

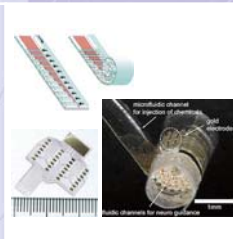
工学部計数工学科

システム情報工学コース

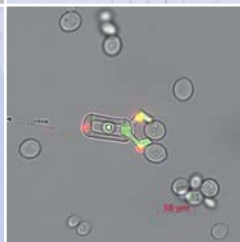
大学院情報理工学系研究科

システム情報学専攻

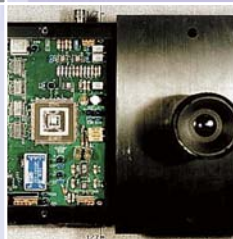
生体機能の
工学的解析



生体機能の
制御と再構築



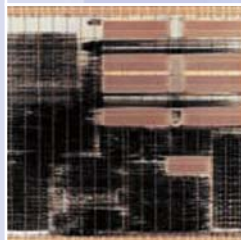
認識システムの実現



認識行動システムの
構成と応用



行動システムの実現



次世代知能の実現

- 脳機能計測
- 視機能計測
- 逆問題

- 視覚聴覚触覚センシング
- 時間相関型イメージセンサ
- 間接計測と逆問題
- 非破壊検査・非侵襲計測

- 触覚インタフェース
- 二次元通信
- テラヘルツ計測

- 自律分散システム
- 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

- センサフュージョン
- ビジュアルサーボ
- ビジョンアーキテクチャ

- 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

- 超低消費電力VLSIシステム
- 超高性能計算システム
- ディペンダブル情報システム

- バイオマイクロマシン
- メディカルロボティクス

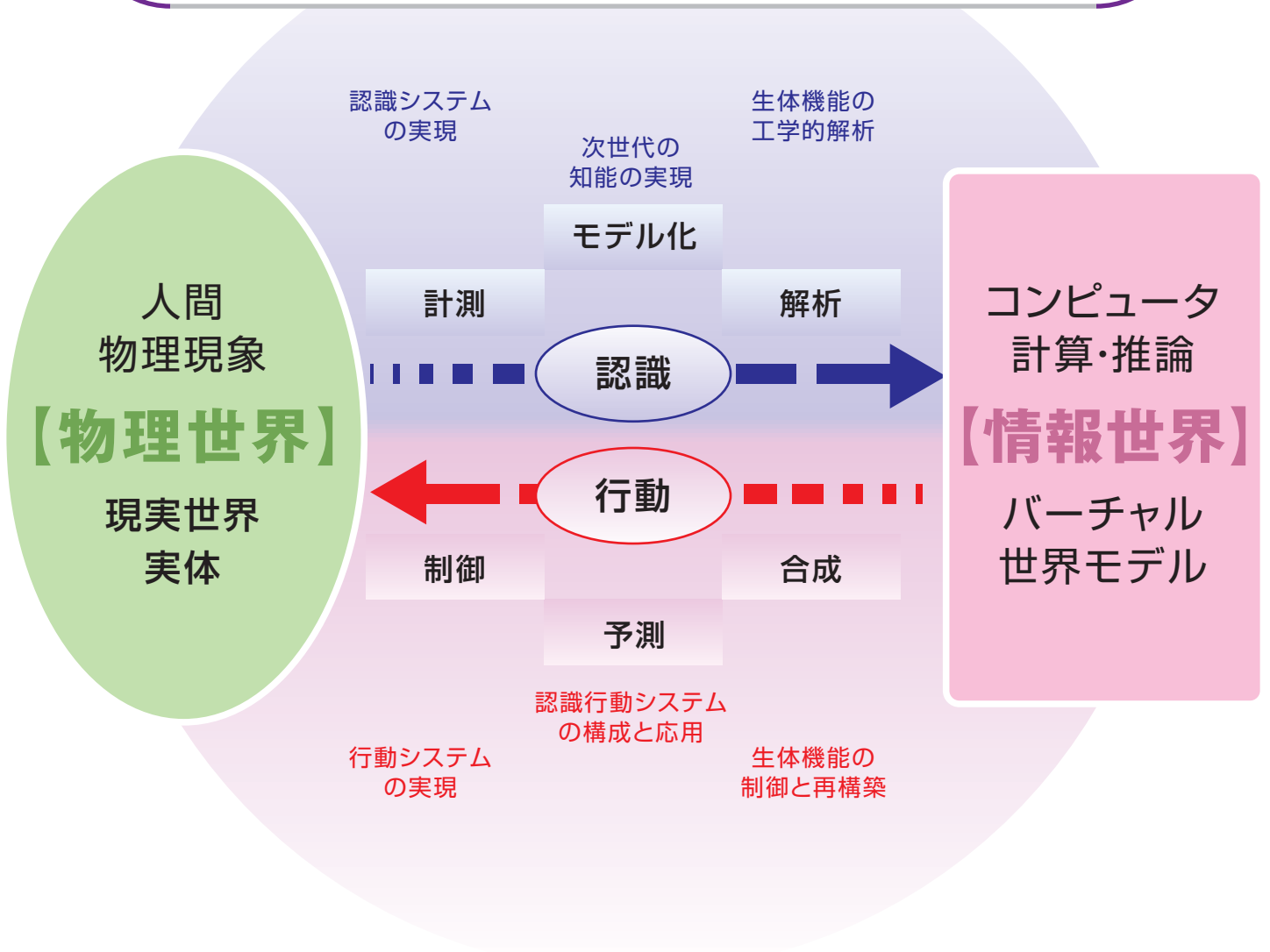
- 音声楽音符号化
- 音声生成過程の確率モデル
- 音声・音楽・音響情報処理

東京大学

システム情報学の理念

Neocyb

物理世界と情報世界を繋ぐ 「認識と行動」の学問



e r n e t i c s

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 : 生体生理工学、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

学部から大学院へ：カリキュラムと進路

工学部 計数工学科 システム情報工学コース

2年冬

コース
決定

3年～4年

計数の基礎

回路とシステムの基礎

計測通論 C

信号処理論第一

計算機科学概論

基礎数理

電磁気学第一

数値解析

数学1D

数学及び力学演習 I

計数工学プログラミング演習

システム情報の基礎

制御論第一、第二

信号処理論第二

回路学第一、第二

計算システム論第一、第二

認識行動システム論第一、第二

システム情報工学概論

画像処理論

センサ・アクチュエータ工学

応用音響学

数理情報工学コースの科目

両コースの共通科目

卒業論文

テーマ例：

VLSI設計

プロセッサ開発

超並列応用

システム制御理論と応用

ロボスタ制御

モデリング

適応・学習

人工現実感

自律分散システム

サイバネティクス

ロボティクス

センサ融合

知能化集積センサ

画像処理

パターン認識

視聴触情報処理

音声・音楽情報処理

脳機能計測

逆問題

システム情報工学 コース

「認識と行動」のメカニズムの体系的な理解とその工学的実現を目標とする。人工物であれ生命体であれ、これをシステムとして見たとき、どのような「機能」が、どのような「しくみ」やどのような「ハードウェア」によって実現されるのか、という問題を扱う。物理・情報・システム系の基本的で幅広いカリキュラムを積極的に生かし、物理と数理のバランスのとれた素養の上に、専門科目の教育を行う。

大学院 情報理工学系研究科 システム情報学専攻

他大学

修士課程

博士課程

信号処理特論	動的システム論
システム情報基礎論	認識システム特論
認識システム特論	計算システム特論
行動システム特論	福祉工学特論
人工現実感特論	戦略型IT特別講義
物理情報論	計測制御システム論
物理情報デバイス論	バイオサイバネティクス
実世界情報システム講究	画像システム特論
システムアーキテクチャ論	脳工学特論
逆問題特論	音響システム特論
脳システム解析論	生物物理システム特論
システム制御論	サイバネティクス・自律システム基礎論

修士論文

博士論文

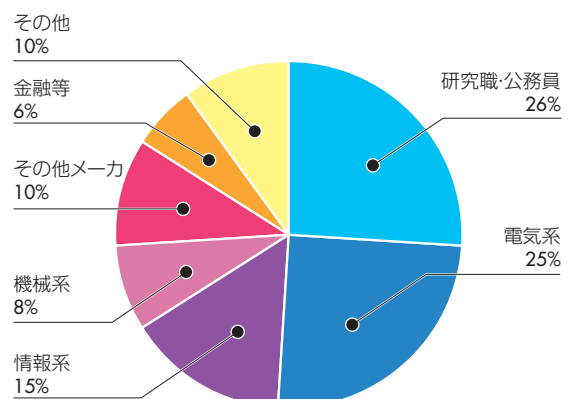
創造情報学専攻

新領域創成科学研究科

他大学大学院

就職(学部卒業後)

就職(修士課程修了後)



システム情報学関連研究室一覧

研究室	教員名	専門分野	大学院
第1研	猿渡 洋 教授	音声・音響信号処理、音楽情報処理、統計的信号処理、機械学習、非線形システム解析	システム情報
第2研	眞溪 歩 准教授	信号処理工学、脳機能計測、Brain-Machine Interface、認識行動科学	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
	奈良 高明 准教授	逆問題、間接計測、非侵襲計測、非破壊検査、磁場源定位センサ	システム情報
第4研	篠田 裕之 教授	触覚インタフェース、触覚・生体情報のセンシング、二次元通信、センサネットワーク	システム情報 新領域複雑理工
	牧野 泰才 講師	触覚センサ、触覚ディスプレイ、触覚情報処理、マン・マシンインタフェース	システム情報 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、制御系統統合設計、量子制御、最適化	システム情報 創造情報
	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	システムアーキテクチャ、センサフュージョン、ビジョンアーキテクチャ、ダイナミックイメージコントロール、メタパセプション	システム情報 創造情報
	渡辺 義浩 講師	ビジョンアーキテクチャ、高速ビジョン、リアルタイム画像センシング、映像メディア、デジタルアーカイブ	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
	星野 隆行 講師	生物物理システム、細胞工学、ナノ構造科学、自己組織化機構、生体機能制御、認知的インタフェース	システム情報
第8研	中村 宏 教授	コンピュータアーキテクチャ、VLSI システム、並列分散コンピューティング、ディペンダブルコンピューティング	システム情報
	近藤 正章 准教授	マイクロプロセッサ、ハイパフォーマンスコンピューティング、コグニティブコンピューティング	システム情報
先端研	生田 幸士 教授	バイオマイクロマシン、マイクロ光造形、化学 IC、メディカルロボティクス、手術支援用ロボティクス	システム情報
連携講座	亀岡 弘和 客員准教授	統計的信号処理、音声モデリング、音声・音楽・音響信号処理、機械学習、計算論的聴覚情景分析	システム情報
協力講座 情報基盤センター	品川 高廣 准教授	オペレーティングシステム、システムソフトウェア、仮想化技術、セキュアコンピューティング	システム情報 総合文化広域システム科学

猿渡研究室

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

研究テーマ

主に音メディアに関する現象の理解・情報処理・制御を目指し、波動場を意識した新たな信号処理の創出及びそれを応用した情報処理システムの構築に関して研究を行う。具体的には、対象波動がその生成源や伝搬環境による物理的制約や統計的性質を有することに着目し、それらを効率的に取り扱うことのできる新しい統計数理モデルと機械学習理論の構築を通じて、人間の音情報処理能力の拡張や新しい芸術創出への工学的貢献を目指す。

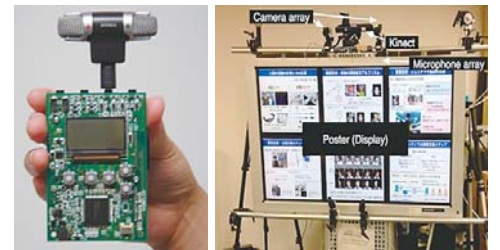


猿渡 洋 教授

工学部 6号館 244号室
hiroshi_saruwatari@ipc.i.u-tokyo.ac.jp
03-5841-8706

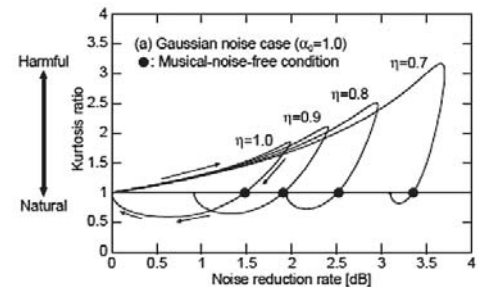
音響信号処理に基づくコミュニケーション拡張

波動物理を汲み入れた統計的信号推定理論を駆使し、位相構造保持型独立成分分析や非線形音源分離アルゴリズム等を提案している。これらを利用して、教師情報を必要としない柔軟なブラインド信号処理系を実現する。また、それを応用したヒューマンインターフェイスやユニバーサルコミュニケーション支援システムの構築を行う。



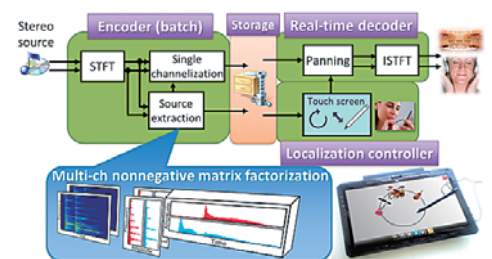
非線形信号処理系の数理解析と感性定量化

近年、音響信号に用いられる非線形信号処理系の統計量解析を通じて、低次 - 高次統計量空間にヒステリシスが存在し、それが聴覚印象の不動点を生み出していることが見出されている。これに基づき、人間にとって聴覚的に意味のある統計的信号推定方法は何かを追求し、新しい信号処理の枠組みを創出する。



ユーザオリエンテッドな音楽情報処理

多様な多次元音楽メディアに対し機械学習論的な手法を適用し、時空間頻出パターンに基づく信号解析など、高品質な音楽信号処理を実現する。また、これに基づくユーザオリエンテッドな音楽情報処理系を構築し、新しい芸術創造に関する工学的貢献を目指す。



音バーチャルリアリティ・音拡張現実感

複雑な音響波動場の観測・伝送・変換・再生処理を統一的な数理で記述し、より高精度な音響波動場の再現理論を創出する。また本理論に基づき、超臨場感音バーチャルリアリティや人間と機械のインタラクションを補間する音拡張現実感システムを構築する。



眞溪研究室

<http://www.isp.ac/>

研究テーマ

脳とシステム：システム論にもとづく手法を用い、脳機能を計測・解析し人間が幸福に過ごせるように脳に働きかける研究を行っている。現在の当研究室オリジナルの研究テーマとして、以下の3つが挙げられる。

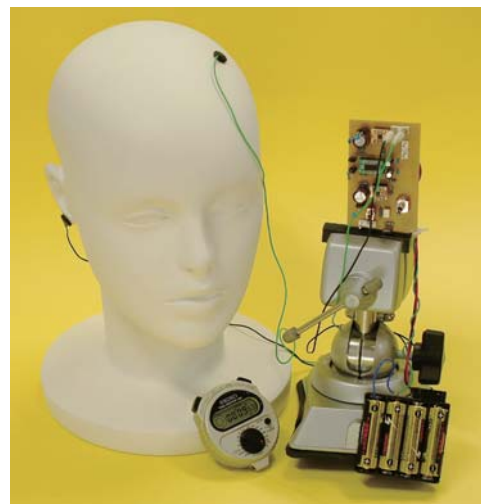


眞溪 歩 准教授

工学部 1 号館 141 号室
<http://www.isp.ac/>
03-5841-7768

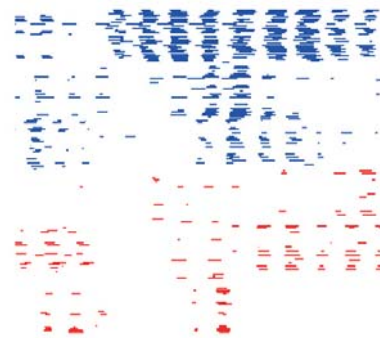
経頭蓋細胞外インピーダンス制御 (tEIC) による脳機能の促進と抑制

人間の頭部に非侵襲に抵抗を取り付けると、それは必ず並列接続になるので、神経電源から見たインピーダンスは減少する。したがって、神経電源から流れ出る樹状突起電流は増加し、膜電位を脱分極側へシフトさせる。抵抗を負性抵抗に変えると、その効果を増大できるばかりでなく、過分極側へもシフトできる。この技術 (tEIC) を利用し、脳機能を変調する研究を行っている。たとえば、ボタン押し課題では有意な反応時間の短縮を確認している。



情報標識追跡法

20 世紀の脳神経科学は、染色から始まり PET・OR など、物質への各種の標識追跡法によって牽引されてきた。これに対し、事象関連電位計測において、情報を標識し脳内情報処理の様子を追跡・検定する手法を開発している。この基礎となる技術は、携帯電話の通信に用いられる擬似乱数系列による実験コーディング・脳波デコーディングとブートストラップ検定である。



人間の磁気感受性の計測と再獲得

人間は、磁気感受性を有する生物と同じようにマグネタイトなどの器官を有しており、かつては、あるいは現在でも無意識下では磁気感受性を有しているかもしれない。動物実験などで得られた知見や、上記の情報標識追跡法を利用して磁気誘発脳波の計測を行い、上記の tEIC によってその再獲得を目指している。磁気感受性から離れて本研究を一般化すると、無意識下での情報処理の研究といえる。



安藤・奈良研究室

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

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) 逆問題と間接計測。厳密直接代数解法、計測構造の構築、非侵襲計測・非破壊検査への応用。



安藤 繁 教授

工学部 6 号館 245 号室
ando@alab.t.u-tokyo.ac.jp
03-5841-6925

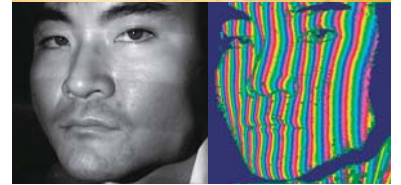
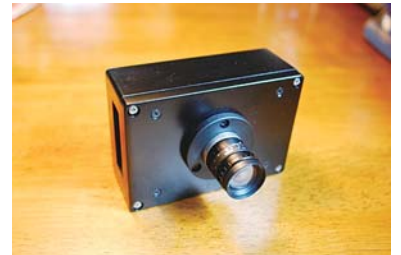


奈良 高明 准教授

工学部 6 号館 242 号室
nara@alab.t.u-tokyo.ac.jp
03-5841-6916

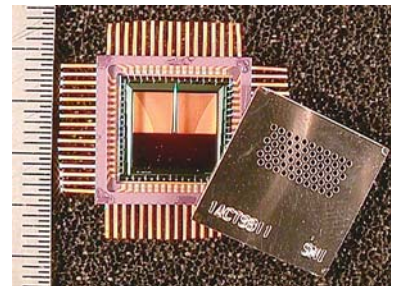
時間相関型イメージセンサ

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。



生物模倣型音源定位音響センサ

人間の聴覚器官である蝸牛・基底膜にヒントを得て、原理上完全な音響エネルギー変換効率、超広帯域・ダイナミックレンジをもつ超小型マイクロフォンを実現。また小さな体で高い音源定位能力をもつヤドリバエにヒントを得て、波面方向に選択的感度をもつダイアフラム構造を有する音源定位小型マイクロフォンをシリコン微細加工技術で作成。



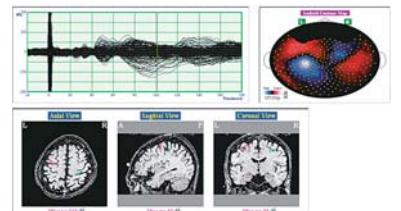
厳密逆問題解法に基づく瞬時音源定位システム

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。



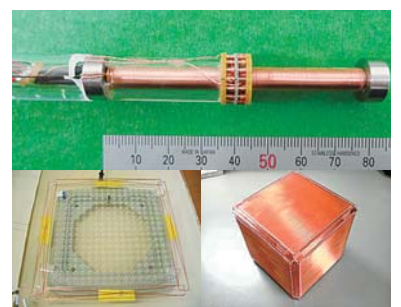
脳磁場逆問題の直接代数解法

頭部表面データ観測した脳磁図データを基に、脳内の神経電流源位置を代数方程式の解として求める手法を構築。逆問題を順問題的に解くことができ、最適化の初期解としても有用である。



ソース逆問題のための磁場荷重積分センサ

磁場の円周上フーリエ係数や、荷重線・面積分を直接計測するセンサを開発。漏洩磁束探傷、RFID タグの三次元定位、雪崩・瓦礫中要救助者の探索など、磁場源推定逆問題に応用。



篠田・牧野研究室

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

研究テーマ

システムの中に新しい物理現象や物理的構造を導入することで、従来の壁を越える実世界情報環境を実現する。特に人間、環境、その相互作用のセンシングや、五感、特に触覚に働きかけて人間を支援する技術について、ハードウェアレベルからの提案を行っている。斬新な発想に基づく基礎的・普遍的成果を目指すとともに、それらが人々の問題を解決し、実用技術として幅広く活用されるまでのプロセスも研究テーマに含まれる。



篠田 裕之 教授

工学部 6 号館 241 号室
hirozuki_shinoda@k.u-tokyo.ac.jp
03-5841-6926



牧野 泰才 講師

工学部 6 号館 241 号室
yasutoshi_makino@k.u-tokyo.ac.jp
03-5841-6900

触覚インタフェース

人間の身体の表面に余すところなく備わっている触覚に注目し、触覚を活用する新しい情報システムの研究を行っている。触覚受容器の物理的な知覚特性をはじめ、人間の知性・知能の根底を支える心や感情と触覚がどのように関係しているかを解明し、触覚への刺激によって人間の生活・行動を支援するシステムを具体化する。



さわれる空中映像。超音波で触覚を誘起することにより、空中映像に触感を付加する

触覚・生体情報のセンシング

人間が感じている触覚や生体の情報を、人間の行動を制限することなくセンシングする技術を研究する。例えば空中超音波の放射圧を用いて離れた場所から硬さ分布を計測するシステムを研究し、映像・音声だけでなく触覚情報までもブロードキャストできるシステムに応用する。また、筋肉が発生している力を遠隔計測する技術を確立し、人間の行動支援に応用する。



物体を把持する手の硬さを非接触で計測し、把持力を推定

二次元通信

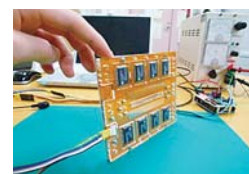
薄いシート内を伝播する電磁波によって情報と電力を伝送するシステムを研究する。生活環境での安全なワイヤレス電力伝送、無線と干渉しない高速信号伝送などの技術を確立し、ワイヤレス・バッテリーレスの新しい情報環境を提案する。また、微小なセンサや機能部品を大面積の柔軟体に分布・連携動作させる技術を確立し、ロボットの人工皮膚やウェアラブルコンピューティングなどに応用する。



面に沿って伝播する電磁波で信号と電力をワイヤレス伝送する

テラヘルツ波フェーズドアレイ

周波数1THz、波長0.3mm程度の電磁波を活用する通信・計測システムを研究する。テラヘルツ波の波面を自在に制御するデバイスを確立し、超高速無線通信、生体計測、超高速・高精度の人間行動計測技術を開発する。またテラヘルツ波を活用する応用システムを研究する。



テラヘルツ波面を電子制御可能な世界初のフェーズドアレイ

複雑理工学

既存の個別学問分野から派生する未開拓の領域を研究テーマとし、人類が解決を迫られている重要課題に取り組む。複雑システムとしての人間・社会の問題を、物理情報学をツールとして解決する。

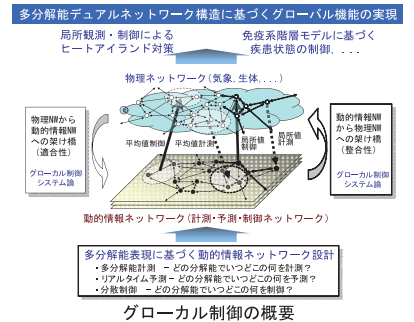


原・津村研究室

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

研究テーマ

本研究室の主たる研究テーマは、システム制御理論の基礎理論とその応用である。特に最近、複雑・大規模・分散化するシステムの高速かつ高精度な制御系の実現を目指し、ローカルな観測・制御によりグローバルな機能を実現する「グローバル制御」の理論構築を進めている。これにより生体系、環境系、マルチエージェントシステム等、様々な複雑大規模で非均質な系の制御が実現可能となる。



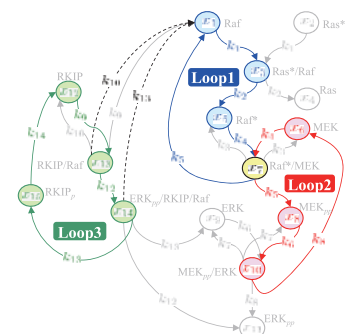
システム制御理論の新領域への展開 (ネオサイバネティクス)

「**バイオシステムの制御**」: 遺伝子ネットワーク・細胞ネットワークなど生体系のダイナミクスを対象とし、そのメカニズムの解析・設計を目指す。

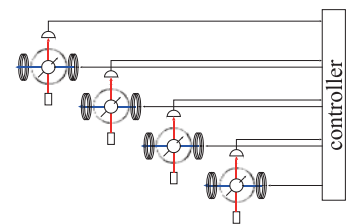
「**量子力学系の制御**」: 量子コンピュータ等、量子状態を利用した情報システムの実現において重要となる、量子状態の制御について研究する。

「**社会システムの制御**」: プライシング・分散最適化アルゴリズム等を用いた社会システム・電力ネットワークの制御に関する研究。

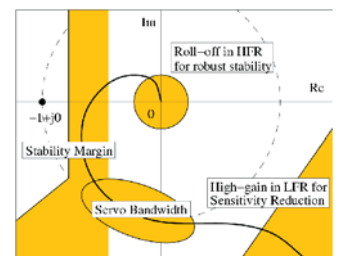
「**制御理論と情報・通信理論の融合**」: 制御システムを流れる信号の量と制御性能の関係の解明。



システムバイオロジー



フィードバック制御による多ビット量子スピン系のエンタングルド状態生成



一般化 KYP 補題

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。

「**大規模系の制御**」: 多数のサブシステムがネットワーク結合したシステムや都市の気象といった大規模な系の制御に関する研究。

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、ロバスト制御・グローバル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、階層化システムに対するシステム同定の手法を開発する。

「**多分解能階層化ネットワークモデリング**」: 気象・生体・スマートグリッド等の大規模複雑な動的システムについて、そのマルチスケール性の特徴を的確に捉えたモデリング理論を創出する。



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

石川・渡辺研究室

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

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。



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



渡辺 義浩 講師

工学部 6 号館 254 号室
Yoshihiro_Watanabe@ipc.i.u-tokyo.ac.jp
03-5841-6936

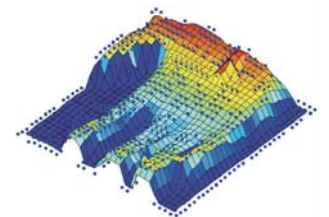
センサフュージョン

センサフュージョンの目標は、複数の感知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。



ビジョンアーキテクチャ

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システムアーキテクチャのデザインとその研究開発を行っている。並行して、高速ビジョンのための独自の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・ビジョンプロセッサ (3) 高速画像計測・認識 (4) 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) 高速可変焦点レンズ、(3) 高速光学系制御による動的映像計測。



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。



創造情報学

意味のある新しい情報システムの創造を目指して、システム構築の3要素である、1) 計算理論、2) 情報表現とアルゴリズム、3) ハードウェアに関して、その限界性能を追求するとともに、システムとしての新規性や可能性を追い求めている。大学の外部との連携も視野に入れ、社会が受け入れるシステムの創造を目指す。

満渕・星野研究室

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

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／認知的インタフェース／細胞・組織工学／生物物理システム／ナノ構造科学 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。



満渕 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



星野 隆行 講師

工学部 14 号館 6 階 621 号室
Takayuki_Hoshino@ipc.i.u-tokyo.ac.jp
03-5841-6880

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。

(1) 神経インタフェースデバイスの開発

神経信号を、安全に、長期間安定して計測（または刺激）可能なデバイスの MEMS 技術を用いた開発 (図 1)

(2) 次世代義手システムの開発

自分の手のように自在に動かし（運動神経情報による制御）かつ感覚を感じる（感覚神経へのセンサ情報入力）のできる次世代義手システムの開発 (図 2)

(3) ラットカーシステムの開発

ラット大脳運動野神経信号による車両制御システムの開発

(4) 自律神経情報による人工心臓制御

(図 3)

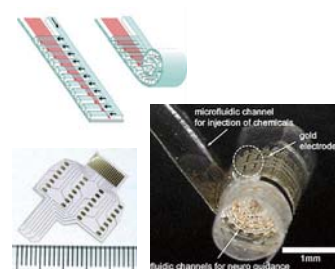


図1: 神経インタフェースデバイス

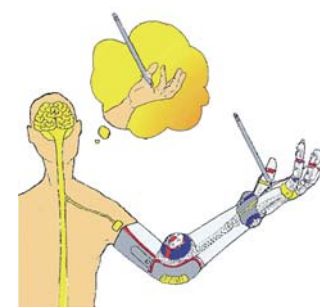


図2: 次世代義手システム

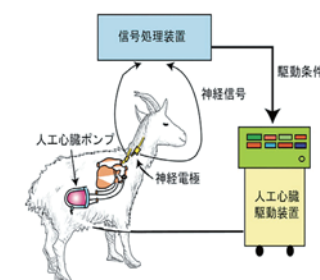


図3: 自律神経系情報による人工心臓制御

情報空間と物理化学現象をつなぐ ナノインタフェース

生命現象における物理化学現象と情報空間とをリアルタイムに接続するナノインタフェースを、電子ビームなどを用いて構築し、細胞がつくる自己組織的な形状および機能形成の過程を明らかにする。(図 4)

認知的インタフェース

ヒトの認知的情報から生成される運動計画をリアルタイムかつ非侵襲的に計測することで、認知した外界情報との相互作用を予測するインタフェースが構築できる。これを歩行アシストシステムの段差予測などに実装し、転倒防止など医用工学的な用途に応用する。

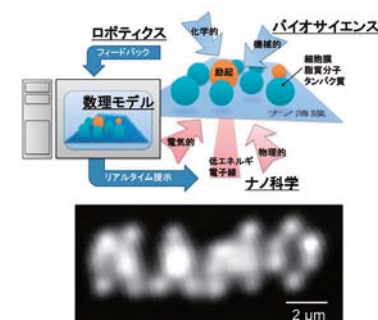


図4: 情報空間と物理化学現象をつなぐナノインタフェースと描画したナノ文字

中村・近藤研究室

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

研究テーマ

物理世界と情報世界の高度なインタラクションの実現を目指し、高速性・低電力性・信頼性・安全性・快適性などを備える高品質なコンピューティングの実現を目指している。この目標に向けて、回路実装・アーキテクチャ・システムソフトウェアの連携・協調による超低消費電力 VLSI システムの開発、超高性能計算システム、IoT / サイバーフィジカルシステムに関する研究を行っている。



中村 宏 教授

工学部 1 号館 507 号室
Hiroshi_Nakamura@ipc.i.u-tokyo.ac.jp
03-5841-6915



近藤 正章 准教授

工学部 6 号館 247 号室
kondo@hal.ipc.i.u-tokyo.ac.jp
03-5841-0445

超低消費電力VLSIシステム

半導体集積度の向上に伴い、リーク電流による消費電力の増大などの問題が顕在化し、消費電力の飛躍的な低減が VLSI システムに求められている。そこで、デバイス回路実装・アーキテクチャ・システムソフトウェアが階層を越えて連携・協調することで、極めて低い消費電力で高い性能を達成する VLSI システムの実現を目指す研究を行っている。

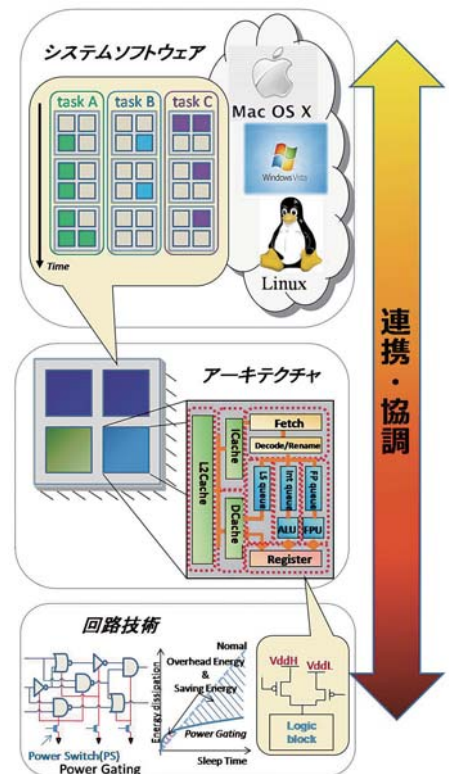
- ・ 細粒度電源制御を実現する回路技術
- ・ コグニティブコンピューティング向け VLSI
- ・ モデリングと状態監視による効率的なプロセス管理・電源制御手法
- ・ 次世代不揮発メモリを用いたノーマリーオフコンピューティング
- ・ 誘導結合を利用した3次元VLSIシステムの構成方式

超高性能計算システム

スーパーコンピュータに代表される超高性能計算システムには、非常に高い性能を限られた電力で達成することが求められる。そのため、システムの構成方式、性能と電力のモデリングに基づく実行時制御など、電力あたりの性能を飛躍的に向上させる超高性能計算システムの研究、およびシステムソフトウェアの開発を行っている。

IoT / サイバーフィジカルシステム

物理世界（フィジカル）のあらゆるものをインターネットで接続し、そこから得られる膨大なデータを情報世界（サイバー）で集約して利活用する IoT (Internet of Things) 技術が注目されている。IoT では、種々の制約の中でデバイスを動作させつつ、増え続ける膨大なデータを適切に処理することが求められる。そのため、センサ～ネットワーク～サーバを一体的に最適化する設計方法論とアーキテクチャを研究している。



生田研究室

研究テーマ

現状技術では実現困難な次世代医用工学の創成を目的とした研究と教育を行っている。バイオマイクロマシンや医用ロボティクスが進展すれば、現在では想像もできない高度な医用福祉機器やバイオテクノロジシステムが実現できる。概念提案と実証開発を推進している「化学ICチップ」や「光駆動ナノマシン」は、医学だけでなく生命科学全般の強力な研究ツールとなる。本研究室で世界に先駆け開発された能動内視鏡や能動カテーテル、化学ICチップ、マイクロ光造形法 (IHプロセス) 等は、世界的規模で追従研究が開始されつつある。新原理と新発想をキーワードにしたユニークな研究テーマ群は、すべて「夢のある」もので、博士課程のテーマとして最適である。

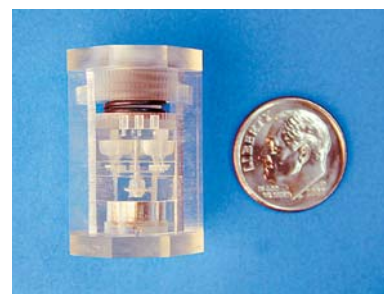


生田 幸士 教授

工学部 6 号館 243 号室
Koji_ikuta@ipc.i.u-tokyo.ac.jp

バイオマイクロマシン

レゴキットのように複数のマイクロ化学チップを結合して様々な分析・合成系を構築できるユニークな「化学集積回路」(化学 IC チップ) の基盤技術の創製と、体内埋め込み型デバイス、システム生物学応用を進めている。20 世紀のエレクトロニクスの進歩が高度情報社会をもたらしたように、本プロジェクトで展開される化学 IC チップが 21 世紀のバイオ医療を革新する。最近では、人工毛細血管や再生医療用ナノデバイス、体内埋め込み型化学 IC チップなどの開発にも注力している。



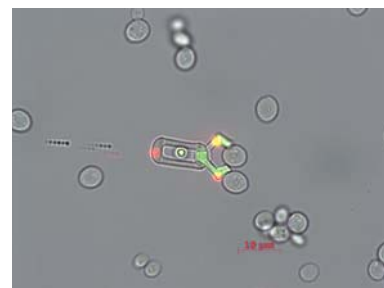
マイクロ光造形法と光駆動ナノマシン

3 次元マイクロマシン作製手法の草分けであるマイクロナノ光造形法を駆使し、世界最小の 10 ミクロンの遠隔操作ロボットの試作に成功している。数ミクロンサイズの生きた細胞からの反力を感じながらレーザー光で微細操作できるシステムも完成。



新原理メディカルロボティクス

未来の医療用ロボティクス・メカトロニクスの実現には、従来のメカトロニクスの流用では限界がある。この理由は、工業と医療ではメカトロニクスに対するニーズに大きな隔たりがあるからである。そのため医療メカトロニクスの構築が重要となる。この観点から、単に新しい医療機器の個別開発だけに留まらず、医療メカトロニクスの基盤技術全体の向上を目的とした次世代のロボティクスを探求している。脳内など深部臓器の遠隔微細手術を可能にする「マイクロフィンガー」など、名医でもツールが入らない部位の手術にトライしている。



亀岡研究室（連携講座）

研究テーマ

ユニークな発想で究極の高品質に挑戦します。

広い意味での通信や生活の質の革新的向上を目指し、高音質、高臨場感を志向した音声・音楽・音響信号の信号処理、情報処理および符号化に関する基礎研究に取り組みます。統計的機械学習理論、ハードウェア技術、人間科学や脳科学の知見なども含む隣接分野の成果を柔軟に生かしつつ、標準化や実用化も視野に入れて世の中に貢献します。

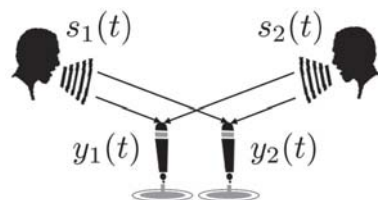


亀岡 弘和 客員准教授

工学部 6 号館 240 号室
Hirokazu_Kameoka@ipc.i.u-tokyo.ac.jp
03-5841-6901

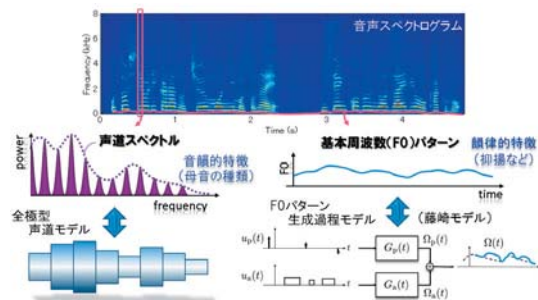
時空間音響情景分析の研究

人間は両耳から入る音から、周囲の状況や気配を察知したり、どのような音がいつどこで鳴っているかを聴き分けることができる。本研究では、このような音環境理解（音響情景分析）能力を計算に備えさせることを目的とし、音の物理的性質をベースにした音響信号の時空間モデリングと、人間の聴覚機能をヒントにした音の認識プロセスの確率モデリングに基づく新たな音響情景分析手法の確立を目指している。このような手法が確立されることで、ライフログ音響ダイアライゼーション、動画・音声コンテンツのインデキシング・サーチ、聴覚障害者のための音響環境提示、高齢者の生活安全モニタリングなど、次世代の情報社会を支える広範なシステムへの応用が可能である。



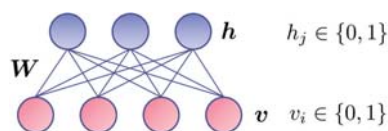
音声生成過程の確率モデルと韻律分析合成系

1960年代に開発された線形予測符号化（LPC）技術は近代式の音声分析合成系を誕生させ、携帯電話という巨大ビジネスと音声情報処理という新たな研究パラダイムをもたらした。LPCは、言語情報に関する音韻的特徴の分析合成を実現するものであったのに対し、本研究では、言い回し、調子、感情、意図といった非言語情報に関する韻律的特徴の分析合成系を確立し、今までにない新しいタイプの音声情報処理の枠組を構築することを目指している。具体的には、音声の基本周波数軌跡を物理モデル及び生理学的知見に基づき確率モデル化し、声に含まれる表情や個人性の成分の抽出、表情豊かな音声・歌唱合成、音声表情変換などの新しいアプローチを検討している。また、音韻的特徴を表現するフォルマント周波数の生成過程に着目した新しいテキスト音声合成系の研究にも取り組んでいる。



音響信号処理のための確率モデルと補助関数法に基づく学習アルゴリズムの研究

音響信号処理のための新しい確率モデルの創出と、学習アルゴリズムの構築を両輪として音声音響信号処理の各種問題に挑んでいる。特に、音声音響信号処理に関わる様々な非線形最適化問題に対し、補助関数法と呼ぶ最適化手法の原理に基づく効率的な学習アルゴリズムを多く提案している。



品川研究室(協力講座 情報基盤センター)

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

研究テーマ

オペレーティングシステム (OS) や仮想化ソフトウェアをはじめとした最先端のシステムソフトウェアに関する研究をおこなっている。Linux や Windows 等の既存 OS のカーネルや、我々の研究室で独自に研究開発している国産の仮想化ソフトウェア「BitVisor」などをベースとして、セキュリティや信頼性向上、システム管理、クラウドコンピューティングなどに関する研究開発をおこなっている。プログラミング言語は主に C/C++ やアセンブラである。



品川 高廣 准教授

情報基盤センター 4 階 414 号室
shina@ecc.u-tokyo.ac.jp
03-5841-3020

オペレーティングシステム / カーネル

オペレーティングシステム(OS)は、物理世界のハードウェアと情報世界のアプリケーションを繋ぐ架け橋となるソフトウェアである。特に OS のカーネルは、ハードウェアとソフトウェアの境界領域で動作し、システム全体の状態を把握・制御する特権を持っている。従って、OS カーネルはシステムの性能や機能、安全性などを大きく左右するコンポーネントである。本研究では、Linux や Windows などの既存の OS をベースとして、OS カーネルに手を入れることで、セキュリティ向上やストレージ高速化など、様々な機能向上や性能改善を実現するための研究開発をおこなう。また、次世代コンピュータ向けに、本研究室で独自の OS を研究開発して、OS の新しいコンセプトを提案することも目指している。

仮想化ソフトウェア「BitVisor」

仮想化ソフトウェア（仮想マシンモニタやハイパーバイザ等と呼ばれる）は、ハードウェアと OS の間に入り込んで動作して、ハードウェアを仮想化して OS に見せることにより、新たな機能を提供するためのソフトウェアである。当研究室では、ゼロから新たに開発した国産の仮想化ソフトウェアである「BitVisor」をベースとした研究を数多くおこなっている。従来の VMWare や Xen、KVM などの仮想化ソフトウェアの多くは、1 台のハードウェア上で複数の OS を動作させることを目的としているのに対し、BitVisor は仮想化技術を活用してセキュリティやシステム管理など新たな機能を OS に依存せず実現することを目的としている。動作する OS を 1 つに限定することにより、仮想化ソフトウェアのオーバーヘッドやサイズを大幅に削減することが可能になっている。

セキュア・コンピューティング

OS カーネルや仮想化ソフトウェア、さらにはコンパイラやアプリケーションとも連携することで、システム全体としてセキュアなコンピューティング環境を提供することを目指している。例えば、OS カーネルによる保護機構とコンパイラによる保護命令を組み合わせることでバッファオーバーフロー攻撃に対処する仕組みを構築したり、アプリケーションを特権分割して攻撃時の被害を最小限に抑える仕組みを構築したりする手法に関する研究開発をおこなっている。また、OS のセキュリティポリシー記述が複雑になる問題を軽減するために、オブジェクト指向言語により OS カーネルのポリシー記述をおこなう方式の研究もおこなっている。

アプリケーション
(情報世界)

オペレーティングシステム



機能向上

性能改善

ハードウェア
(物理世界)

ゲストOS



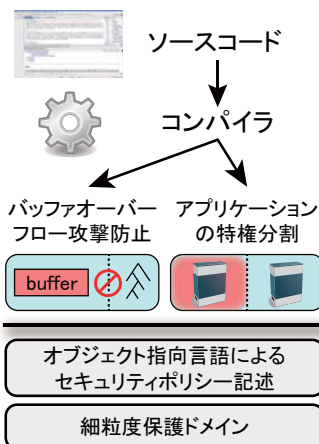
仮想化ソフトウェア

BitVisor

ストレージ管理

ネットワーク管理

CPU管理



博士・修士論文題目抜粋

(システム情報学専攻)

博士課程

氏名	題目	指導教員
橘 秀幸	Music Signal Processing Exploiting Spectral Fluctuation of Singing Voice Using Harmonic/Percussive Sound Separation (調波音打楽器音分離による歌声のスペクトルゆらぎに基づく音楽信号処理の研究)	満洲 邦彦
薦田 登志矢	Compiler Optimizations for Energy-Efficiency of Heterogeneous Computing Systems (ヘテロジニアス計算機システムの電力効率向上のためのコンパイラ最適化手法)	中村 宏
王 立輝 / Lihui WANG	Variable Focus Lens with a Large Aperture and its Applications (大口径可変焦点レンズとその応用)	石川 正俊
新倉 雄大	高速ビジョンを用いた指入力システムの研究	石川 正俊
芳賀 達也	Research of Processing Methods for Overlapped Neural Spikes using Bayesian Statistics (ベイズ推論を用いたオーバーラップを含む神経信号の処理手法に関する研究)	満洲 邦彦
長谷川 圭介	A Vibrotactile Display Based on Airborne Ultrasound Control (空中超音波制御による振動触覚提示)	篠田 裕之

修士課程

氏名	題目	指導教員
橋本 竜太	高炉非定常物理モデルシミュレータの開発と同定および繰り返し近似による階層型モデルの導出	津村 幸治
井上 聖等	発熱の分散によるプロセッサの性能向上	中村 宏
レビ ツカサ	Localization and multipole analysis of sound source using a circular array (円周アレイによる音源の定位と多重極解析)	安藤 繁
石原 達馬	音声基本周波数パターンの同時生成モデル化に基づく韻律変換	原 辰次
工藤 佑太	二次元導波路を用いた超広帯域無線通信	篠田 裕之
近藤 洋平	神経回路網の活動と回路形態の経時変化長期計測による自己組織的刈り込み現象の解析と制御	満洲 邦彦
末石 智大	高速視線制御光学系・空中超音波触覚ディスプレイ系の校正手法の研究	奥 寛雅
野口 翔平	動的環境下での高速 3 次元情報を用いた剛体と非剛体の構造再現	石川 正俊
平野 明成	微小生物学用高速3次元顕微鏡システム	生田 幸士
前田 拓哉	時空間構造に着目した動的ネットワークシステムの階層化分散制御	原 辰次
宮下 令央	高速ビジョンを用いた動的物体の視覚的質感と触覚的質感の取得	石川 正俊
安川 あかね	再生医学用マイクロ細胞培養デバイス	生田 幸士
横田 将堯	歩行運動に連動した皮膚内微小電流刺激による神経活動変化の誘発に関する研究	満洲 邦彦
吉野 数馬	空中超音波触覚フィードバックを用いる 2.5 次元タッチスクリーン	篠田 裕之
李 俊超	幹細胞における Nanog 濃度の動特性モデリングとロバストネス解析	津村 幸治

卒業生・学生の声

■ 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 東京大学大学院 情報理工学系研究科 システム情報学専攻 博士課程修了
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ひ、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、壱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。

■ システム論的な視点で量子力学の研究を行う

山本 直樹 慶應義塾大学 准教授 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 博士課程修了
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Engineering & Applied Science (EAS)で上記の研究を続けています。カルテッ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く考える一つの、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。

■ モチベーションがある人には最高の研究生活を送れる

妹尾 拓 東京大学 助教 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 博士課程修了
早稲田大学 理工学部 応用物理学科卒



学部生のとき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、システム情報学専攻で見学したロボットが、それまで見てきたどのロボットよりも格段に素早い反応をすることに衝撃を受けて、この専攻を志望することになりました。今考えると、数多く存在するロボット研究の中でも、「認識と行動をシームレスにつなぐシステム設計」というシステム情報学専攻らしいアプローチに惹かれたのだと思います。その設計思想をベースに、私は現在も継続して、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ももちろんのこと、充実した設備や環境が整っているのでモチベーションがある人にとっては最高の研究生活を送れると思います。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みたいです。

■ 分野を問わない基礎・原理を大事にする専攻

芳賀 達也 理化学研究所 研究員 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 博士課程修了
東京大学 工学部 計数工学科 (システム情報工学コース) 卒



学部生の頃に脳や生体システムに興味を湧き、大学院では理論だけ実験だけに限定せずに様々な角度からそれらにアプローチしたいと考えました。そしてシステム情報学専攻に進学してからは、脳を構成する神経細胞のネットワークからの計測信号に対し確率モデルを構築し複雑に絡み合った情報を抽出する手法の考案と、それをラット脳・培養神経細胞などに適用しその特性を解析する研究を行ってきました。本専攻では、私の所属する研究室のように生物実験を行っているところもあれば、制御理論を用いた生体システムの解析、人間の感覚系の特性を生かした新しいインターフェースの開発など様々な角度から脳・生体システムに関する研究が行われており、いい刺激を受けることができました。多種多様な研究が行われてはいるのですが、専攻におけるポリシーとして分野の壁を超えて共通する原理・本質的な考え方を重視しているため、お互いに不思議と通じ合う部分があり、自分の研究分野の学会発表よりも専攻内での輪講発表の方が厳しく本質を突いた質問をされるので毎回緊張していた覚えがあります。私は博士号取得後、理化学研究所で脳科学研究に携わることになりましたが、本専攻で培われた分野を問わない基礎はどのような進路に進むにせよ役に立つ強力な武器になると考えています。

S20 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。

S26 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。

S47 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。

H05 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。

H11 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。

H12 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。

H13 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/edu/course/ipc/index.shtml>

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

