究

MEG計測信号から脳内の活動源を推定する問題は典型的な不良設定問題である。従来、ダイポールモデル法、L2ノルム最小化法等が提唱されそれなりの成果を上げてきたが、まだまだ不十分である。当研究室では、L1ノルムの発展形、ICA、Wavelet等の数理的的手法と生理的知見を融合した、信頼性が高く高精度な手法の開発を目指している。また、脳活動の可視化手法の開発も行なっている。



・生体信号処理過程の計測と応用

生体が外界を認識する過程を脳波・脳磁界によって計測する。外界情報は、神経活動表現と脳波・脳磁界表現によってコーディングされている。表現間の対応は、外界⇄神経活動では認識実験パラダイムが、神経活動⇄脳波・脳磁界では数理モデルが担っている。しかし、外界⇄脳波・脳磁界の対応では、神経活動を介さないルートを通ってもよい。このような発想にもとづき、マンマシンインターフェイスや感性情報処理の研究を行っている。



システム情報第5研究室

http://www.cyb.ipc.i.u-tokyo.ac.jp/

原 辰次 教授



工学部 6 号館 249号室
Shinji_Hara@ipc.i.u.tokyo.ac.jp

03-5841-6892

津村 幸治 准教授



工学部 6 号館 252 号室
Koji_Tsumura@ipc.i.u-tokyo.ac.jp

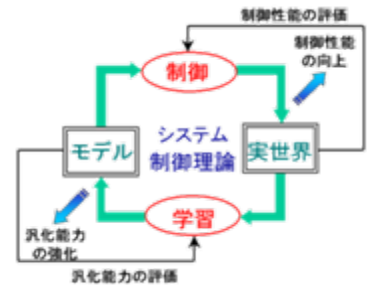
03-5841-6891

研究テーマ

本研究室の主たる研究テーマは、システム制御理論とその応用である。複雑・大規模・分散化するシステムの高速度かつ高精度な制御系の実現を目指して、その解析・設計に関する基礎的研究を行っている。

また、制御系設計と表裏一体となるモデリング・システム同定の理論、両者を統合するロバスト制御、ハイブリッド制御、適応・学習制御などを研究テーマとしている。

さらに、“ネオ”サイバネティクスともいえる、システム制御理論の新領域への展開を目指した研究も積極的に行い、理論の体系化を図っている。



・システム制御理論の新領域への展開(ネオサイバネティクス)

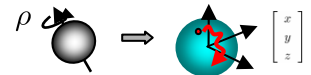
「**制御と学習の融合**」: 学習と制御の双対性に注目し、制御性能の向上を目指す制御則と汎化能力の強化を目指す学習則との融合を図る。

「**制御理論と情報・通信理論の融合**」: 制御システムを流れる信号の量と制御性能の関係の解明。

「**量子力学系の制御**」: 量子コンピュータ等、量子状態を利用した情報システムの実現において重要となる、量子状態の制御について研究する。

「**多分解能動的システム論**」: 複雑大規模で非均質な系を系統的に扱える新しいシステム理論の枠組みを構築し、生体系・マルチエージェントシステム等の制御への応用を目指す。

「**数値・数式ハイブリッド最適化**」: 数値計算と数式処理を融合した新しい最適化手法を開発し、その諸工学問題への応用を行う。



単一スピン1/2系の量子状態を表す Bloch 球

$\eta = 1$	$u(t) = 0$	$u(t) \neq 0$
		3or2次元遷移 H_{D_0} を設計
Non-Hermite (The vacuum case)		
Non-Hermite (Strongly resonant case (重エルゴード))		
Hermite $c = \text{diag}\{1, -1\}$ $\eta = 1$		

量子状態の可到達空間の解析

・制御系設計

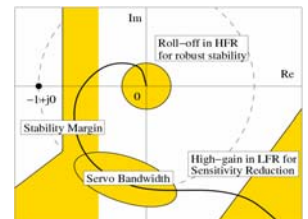
「**制御系の統合化設計**」: 制御しやすいシステムの特徴付けを理論化し、それに基づいた制御系の統合化設計法を確立する。

「**一般化KYP補題に基づく動的システム設計法**」: 有限周波数特性に基づく統一的な動的システム設計法を確立し、様々な工学分野への展開を図る。

「**ネットワーク制御システム**」: ネットワークを介した制御系における通信制約を考慮した手法を確立し、遠隔制御等の実現に向けた検討を行う。

「**非線形系の制御**」: 非線形系に対するスイッチング制御や適応制御の新しい手法を開発し、その可変拘束制御系や生体系への応用を目指す。

「**システム集合の構造解析**」: 線形・非線形の制御システムの集合について、その位相や幾何学的構造を解析する。



一般化KYP補題

・モデリング/システム同定

「**モデリングの基礎理論**」: 不確かさの定量化とロバスト制御のためのモデリング手法を確立する。

「**システム同定**」: 時変システム、非線形システム、大規模複雑システムに対するシステム同定の手法を開発する。

システム情報第6研究室

<http://www.k2.t.u-tokyo.ac.jp/>

石川 正俊 教授(兼任)



工学部 6 号館 251 号室
ishikawa@k2.t.u-tokyo.ac.jp
03-5841-8602

小室 孝 講師



工学部 6 号館 254 号室
kom@k2.t.u-tokyo.ac.jp
03-5841-6936

研究テーマ

知能システムを半導体集積化技術や光学素子などの新しいデバイス技術と並列情報処理技術を利用して、高度なレベルで実現することを目指している。すなわち、人間の五感に相当する感覚機能、脳の情報処理に相当する階層的並列処理機能、運動系に相当するメカニズムを工学的に実現し、それらを統合することで、知能システムを人間を超える性能で実現することを目指している。現在の主な研究テーマとして、以下の四つがある。

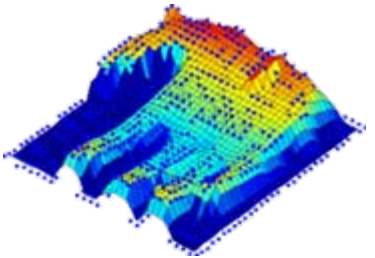
センサフュージョン

センサフュージョンの目標は、複数の感覚情報や運動情報に対して階層的並列分散処理に基づく統合・融合を施すことにより、柔軟な認識行動能力を持つ知能ロボットシステムを実現することである。具体的には次の研究を行っている。(1)感覚運動統合システム、(2)多指ロボットハンド、(3)ダイナミックマニピュレーション、(4)ロボットビジョン、(5)アクティブセンシング、(6)学習理論。



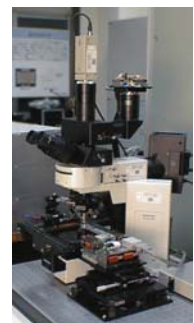
ビジョンチップ

ビデオフレームレートを上回る高速リアルタイムビジョンを実現するためのデバイス・システムの開発やアーキテクチャ・回路技術の研究を行っている。並行して、高速ビジョンのための新しい画像処理理論や新しい応用に関する研究も行っている。(1)高速ビジョンシステム(2)ビジョンセンサ(3)ビジョンプロセッサ(5)高速画像計測・認識(6)マンマシンインターフェース



ダイナミックイメージコントロール

様々なダイナミクスを有する現象に対して、光学系・照明系・処理系などをうまくコントロールすることで、通常では見ることができない対象や現象の映像を人間にとってわかりやすい形で提示する技術の研究を行っている。具体的には次の研究を行っている。(1)マイクロビジュアルフィードバック制御、(2)微生物群に対するオーガナイズドバイオモジュール、(3)高速可変焦点レンズ



メタ・パーセプション

実世界の新たな知覚手法を研究すると同時に、その技術を元に新しい対話の形を創造する。ヒューマンコンピュータインタラクション、メディアアート、倫理学等の分野を広く研究している。具体的には次の研究を行っている。(1)メタディスプレイ、(2)3次元入力、(3)感覚拡張型バイオフィードバック、(4)ロボット倫理、コンピュータ倫理



システム情報第7研究室

<http://www.mels.ipc.i.u-tokyo.ac.jp/>

満洲 邦彦 教授



工学部14号館6階613号室
Kunihiko_Mabuchi@ipc.i.u-tokyo.ac.jp

03-5841-6880

鈴木 隆文 講師



工学部14号館6階610号室
t.suzuki@i.u-tokyo.ac.jp

03-5841-8697
(03-5841-6880)

研究テーマ

次世代の医用デバイス・治療原理、および医用診断・計測手法などの開発を目的として研究を行っている。キーワードとしては、バイオサイバネティクス／神経インタフェース／ブレイン・マシン インタフェース(BMI)／人工感覚生成／人工臓器(特に人工心臓)／義肢システム／組織工学／細胞工学／医用生体温熱工学／非侵襲生体機能計測／医用レーザー工学／遠隔手術システム／医用VR・ロボットシステム／生体材料工学、等 が挙げられる。下記に具体的な研究課題について紹介する。

A. 神経系を介した生体系と機械系の融合(神経インタフェース)

生体の神経系と外部機器の情報ラインを直接接続し、情報の入出力を行うことにより、外部機器のセンサ情報によって生体に感覚を生じさせたり、逆に、生体の意思により外部機器を随意的に動かしたり、自律神経系情報を利用して人工臓器等を制御するなどの試みを行っている。また、このために用いる神経情報を計測し、また、任意の神経線維に信号を入力しうるデバイスの開発も行っている。

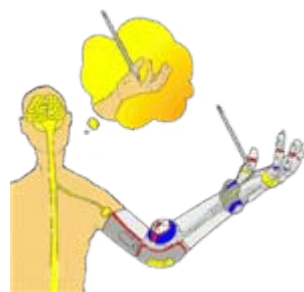


図1: 人工感覚生成

A-1) 神経インタフェースデバイスの開発

A-2) 次世代義手システムの開発(図1)

(人工触覚生成、運動神経情報による制御)

A-3) ラットカーシステムの開発

(ラット大脳運動野情報による車両制御)

A-4) 自律神経情報による人工心臓制御(図2)

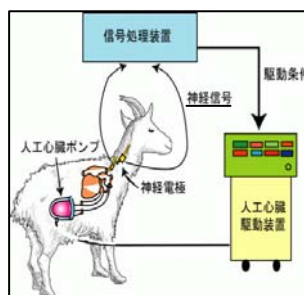


図2: 自律神経情報による人工心臓制御

B. 歩行アシストシステムの開発

加齢等にもなう筋力の低下により困難となった歩行や立ち上がり動作を補助するシステムを開発している。表面筋電等を用いて関節トルクや関節剛性を推定することにより、生体側とアシスト機器側とを協調させ、随意的な動作が可能となるシステムの開発を目指している。(図3)

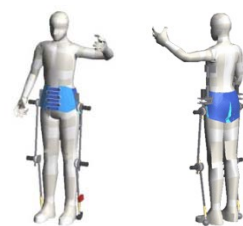


図3: 歩行アシストシステム

C. 生体温熱工学の医学・生物学応用

体表の温度情報を表す高速時系列遠赤外画像に対して、サブトラクション処理や時間周波数解析などを行うことによる、精神的ストレスや自律神経機能の動的な変化の描出など。

D. 培養細胞を用いた臓器・器官再構築の試み

組織・器官の人工的再生・修復を目的とし、生化学的・発生学的な手法に加え、より工学的な手法を用いる事により、各種の培養細胞を微細かつ三次元的に再配列し、かつ、これらを機能的に結合させるための手法の開発。

E. その他

遠隔手術システム・医用VRシステムの開発、非侵襲生体機能計測システム(動脈狭窄診断システム等)の開発。

システム情報第8研究室

<http://www.k2.t.u-tokyo.ac.jp/>

石川 正俊 教授



工学部 6 号館 251 号室
ishikawa@k2.t.u-tokyo.ac.jp

03-5841-8602

秋葉原拠点
(秋葉原ダイビル13階)
ishikawa@k2.t.u-tokyo.ac.jp

03-5209-3528

研究テーマ

優れたシステムを構築するためには、3つの要素が必要である。一つはシステムが解決すべき問題を明確にし、明示的に目標設定を行うことであり、二つめはその示された問題を的確に解決する情報表現と計算理論・アルゴリズムの開発でありであり、三つめはそれらを実現する具体的なシステムの構築である。これらすべてを満たし、意味のあるバランスのとれたシステムを実現することで、新しい情報システムが創造される。

このことを原則として、システムの限界性能を求めて、要素技術のブレークスルーを実現するとともに、システム構築の独創性を強く追求している。いくつかのターゲットシステムを設定して、新しいシステムを設計・実現することにより、システムの可能性を追求している。これらの研究は、秋葉原拠点を有効に活用して、大学の外部との連携も視野に入れた、社会が受け入れるシステム創造を目指す。



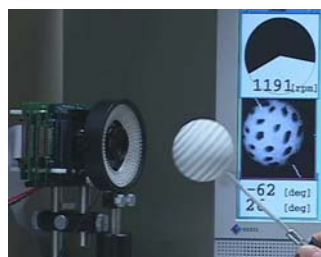
超高速ロボットシステム

機械システムとしてのロボットの限界は人間の動作よりも高速な領域にある。センサ情報を高速に利用することで、機械の限界の速度、すなわち目に見えない速度で動く知能ロボットの開発を行っている。



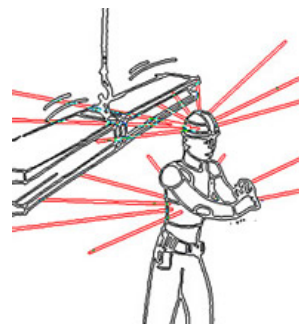
超高速画像処理システム

ビデオレートの画像処理では遅すぎる分野では、画像処理を高速化することでシステムのスループットが格段に改善される。応用分野の開拓を含め、こうした超高速画像処理の分野を開拓・確立する。



ヒューマンインターフェイスシステム

認識システムの改良により、(1)人間の感覚にない新しいモダリティを開拓し、人間に定時することにより人間の感覚・認識機能を拡大する研究、(2)通常物理量と直接的に関係しない抽象的な情報を人間の動作から抽出する研究を行い、新しいヒューマンインターフェイスシステムを研究する。また、このようなシステムと人間との関係で生じる倫理上の問題についても研究を行う。



先端科学技術研究センター 南谷・中村研究室

<http://www.hal.rcast.u-tokyo.ac.jp/>

南谷 崇 教授



先端研 4 号館 507 号室
nanya@hal.rcast.u-tokyo.ac.jp

03-5452-5160

中村 宏 准教授



先端研 4 号館 506 号室
nakamura@hal.rcast.u-tokyo.ac.jp

03-5452-5162

研究テーマ

本研究室は、高度情報化社会が安心して依存できる高性能・高信頼計算システムの実現を目指し、多様なシステム階層を統合するフォールトトレランス技術、非同期事象駆動原理による並列分散計算システム、ソフトウェア／ハードウェア設計を統合するVLSI設計方法論、高性能低消費電力計算システムの開発、及びこれらの技術を用いた大規模科学技術計算の高速・高精度処理に関する研究を行っている。

・高性能低消費電力計算システムに関する研究

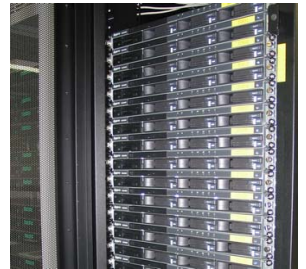
高度情報化社会を支える計算システムには、高い計算能力のみならず、冷却等の実装上の問題、さらには地球環境の観点からも低消費電力であることが求められている。この、高性能と低消費電力という二つの相反する要求を満



たすために、回路実装、アーキテクチャ・コンパイラ、システムソフトウェアの各階層間の連携・協調による、高性能低消費電力プロセッサの実現、さらにそのプロセッサを数千台規模で結合させることで極めて高い処理能力を達成する超並列計算システムの実現に関する研究を行っている。

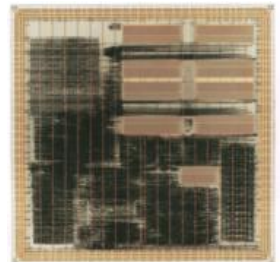
・情報システム/ネットワークのディペンダビリティに関する研究

計算・情報システム/ネットワークを構成する要素(ソフトウェア、ハードウェア)にいつかフォールト(故障原因)が生じることは避けられない。たとえフォールトが生じてシステム全体としては障害を引き起こさず、正常なサービスを提供可能な「フォールトトレランス」を実現するシステム設計論を得るため、多様なシステム階層におけるフォールトモデルの検証、フォールト検出/診断/隠蔽手法、システム再構成/回復アルゴリズム、冗長・分散化に基づく設計方法論とアーキテクチャなどを研究している。



・非同期計算システムに関する研究

素子が高速化しシステムが大規模化するに伴って配線遅延が支配的になるため、クロック分配を要する同期式システムには性能及び信頼性に明らかな限界が存在する。クロックを用いず事象生起の因果関係のみを駆動原理とする非同期並行計算システムの設計論を確立するため、事象駆動型非同期VLSIシステムに適した超高性能アーキテクチャの開発、非同期プロセスの上位記述から回路を生成するアルゴリズムなどの研究を行っている。



先端科学技術研究センター 伊福部・井野研究室

<http://www.human.rcast.u-tokyo.ac.jp/>

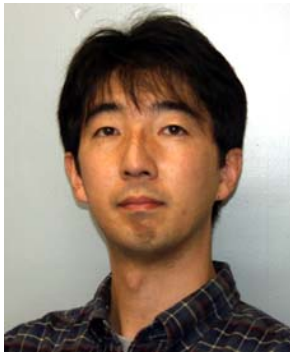
伊福部 達 教授



先端研 56 号館 105号室
ifukube@rcast.u-tokyo.ac.jp

03-5452-5065

井野 秀一 准教授



先端研 56 号館 101号室
ino@rcast.u-tokyo.ac.jp

03-5452-5030

研究テーマ

感覚バリアフリー工学の研究を中心として、ヒトの感覚と運動の生理学や行動科学とバーチャルリアリティやロボティクスが相互にループを描く横断型研究(図1)に取り組んでいる。東大先端研における「バリアフリー」や「五感情報通信」の文理融合型プロジェクトとも密接な連携体制で進めている。研究内容は、大きく分けて、次の3つからなり、井野准教授とともに、これらの研究と学生指導をおこなっている。

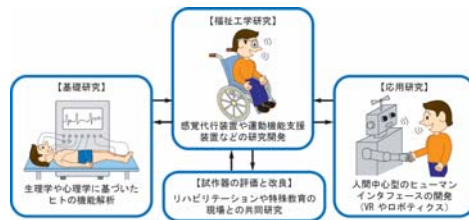


図1 研究方法論

①聴覚・音声と視覚のバリアフリー研究

- ・音声と文字を指先の触覚に伝達する情報バリアフリー機器(図2)
- ・誰の声でも外国語でも日本語に変換するリアルタイム音声字幕ネットワークシステムと電子メガネ表示を利用した携帯型字幕装置(図3)
- ・声を失ったヒトのための抑揚の出せるハンズフリー人工喉頭(図4)



図2



図3



図4

②環境知覚と手足のバリアフリー研究

- ・環境知覚支援や複合現実感の生体影響評価のためのVRシステム(図5)
- ・手足の機能を支援する柔らかいアクチュエータとリハビリ応用(図6)



図5



図6

③感覚バリアフリー研究の基礎と応用

- ・物まね声の聴覚認知機序
- ・コウモリなど動物の環境知覚
- ・触覚の材質感知と情報通信(図7)
- ・不可視情報の検出と認知
- ・五感アートのデバイスと感性表現
- ・100年前の声を甦らせるロウ管再生

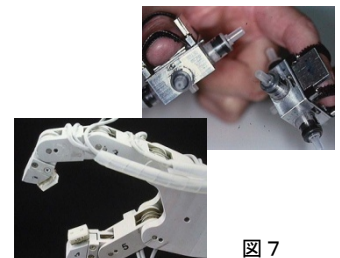


図7

修士論文題目抜粋 (システム情報学専攻)

氏名	題目	指導教員
マズレル ポル	Study on digital imaging and optimal algorithm	安藤 繁
小野田 浩之	勾配計測に基づく電磁場源定位法の研究	安藤 繁
神明前 方嗣	指腹部の触力覚分布情報を利用した凹凸同定に関する研究	川上 直樹／舘 暲
和泉 洋介	音声のスパース性に基づく2chブラインド音源分離の研究	嵯峨山 茂樹／小野 順貴
伊藤 孝佑	末梢神経における方向別信号分離	満洲 邦彦
大木 健太郎	ポイントコンタクトを用いた結合量子ドット系のモデル化と状態推定	原 辰次
大久保 達夫	ラットの頭部仰角に対応する神経活動の計測と解析	満洲 邦彦
大田 郁実	文字構造の確率文法記述に基づくオンライン手書き漢字認識の研究	嵯峨山 茂樹／小野 順貴
岡野 訓尚	情報理論的アプローチによるネットワーク化制御系の感度解析	原 辰次
荻野 俊明	投影画像の視覚サーボ制御の研究	並木 明夫
小田 悠司	局所対称性に基づく画像特徴抽出法の研究	安藤 繁
加藤 伸明	テレイグジスタンスのための全周囲立体映像撮像装置の研究	舘 暲／川上 直樹
金 均東	細粒度動的電流制御を用いたVLSIシステムの低消費電力化に関する研究	南谷 崇
清田 翔平	対称構造を利用する応力テンソル計測素子の研究	篠田 裕之
草野 陽佑	短時間正弦波周波数推定法とそのハードウェア化に関する研究	安藤 繁
黒木 忍	皮膚感覚提示のための機械受容器応答モデルの研究	川上 直樹／舘 暲
櫻井 慶一	制御理論に基づくマルチエージェントシステムにおける協調捕獲行動の解析	津村 幸治
佐藤 克成	テレイグジスタンスにおける分布触力覚情報提示の研究	舘 暲／川上 直樹
椎名 公康	共有資源の優先度制御によるチップ・マルチプロセッサの省電力化手法に関する研究	南谷 崇
東條 晃一	大規模動的システムの階層構造と多重時間スケール性	津村 幸治
中込 祥太	抑揚強調機能の付いたデジタル補聴装置の設計と評価	伊福部 達／井野 秀一
永易 久志	空気圧ロボットアームのメカニカルコンプライアンス制御	川上 直樹／舘 暲
牧瀬 壮四郎	回折像を用いた高密度細胞群のオートフォーカス手法	石川 正俊
松本 恭輔	楽譜を用いた音楽音響信号の解析と加工の研究	小野 順貴／嵯峨山 茂樹
三代 真己	人物像の実時間提示による空間共有型コミュニケーションに関する研究	川上 直樹／舘 暲
宮本 賢一	音色のモデルに基づいた音楽音響信号処理の研究	嵯峨山 茂樹／小野 順貴
森川 翔	画像モーメントを用いた高速ビジュアルサーボによる実時間衝突回避行動の研究	並木 明夫
諸岡 孟	確率的音楽生成モデルに基づく自動和声解析の研究	小野 順貴／嵯峨山 茂樹
山川 雄司	高速多指ハンドによる線状柔軟物体の結び操作	並木 明夫
山口 健	双対一般化KYP補題に基づく動的システムの解析と最適化	原 辰次
山口 光太	ロボットビジョンのためのアフィン動き追跡回路	小室 孝
山崎 潤	再帰性投影技術における両眼立体知覚に関する研究	舘 暲／川上 直樹
山平 尚史	位相特性に着目したループ整形ロバスト制御系設計法	原 辰次
吉田 匠	任意視点からの再帰性投影技術による視野外情報提示に関する研究	舘 暲／川上 直樹

博士論文題目抜粋 (システム情報学専攻・計数工学専攻)

氏名	種別	題目	指導教員
ティエティエルコ ブズミトリー	課程	Whole-Sensitive Anthropomorphic Robot Arm and its Control Algorithm Providing Safe Interaction with Dynamic Unstructured Environment	舘 暲
魏 大比	課程	複素荷重積分原理に基づくオプティカルフローの厳密解法に関する研究	安藤 繁
佐藤 尚	課程	ブレイン・マシン・インタフェースに向けた神経電極位置調節装置および神経信号抽出法に関する研究	満洲 邦彦
妹尾 拓	課程	スウィング動作に対する高速ダイナミックマニピュレーションの研究	石川 正俊
仲谷 正史	課程	Characteristics of Human Tactile Perception for the Design Guidelines of Tactile Display	舘 暲
深山 理	課程	ラットカー: 中枢神経信号を用いた車体型ブレイン・マシン・インターフェースの研究	満洲 邦彦
星 貴之	課程	三次元形状計測シートにおける立体再構成法の研究	篠田 裕之
大野 敬太郎	論文	Input Multi-rate Digital Robust Control for Precise Head Positioning of Hard Disk Drives	原 辰次
穴井 宏和	論文	Effective Quantifier Elimination with Applications to Control System Design and Verification	原 辰次
亀岡 弘和	課程	Statistical Approach to Multipitch Analysis	嵯峨山 茂樹
嵯峨 智	課程	触力覚を伴う作業の記録と再生に関する研究	舘 暲 / 川上 直樹
牧野 泰才	課程	二次元信号伝送技術に基づく柔軟体インタフェースの研究	篠田 裕之
渡辺 義浩	課程	リアルタイム多点計測のための超並列ビジョンシステム	石川 正俊
武田 晴登	課程	音楽演奏の確率モデルに基づく自動採譜と自動伴奏に関する研究	嵯峨山 茂樹
神山 和人	課程	カベクトル場計測を目的とした光学式触覚センサの研究	舘 暲 / 川上 直樹
トニ バーティアル	課程	H2 Control Performance Limitations for SIMO Feedback Control Systems	原 辰次
数藤 恭子	論文	人物属性抽出を目的とした足圧情報に基づく歩行計測法の研究	嵯峨山 茂樹
大淵 康成	論文	Robust Speech Recognition for Handheld Devices	嵯峨山 茂樹
岩本 貴之	課程	超音波放射圧触覚提示法に関する研究	篠田 裕之
藤田 元信	課程	ソフトウェア可制御メモリ向け最適化コンパイラの研究	中村 宏
星野 隆行	課程	集束イオンビーム励起表面反応を用いた立体ナノ構造造形法の開発とこれを応用した神経インタフェースに関する研究	満洲 邦彦
尾川 順子	課程	微生物の電気走性のモデルとその応用に関する研究	石川 正俊
栗原 徹	課程	時間相関型イメージセンサを用いた実時間パターン計測	安藤 繁
渡邊 淳司	課程	視覚情報提示のための時空間統合知覚特性の研究	舘 暲
梶本 裕之	論文	触原色原理に基づく電気触覚ディスプレイ	舘 暲
岩本 和世	論文	視線追従型広視野高解像度映像提示システムの研究	舘 暲
安藤 英由樹	論文	感覚-運動系の相互作用を利用したインタフェースの研究	舘 暲
山本 直樹	課程	Analysis of Controlled Quantum Dynamics by a Vector Representation	津村 幸治
小山 清美	論文	先端リソグラフィのパタン処理技術に関する研究	安藤 繁

卒業生・学生の声

ネオ・サイバネティクスを探究する本専攻では、その横断的性格から、学内・学外を問わず様々な分野から幅広く学生を募集しています。実際、物理、電気、機械、数理、生命など様々な大学・学科から多くの学生が入学し、多様な環境の中でお互いに刺激をしあい、有意義な大学院生活を送っています。

新しい分野へ踏み出すには最適な場所

梶本 裕之 電気通信大学 准教授

東京大学 工学部 計数工学科（計測工学コース）卒



学部生の頃は人工知能の研究をすると決めていました。その手の研究は多いので、自分なりに新しい切り口で出来ないかと悩んだ末、脳からではなく自分と世界のインタフェース、つまり感覚と運動から入ろうと思い、感覚系に強い本専攻を志望した覚えがあります。現在は人間への感覚提示手法を研究しています。具体的なテーマは電気刺激を用いた触覚ディスプレイというものです。触覚は視覚などと異なり受容器の働き一つとっても分らない部分が多いのですが、同時にどの生物にも共通してあるという意味では知能理解に通じる近道と思っています。

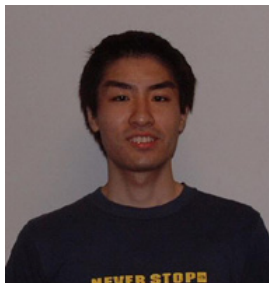
このような開拓的分野では、一般に広範囲の課題を相手にする必要があります。私の場合で言えば、神経活動のモデル化、電気刺激装置の設計、神経活動計測、最適制御問題の解析等が必要でした。本専攻の凄味は、どの課題でもそれを専門としていて相談できる先生が必ずいらしたことに良く現れていると思います。ですから皆さんがもし、すでに確立した分野の発展に貢献するよりも未踏の領域を開拓したいと望むなら、システム情報学専攻は最適な場所のひとつと言えます。

さらに本専攻の場合、個別の課題を解くことを最終目的とせず、解く行為を通して工学全体に通じる共通言語を編み出そうとします。目の前のゴールがゴールで無いという、蜃気楼を追うような感覚は、ここでこそ触れ得た私の中で大切なものの一つです。

モチベーションがある人には最高の研究生活が送れる

妹尾 拓 博士課程在学中

早稲田大学 理工学部 応用物理学科卒



学部的时候は物理の理論を中心に勉強していたので、大学院ではモノを動かしたり作ったりする研究がしたいという漠然な考えのもと、院試前に様々な研究室を見学しました。そのとき、現在所属している研究室のロボットのデモンストレーションを見て興味がわき、この専攻を志望することにしました。今考えると、数多く存在するロボット研究の中でも、“認識と行動を結ぶセンサ情報をいかに有効に使うか”というシステム情報学専攻らしいアプローチの仕方に惹かれたのだと思います。そして私は現在、「高速かつ器用に動くロボット」について研究を行っています。

システム情報学専攻の研究領域は多岐にわたっているため、他の研究室の人とお互いを刺激しあい、そして色々な分野の最先端の研究に触れられるのも特徴の一つです。また、外部生に対しても平等に門戸が開かれているのはもちろんのこと、充実した設備や環境が整っているのもモチベーションがある人にとっては最高の研究生活が送れると思います。自分の思い通りにシステムが動いたときの感動や、研究目標を達成したときの喜びを皆さんにも味わってもらいたいです。

多様なバックグラウンドを持った研究意欲の高い人間が集まっている

森下 陽介 セコム株式会社

東京大学 工学部 計数工学科(システム情報工学コース)卒



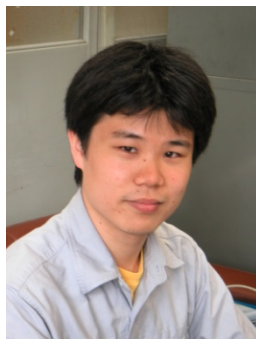
私は現在、脳と機械を直接つなぐ神経インターフェースの研究を行っています。開発している「RatCar」というシステムでは、脳から神経信号を計測することで、考えた通りに機械を制御し、機械系を生体の一部として融合させることを目指しています。このため研究には電気生理学や動物行動学など諸分野の知見が必要となりますが、何よりも重要なのは、生体信号を計測し、得られた情報をシステムとして解析して、生体へフィードバックするプロセスだと思います。ここで、学問の領域にとらわれず、問題の中の要素間の関係を明らかにするシステム情報学の強みが生きてくると考えています。

システム情報学という学問の像は捉えにくいかもしれませんが、それは対象としている研究領域があまりにも広く、また現在も広がり続けていることに起因しているのだと思います。その分、他の研究室にいる仲間の研究内容は魅力があり刺激的で、専攻の輪講では毎回活発な議論がなされます。一方、毎日過ごしている研究室は自由な雰囲気、多様なバックグラウンドを持った研究意欲の高い人間が集まっています。このような環境の中で好きなテーマを選定して、研究に打ち込む毎日を、私はとても楽しんでいます。

システム論的な視点で量子力学の研究を行う

山本 直樹 オーストラリア国立大学研究員

東京大学 工学部 計数工学科(数理工学コース)卒



私は量子力学で記述されるシステム(量子系)の制御理論についての研究を行っています。これは、量子系はどれくらい操作が可能であるか、量子系にとって良い制御とは何か、といったシステム論的な視点で量子力学の研究を行うものです。一方、理論物理学においては量子力学の研究は「自然はどのように構成されているか?」という視点から行われます。前者の視点は、量子力学の世界を広げるものです。そしてこのような研究領域の拡大が、システム情報学の目的の一つであると考えています。

さて、私は博士課程を卒業後、米国カリフォルニア工科大学のEngineer-ring & Applied Science (EAS)で上記の研究を続けています。カルテクの研究水準は世界最高レベルですが、実際にここに籍をおいてみて気付いたことがあります。それは、システム情報学専攻を含む東大6号館が、研究水準はもちろん、目的、組織構成、雰囲気などもEASと非常に似ている、という事実です。6号館もEASも、量子系を含む物理システム、生物系、ネットワークシステム、経済システム、ロボティクスなど、あらゆるシステムが研究対象です。問題解決のために数学を強力に適用する姿勢も共通です。そして、様々な分野間の活発な相互作用があり、研究領域を拡大する力があります。私が6号館と関わりを持っていきたいと考える一つの、そして最大の理由は、このような世界レベルの研究環境に他なりません。

確固たる基礎技術と新しい分野への取り組みのバランスがとれている

武田 晴登 ソニー株式会社

慶應義塾大学 理工学部 物理学科卒



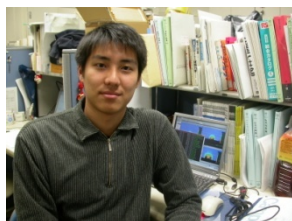
現在、システム情報学の博士課程に在籍しています。音楽と数学が好きだったので、大学院進学について迷っているときに音楽情報処理を行う研究室の案内を見て、「これだ!」と思って現在所属している研究室への進学を決めました。慶應義塾大学で物理学を学んだ後、システム情報学専攻の修士課程の1期生として入学しましたが、東大の工学部計数工学科以外の所属の出身であることや、学部のとくとくと専攻が異なることで戸惑うことがなかったわけではありません。プログラミングや確率モデルなど私にとって初めて出会うものもありましたが、先生や友人に助けられ新しい知識を身に付け、研究室の環境に慣れることができました。充実した研究室の設備があり、頻りに催される興味深い講演会があり、そして刺戟に満ちた研究室での議論があり、修士課程での学生生活は充実したしたものになりました。

システム情報学専攻には、長年培ってきた伝統をもつ研究室だけでなく、新たに立ち上げられた研究室もあります。そのため、新旧のバランスの取れた活気に満ちた学科になっていると思います。私は新しく立ち上げられた研究室で、新しい研究分野である音楽の研究に取り組むという貴重な体験をさせて頂きましたが、このような果敢な挑戦を行えるのも、確固たる基礎技術を持ち、挑戦する気概を持つこの学科ならではのかもしれません。システム情報学専攻との出会いは偶然でしたが、私は今いる研究室と専攻に出合えて幸せだったと思います。

様々な分野の複合的な知識を必要とする研究が多い

牧野 泰才 日本学術振興会特別研究員

東京大学 工学部 計数工学科(計測工学コース)卒



私は現在、触覚ディスプレイに関する研究を行っています。これは人間の皮膚、主に指先や手のひらに対して、肌触りや物体形状といった触覚情報を提示するという研究です。視覚や聴覚に関しては、カメラやマイクといった情報取得手段と、テレビやスピーカといった情報提示手段とが確立されています。一方、触覚ではそのような装置は存在しません。そのため非常にチャレンジングな研究であると感じています。この触覚ディスプレイが実現すれば、例えばネットで服などを買う際に、その手触りを確かめてから購入するといったことが可能になるかもしれません。

この研究に限らず、システム情報学専攻でなされている研究には、様々な分野の複合的な知識を必要とするものが多いと感じています。例えば私の研究では、人間の触覚特性といった生理学的知識、皮膚をモデル化する際の弾性学に関する知識、システムを動かすためのプログラミングや回路学の知識、あるいは音響学的知識や、実際に物を作るための工作機械に関する知識などが必要です。このような知識は、勿論始めから知っている事ばかりではありません。先生方や研究室の先輩、あるいは後輩に教わり、議論し、納得して身に付くもので、私はこの過程が研究室という集合の一つの醍醐味であると考えています。このようにして得られた知識が、自分の研究として一つの形に実を結ぶ興奮を、皆さんにも是非味わってみたいと思います。

沿革

(工学部計数工学科・システム情報工学コース、 大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻)

現在の計数工学科の始まりは、第2次世界大戦の末期、東京帝国大学第一工学部に新設された計測工学科である。計測工学科は

- (1) 広い物理的知識とこれを自由に応用し得る能力を持ち、
- (2) 現象を抽象化して論理的・数理的な体系を構成する能力を持ち、
- (3) 総合的な立場から最適な技術を考案できる工学技術者を養成するという理念のもと、昭和20年(1945)4月に40名の第1回生を受け入れた。上記の理念は、その後58年の長きにわたり、計数工学科の教育方針として脈々として受け継がれている。

昭和26年(1951)、新制大学への移行に伴い応用物理学科が新設され、新分野の開拓を先導する基礎工学の主要な分野として学生を教育することになった。これが計測工学コースの始まりである。わが国の産業の飛躍的な発展に伴って工学部も大きく拡張し、昭和37年(1962)に応用物理学科は計数工学科と物理工学科の2学科に発展的に改組され、計測工学コースの一部は物理工学科へ、大多数は数理工学コースとともに計数工学科を構成した。

昭和47年(1972)には、多くの学科の教官が協力して教育・研究にあたる専攻として、大学院工学系研究科に情報工学専攻が新設され、その一つの情報処理工学講座が計数工学科に附置された。これを契機に、計数工学科の多くの教官が情報工学専攻を兼担し、情報工学専攻の中心的な役割を担い、工学系における情報分野の拡大を先導することとなった。

平成5年(1993)に大学院が部局化され、計数工学科の教官の所属は工学部から大学院工学系研究科に移り、より先進的な教育・研究の一層の拡充を図ることになった。これがいわゆる大学院重点化である。この組織変更に伴い、計測工学コースの各講座は計測工学大講座に大講座化されると共に、計測制御システム工学原論講座が増設された。

平成11年(1999)には大学院新領域創成科学研究科が新設され、計数工学専攻の教官の一部もその中の複雑理工学専攻に移り、生体や脳機能の計測と解明を中心とする新分野の創成を担当することとなった。

また、平成12年(2000)には、文理融合型の情報に関する研究・教育を行う情報学環・大学院学際情報学府が新設され、計数工学専攻から流動講座として2名の教官が情報学環に移り、情報の能動的側面の活用を中心とする新分野の開拓を担当することとなった。

この間、計数工学専攻は、従来の東京大学における情報関連の研究・教育体制を一体化し、理学系研究科と工学系研究科に分離していた情報系専攻を統合して格段に充実した教育と研究を行うため、学内外に向けて情報系の新たな研究科の創設を働きかけ続けていた。平成13年(2001)にようやくこれが実を結び、大学院情報理工学系研究科が設置され、それまでの計数工学専攻は大学院情報理工学系研究科の二つの専攻として発展的に改組され、計測コースを中心とする教官はシステム情報学専攻に移行した。この組織変更に対応し、学部教育を担当する工学部計数工学科のコース名称も、従来の計測工学コースからシステム情報工学コースに変更して現在に至っている。

問い合わせ先

〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1

東京大学大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻

/東京大学工学部計数工学科事務室 Tel: 03-5841-6888

<http://www.i.u-tokyo.ac.jp>

<http://www.keisu.t.u-tokyo.ac.jp>

