



Department of Computer Science, University of Tsukuba

筑波大学大学院システム情報工学研究科

2010-2011

コンピュータサイエンス専攻

<http://www.cs.tsukuba.ac.jp/>

Intelligent Robots

Chaos and Fractal

Computer Architecture

Operating Systems

User Interface

Biological Engineering

Artificial Intelligence

Scientific Visualization

Electronic Circuits

Distributed/Parallel Computing

Biomedical Engineering

Knowledge Processing

Symbolic Computation

Mathematical Modelling

VLSI Technology

Realtime/Embedded Systems

Multimedia

Natural Language Processing

Theory of Programming

Operations Research

High Performance Computing

Software Engineering

Image Science

Pattern Recognition

Information Security

Control Systems

Computer Networks

Database Systems

Virtual Reality

Intelligent Systems

知能ソフトウェア

数理情報工学

計算機工学

ソフトウェアシステム

メディア工学

知能情報工学

日本最大級のコンピュータサイエンス専攻によるこそ



今日、社会のあらゆる仕組み、人間のあらゆる活動において、情報技術が欠くことのできない存在となっています。我が国の第3期科学技術基本計画(2006~2010年度)において、情報通信分野は、重点的に研究開発を推進すべき4分野の一つに位置付けられました。さらに、同基本計画では、科学技術力の基盤は人であり、日本における創造的な科学技術の将来は、我が国に生まれ、活躍する「人」の力如何にかかっていると、人材育成の重要性を謳っています。このように、社会の基盤を支え、さらに情報化を発展させる研究教育組織として、コンピュータサイエンス専攻が担うべき役割はますます増大しています。

コンピュータサイエンス専攻は、情報技術の基盤であるコンピュータサイエンスとその利用技術に関する幅広い学問の場を、日本一充実した教授陣とカリキュラムで提供しています。専攻を担当する教員は全部で67名(教授23名、准教授24名、講師15名、助教5名(2009年10月1日現在))であり、この他に連携大学院方式による連携教員6名(教授5名、准教授1名)が産業技術総合研究所から加わっています。

コンピュータサイエンス専攻における研究活動は、情報分野の基礎となる技術から先端的技术に至るまで、コンピュータサイエンスの幅広い研究分野をカバーしています。また、専攻の教員はこれまでコンピュータサイエンスの様々な分野で、世界をリードする数々の優れた研究を行ってきました。専攻の具体的な研究分野としては、数理情報学、知能ソフトウェア、ソフトウェアシステム、計算機工学、メディア工学、知能情報工学等の分野があります。

開学当初には、高度な研究とそれに付帯する専門教育を行うことが大学院の主な使命でしたが、今日では、より実践的な面を併せもつ高度技術者の育成、社会人教育、ベンチャー起業化の支援、地域貢献等も要請されるようになってきました。このような社会の要請に対応するための取組みも積極的に行っています。2006~2007年度には、文部科学省の魅力ある大学院教育イニシアティブのもと、「実践IT力を備えた高度情報学人材育成プログラム」を実施し、教育プログラムの強化を図りました。また、日本経済団体連合会の「高度情報通信人材育成に係る重点協力拠点」に選定され、2007年度から、文部科学省の先導的ITスペシャリスト育成推進プログラムのもと、「高度IT人材育成のための実践的ソフトウェア開発専修プログラム」を専攻内に開設しました。さらに、2008年度からは、文部科学省の組織的大学院教育改革推進プログラムのもと、「ICTソリューション・アーキテクト育成推進プログラム」を実施し、実践的ソリューションを提供できる研究者・高度技術者の育成に努めています。

コンピュータサイエンス専攻は、グローバルスタンダードでの卓越した研究教育拠点をめざし、今後とも、研究や教育において社会に大きく貢献していきたいと考えています。

システム情報工学研究科
コンピュータサイエンス専攻長

北川博之

教育の理念と目標

コンピュータサイエンス専攻では、情報分野の基礎となる技術から先端的技术に至るまで、「多様な社会ニーズに応える先端的かつ独創的な情報技術の創出と高度情報社会を担う中核の人材の育成」を教育研究上の理念としています。

この理念のもと、コンピュータサイエンスの教育/研究を通じて、「情報技術の多様な分野に関して深い専門性を持ち、独創性と柔軟性を兼ね備え、国際的にも通用する知識と専門的研究能力/実務能力を併せ持つ人材」を育成することを目的としています。

教員一覧

数理情報工学

北川 高嗣	教授
久野 誉人	教授
櫻井 鉄也	教授
河辺 徹	准教授
コール ジェームス	准教授
蔡 東生	准教授
徳永 隆治	准教授

知能ソフトウェア

井田 哲雄	教授
田中 二郎	教授
大矢 晃久	准教授
亀山 幸義	准教授
満保 雅浩	准教授
三末 和男	准教授
南出 靖彦	准教授
志築 文太郎	講師
高橋 伸	講師
マリン ミルチア	講師
水谷 哲也	講師

ソフトウェアシステム

加藤 和彦	教授
北川 博之	教授
李 頡	教授
追川 修一	准教授
新城 靖	准教授
前田 敦司	准教授
天笠 俊之	講師
川島 英之	講師
品川 高廣	講師
陳 漢雄	講師
平山 哲治	講師
古瀬 一隆	講師
杉木 章義	助教

高度IT人材育成のための実践的 ソフトウェア開発専修プログラム

菊池 純男	教授
駒谷 昇一	教授

計算機工学

板野 肯三	教授
海老原 義彦	教授
佐藤 三久	教授
西川 博昭	教授
朴 泰祐	教授
安永 守利	教授
山口 喜教	教授
和田 耕一	教授
木村 成伴	准教授
高橋 大介	准教授
建部 修見	准教授
佐藤 聡	講師
庄野 和宏	講師
富安 洋史	講師
山口 佳樹	講師
多田野 寛人	助教

メディア工学

工藤 博幸	教授
福井 幸男	教授
牧野 昭二	教授
亀山 啓輔	准教授
滝沢 穂高	准教授
三谷 純	准教授
山田 武志	准教授
金森 由博	助教

知能情報工学

酒井 宏	教授
平井 有三	教授
山本 幹雄	教授
狩野 均	准教授
佐久間 淳	准教授
福井 和広	准教授
乾 孝司	助教

連帯大学院

赤松 幹之	教授
栗田 多喜夫	教授
坂上 勝彦	教授
樋口 哲也	教授
佐藤 雄隆	准教授

研究グループ一覧

研究室

- 01, 情報数理研究室
- 02, システム数理研究室
- 03, 制御システム研究室
- 04, 計算・ビジュアルサイエンス研究室
- 05, カオス研究室
- 06, 記号計算研究室
- 07, インタラクティブプログラミング研究室
- 08, 知能ロボット研究室
- 09, プログラム論理研究室
- 10, 情報セキュリティ研究室
- 11, 人工知能研究室(水谷研)
- 12, データシステムエンジニアリング研究室
- 13, オペレーティングシステムとシステムソフトウェア研究室
- 14, 北川データ工学研究室
- 15, OS分散並列処理研究室
- 16, 実時間組み込みアーキテクチャ研究室
- 17, オペレーションズ・リサーチ研究室
- 18, ソフトウェア研究室
- 19, コンピュータネットワーク研究室
- 20, ハイパフォーマンス・コンピューティング・システム研究室
- 21, データ駆動ネットワーキングアーキテクチャ研究室
- 22, 集積システム研究室
- 23, インタラクティブ・アーキテクチャ研究室
- 24, 並列分散処理研究室
- 25, 電子回路研究室
- 26, イメージサイエンス研究室
- 27, 非数値処理アルゴリズム研究室
- 28, マルチメディア研究室
- 29, 適応情報処理研究室
- 30, 計算視覚科学研究室
- 31, 視覚情報処理研究室
- 32, 知能情報・生体工学研究室
- 33, 知識システム研究室
- 34, 機械学習・データマイニング研究室
- 35, コンピュータビジョン研究室

連携大学院研究室

- 36, 行動モデリング研究室
- 37, パターン認識研究室
- 38, ヒューマンセントードビジョン研究室
- 39, 適応型システム研究室

高度IT人材育成のための実践的ソフトウェア開発専修プログラム

高度IT人材育成のための実践的ソフトウェア開発専修プログラムとは？

プログラムを修了した2年後に、企業におけるITプロフェッショナルとして世界に通用する技術者になるためのカリキュラムと学習環境を提供します。産業界の協力のもと、企業における開発現場の最先端を模擬的に体験するPBL型の実習をふんだんにとり入れ、知識や理論を知るだけでなく、それを応用できる実践力を身に付けることを重視しています。

企業のメリット
優秀な人材の発掘
研修・育成の期間を短縮

学生のメリット
授業が就職活動
第一線で働ける

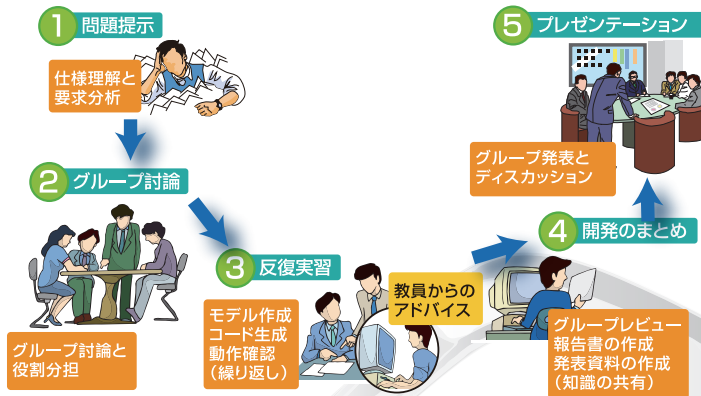
組み込みソフト系

日本のIT産業分野において、最も不足しているといわれているのが、組み込み系技術者です。特に、IT関連企業において、組み込み系システムに対するソフトウェアの品質と生産性の向上に貢献し、国際競争力を持った商品開発ができる人材は危機的な人材不足であり、そのような人材を育成することが急務となっています。

エンタープライズ系

銀行や証券、放送、流通、交通の各システムや、官公庁におけるサービス、電力供給システムなど、日常生活にかかせない大規模IT関連システムをエンタープライズ系といい、先進の技術や知識を高度に応用・活用できるITスキルと、ビジネスやサービスの視点でとらえるための経営やコンサルティングに関する知識の両面を備えた人材が求められています。

ソフトウェア開発プロジェクト型科目群



筑波大学に講師を派遣している企業等

□社名50音順です。



沖通信システム、イーグル、デンソー、東陽テクニカ、日立コンサルティング、三栄ハイテックス、SONY、日産自動車、日本IBM、日立ソフトウェアエンジニアリング(2009年10月現在) その他、社団法人 日本経済団体連合会および特定非営利活動法人 高度情報通信人材育成支援センター(CeFIL)の協力を受けています。

本プログラムの学生専用奨学金

奨学金名称(仮称)	奨学金の種類	金額・人数	応募方法	審査方法	その他の条件
新日鉄ソリューションズ奨学金	給付 (返済義務なし)	・1学年当り、筑波大学で2名 ・月額 50,000円 ・期間は最大2年間 (継続審査あり)	今後案内予定(新コース配属が決定後に審査開始、6月支給開始予定)	必要書類を提示いただいた上で、新日鉄ソリューションズにて対面での審査を実施し決定します。	・学生支援機構を除く他の奨学金との重複は不可。 ・半年に1度研究内容についての報告会を実施
NTTデータ実践IT教育奨学金	給付 (返済義務なし)	・1学年当り、筑波大学で1~2名 ・月額 150,000円 ・期間は最大2年間 (継続審査あり)	今後案内予定(新コース配属が決定後に審査開始、4月募集開始、6月末審査予定)	必要書類を提示いただいた上で、NTTデータにて対面での審査を実施し決定します。	・他の企業奨学金との重複は不可。

カリキュラム概要



2年後の未来

国際的なIT関連企業におけるソフトウェア分野の指導者的な技術者として、世界をまたにかけて活躍できる即戦力人材を目指せます。

期待の即戦力です。

The future after 2 years.

組み込みソフト系

本プログラムの組み込みソフト系カリキュラムを修了することで、各種IT機器を対象に、世界最高水準のオペレーティングシステム(OS)や、ミドルウェアといった基礎的組み込み技術、制御系CADソフトウェアを用いた組み込み制御系の開発技術などを担当する組み込み系ITプロフェッショナルとして、企業における中核的技術者として活躍できることが期待されています。

エンタープライズ系

本プログラムのエンタープライズ系カリキュラムを修了したあかつきには、ITサービス企業において、ソフトウェアパッケージの技術開発ができるITアーキテクトやプロジェクトマネジメント技術、ビジネス要件設定や開発要求の仕様化技術等最新技術を使いこなせる、プロジェクトマネージャ、ITコーディネータ、ビジネスコンサルタントとして活躍できることが期待されています。

修了生の就職実績

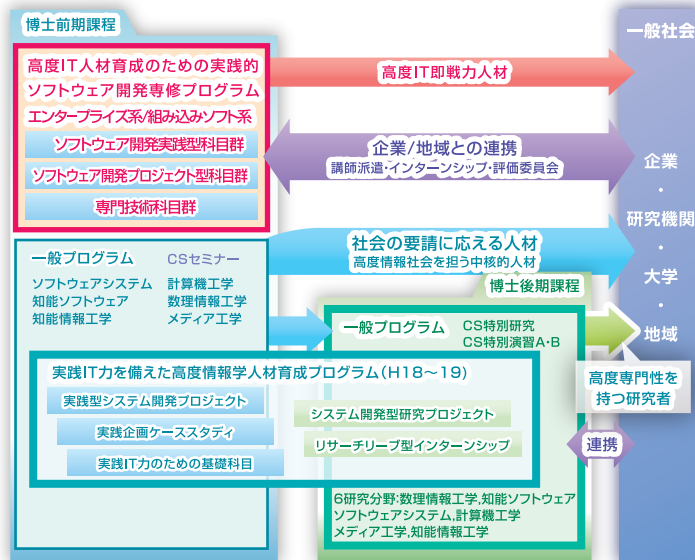
日立製作所, NTTデータ, リコー, 新日鉄ソリューションズ, ルネサステクノロジ, 富士ゼロックス, 住商情報システム, トヨタ自動車, 本田技研, 三菱重工, SONY, アクセンチュア, TIS, 韓国Unichal

現代の諸問題に対し先端的なICTによる実践的ソリューションを提供できる研究者・高度技術者の育成

ICTソリューション・アーキテクト育成プログラム

プログラムの取り組み

これまでの取り組み



新しい取り組み

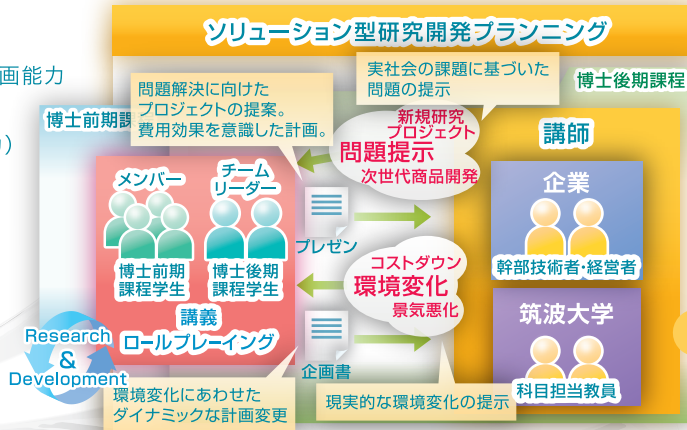


ICTソリューション・アーキテクト科目群

ソリューション型研究開発プランニング

育成能力:

- ・企画力・プロジェクト計画能力
- ・ビジネスモデル構築力
- ・説得能力(プレゼン能力)



ICTソリューションアーキテクト

知的専門職

幹部技術者

ソリューション型研究開発プランニング

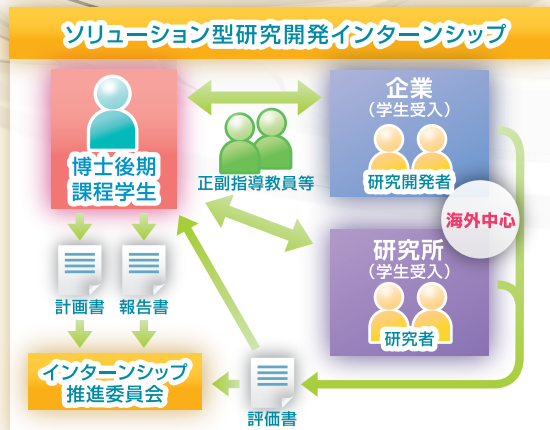
ソリューション型研究開発インターンシップ

関連科目

ソリューション型研究開発インターンシップ

育成能力:

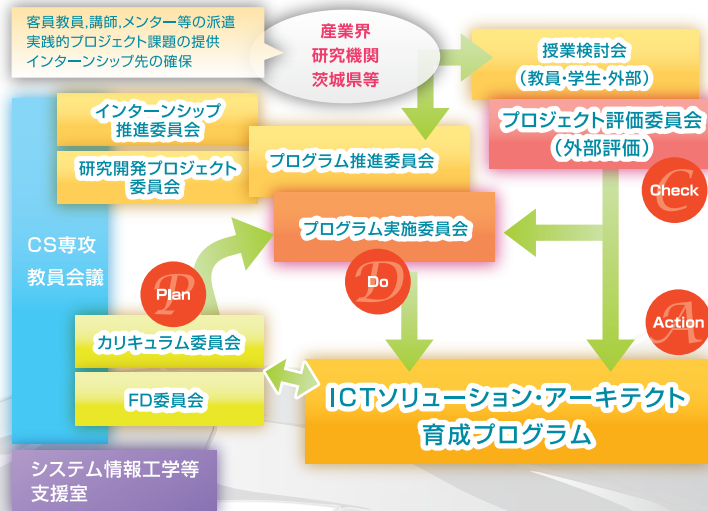
- ・問題発見能力
- ・多様な現代の実世界を多面的に理解する能力



環境・教育・医療・情報爆発・デジタルデバイスといったグローバルな問題から、次世代商品の研究開発・ビジネスモデル構築まで、進化を続ける先端ICTによって解決を図ることが期待されている問題が山積しています。こういった現代社会の要請を的確・迅速に把握し、高度なICTを基礎としてこれら課題を正しく問題設定して、研究開発チーム等のリーダーとして問題解決にあたることのできる中核的人材が必要とされています。本プログラムでは、このように高度情報化社会の中核となり、社会の要請に応えていくことのできる研究者・高度技術者の育成を目指しています。

カリキュラム概要

実施体制 PDCA

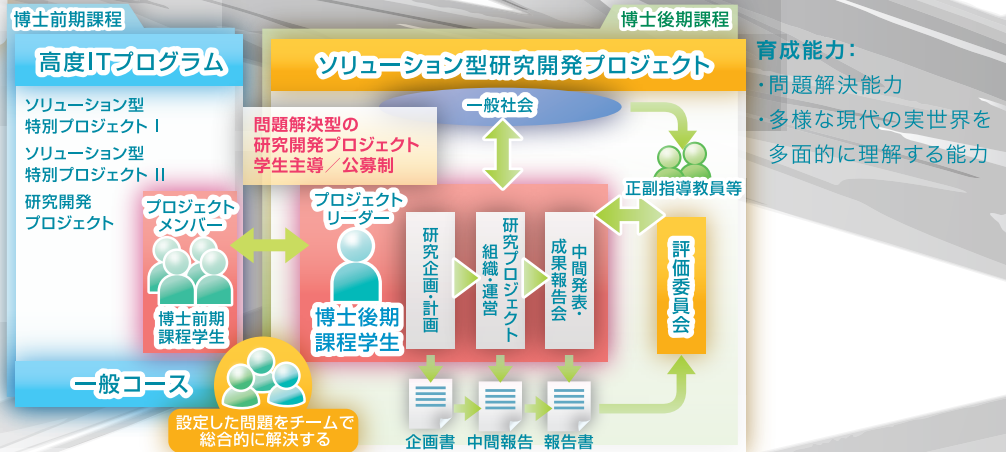


カリキュラム・履修モデル

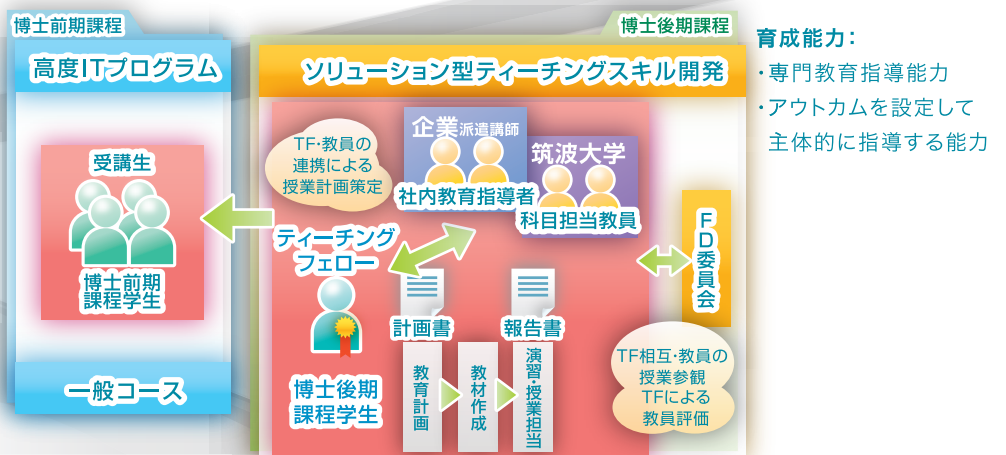


学際・国際・流動的สังคมで、現代の諸問題の解決にアプローチする

ソリューション型研究開発プロジェクト



ソリューション型ティーチングスキル開発



博士前期課程

博士後期課程

博士号取得

大学等 教員

研究者

ソリューション型 研究開発プロジェクト

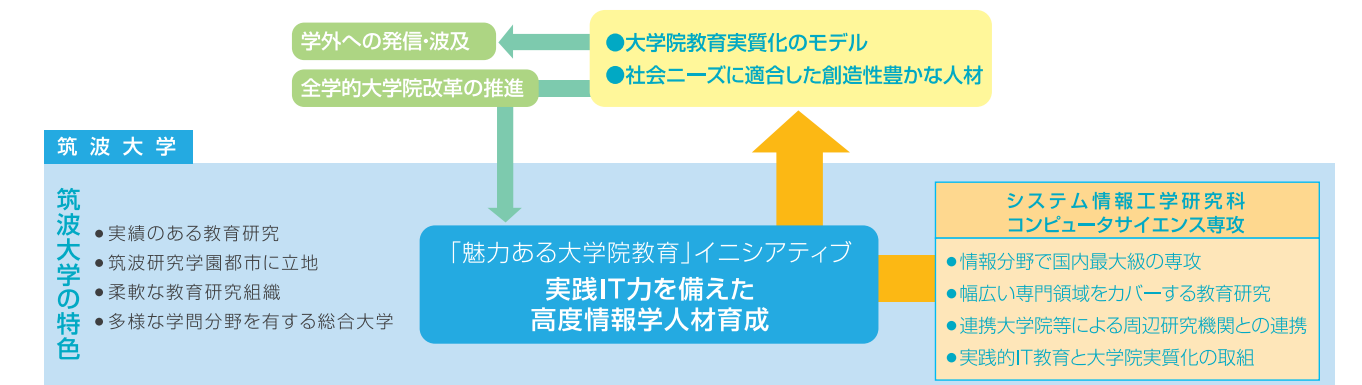
ソリューション型 ティーチングスキル



実践IT力を備えた高度情報学人材育成

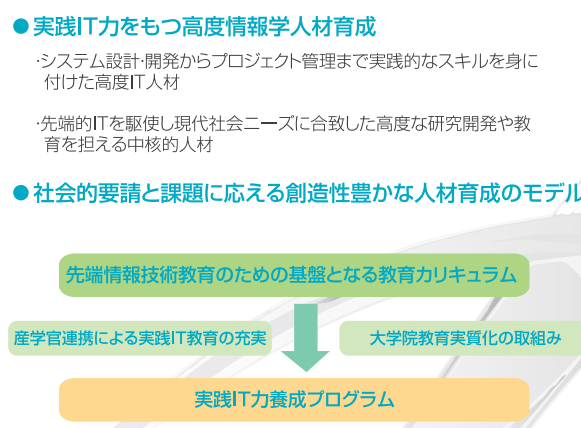
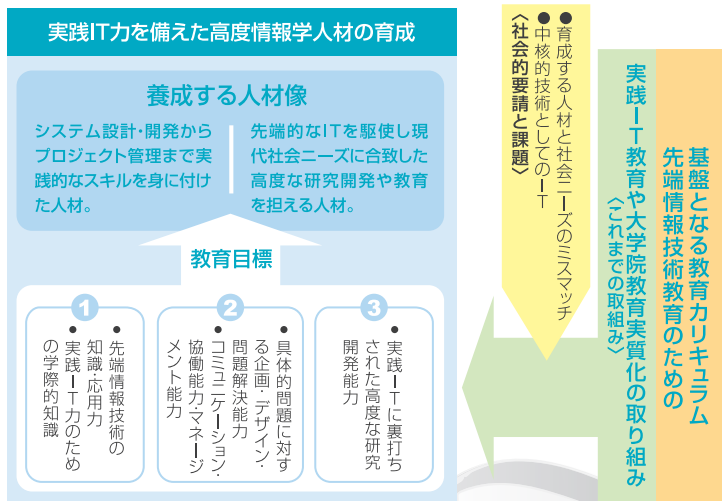
*本プログラムは、平成18～19年度に採択された文部科学省「魅力ある大学院教育イニシアティブ」に基づいて開設されているものです。

本事業の位置づけ

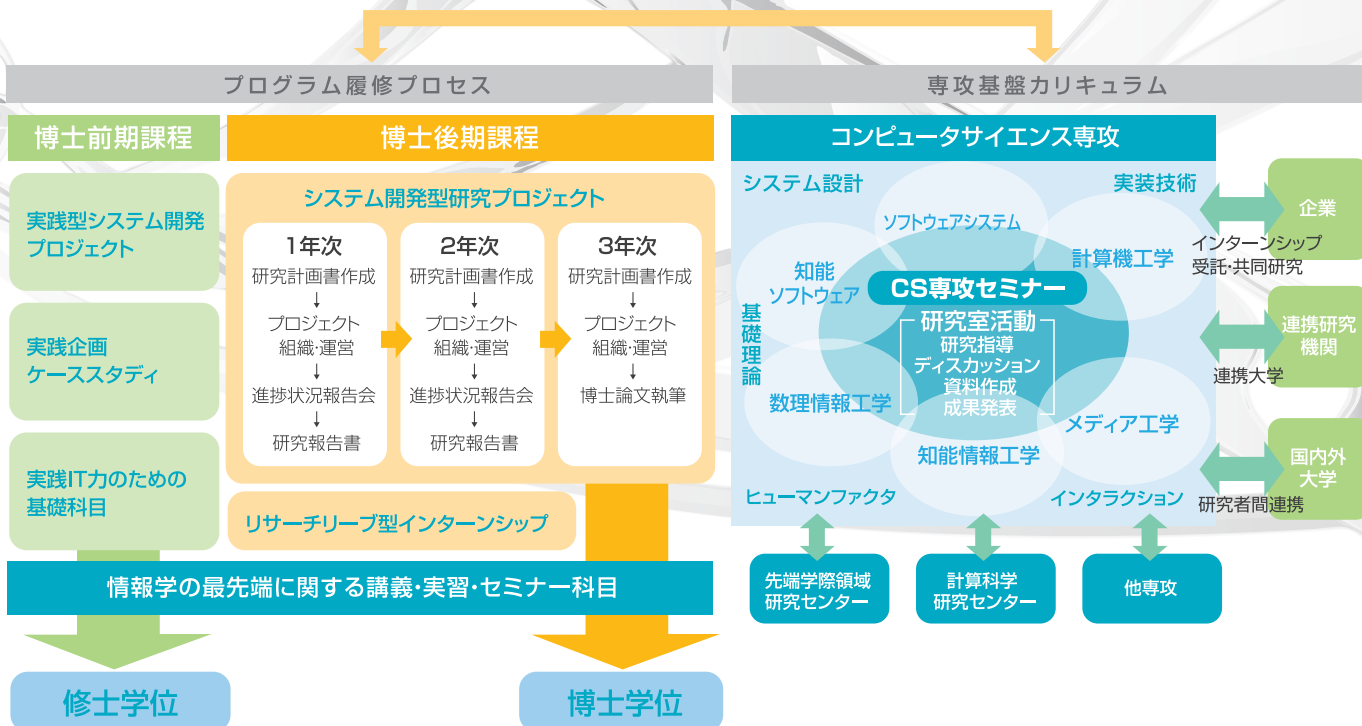


本教育プログラムの特色

期待される成果



履修プロセスと基盤教育カリキュラム





研究室紹介 ▶

情報数理研究室

北川高嗣(教授) / 櫻井鉄也(教授)

総合研究棟B 1021, 1022号室

<http://www.mma.cs.tsukuba.ac.jp/>

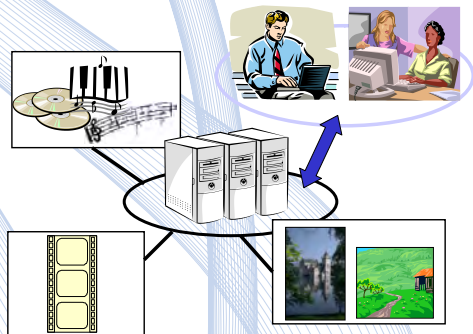
■ 研究室概要

情報数理研究室では自然や社会などのさまざまな現象やメディア・知識等のコンピュータ上の情報を数理的な手法を用いて取り扱い、分析・検索・生成・再構成等を実現しています。

■ 主な研究テーマ

● 異種メディア情報群を対象とした連想検索

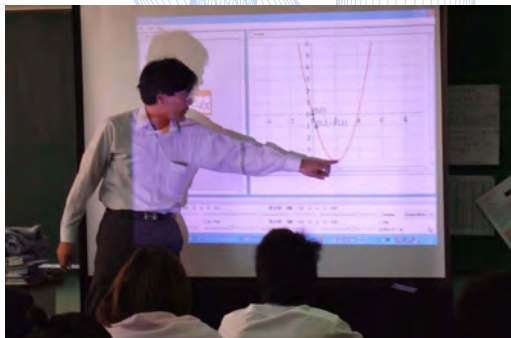
画像や音楽など異種のメディア情報群を対象とした複合的な連想検索方式を提案しています。また、連想検索の逆問題として、感性や印象に合致した楽曲などのメディア情報の自動生成への応用も行っています。



複合的な異種メディア情報群の連結・利用

● 数学教育支援システムの構築

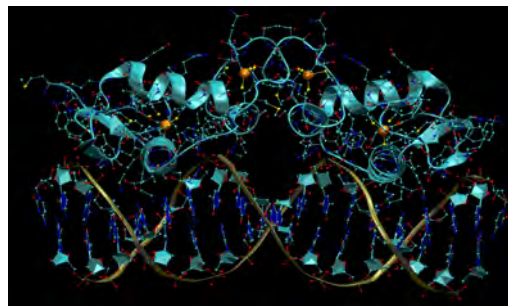
近年、学校教育において、コンピュータを活用した教育の実現が重要となってきたが、支援ツールを活用した授業は一部のみに留まります。そこで、我々は教育現場で活用されるための要素を模索し、「教育支援システム”MathGUIDe”」の開発を行っています。



高校での教育支援システムの利用風景

● 最先端コンピュータシミュレーション技術の開発

コンピュータによるシミュレーションは、新しい機能を持った素材の開発、タンパク質やDNAなどの働きの解析、自動車などの製品の効率的な設計・開発、精度の高い気象予測、素粒子理論の解明など、産業や科学の幅広い分野において使われ始めています。物理や化学、生命科学などの分野の研究者と協力して、数理的な手法を駆使した高性能なアルゴリズムの研究とプログラム開発を行っています。また、近年注目を集めているグラフィックボードを(GPGPU)を有効活用する計算アルゴリズムの開発にも取り組んでいます。



高性能アルゴリズムのバイオシミュレーションへの応用

● 検索支援システム

ネットワーク上に蓄積された膨大な知識を有効に検索・利用するためには、優れた検索支援システムが必要であると言えます。中でも特に、専門的な知識の検索を効率化するため、専門家の知識を利用した検索支援システムの開発を行っています。



専門家の知識を利用した検索支援システム

システム数理研究室

久野誉人(教授)

第3エリアF 837号室

<http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~takahito/>

■ 研究室概要

通信、生産、物流などのシステムの設計・運用には、効率よく解決しなければならない様々な問題が現れますが、その多くは最適化問題としてモデル化できます。モデル化によって解の良し悪しを評価する基準と実行可能な解の候補を特徴づけ、候補の中から基準を最適に満たす解が見つれば問題の解決です。一般には、多次元実数空間の部分集合上で関数の値を最大化、もしくは最小化するベクトルを見つける問題が最適化問題です。変数の数を表す問題の次元は1,000万を越える応用もあるため、もちろんコンピュータの力を借りずに最適化問題を解くことはできません。しかし、より重要なのはコンピュータに最適な解を見つけさせるプログラムの設計図、アルゴリズムです。最適な解が見つかるまでに1年を要した計算が、アルゴリズムの工夫次第で数十秒に短縮できることも希ではありません。本研究室では各種の最適化問題を数学的に考察し、その結果をもとにコンピュータ上で効率よく最適解を求めるための最適化アルゴリズムを設計しています。さらに、設計したアルゴリズムの効率を、経験的に保証するための実験、理論的に保証するための解析が主たる研究活動です。

■ 主な研究テーマ

最適化問題は、モデル化で与えられる関数と部分集合の違いによって種類も難易度も千差万別であり、それぞれが面白い研究テーマとなります。身近な例として、高尾山へのハイキングを考えてみましょう。

● 易しい問題を理論的に効率よく解く

鉄道を使う場合、つくば駅や土浦駅から高尾山の最寄駅まで複数のルートがありますが、その中から最短ルートや最低運賃のルートを見つけ出すことは、最短経路問題と呼ばれる最適化問題を解くことでほとんどリアルタイムに実現できます。インターネットでも路線情報として最短経路アルゴリズムを利用できるので、その効率のよさを体験した人も多いでしょう。しかし、鉄道網がもつ数学的な構造を解析す

れば、理論的にさらに効率よく最適なルートを決められるかも知れません。

● 難しい問題を経験的に効率よく解く

高尾山へのルートはすぐに決められますが、ハイキングの前夜にナップサックへ何を詰め込むかを決めるのは、簡単そうで非常に難しい最適化問題となります。この問題はナップサック問題と呼ばれ、難問中の難問として知られる巡回セールスマン問題に匹敵します。最短経路問題もナップサック問題も最適化するのには1次元関数ですが、本質的な違いは前者が連続変数に関する最適化であるのに対し、後者がナップサックに詰めるか、詰めないかの二値変数に関する最適化である点にあります。ハイキングに持って行きたい品物がn個あれば、その組合せは 2^n 通りです。コンピュータを使って一つの組合せの評価が100万分の1秒でできたとしても、品物の数nを増やしてゆくと、すべての組合せの評価には次のような計算時間がかかります：

n	30	40	50	100
時間	10秒	3.05時間	130日	26,798 x 150億年

この表に「150億年」とありますが、これはビッグバンが起きてから現在までの時間に相当します。もっと賢いアルゴリズムがあるのではないかと、思うかも知れませんが、現段階でナップサック問題を正しく解くにはこの種の列挙法を用いるほかに方法はありません。同様なことは、最短経路問題のように連続変数に関する最適化であっても最適化する関数の種類によって生じることがあり、大域的最適化問題の名前で知られています。

以上の議論は最悪の計算時間を想定したもので、経験的に効率のよいアルゴリズムの存在までは否定しません。組合せ最適化や大域的最適化問題に対しても、現実的な計算時間で最適解を生成するアルゴリズムを設計することは可能であり、計算実験によってそれを保証することができます。

制御システム研究室

河辺 徹(准教授)

第三エリア工学系学系棟F 922号室
<http://acs-gw.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

制御システム研究室では、システム制御理論、最適化理論、信号処理、認識理論、MBD (Model Based Design) 手法などを基礎とした数理的アプローチにより、自動車や船舶などのビークル、移動ロボット、家電製品、化学プラント、人間と機械を結ぶブレインマシンインターフェイスなどのダイナミカルシステムを対象として、そのモデリングや解析、制御デザインやシステムの実装化に関する技術や理論を幅広く研究しています。また、制御ソフトウェアや最適化アルゴリズムなどの開発も行っています。

■ 主な研究テーマ

● ビークルシステムの解析/制御

自動車や船舶、飛行機、車両型移動ロボットなどのビークルシステムを対象として、運動性能や安全性、乗り心地の向上のための制御技術や複数の移動ロボットを用いた協調作業の自動化技術について研究しています。



図 1. 電気自動車用インホイールモータ制御装置

● ハイブリッドシステムのロバスト制御

現在、身の回りにはほとんどのシステムはコンピュータを用いて制御されます。コンピュータは、離散型のシステムですが、制御を行う多くのシステムは連続型です。このように離散型と連続型のシステムが混在するシステムをハイブリッドシステムといいます。このハイブリッドシステム

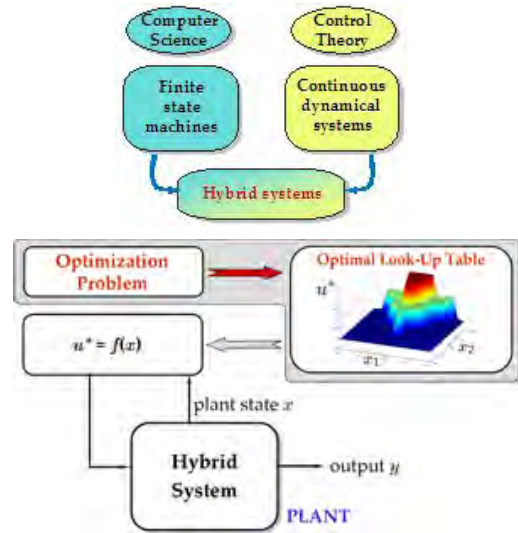


図 2. ハイブリッドシステムの模式図

に対し、モデルの不確かさや対象システムの変動にロバストな制御技術や組込み技術などを研究しています。また、人間の脳内の信号を用いて、機械やコンピュータを操作するBMI (Brain Machine Interface) ベース制御システムの研究も行っています。

● 制御ソフトウェアの開発

各種システムの制御デザインやシミュレーションのためのソフトウェアの開発を行っています。また、システムの挙動を視覚的に表示するためのソフトウェアや制御系設計のための最適化アルゴリズムやそのツール化についても研究しています。

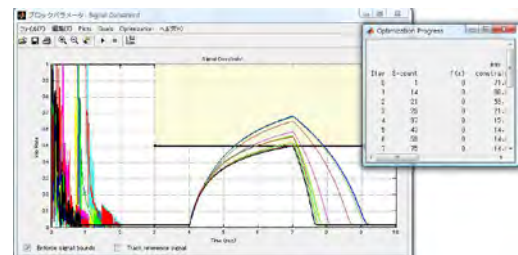


図 3. PID 制御器の設計ソフトウェア

計算ビジュアルサイエンス研究室：CAVELab

蔡東生(准教授) / J. B. Cole (准教授)

第三学群棟F935, 936号室

<http://www.cavelab.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ ビジュアリゼーションとは？

CAVELab は Computational And Visual siEnce Lab、すなわち、計算モデリングとビジュアルプログラミングを主体に行う研究室です。また、CAVEは洞窟を意味しており、世界遺産アルタミラ洞窟のような創造的研究を行っていきたいという意味も込めてこいます。研究室では、生体情報、生体に学ぶ科学・バイオメテック、脳・感性メディア、インタラクティブ・仮想化技術、量子・フォトニクスコンピュータのような次世代計算機の原理なども研究しています。自由で創造的な研究を大事にするそれが、CAVELabです。

■ 主な研究テーマ

● 紅葉のビジュアルシミュレーション



図1. 紅葉のビジュアルシミュレーション

落葉広葉樹の紅葉におけるエイジングをモデル化することを考える。紅葉の進行度合いを示す紅葉論理時間を各葉が受ける日射量より求め、これを紅葉に関係する植物色素の配合変化を決定する要素とする。各葉への日射量は、開葉時期、太陽の運行経路、葉の相対的位置により決定される。葉の相対的位置による日射量の差や、観察時期による色の変化をシミュレートすることを試みる。

● 自己組織化臨界現象を用いた群れ (BOID) シミュレーション

動物の群れの動きは全体で見るととても複雑で、個体の一つ一つに動きを与えるのは大変困難だといえる。群れが

敵に襲われた際の複雑な動きや、複雑な形状物にとまっている群れが飛び立つ様子など複雑に自己組織化される群れの動きに自己組織化臨界現象の代表的なモデルである砂山モデルや、Chaos Game Algorithm を適用し、複雑であるが自然な群れを生成する CG アニメーションアルゴリズムの作成を試みた。

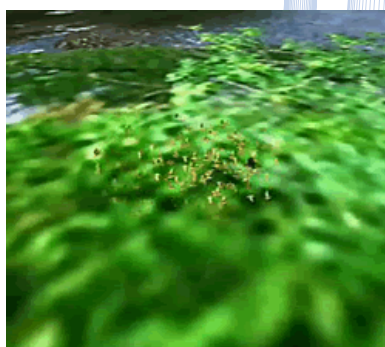


図2. 自己組織化臨界現象を用いた群れ (BOID) シミュレーション

● フォトニクス・量子コンピューティング

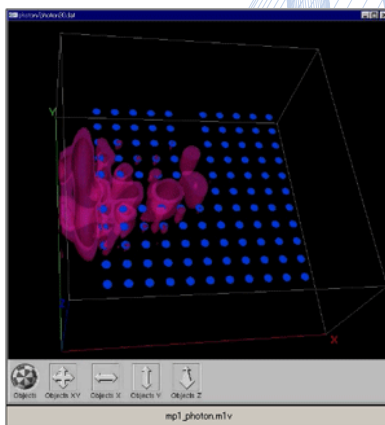


図3. フォトニクス・量子コンピューティング

現在の集積回路による、コンピュータの速度は10ギガヘルツまでが限界です。この限界を突破するには、フォトニクスと呼ばれる光や、光と量子波による回路が必要です。CAVELabでは、基礎から次世代のコンピュータデバイスの設計シミュレーションを行っています。

カオス研究室

徳永隆治(准教授)

理科系修士棟 B523号室

<http://www.chaos.cs.tsukuba.ac.jp>

■ 研究室概要

本研究室は、カオス(Chaos)理論、分岐理論等の力学系理論に基づく非線形システムの基礎と応用を学術的課題としています。また、これらの数理的知見を基本に、非標準画像コーデック等のコンピュータアミューズメント向けマルチメディアデータ処理系(Computer Amusement Oriented System)の開発を実学的課題としています。

■ 主な研究テーマ

● カオス・フラクタル・分岐理論

非線形力学系が発生する多様な現象を、計算機援用によって理解し、これらを解析するための数理的枠組みの研究を行います。特に、カオス制御、カオス最適化、フラクタル画像圧縮等の非線形システムの産業応用が最終的な目標となります。

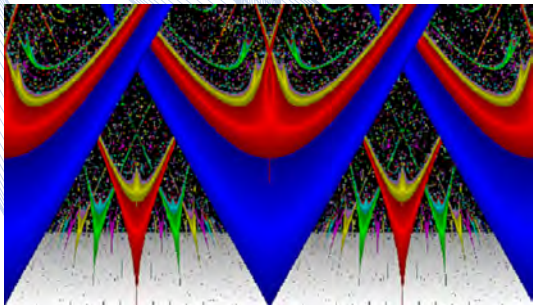


図1. カオス理論によるCG © 徳永隆治

● コンピュータアミューズメント要素技術

グラム・シュミット直交化に基づく適応的直交変換(Adaptive Orthogonal Transform)符号化、交流成分予測に基づく再帰的交流成分予測(Recurrent AC component Prediction)符号化、平均値保存型画像フィルタ等、本研究室で開発された新しいアルゴリズムが広く産業応用されています。

家庭用ゲーム機市場 “HVQ・HVQM3”は、Nintendo 64用ソフトウェア“マリオパーティシリーズ”のために(株)ハドソンソフトと共同開発したAOT画像圧縮エンジンです。その上位バージョンである“HVQ・HVQM4”は、“バイオハザードシリーズ”等の任天堂ゲームキューブ用ゲームソフトに数多く搭載されています。

遊技機市場 (株)アクセルは、AOT動画像圧縮エンジン“RAPIC (RM1)”を開発し、グラフィックスLSI“AG2”に実装しました。AG2は、2002年夏季のリリースから多数の遊技機(パチンコ・スロット台)に搭載され、遊技機市場におけるデファクトスタンダードとなっています。さらに、2006年にはRACP画像圧縮エンジン“RM2”を実装した“AG3”が、2009年には“AG333”がリリースされ、液晶コンテンツのさらなる高画質化を加速させています。2010年にはH.264と競合可能な次世代画像圧縮エンジン“RM3”が搭載された“AG4”がリリースされる予定です。



図2. 高解像度液晶搭載遊技機の例
©1967 円谷プロ ©2005 円谷プロ

携帯端末向けコンテンツ配信市場 RACP画像圧縮エンジンは、JPEG2000を凌駕する符号化効率と画品質を実現するだけでなく、バーチャルマシンへのJAVAによる実装においても実時間でスムーズに動作する特徴を持っています。2010年には、携帯端末によるコンテンツ配信市場への投入が予定されています。

記号計算研究室

井田哲雄(教授) / 南出靖彦(准教授) / マリン ミルチア(講師) /

総合研究棟B 1025号室

<http://www.score.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

記号計算研究室では、プログラム、論理式、数式などの記号表現を研究の対象としています。これまで、プログラミング、人工知能、数式処理などの分野における記号計算のアルゴリズムの開発や記号計算の応用研究を行ってきました。近年、インターネットの発展に伴い、記号を扱う計算が身近なものになるとともに、高度化・大規模化してきています。これに対応すべく、新たな記号計算のアルゴリズムの開発や独創性ある記号計算の分野の開拓に重点的に取り組んでいます。具体的には、記号計算の理論に基づく定理自動証明、ソフトウェアの検証、コンピュータ折紙、宣言型プログラムと計算モデルの研究に取り組んでいます。

■ 主な研究テーマ

● 記号計算ウェブサービス

インターネット上に分散する高度な論理推論や記号計算アルゴリズムを組み込んだソフトウェアや数学知識ベースなどを統合して活用する記号計算ウェブサービスシステムを構築しています。このプロジェクトはオーストリア記号計算研究所と共同で推進しています。記号計算ウェブサービスは以下のソフトウェアの検証研究、コンピュータ折紙の研究の推進にも活用しています。

● コンピュータ折紙

コンピュータを使って、日本の伝統工芸の一つである折紙を数理的な様々な面から研究しています。本研究室で開発したソフトウェアシステムを用いて、コンピュータ上に仮想的に折紙の作品を創作できます。さらに、創作した折紙を動作させることや、折紙の持つ様々な幾何学的な性質を検証することができます。本研究により、コンピュータを用いて、数学的に厳密に折紙を創作したり、折紙の定理を自動的に証明したりすることが可能になりました。

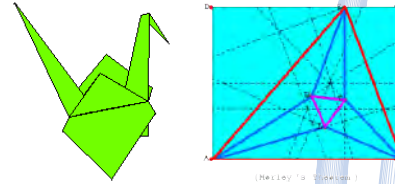


図1. コンピュータ折紙システムによる作品例

● ソフトウェアの検証

ソフトウェアの正しさや安全性を検証する研究を行っています。対話的定理証明系を用いたソフトウェアの検証に取り組んでおり、これまでに、実用規模のコンパイラの検証に成功しています。また、現在、形式言語理論に基づくプログラム解析によるサーバサイドプログラムの検査の研究を進めています。サーバサイドプログラムの脆弱性の検出や生成されるWebページの妥当性の検査に成功しています。

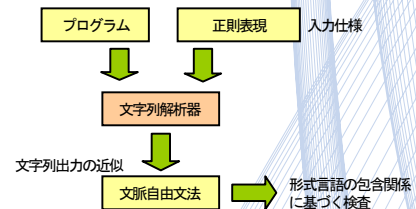


図2. サーバサイドプログラムの検査の原理

● 宣言型プログラミング

関数型、関数・論理型などの宣言型プログラミングの基礎理論と応用の研究を行っています。関数・論理型言語の基礎となるナローイング及び項書換え系の理論、関数型言語のコンパイラなどの研究を進めてきました。現在、条件付書換え系に基づくルールベースのプログラミング言語の設計・構築を行っています。

■ 共同研究・社会活動

以下の国際共同事業に参画しています。

- SCSS (Workshop on Symbolic Computation in Software Science) 2008- の主宰
- JICA 研修プログラム 「ウェブベースの情報発信・管理システム運用技術」, 2008-

インタラクティブプログラミング研究室

田中二郎(教授) / 三末和男(准教授) / 志築文太郎(講師) / 高橋伸(講師)

総合研究棟B1024号室、第三エリアC棟316号室、E棟107号室

<http://www.iplab.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

ヒューマン・コンピュータ・インタラクション全般を研究テーマとして扱っています。最近では特に情報検索、ユビキタス環境、ペンコンピューティング等のためのインタフェース、およびマルチタッチインタフェースの研究を行っています。



図1. 研究テーマとチーム体制

■ 主な研究テーマ

● ユビキタス向け情報表示・操作インタフェース

普段の生活の場にとけこむような形で情報提示・操作を行う手法について研究を行っています。図2左は、衣服のコーディネートを推薦する鏡型情報アプライアンスです。我々は、日常生活によく用いる鏡を情報提示デバイスとしても活用することを提案しています。図2右は、離れた場所から画面を操作するシステムです。画面上に表示されるメニューを、指を動かすことによって操作しています。



図2. ユビキタス向け情報表示・操作インタフェース

● ペンコンピューティング

人間にとって自然でありつつも、高度な操作を可能とするデバイスとして、我々はペン型の入力デバイス（以降ペン）

に着目し、ペンに適した操作手法や、ペンを活用したアプリケーションの研究開発を行なっています。図3は、加速度センサを付けたペンの動きをリアルタイムに解析することによって、ペンを振る、回すなどの利用者の動作を計算機の操作として使えるようにしたシステムです。我々はこのシステムを利用して、ペンの利点を保持しつつ、画面から離れた所からでも実行可能なインタラクション手法を提案しています。



図3. 空中でのペン操作に基づくインタラクション手法

● マルチタッチインタフェース

複数の指で同時に触れることを情報の操作に利用するマルチタッチインタフェースを応用した研究に取り組んでいます。図4は円筒形のマルチタッチインタフェースです。形状が、奥行きを持ち、左右方向に360度連続的であることを活用した独自の操作手法を研究しています。

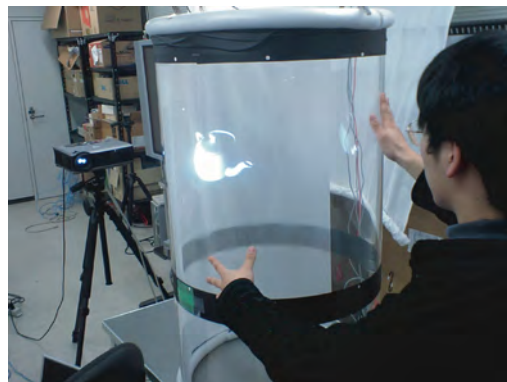


図4. 円筒形マルチタッチインタフェース

知能ロボット研究室

大矢晃久(准教授)

総合研究棟B 1028号室

<http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~ohya/>

■ 研究室概要

車輪型移動ロボット「山彦」をベースに、自分で考え行動するロボットの知能と行動に関する研究を行っています。ロボットが自律的に行動するためには、センサを用いて周囲の環境を認識し、自らの動作を計画して実行することが必要です。このために、(1) 実世界(実環境)を対象としたセンサの開発とその情報処理、(2) 応用場面として人間の生活空間で働いて役立つ人間共存ロボット、(3) 人間とロボットのための知的インタフェースなどをキーワードとして研究を進めています。

■ 主な研究テーマ

● 移動ロボットの自律ナビゲーション

ロボットが屋内外を自律的に目的地まで移動するために必要な技術として、環境地図の生成、自己位置認識、経路計画、障害物回避などの研究を行っています。また、これらの技術を総合して、大学構内で来客を案内するキャンパスガイドロボットを開発しています。



図1. 屋内外を自律走行するキャンパスガイドロボット

● 警備ロボットに関する研究

安全な社会を守るためのシステムとして、移動ロボットを用いた警備システムの研究を行っています。現在は、美術館や博物館内を巡回監視し、展示物の異常を自動的に検出するシステムの開発を進めています。



図2. 移動ロボットを用いた絵画の自動巡回監視システム

● 日常生活支援ロボットの開発

遠隔地の物体操作をサービスとして提供するロボットシステムを提案し、実際にシステムを構築してその有用性を検証しています。具体的には、遠隔地にある図書をインターネットを通して離れた場所から閲覧するためのシステムや、自宅からスーパーマーケットにある生鮮食品を一つ一つ品定めしながら選んで購入するためのシステムなどを構築しています。



図3. 図書閲覧ロボット(左)とショッピングロボット(右)

■ 共同研究等

● 協力研究室

知能機能システム専攻の油田・坪内研究室と、シンポジウムの共同開催、研究設備の相互利用等を行っています。湘南工科大学の秋山研究室とは、共同でレスキューロボット用人体検知センサを開発しています。

● 共同研究

北陽電機(株)が行っている超小型軽量な測域センサ(光走査型距離センサ)の開発に参画しています。また、松下電工(株)が愛・地球博に出展した掃除ロボット「SuiPPI(スイッピー)」の開発にも参加しました。

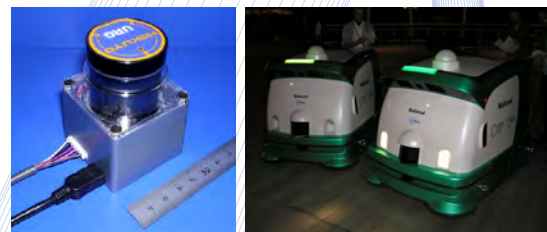


図4. 測域センサ「URG」(左)と掃除ロボット「SuiPPI」(右)

プログラム論理研究室

亀山幸義 (准教授)

総合研究棟B 1027号室

<http://logic.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

「正しいソフトウェア」の構成法の確立を目標とし、論理を用いたプログラム言語とソフトウェア検証法の研究に取り組んでいます。プログラム言語の研究では、「職人芸によるプログラミング」から「科学的プログラミング」への転換を目指し、ソフトウェア検証の研究では、プログラムやシステム設計に究極の保証を与えることを目指します。

■ 主な研究テーマ

● ソフトウェアや情報システムの検証

モデル検査法は、情報システムの動作を有限状態オートマトンでモデル化し、そのシステムが満たすべき性質が成立することを、網羅的探索により示す手法です。本研究室では、あいまいさを持つシステムや不完全なシステムを表現する多値モデルに対して、モデル検査法を適用するための研究を行っています。

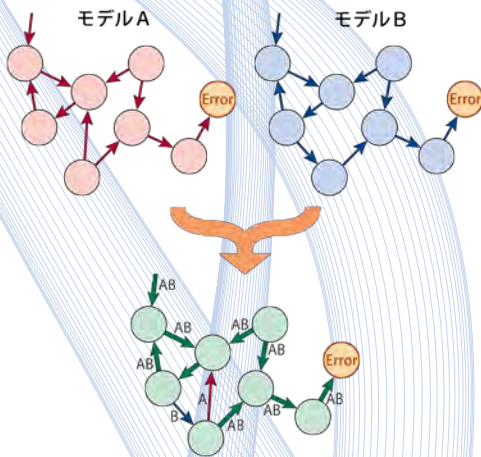


図1. 多値モデル検査法によるシステム検証

この他、定理証明の手法を用いたソフトウェア検証、アルゴリズム検証の研究や、形式証明からのプログラム抽出の研究なども行っています。

● 関数と型に基づくプログラム言語論

MLやJavaなど、先進的なプログラム言語の中核には、関数と型システムがあります。そこで、関数を表現する体系であるラムダ計算と型システムに基づくプログラム言語の研究、特に、プログラムの制御構造を表現する「コントロールオペレータ」の研究を行っています。

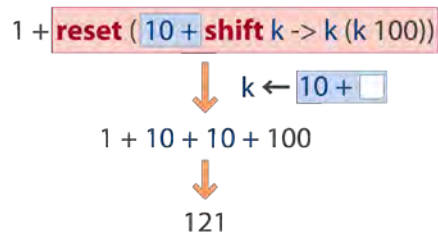


図2. コントロールオペレータ shift/reset

● ステージ化によるメタプログラミング

プログラムを生成するプログラムを「メタプログラム」と呼びます。一般的なプログラムから、個々の環境やパラメータに特化したプログラムを自動生成した上で、特化プログラムを実行すれば、実行速度の向上と保守性の向上の両立が期待できます。このようなメタプログラミングを型安全に行うための研究を行っています。

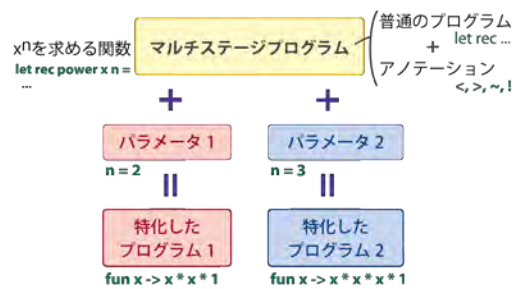


図3. ステージ化による特化したプログラムの生成

■ 共同研究

産業技術総合研究所、京都大学、お茶の水女子大学、Rutgers大学(米国) など。

情報セキュリティ研究室

満保雅浩(准教授)

F棟1019号室

<http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~mambo/lab/index.html>

■ 研究室概要

情報セキュリティ研究室では、暗号技術を核として、安全な情報社会の構築に寄与する情報セキュリティ基盤技術の理論と応用に関する研究を行っています。情報セキュリティの確立に役立つ、さまざまな分野の技術や仕組みを活用することにより、情報セキュリティに係わる諸課題に、広い視野を持ちながら、様々な角度から取り組んでいます。

■ 主な研究テーマ

● 暗号基礎理論

情報セキュリティを確立する要素技術として、暗号技術があり、暗号方式、デジタル署名方式、ユーザ認証方式などが知られています。これらの安全性の根拠の解明や、多重署名などの特殊な機能を有するデジタル署名や鍵共有方式の構成などについて研究を行っています。

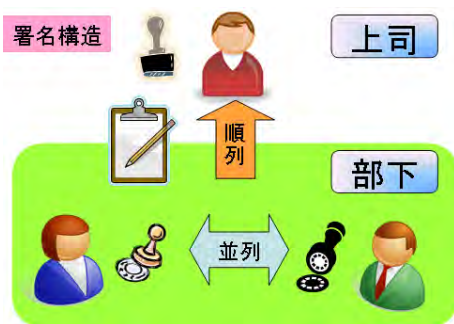


図1. 構造付き多重署名

● バイオメトリクス

個人に固有かつ固定の生体情報が漏洩したときの対策として、登録された生体情報(テンプレート)の抹消と更新が可能な方式について研究を行っています。

● ソフトウェア保護

不正改変防止や不正解読防止、知的財産権保護、プログラム中の情報漏洩対策などを実現するための耐タンパーソフトウェア技術(難読化技術を含む)の概念を提案すると共に、その実現方法に関する研究を行っています。

● セキュアプロトコル/暗号プロトコル

暗号技術を利用した処理手続きである暗号プロトコルを活用することにより、電子商取引・電子マネーや電子選挙・電子オークションなどを構成することが可能となり、社会でのこれらの営みを、情報ネットワークを介して、確実に実行できるようになります。小額決済向けの電子マネーや電子マネー供託方式、電子選挙などの暗号プロトコルに関する研究を行っています。

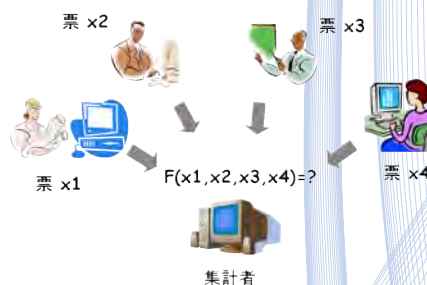


図2. 電子選挙の概念モデル

● ネットワークセキュリティ

センサネットワークやアドホックネットワークなどの新しく発展しつつある分野における情報セキュリティに関する研究を行っています。

● デジタルコンテンツ保護/電子透かし

デジタルコンテンツの不正利用の防止や抑止に暗号や電子透かしが有効です。特に電子透かしを用いれば、例えば画像において、画質を落とさずに、著作権表示や改竄検出、不正コピー流出元の特定などを実現できます。暗号を用いたデジタルコンテンツ保護や電子透かしによる改竄検出手法について研究を行っています。

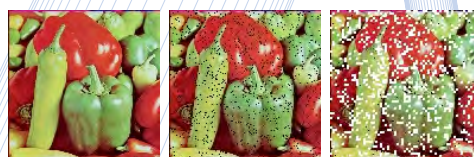


図3. 電子透かしによる改竄検出
(左より, 透かし埋め込み画像, 改竄後, 改竄検出後)

人工知能研究室 (水谷研)

水谷哲也(講師)

第三学群棟E 102号室

<http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~mizutani/>

■ 研究室概要

人工知能研究室(水谷研)では、プログラムの仕様表現・検証・解析を行うための形式的理論の構築を行うとともに、音楽に代表される人間の「知性」と「感性」、あるいは「知」と「思」を論理的・数理的、すなわち情報学的に捉え、モデル化する研究を行っています。

■ 主な研究テーマ

以下の2つのテーマを有機的に統合する研究を行います。

● プログラム理論

実時間知的制御プログラムの論理的検証・解析[1,5]を行っています。特に近年では「誤認識」「誤決定」を含む人間またはコンピュータシステムによる制御系の形式的検証体系の研究を行っています[5]。この体系でJALニアミス事故の原因を論理的に解析しました[3,4] (図1, 2)。



図1. JAL ニアミス事故の現場状況図

index	condition/prefix	action	semant	label
1		$\alpha = CNF = D_0$	$\dagger \text{anticipateNM}(\bar{A}, \bar{B})$ Monitor	$\ast, \text{Monitor}$
2		$\text{anticipateNM}(\bar{A}, \bar{B}) = CNF$		ACC
3		$\beta = (CNF \wedge ACC) = D_1$	$\dagger CNF$	\ast, ACC
4	for some X, Y	$\beta = (\text{cntl}(\bar{A}, X) \vee \text{cntl}(\bar{B}, Y)),$ $\text{cntl}(\bar{A}, X) = \text{Ectrl}(\bar{A}, X),$ $\text{cntl}(\bar{B}, Y) = \text{Ectrl}(\bar{B}, Y) = D_2$	$\dagger \text{anticipateNM}(\bar{A}, \bar{B})$ ACC	\ast, ACC
5	for some X, Y	$\text{cntl}(\bar{A}, X) \vee \text{cntl}(\bar{B}, Y) \supset$ $\square_{120} \text{Separation}_{\tau}$		\ast, ACC
6		$\gamma_P = \neg \text{cntl}(P, X) \text{OP} = 15\text{sec}$	$\dagger \text{cntl}(P, X) \text{OP}$	\ast, P, ACC
7	for some X	$\beta_A = RA(\bar{A}, X) = D_3$	$\dagger \text{anticipateNM}(\bar{A}, \bar{B})$ TCAS_A	$\ast, \bar{A}, \text{TCAS}_A$
8	for some X	$\beta_B = RA(\bar{B}, X) = D_4$	$\dagger \text{anticipateNM}(\bar{A}, \bar{B})$ TCAS_B	$\ast, \bar{B}, \text{TCAS}_B$
9		$\gamma_P = \text{opel}(P, X) = D_5$	$\dagger \text{cntl}(P, X) \text{OP}$	\ast, P, ACC
10	$\neg \text{Ectrl}$	$\gamma_P = \text{opel}(P, X) = D_5$	$\dagger RA(P, X) \text{OP}$	\ast, P, ACC
11		$\dagger A$ $(\{f_i(\bar{A}, v_i, a_i) \mid 0 \leq a_i, f_i(\bar{A}, v_i, a_i)\})$ $= D_6$	$\dagger \text{opel}(\bar{A}, (v, A))$	$\ast, \bar{A}, \text{ACC}$

図2. ニアミス回避プログラムの公理タブロー

● 音楽情報学

自動演奏システムの仕様の論理的表現・実装・正当性検証や音楽の構造的機能とそれに基づく演奏創造など、音楽という知性と感性が高度に融合する対象を数理的にとらえ、人間の知と思を情報学の立場から追求する研究を行っています[3]。

■ 主な研究設備

アコースティックMIDIグランドピアノ (図3)

■ 主な発表論文

- [1] Mizutani, T., Igarashi, S., Shio, M. and Ikeda, Y. : Human Factors in Continuous Time-Concerned Cooperative Systems Represented by $N\Sigma$ -labeled Calculus, *Frontiers of Computer Science in China*, 2, 2008, pp. 22–28.
- [2] Mizutani, T., Suzuki, T., Shio, M. and Ikeda, Y. : Formal Specification and Experiments of an Expressive Human-Computer Ensemble System with Rehearsal, *The 3rd IEEE Theoretical Aspects of Software Engineering Conference*, 2009, pp. 303–304.
- [3] Mizutani, T., Igarashi, S., Ikeda, Y. and Shio, M. : Formal Representation and Analysis of a Near Miss Accident in $N\Sigma$ -labeled Calculus, *The 3rd IEEE Theoretical Aspects of Software Engineering Conference*, 2009, pp. 311–312.
- [4] Mizutani, T., Igarashi, S., Ikeda, Y. and Shio, M. : Formal Analysis of an Airplane Accident in $N\Sigma$ -labeled Calculus, *The 2009 International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence*.
- [5] Ikeda, Y., Mizutani, T. and Shio, M. : Formal System and Semantics of $N\Sigma$ -Labeled Calculus, *The 2009 International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence*.



図3. アコースティック MIDI グランドピアノを用いた音楽演奏表情実験

データシステムエンジニアリング (DSE) 研究室

陳漢雄(講師) / 古瀬一隆(講師)

第三エリアE棟E203号室

<http://www.dblab.is.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

本研究室では、Webを介した大規模なデータの検索支援に関する研究や、高次元データの類似検索などのデータベース技術に関する研究を行っています。

■ 主な研究テーマ

● 高次元検索、距離空間索引の研究

高次元ベクトル空間中の大量のデータの中から特定のデータに近いものだけを高速に検索する技術についての研究を行っています。高次元ベクトルデータには、この研究分野で一般に「次元の呪い」と呼ばれている特殊な性質があるため、当研究室ではI/Oコストの減少を目指した空間分割に代わる手法や、ユークリッド距離を一般化したLp距離の効率的な絞りこみ法などの研究を行っています。

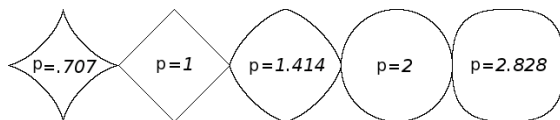


図1. 「Lpにおける[-1,1]2の2次元空間」の例：p<1の場合、空間の表面は凹に、p>1の場合は凸になる。

● さまざまな近傍検索の研究

また、2次元空間上の1個の問い合わせ点に「近い」点を検索することがあります。これを拡張して、複数の問い合わせ点に、何らかの複合的な条件の下に「近い」点を検索するという要求に対する効率な検索方法を研究しています。これらの技術は、多次元に一般化することで、画像検索などへの応用も期待できます。



図2. k-NN 検索を応用して開発した画像検索システム

● 文献検索支援システムの開発

大量の検索結果から効率的に目的の文献を検索するため、ユーザの問合せ修正を支援するシステムの開発を目指しています。これは、ユーザが指定したキーワードによる問合せに対して、様々な付加情報とともに、候補キーワードを提示・推薦するものです。

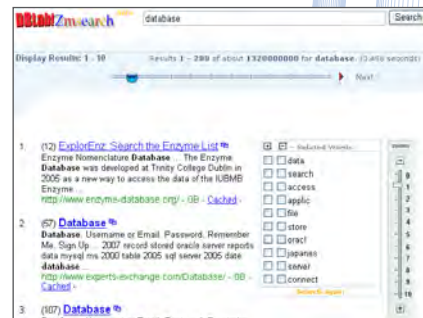


図3. Web 検索支援の例：開発した ZmSearch システム

● リンク解析に基づく知識発見

World Wide Webはページとページの間リンクを張ることで構成されていますが、その構造を解析することによって何らかの有用な情報を得ようとする手法がリンク解析です。例えば、どれだけ多くのリンクが集まっているかによってそのページの価値を推定するのは、リンク解析の一種と言えます。本研究室ではリンク解析の応用として、Webのmissing link(本来張られているべきなのに実際には張られていないリンク)を発見する手法や、Webコミュニティを発見する手法などを研究しています。

● Focused Crawling

特定の話題(トピック)に関係するWebページを収集するのがFocused Crawlingです。世界中には数十億ものWebページが存在しますが、その中から特定の話題について記述されているWebページだけを網羅的に集めるのは非常に困難です。いかに効率よく・精度よく収集するかが研究課題です。

● XMLビューの維持管理に関する研究

XMLデータは様々なデータを表現するためのフォーマットとして広く使われており、大規模なXMLデータベースに対する検索の高速化は重要な技術のひとつです。当研究室では、XMLデータベースの実体化ビューの選択や効率の良い差分更新を行うための手法について、研究を行っています。

オペレーティングシステムとシステムソフトウェア研究室

加藤和彦(教授)/品川高廣(講師)/杉木章義(助教)

総合研究棟B 923, 928, 1128号室

<http://www.osss.cs.tsukuba.ac.jp>

■ 研究室概要

本研究室では、オペレーティングシステム(OS)をはじめとした、コンピュータの基盤となるシステムソフトウェアに関する研究開発を行っています。近年は特に、クラウドコンピューティング、セキュリティ、グリーンITに関する様々な研究プロジェクトを推進しています。

■ 主な研究テーマ

● セキュアVM

情報漏洩・不正アクセス等のセキュリティ問題に対処するために、仮想マシンモニタBitVisorを開発し、その上で動作するOSに依存しない形でストレージ(ハードディスク・USBメモリ)の暗号化やVPN、ID管理などのセキュリティ機能を提供する研究を進めています(図1)。BitVisorは、政府、企業の支援を受けて研究開発を進めてきた、純国産のフルスクラッチ開発の仮想マシンモニタです。



図1. セキュア仮想マシンモニタ BitVisor

● ディペンダブルなクラウドコンピューティングシステム基盤

サーバ環境、クライアント環境、そしてそれらをつなぐネットワーク環境の3つの環境において、ディペンダビリティ(リライアビリティ、アベイラビリティ、スケーラビリティ、セキュリティ)を有するクラウドコンピューティングシステム基盤の構築を進めています(図2)。仮想マシン技術、仮想ネットワーク技術を駆使するという大きな特徴を有しています。

(A) ディペンダブルなサーバ環境技術

サービスを仮想マシン上に構築し、それをインターネット上の複数拠点データセンターで自律連合的に動作する機能を提供します。仮想マシン制御により、障害を自動隠蔽すると共に、変動するサービスの需要に対して、スケールアウト/スケールイン(伸び縮み)機構により、安定してサービスを提供します。

(B) ディペンダブルなネットワーク環境技術

クライアント環境とサーバ環境を接続する複数の中継サイト群を用意し、この中継サイトがセキュアなオーバーレイネットワーク上でインテリジェントにインターネット上の経路選択を行って、インターネットが有する不安定性、不確実性を克服します。

(C) ディペンダブルなクライアント環境技術

当研究室が中心となって開発したセキュア仮想マシンモニタBitVisorを発展させ、サーバ環境、ネットワーク環境と連動して動作する、ディペンダブルなクライアント環境を提供します。

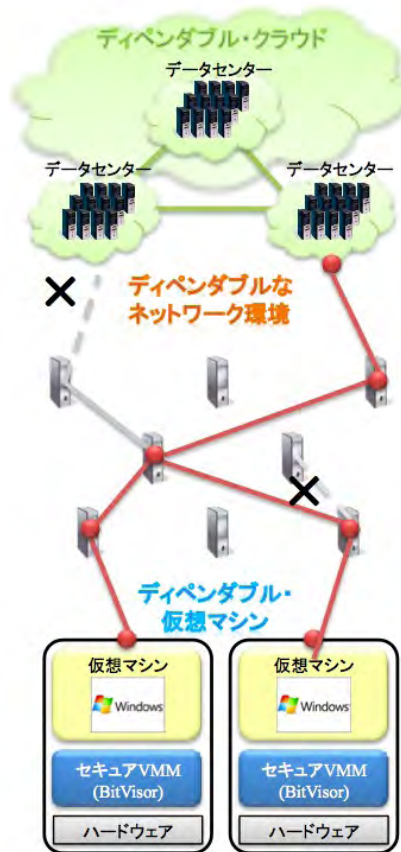


図2. ディペンダブルなクラウドコンピューティングシステム基盤

北川データ工学研究室

北川博之(教授) / 天笠俊之(講師) / 川島英之(講師)

総合研究棟B 921, 922号室

<http://www.kde.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

インターネットの爆発的な普及とそれと連動したコンピュータ利用の広がりはとどまるところを知りません。地球規模で高速に大量のデータが飛び交う世界の中で、必要なデータをいかに入手し活用するかが真に重要となっています。当研究グループでは、データ工学を中心としたアプローチにより、次世代情報化社会の基盤構築を目指した各種研究開発を推進しています。

■ 主な研究テーマ

● 情報統合とユビキタス情報管理

身の回りのいたる所にコンピュータが存在し、コンピュータ同士が自律的に連携して人間の生活を支援するユビキタスコンピューティング環境が注目されています。センサーデータなどの各種ストリームの処理及び、情報統合・分散化・動的最適化等を研究しています。



図1. ユビキタス情報管理とストリーム処理

● データマイニング

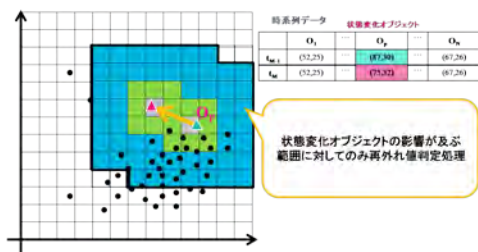


図2. 時系列データに対する効果的な外れ値検出手法

膨大なデータの中から有用な情報を発見するデータマイニング技術は、コンピュータの高速化・大容量化や超高速ネットワークの普及と相まって、ますます重要になっています。比

率規則マイニング、テキストデータからの知識抽出、異常値検出等について研究を行っています。

● Web 情報検索

Web上の膨大な情報から目的とする情報を正確かつ効率的に取得するため、SNSブックマークを用いた検索、SNSにおける影響力のあるユーザの検出、Web情報源探索、クラスタリング等の研究を行っています。

● XML データベース

あらゆるデータがXMLで記述され、ネットワーク上を流通しています。PCクラスタを用いたXMLデータの分散処理、XMLデータの対話的分析処理(OLAP)、XMLデータの類似結合等の研究を行っています。

● E-サイエンスにおけるデータベース技術

科学技術の各分野において、ICT技術に裏付けされた国際連携や学際的なアプローチによる新しい科学・技術研究活動が進んでいます。このE-サイエンスでは、膨大なデータを効果的に管理・運用するためのデータベース技術が極めて重要です。気象分野をはじめ、各分野の専門家とE-サイエンスにおけるデータベース技術の研究開発に取り組んでいます。

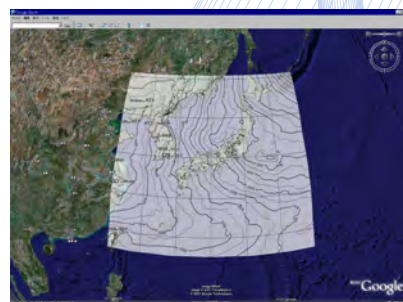


図3. Google Earthによる天気図閲覧

■ 共同研究・社会活動・発表論文など

- ・企業等との共同研究、受託研究の実績多数
- ・最近の主な社会貢献
 - 北川：日本データベース学会理事
 - 天笠：情報処理学会論文誌TOD副編集委員長
 - 川島：情報処理学会論文誌編集委員
- ・発表論文：上記URL参照

OSDP(OS 分散並列処理) 研究室

李 頔 (教授)

3 E107号室

<http://www.osdp.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

OSDP(OS分散並列処理)研究室では分散並列処理、モバイル/パーベイスブ/サービスコンピューティング、OS支援、分散情報ネットワークシステムの安全性、信頼性及びシステムの評価に関する研究を行っています。この研究分野においては、情報処理と通信技術の飛躍的な進歩と融合により、携帯情報機器、インターネットを代表とするマルチメディア情報通信インフラストラクチャとその環境は急速に進化しています。本研究室では、そのような有線と無線が混在し、多様化かつ巨大化している分散マルチメディアネットワークシステムとその応用を対象に総合的な研究に取り組んでいます。

■ 主な研究テーマ

● モバイルIPネットワークとその応用

モバイルIP技術とは、複数ネットワークを相互接続した環境(インターネットワーク)において、ノートPCなどの情報端末がネットワーク間を移動しても、常に同じIPアドレスで継続的にアクセスすることを可能とする情報ネットワーク技術のことです。また、将来の携帯電話を含むモバイルネットワーク環境はすべてIPベースのネットワークに統一していくと考えられています。情報携帯端末に柔軟にアクセスのサービスを提供するため、モバイルIPネットワークの移動性管理、セキュリティ管理、QoS(Quality of Service)管理などの技術がますます重要になってきています。私たちの研究室では、それらの関連技術を実現する手法の研究を行っています。

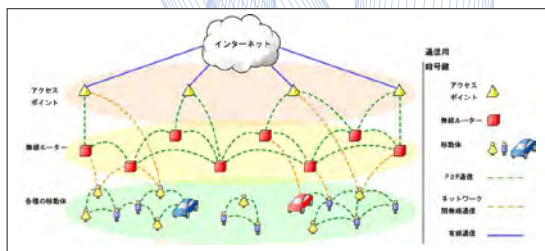


図1. モバイルIPネットワーク

● モバイルアドホック/センサーネットワークとその応用

アドホックネットワークは、基地局やアクセスポイントなどのインフラに依存せず端末のみでネットワークを即座に構成することを可能にする技術です。モバイル端末や無線デバイスの小型・軽量・低価格化や標準化の進展などにより、モバイルコミュニケーションの高度化やユビキタスネットワークの構築手段として注目されています。この研究分野では、モバイルアドホックネットワークのルーティング、モバイルIP移動通信ネットワークとの融合、インターネットアクセス、クロスレイヤ設計、自然環境保護、緊急(災害)時、ITS(高度道路交通システム)への応用などがあります。

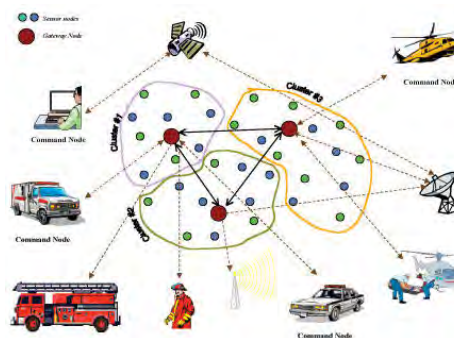


図2. モバイルアドホックネットワーク

● 分散マルチメディアネットワークシステムの安全性と信頼性とその応用

分散マルチメディアネットワークシステムのセキュリティと信頼性の管理に関する研究を行い、高度情報化社会に適用している高安全性かつ高信頼性を持つ分散マルチメディアネットワークシステムの実現を目指しています。

■ 発表論文など

- "QoS-aware Target Coverage in Wireless Sensor Networks," Wireless Communications and Mobile Computing (accepted), Wiley (2009).
- "Future Trust Management Framework for Mobile Ad Hoc Networks," IEEE Communication Magazine, vol. 46, no. 4, pp. 108-114, April 2008.
- "Can Follow Concurrency Control," IEEE Transactions on Computers, vol. 56, issue 10, pp. 1452-1430, Oct. 2007.

実時間組み込みアーキテクチャ研究室

追川修一(准教授)

理科系修士棟D303号室

<http://www.real.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

実時間組み込みアーキテクチャ研究室では、将来の情報家電やユビキタスコンピューティングの基盤環境を念頭に置き、そのためのオペレーティングシステム環境やミドルウェアといったシステムソフトウェアについて研究を行っています。本研究室では、実際に使えるシステムの構築を通して研究を進めることを目標としています。将来的に組み込みシステムでも利用可能になる技術を見据え、VMM (仮想マシンモニタ)、VMMを用いた Linux と実時間カーネルのハイブリッドオペレーティングシステム、マルチコアプロセッサのための実時間組み込み Linux オペレーティングシステムの研究などに取り組んでいます。

■ 主な研究テーマ

● 仮想マシンモニタ

インターネットは既に私達の生活の一部になっています。私達の生活がさらに便利になるように、これからさらに様々な身のまわりの機器がネットワークに接続されていくことでしょう。しかし、ネットワークから受けるサービスが安全安心であるためには、システムの信頼性およびシステムがセキュアであることが重要です。仮想マシンモニタ (VMM) 上の仮想マシンでオペレーティングシステムを仮想化、実行することで、安全安心な環境を構築可能にするための研究を行っています。

また、ハードウェアを構成する技術の進歩により、異なった機能やアーキテクチャのプロセッサコアを組み合わせるなど、必要に応じて様々な構成のプロセッサを作り出せるようになってきました。しかし、システムソフトウェアは均質なハードウェアを前提として作られています。そこでVMMを用いて、様々なハードウェアの構成に対応することのできるシステムソフトウェアを研究しています。

● ハイブリッドオペレーティングシステム

様々な要求から非均質なハードウェアの構成がとられるのと同じように、システムソフトウェアへの要求も多岐にわたり単一のオペレーティングシステムだけで対応できない場合も増えてきています。特に、GUIなどの高機能なAPIを要求するアプリケーションと、機器の制御に必要な実時間性を要求するプログラム両方からの要求を同時に満足させることは容易ではありません。そこで、Linuxなどの高機能なオペレーティングシステムと、単純ですが実時間性の提供に適した実時間カーネルの両方を、VMM上で実行する方法が考えられます。この場合での、実時間カーネルが同様の実時間性を持たせる方法、実時間カーネルと高機能なオペレーティングシステムとの間の資源の調停方法について研究を行っています。

● 実時間組み込み Linux

携帯電話やDVD/HDDレコーダ、デジタルテレビなどの情報家電、カーナビといった高機能な組み込みシステムでは、実時間組み込み Linux が使用されるようになってきています。一方、プロセッサの性能向上方法としての高クロック化は頭打ちの傾向にあり、マルチコア、マルチスレッディングによる高スループット化による性能向上の方向に進んでいます。組み込みシステムのプロセッサアーキテクチャも同様に、高性能と低消費電力を達成するためにマルチコア化が進んでいます。しかし実時間組み込み Linux は、これまでプロセッサが1つのシステムを対象にして開発されてきました。そこで、マルチコア、マルチプロセッサシステムを有効活用する実時間組み込み Linux について研究を行っています。

オペレーションズ・リサーチ研究室

平山哲治(講師)

第3エリアF棟 F715号室

http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~hirayama/OR_Lab/

■ 研究室概要

オペレーションズ・リサーチ研究室(OR研)では、時間とともに確率的に変化するシステムを研究しています。確率過程論等のORの手法を用いることによって、システムモデルの構築と解析を行います。現在の中心的課題は、待ち行列システムの理論とそのコンピュータネットワークの性能評価への応用です。より複雑で大規模なシステムの性能評価を可能にする新しい理論の研究によって、現実のシステムの飛躍的な発展に対応できる方法論の構築を目指しています。

■ 主な研究テーマ

● 待ち行列システムの解析

文字/音声/画像等の組み合わせられた多様な情報を伝送する近年の情報通信システムは高速広帯域であるばかりでなく、要求される性能と品質(QoS)を満たせるような様々な機構を装備する必要があります。その中の一つがトラヒックの過度の集中を緩和するための輻輳制御であり、情報パケットの種類に応じたスケジューリング方式の装備です。このような方式の性能を評価する数学モデルが待ち行列システムであり、様々なスケジューリング方式を解析するためのモデルが提案されています。本研究室では、このような性能評価モデルを構築・解析するための体系的な理論とその応用を研究しています。

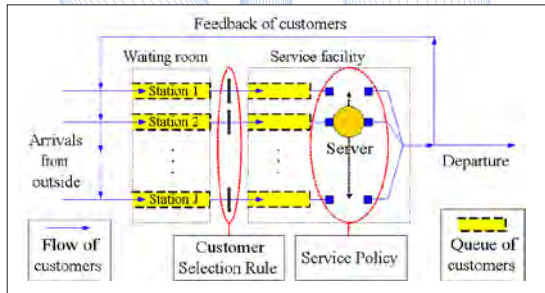


図1. 待ち行列モデル

研究する待ち行列モデルは、

- ・ マルチクラス(優先権/ポーリング) モデル
- ・ フィードバック/ネットワークモデル

などがあり、また評価する手法としては

- ・ 数学的な理論による評価
- ・ シミュレーションによる評価

等を用います。対象となるシステムに応じた適切なモデルと評価法を選択し、平均応答時間やスループットなどの性能評価尺度の解析法と応用を研究します。

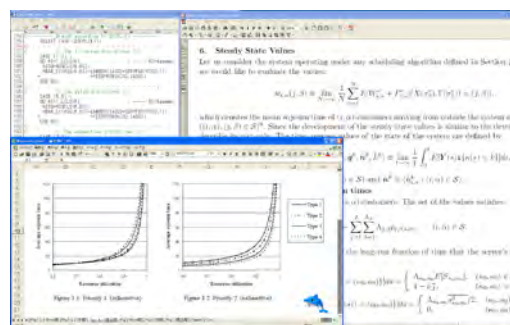


図2. 性能評価尺度の解析

● システムの最適化

前述のような多様な情報を処理するシステムでは、データの種類に応じたクラス分けやその処理(サービス)方式によって性能は様々に変化します。したがって、システムの性能評価とともにそれを最適化することは重要です。システムの最適化モデルを構築し、動的計画法、線形計画法あるいはマルコフ決定過程などの手法を用いることによって、最適な方式を見出す研究を行っています。

■ 発表論文

- [1] T. Hirayama, Analysis of multiclass feedback queues and its application to a packet scheduling problem, *Proc. of the 4th International Conference on Queueing Theory and Network Applications (QTNA)*, 2.3A, 2009.
- [2] T. Hirayama, Markovian polling systems: Functional computation for ..., *Advances in Queueing Theory and Network Applications*, pp.119-146, Springer, 2009.
- [3] T. Hirayama, Multiclass polling systems with Markovian feedback: Mean sojourn times in ..., *J. Oper. Res. Soc. Japan*, 48, pp.226-255, 2005.

ソフトウェア研究室

板野肯三(教授) / 新城靖(准教授) / 佐藤聡(講師)

第三エリアE 棟 302, 303号室

<http://www.softlab.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

ソフトウェア研究室は、言語処理系、オペレーティング・システム、および、ネットワークを中心として、現在のコンピュータを支えるシステム・ソフトウェアを中心に研究を行っています。これらのシステムを対象として、分散処理による高い信頼性、アクセス制御による高いセキュリティ、および、仮想システムによる高い柔軟性を実現します。

■ 主な研究テーマ

● 仮想計算機におけるアウトソーシング

アウトソーシングとは、ホスト型の仮想計算機においてゲストOSからホストOSの機能を利用するための、本研究室で独自に開発した手法です。アウトソーシングでは、ゲストOS内のモジュールがクライアントとなり、ホストOSのモジュールをサーバとして利用します。これによりゲストOSとホストOSの機能重複を避け、ネットワーク通信やファイル・アクセスを高速化します。本研究室では、アウトソーシングのために、仮想計算機に特化した遠隔手続き呼び出し(Remote Procedure Call)を開発しました。アウトソーシングは、時間管理の高精度化や消費電力の削減にも利用できます。その他にも、協調型仮想計算機といて、ゲストOSのプログラムとホストOSのプログラムが簡単に連携できるように仮想計算機やそのためのシェルも開発しています。

● インスタント・メッセージによる分散システムの構築

インスタント・メッセージは、利用者認証機能やオーバーレイ・ネットワーク機能など、分散システムを構築するために有用な機能を提供しています。これをうまく活用することで、使い勝手が良い分散システムを開発しています。たとえば、本研究室で開発した SkypeFS を利用すると、Skypeで対話をしている相手のコンピュータにあるファイルを、あたかも手元のコンピュータにあるかのごとく扱えるようになります。この時、ファイル全体をコピーする必要もなく、ランダム・アクセスも可能にしています。その他に、Webブ

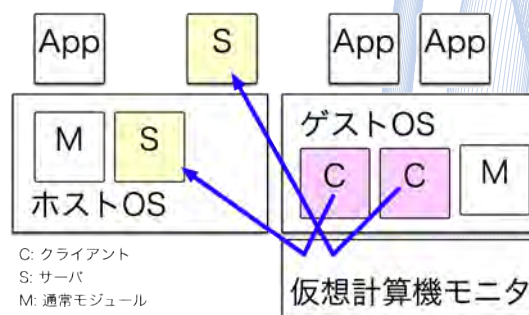


図1. アウトソーシングによるゲストOSからホストOSの利用

ブラウザによる協調作業、オーバーレイ・ネットワーク、および、仮想プライベート・ネットワークの研究も行っています。

● コンピュータやネットワークの管理

企業や大学など多数の計算機が導入されている組織では、利用者の利便性を損なわずに、管理者がどのOSをどの計算機上で稼働可能かを適切に管理することは大変重要です。利用者と計算機の組に対してどの種類のOSの起動を許可するかを管理者が管理し、利用者は利用したい計算機にセキュリティ・トークンと呼ばれる持ち運びに便利な機器を挿入することにより、許可されたOSが起動する仕組みについて研究・開発を行っています。これにより、一般的には相反する安全性と利便性を両立します。

■ 共同研究

Georgia Institute of Technology 大学との国際共同研究を行っています。本専攻加藤和彦教授が率いているプロジェクト、総務省SCOPE「ディペンダブルな自律連合型クラウドコンピューティング基盤の研究開発」にも参加しています。

コンピュータネットワーク研究室

海老原義彦 (教授) / 木村成伴 (准教授)

工学系学系E棟 105号室

<http://www.netlab.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

コンピュータネットワーク研究室では、インターネットに代表される通信ネットワークを対象とした多岐に渡る研究領域において様々な研究を行っています。具体的には、ネットワークにおける振舞いを抽象的に表現するための理論的研究や、各種通信媒体を対象とした効率的な通信手順の開発、ネットワーク層やトランスポート層を対象とした通信プロトコルの性能評価と、この結果に基づくより効率の良いプロトコルの提案、アプリケーション層を対象とした利用技術の開発や、ネットワークセキュリティに関する研究などが挙げられます。

■ 主な研究テーマ

● 省電力化のための Gigabit Ethernet の通信速度切り替え方式の開発

近年普及が進んでいる Gigabit Ethernet は、何も通信していない状態であっても、通信速度の上限を 100Mbps から 1Gbps にするだけで消費電力が 2 ~ 4W 増加することが知られています。本研究では、図1 (1) のように、通信相手と 100Mbps 超の速度で通信が可能な場合は通信速度の上限を 1Gbps に上げ、図1 (2) のように、100Mbps 以下の速度でしか通信できない場合や短時間で通信が完了する場合などは通信速度の上限を 100Mbps に下げるなど、状況に応じて通信速度の上限を切り替えることで、高速な通信速度を維持しつつ、消費電力を抑制する方式を開発しています。

● データ圧縮を用いる場合における TLS の安全性向上のための研究

TLS (Transport Layer Security) の圧縮機能を用いて電子メールを送信した場合、添付ファイルの種別によって圧縮率が異なるため、圧縮後のデータサイズを観測することにより送信データの種別が推測されるというセキュリティ上の問題があります。そこで本研究では、図2 に示すように、データを種別ごとに圧縮し、これらを連結して固定サイズに細

分化する方式を提案するとともに、通信実験によって、その有効性の評価を行っています。

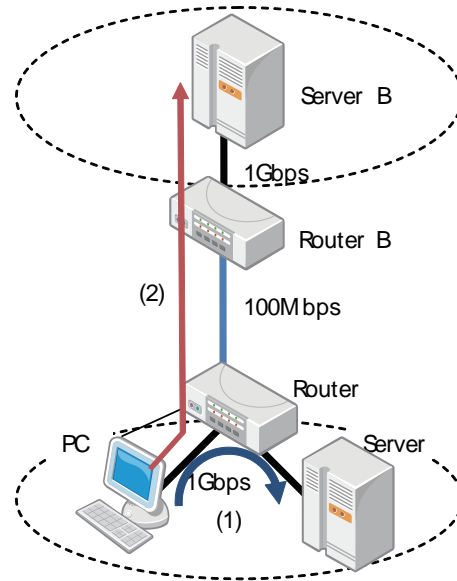


図1. Gigabit Ethernet の通信速度切り替え例

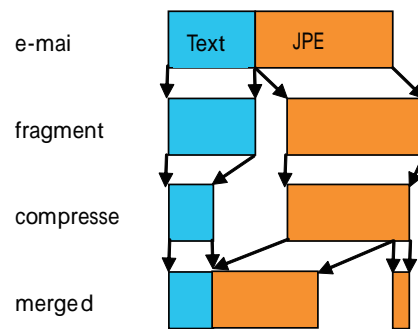


図2. 圧縮方式の適用例

■ 研究設備

下記匿名 ftp サーバを公開しており、主要な UNIX 系 OS やユーティリティプログラムを提供しています。

<ftp://ftp.netlab.cs.tsukuba.ac.jp/>

ハイパフォーマンス・コンピューティング・システム (HPCS) 研究室

佐藤三久(教授) / 朴泰祐(教授) / 建部修見(准教授) / 高橋大介(准教授) / 多田野寛人(助教)

総合研究棟B 1122号室

<http://www.hpcs.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

ハイパフォーマンス・コンピューティング・システム(HPCS)研究室では、大規模PCクラスタ、グリッド、組込みシステムなどにおける高性能、低消費電力、ディペンダブルな並列分散処理システムとその性能評価に関する研究を行っています。特に、プロセッサからネットワークまでの計算機アーキテクチャ、コンパイラ、共有メモリシステム、ファイルシステム、クラスタ・P2P・グリッドコンピューティング、高性能数値計算ライブラリに関する研究を行っています。

本学計算科学研究センターにおいて進められているPACS-CSプロジェクトを始め、各種計算科学応用分野と積極的な関係を保ちつつ、実世界に役立つ高性能計算を目指した研究を進めています。

■ 主な研究テーマ

- ディペンダブル組込みシステム技術
 - ・ディペンダブルオペレーティングシステム
 - ・高信頼・省電力ネットワーク技術
- クラスタ向けネットワーク技術
 - ・高バンド幅/高信頼性を実現するクラスタ向けネットワーク技術
- プロセッサアーキテクチャ
 - ・オンチップメモリを利用した高性能プロセッサアーキテクチャ SCIMAとそのコンパイラ技術
- Power-Aware Computing
 - ・高性能並列システムにおける低消費電力化
 - ・組み込みプロセッサにおける低電力化手法の検討
- OpenMP コンパイラ技術
 - ・Omni OpenMP コンパイラの開発
 - ・分散メモリ向けOpenMPDの研究開発
- 高性能数値計算ライブラリ
 - ・超高速FFTライブラリ (FFTE)
 - ・並列Gram Schmidt直交化
- グリッドコンピューティングシステム
 - ・並列プログラミング向け遠隔手続呼出しOmniRPC

- ・P2P技術を用いた分散コンピューティングフレームワークの開発
- 分散ファイルシステム・グリッドストレージ
 - ・スケーラブルなファイルI/O性能と高信頼性を実現するGfarm分散ファイルシステムの研究開発
- 大規模線形計算手法の開発
 - ・連立一次方程式、固有値問題の高速・高精度アルゴリズムの開発



図1. 高性能コンピューティング技術と性能評価

■ 研究設備

最新の高性能プロセッサであるOpteron、Xeonプロセッサから組み込み向け低消費電力プロセッサであるSHまで合計約300個のプロセッサを利用しています。



図2. 当研究室の計算資源

■ 共同研究・社会活動・発表論文など

- 共同研究
 - 計算科学研究センター、東京大学、京都大学、早稲田大学、慶応義塾大学、INRIA(フランス)など
- 発表論文
 - 2008年：論文誌2編、国際会議7編、国内シンポジウム4編
 - 2007年：論文誌3編、国際会議4編、国内シンポジウム3編

データ駆動ネットワーキングアーキテクチャ研究室

西川博昭(教授) / 富安洋史(講師)

理科系修士棟 D 306号室

<http://www.ddna.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

実時間処理性・応答性に優れたデータ駆動プロセッサの特性に注目し、メディア処理・プロトコル処理のネットワーキング向きデータ駆動プロセッサ CUE (Coordinating Users' requirements and Engineering constraints) を用いた実現法を提案しています。

これまでに、次世代のネットワーキング環境を想定した評価環境、プログラミング実行支援環境を構築しました。また、データ駆動とスーパスカラのハイブリッド方式プロセッサ、およびこのプロセッサを複数実装したチップマルチプロセッサのLSI 試作を行いました。現在はこれらの研究で得られた知見をベースに低消費電力チップマルチプロセッサの研究を行っています。

■ 主な研究テーマ

● 実時間実行支援システム RESCUE(Real-Time Execution System for CUE series data-driven processors)

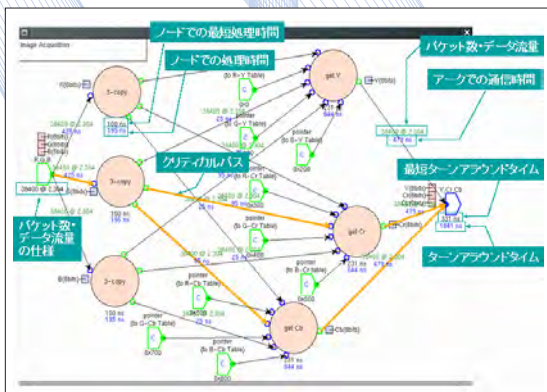


図 1. RESCUE frontend GUI

音声・動画処理等のデータ駆動型実現を支援する RESCUEは以下の機能から構成されています。

・仕様記述環境

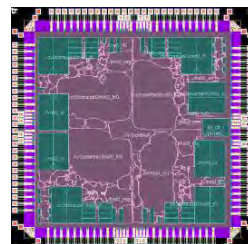
要求仕様記述からのプログラムの生成、記号実行によるプロトタイピング、シミュレーションの支援

・データ駆動プロセッサのパイプラインステージ水準の検証(国内外の特許を取得)

● ハイブリッド型チップマルチプロセッサ

上記のプロトタイピングによって得られた知見を生かし、データ駆動プロセッサの持つ優れた応答性を持ちつつ、逐次処理においても高いスループットを達成するアーキテクチャを提案しました。このアーキテクチャでは、データ駆動プログラムと制御駆動プログラムを同一のパイプラインで命令単位に混在して実行します(国内外の特許を取得)。

平成14年度～15年度に、STARC(半導体工学研究センター)との協同研究により、このアーキテクチャに基づくCUE-v2プロセッサのLSI開発を行いました。本LSIは、TSMC社の0.18um CMOSプロセスを用い、5mm角のチップとして実現されています。平成17年度からは総務省の戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE)産学官連携先端技術開発として、CUE-v2を4つ搭載したCUE-v3(図2(a))の研究・開発を行い平成20年度にLSI試作を行いました。CUE-v3はe-shuttle社の90nm CMOSプロセスを用いて5mm角で実現されています。



(a) CUE-v3



(b) 評価・検証ボード

図 2. CUE-v3 と検証・評価ボード

● ネットワーキング向き低消費電力プロセッサ

平成19年度より独立行政法人科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業(CREST)からの受託として、低消費電力なチップマルチプロセッサの研究を行っています。このプロセッサでは、電力あたりの性能を重視して効率の良いシンプルなアーキテクチャを採用し、自己同期型パイプラインやパワーゲーティングおよび動的電源電圧制御等の低消費電力化技術に取り組んでいます。

集積システム研究室

安永守利(教授) / 山口佳樹(講師)

総合研究棟B 1123号室

<http://www.islab.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

集積システム研究室ではVLSI (Very Large Scale Integrated Circuits) およびVLSIを用いたシステムに関する研究に取り組んでいます。特に、VLSIの高速化に関する基本技術と、書換えが可能なVLSIをターゲットとしたシステム開発に焦点を当てて研究・開発を進めています。

■ 主な研究テーマ

● VLSIシステムの超高速信号伝送

今後の10GHz以上のVLSIシステムでは、デジタル信号の信号品質を向上すること(理想的な信号波形を伝送すること)が不可欠となっています。この問題を解決するために、“遺伝的アルゴリズム”を利用した全く新たなデジタル信号伝送技術を開発しています。

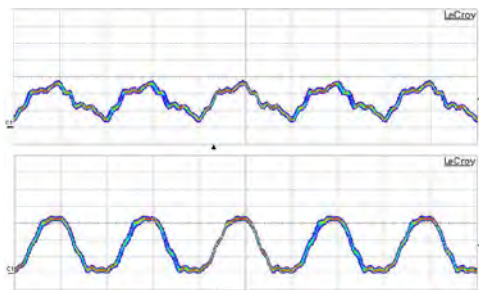


図1. 歪んだデジタル信号(上)と開発技術によって品質が向上したデジタル信号(下)

● 耐故障を考慮したVLSIシステム

VLSIは、宇宙空間などの極限環境でも積極的に利用され、そのような環境下ではより高い耐故障性能が要求されます。そこで、書換え可能なVLSIの特徴を利用した耐故障性能の向上手法や無線技術を利用した遠隔からのシステム修復手法を検証しています。

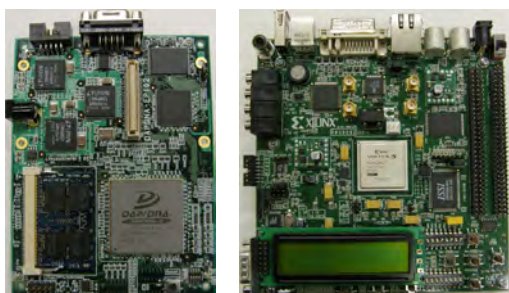


図2. 書換え可能LSI搭載耐故障性能評価用ボード

● 進化型ハードウェア

書換えが可能なVLSIの特長を活かした応用システムの開発を進めています。特に、環境の変化に合わせて回路を適応変化させる“進化型ハードウェア”について開発を進めています。

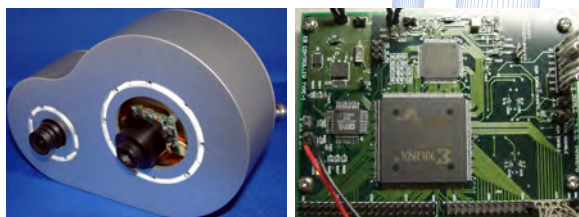


図3. 拡大追尾カメラシステム(左)と書換えが可能なVLSIによるカメラシステムの制御ボード(右)

● ヘテロ型システムにおける高速化手法の確立

非常に高い性能を持つシステムを構築する場合、CPUに加えて、GPUやCell Broadband EngineおよびFPGAに代表される書換え可能LSIの利用が一般的に行われています。これは、CPUと補助的に採用される高性能VLSIの特徴の違いを生かしてシステムを構築することが望ましいからです。しかし、このVLSIの選定において、どのVLSIがどのアプリケーションに適しているか、ということについてはあまり議論が活発にされていませんでした。そこで本研究室では、既存のVLSIシステムとそこで対象としているアプリケーションの関係について分類・整理し、この分類に基づいた並列化手法や分散協調演算、およびVLSIアーキテクチャなどの提案を行っています。

● 動的回路再構成を利用した組み込みシステム

様々な分野において、航空から安定して動画を撮影する技術、およびそのリアルタイム処理技術が求められています。本研究室では、組み込みシステムを前提に、低消費電力かつ必要な性能を満足する画像処理システムの開発を行っています。



図4. 繫留気球(左)、上空からの写真(中)、システムの概要(右)

インタラクティブ・アーキテクチャ研究室

山口喜教(教授) / 前田敦司(准教授)

総合研究棟B 1125号室

<http://www.ialab.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

インタラクティブ・アーキテクチャ研究室では、インターネットを支える技術やシステムについて、ハードウェアからアプリケーションソフトまで、様々な角度から研究を行っています。特に、ハードウェアとソフトウェアの境界面であるアーキテクチャをハード・ソフトの両面から見直すことによって、ネットワーク社会における様々な問題点の解決や新たな可能性を求めています。その中でも、特に、ネットワークにおけるセキュリティの確保やWebシステムの新しい可能性を探っています。研究の枠組みとしては、ハードウェアによる処理の高速化やハードウェア・アーキテクチャを指向した研究と、Webシステムや言語処理におけるソフトウェアを指向した研究とで、これらの課題に取り組んでいます。

■ 主な研究テーマ

● ネットワークセキュリティのための高速パケット処理の研究

書き換え可能なハードウェア (FPGA) を利用してネットワークを流れるパケットを、ソフトウェアより段違いに速く処理し、ますます高速化される基幹ネットワークなどにおいてセキュリティを確保するための技術を研究開発するものです。

- ・高速のFPGAパターン検査回路による侵入検知システムの開発
- ・さまざまな高速暗号通信方式の開発
- ・ネットワーク・プロセッサを利用した高機能ネットワーク処理の研究

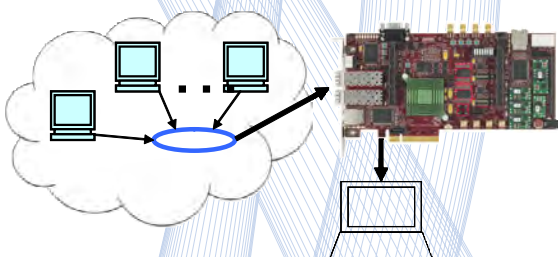


図1. FPGAによる高速侵入検知の実験システム

● 暗号化命令コードによる仮想ハニーポットシステムの研究

ネットワーク侵入者は、実行の制御を意図的に書き換えることで、侵入者の意図的なコードを実行させます。本研究では、命令セットを侵入者には分からないように変換することで、侵入者の意図していたプログラムを実行時エラーに導きます。これにより、侵入されたことを直ちに検出するハニーポットシステムを仮想計算機上に構築する研究を行っています。

● Webアプリケーション構築支援の研究

Webの普及と発展にともない、掲示板・ブログ・ショッピングサイトなどWebブラウザを通して処理を実行するシステムであるWebアプリケーションが重要性を増しています。Webの性質から、これまでは細切れに記述しなければならなかったサーバ側のプログラムを、素直な一つの流れて記述できる仕組みや、HTMLやXMLなど単なる文字列より複雑な構造のデータを効率良く扱って、簡潔にWebアプリケーションを書くことができる新しいプログラミング言語、また使いやすく、反応の速いWebアプリケーションを簡単に書くことができるようにするライブラリなど、Webアプリケーションの生産性を高める研究を行なっています。

● 軽量な侵入検知システムの研究

ネットワークの高速化・大規模化に対応するため、ネットワークからの侵入を検知する仕組みを個々のサーバやクライアントPCに装備することのできる、メモリ効率のよい侵入検知ソフトウェアの研究を行なっています。

● 新しい構文解析アルゴリズムの研究

現在のプログラミング言語で使われている文法より制約の少ない文法規則から、効率の良い構文解析プログラムを生成する新しいアルゴリズム (Packrat Parsing) の効率を改善する研究を行なっています。

並列分散処理研究室

和田耕一(教授)

総合研究棟B 1101号室

<http://www.padc.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

列分散処理研究室では、使いやすく性能の良いクラスタを実現するためのハードウェア、ソフトウェアの研究を行っています。また、画像や音のデジタル情報をもとに高品質再生を可能とするメディア処理アーキテクチャの研究を行っています。

■ 主な研究テーマ

● クラスタ向け高性能自律ネットワーク

クラスタコンピュータの性能の飛躍的な向上を目指して、ノードコンピュータと協調しつつ並列分散処理を自律的に支援する機能を持つネットワークシステムの開発を進めています。本ネットワークはMaestroと呼び、高速リンク、およびそれと密に結合した高性能プロセッサを持っています。Maestroは、任意のソフトウェアをネットワーク上に移行させ、実行させる動的オフロード機構を備え、通信処理のみでなくアプリケーションの一部をネットワークで実行させることにより並列処理に伴うオーバーヘッドを大幅に削減できるクラスタコンピュータの実現を目指しています。



図1. Maestro ネットワークのインターフェースとスイッチ

● 並列プログラム開発環境

クラスタコンピュータなどの分散メモリ環境で、プログラムに対して共有アドレス空間を提供する手段のひとつに、コンパイラによって共有メモリへのアクセス情報を収集して、読み出しアクセス前までにデータを読み出しプロセッサのメモリに移動させる方法があります。

このような方法においては、アクセス範囲を適切に表現し、それに基づいて移動すべきデータを特定することで、データ転送を必要最小限に抑えることが可能になりま

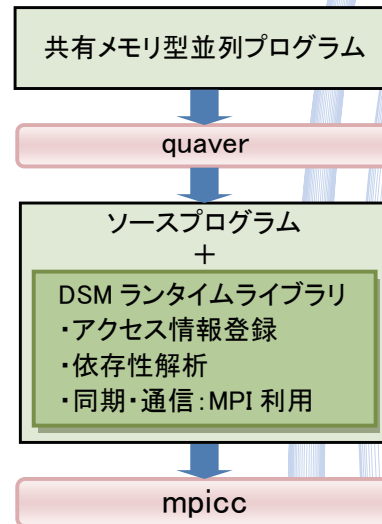


図2. クラスタ上での共有メモリ型プログラム実行環境

す。本研究室では、コンパイラ内部でアクセス情報を表現するための記述子quadを提案しています。このquadを利用して、並列プログラミング言語OpenMP用のコンパイラquaverを開発しています。

● 高性能最適化システム

最適解を求める手法として近年注目と集めているParticle Swarm Optimization法の高速化として、GPGPUを用いた高速化と並列化の研究を行っています。様々な実問題の最適解を高速に求めることができるシステムを開発しています。

● 画像、音の高品質再生方式

画像や音の圧縮に伴うノイズ除去、画像のぼけ復元をレート変換と同時に、かつリアルタイムに行うことが可能なアルゴリズムとハードウェア化の研究を行っています。画像や動画に対しては、防犯カメラ映像の高品質化が可能なハードウェアの研究を、音に対してはインターネット経由でデータベースから少量のパラメータを入手することで手持ちの楽曲が高品質に再生できるソフトウェアとハードウェアの開発を行っています。

電子回路研究室

庄野和宏 (講師)

第3エリア F 棟317号室

<http://www.fillab.is.tsukuba.ac.jp>

■ 研究室概要

電子回路研究室では、アナログ電子回路の研究に取り組んでいます。アナログは時代遅れのように思われがちですが、通信をはじめとする様々な分野において、その需要は一般的な認識とは逆に、高くなる一方です。アナログ電子回路といっても、さまざまなものがありますが、その中で、「複素フィルタ」と「CMOS集積回路」の2つの分野を扱っています。これらの技術で、通信機器の小形化、低消費電力化を目指します。

■ 主な研究テーマ

● 複素フィルタ

フィルタとは、いろいろな周波数成分を持った信号の中から、必要な周波数成分を取り出す回路です。

複素フィルタは、正と負の周波数領域という概念を扱うことができます。その回路構成方法を研究しています。特に、当研究室での新しい研究成果「理想トランスを用いた虚数抵抗の実現理論」を使って、複素フィルタを、抵抗器、コンデンサ、コイルだけを使って構成する方法について研究しています。(図1)

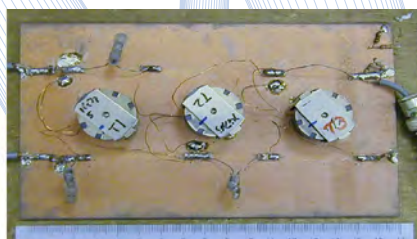


図1. 複素フィルタ (世界で初めて受動素子だけで作られた)

● CMOS集積回路

電子機器の小形化に最も貢献しているのは集積回路(IC)といえるでしょう。集積回路には数万~数千万個のトランジスタが集積されています。デジタル回路はMOSトランジスタというもので作られています。それに対し、アナログ集積回路の多くはバイポーラトランジスタという、別の種類のト

ランジスタで作られていたもので、同じICチップにすることが難しかったのですが、この問題は、アナログ回路もMOSトランジスタで作ってしまうことで解決できます。

そこで、当研究室では、MOSトランジスタで作ったアナログ集積回路の研究をしています。その中でも特に、電圧を電流に変換する「トランスコンダクタ」の回路構成法を研究しています。これはフィルタを集積化する場合のキーパーツになります。新しく構成した回路を、回路シミュレータ(PSpice)により動作確認を行っています。また、実際に集積回路を試作して、様々な動作試験を行っています。(図2)

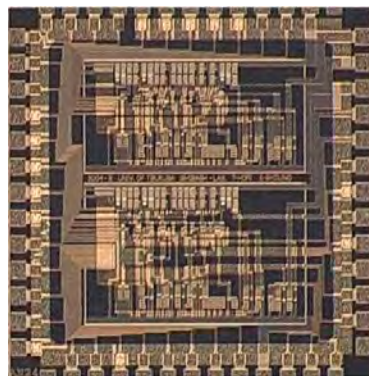


図2. 試作IC (電圧を電流に変換する働きをもつ)

■ 研究設備

オシロスコープ テクトロニクス 2236

スペクトラムアナライザ HP3585

インピーダンスアナライザ YHP4192A 他多数



イメージサイエンス研究室

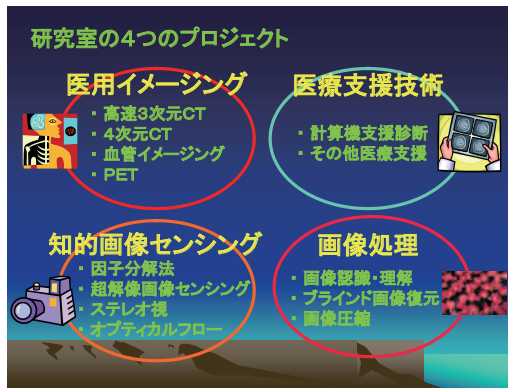
工藤博幸(教授)

総合研究棟B901号室

<http://www.imagelab.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

イメージサイエンス研究室では、医用画像・画像映像処理・音楽処理などの画像・映像・音楽技術に関する研究を行っています。基礎アルゴリズムから医療・産業・マルチメディア・エンターテインメントへの応用まで、幅広い分野の研究に取り組んでいます。



■ 主な研究テーマ

● 先端医用イメージング

CT (コンピュータトモグラフィ)・MRI (磁気共鳴イメージング)・PET (ポジトロンCT) などのイメージング技術は、現在の医療において診断や治療に不可欠なものになっています。本研究室では、CTとPETを中心として、装置構成方式から画像生成・表示のデータ処理まで幅広く研究を行っています。

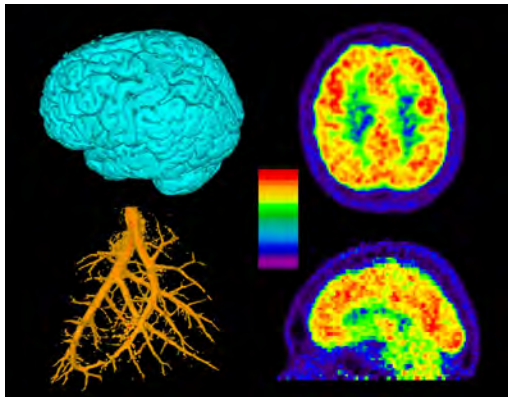


図1. 本研究室で開発した新技術により生成した医用画像

● 計算機支援画像診断 (CAD)

長年医用画像の読影は医師の目視により行われてきましたが、画像処理を用いて医師の読影を補助する計算機支援診断 (CAD) が実用化の段階に入っています。本研究室では、様々な医用画像や病気を対象としてCADの手法とソフトウェアを開発しています。

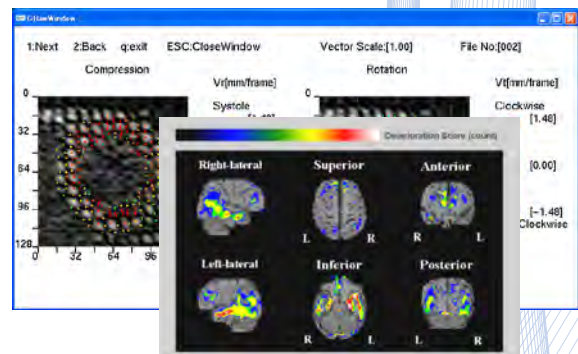


図2. 心臓病と認知症のCADソフトウェア

● 知的画像センシング

カメラやビデオなどの画像センサに最先端の画像処理技術を導入して『画像+ α 』の情報を得る技術を、本研究室では知的画像センシングと呼び幅広く研究を行っています。例えば、少ない素子数で高解像度の画像が取得できるセンサ・画質の劣化を補正する機能を持つセンサ・画像と同時に物体の形状が分かるセンサ、があったら便利です。

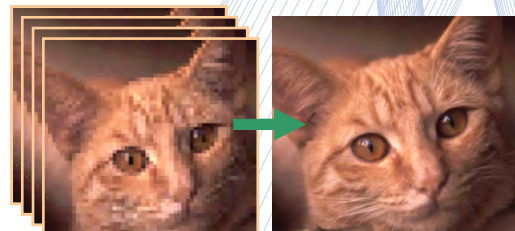


図3. 低解像度画像からの高解像度画像生成 (超解像)



図4. ビデオ画像解析による地形の復元 (因子分解法)

● 画像・映像・音楽処理

非数値処理アルゴリズム研究室

福井幸男(教授) / 三谷純(准教授) / 金森由博(助教)

総合研究棟B 925号室

<http://npal.cs.tsukuba.ac.jp/>

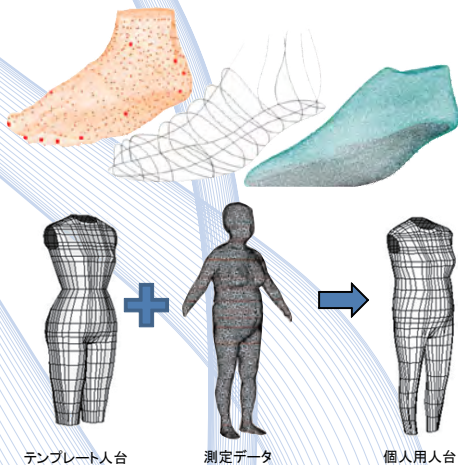
■ 研究室概要

CG、CAD、VR、折紙、ユーザインタフェースなどをキーワードに、幅広い研究を行っています。

■ 主な研究テーマ

● 身体適合製品の設計支援

服や靴など、普段我々が身につける製品は、個人の体型に適合した形状であることが望めます。3Dデジタイザなどで計測された人体の3次元データを活用することで、これらの製品設計を支援する研究を行っています。



テンプレート人台 測定データ 個人用人台

図1. 足の形状測定による靴型設計 (上段)
人体の測定データに基づく服飾用人台の設計 (下段)

● 内視鏡下手術時の視覚支援システムの研究

内視鏡を用いた外科手術では、限定された視野と操作環境に加え、動作の視覚的および体性感覚的なフィードバックの違いがあります。そのような環境下で誤操作を未然に防ぐために、内視鏡映像から奥行き情報を算出して提示する、視覚的支援システムを開発しています。

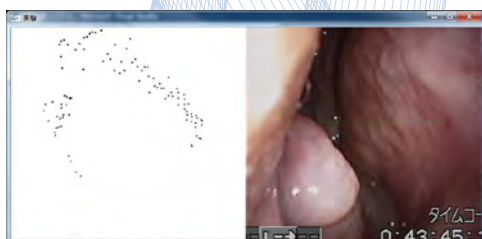


図2. 内視鏡による撮影画像(右)と抽出された特徴点(左)

● 折紙

紙を折りたたむことで得られる形状を計算機内に構築し、構造を評価する研究を行っています。折紙の展開図から折りたたみ後の形状を推測するシステムや、立体的な折紙の形状を設計支援するシステムの開発を行っています。

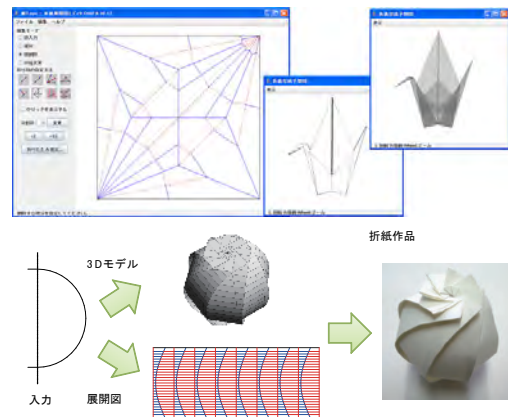


図3. 折紙の展開図から折りたたみ後の形状推定 (上段)
球を内包する立体折紙の設計 (下段)

● GPUによる高速化・リアルタイムCG

性能向上の著しいGPUを活用し、従来時間のかかった処理を高速化する研究を行っています。一例として、多数の粒子を用いた物理シミュレーション結果を、高速に描画する手法の開発に取り組んでいます。

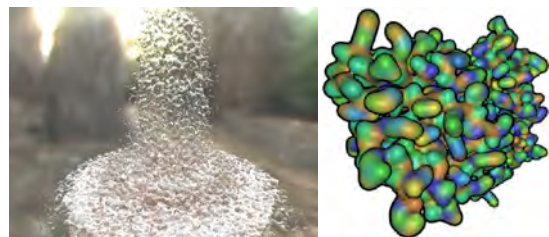


図4. 粒子を用いた物理シミュレーションの可視化例

● 自律的に変化する仮想都市生成

複雑な都市の発展の様子を構造的に記述し、仮想都市を自律的に生成する研究を行っています。Lシステムを用いた道路網の自動生成、都市をとりまく環境をモデル化することによる動的シミュレーションによる建物生成と配置、車や信号機のシミュレートと効率的な交通網の構成などを研究しています。

マルチメディア研究室

牧野昭二(教授) / 山田武志(准教授)

第三エリアC棟 208号室

<http://www.mmlab.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

近年のコミュニケーション技術の進歩は目覚しく、旧来の固定電話から、携帯電話に代表される移動体通信やIP電話などのVoIP通信へと急速に移行しています。また、メディア圧縮技術の進展により、テレビ会議やストリーミング放送のように、音声・音楽・映像などのマルチメディアを通信する機会が増えています。人と機械のコミュニケーション(インタフェース)についても、音声認識・音声合成・顔画像認識といった技術によって高度化されつつあるなど、我々の生活はますます便利になってきています。

その一方で、コミュニケーション形態の多様化により、これまで想定していなかった新たな技術的課題が生じています。これを受けて、当研究室では、送受信されたメディアの品質を評価するためのメディア知覚QoE(Quality of Experience)評価法、周囲雑音が存在する実環境で高品位なコミュニケーションを行うための音メディア処理など、音メディアを中心とした幅広い研究開発を行っています。同時に、その成果を国際標準化機関であるITU(国際電気通信連合)に提案しています。

■ 主な研究テーマ

● メディア知覚QoE評価法

通信サービスを経済的かつ良好な品質で提供するためには、ユーザの実感に合った品質評価法が必要です。当研究室では、音声の広帯域化によるハンズフリー音声通信やVoIP通信に対応した客観品質評価法と、そのための擬似音声信号の開発を行ってきました。

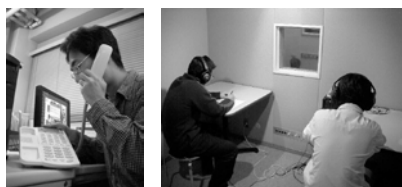


図1. 主観品質評価試験の様子

最近では、音楽や雑音抑圧された音声信号の客観品質評価法、IP電話品質を推定するオピニオンモデル、AV通信品質推定モデルの研究を進めています。

● 実環境における音メディア処理

場所を選ばずに高品位な音コミュニケーションを実現するためには、周囲雑音や残響への対策が不可欠となります。当研究室では、音源分離・雑音抑圧、音源位置推定、高品位音再生、雑音に頑健な音声認識手法、音声認識性能の推定・評価といった音メディア処理の研究を実施しています。



図2. マイクロホンアレーを用いた音源分離の様子

当研究室では音メディア処理全般を研究対象としており、最近では自動採譜のための楽器同定といった音楽情報処理に関する研究も行っています。

■ 研究設備

シールド防音室(2室)、無響室、ネットワークシミュレータ、各種音響・映像機器、実験用コンピュータなど。

■ 共同研究・社会活動・発表論文など

- [1] S. Makino, Te-Won Lee, H. Sawada, "Blind Speech Separation," Springer, Sept. 2007.
- [2] J. Benesty, S. Makino, J. Chen, "Speech Enhancement," Springer, Mar. 2005.
- [3] T. Yamada, M. Kumakura, N. Kitawaki, "Performance estimation of speech recognition system under noise conditions using objective quality measures and artificial voice," IEEE Trans. Audio, Speech and Language Processing, Vol. 14, No. 6, pp. 2006-2013, Nov. 2006.

適応情報処理研究室

亀山啓輔 (准教授)

3E102号室

<http://www.adapt.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

適応情報処理研究室では環境や状況に適応してアルゴリズムやモデルを変更していく情報処理様式に関する研究を進めています。

人間をはじめとする生物には、限られた情報処理資源を利用して、試行と失敗を繰り返し、時には世代を超えて問題を解決していく能力があります。このようなプロセスを「適応情報処理」様式にとらえ、基盤となる学習、最適化、信号処理の理論をふまえて、適応的なパターン認識、信号・画像処理、検索アルゴリズムを提案、実世界の問題を解決していくための研究を行っています。

■ 主な研究テーマ

● 利用者の要求に適応するマルチメディア内容検索

コンテンツの関連性に基づいて画像や音楽を検索する内容検索においては、応用ごとに異なる「類似度」や「関連性」に対する要求に答える検索を実現する必要があります。柔軟な検索を実現する色や画像の構造の特徴化や、利用者のフィードバックに基づき関連性評価を適応させる内容検索方式の研究を進めています [1][2]。

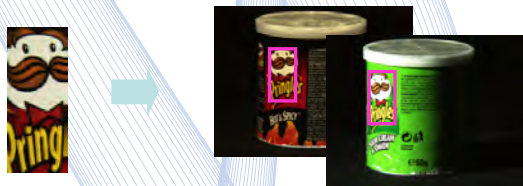


図 1. 色不変特徴量を用いた部分画像検索 [2]

● バイオメトリクスを利用した個人認証

生体の特徴をトークンとして認証を行う生体認証では、環境変動やノイズに強い特徴化方式が重要となります。特に音声認証に新しい音声特徴量と識別的学習を用いる方式を導入し、従来方式より認証精度を向上させることに成功しています [3]。

● 適応的な正規化手法による画像修復フィルタ

ノイズ、ボケ、ブレなどで劣化した画像を修復する際に、適切な修復画像を選択する際の基準を画像信号から適応的に選択する手法を開発し、高精度な画像修復を実現しました [4]。

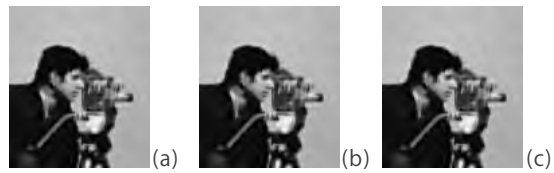


図 2. (a) 原画像、(b) 劣化画像 (ボケ)、(c) 適応 BTV 修復

● 核関数の適応による高精度画像補間

表示デバイスごとに異なる解像度に対応するためには画像の解像度の変換が必要となります。画像の種類や局所的な階調変化に適応した高品質な解像度変換を行うための研究を進めています [5]。

● 高次統計量を用いた信号パターン認識

高次のモーメントやスペクトルを利用した信号の特徴化や分類をカーネル法を利用して効率的に実現する方法についての研究を進め、サポートベクターマシンを併用したテキスト分類などに応用しています [6]。

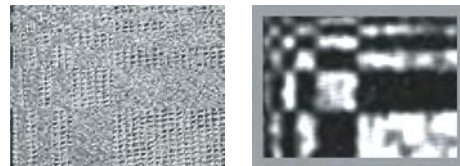


図 3. 高次統計量カーネルと SVM を用いたテキスト分類

■ 参考文献

- [1] Oka and Kameyama, Proc. IEEE Symp. CIMSVP, (2009).
- [2] 小林, 亀山, 信学技報PRMU 2009-10, (2009).
- [3] Sakai and Kameyama, Proc. IBIS' 09, (2009).
- [4] Someya and Kameyama, IASTED SPPRA' 08, (2008)..
- [5] Mori et al. IEEE Pacrim . Conf. Comm. Comp. and Sig. Pro. (2007).
- [6] Kameyama and Taga, Proc. IJCNN (2004).

計算視覚科学研究室

酒井 宏 (教授)

3C317 号室

<http://www.cvs.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

人間は必要とする外界の情報のほとんどを視覚から得ています。しかし、外界は3次元であるのに、目の網膜は2次元です。したがって格段に少ない2次元の情報から、もとの3次元構造を再現する必要があります。これは一般には解けない難しい問題(不良設定問題)です。しかし私達の脳は、像に隠された様々な情報と、脳内に持つ知識とを無意識のうちに利用して、外の3次元世界を脳内にリアルタイムで再構築しています。

私達は、脳がもつ優れた視覚機能が、どのようなアルゴリズムやメカニズムで実現されているのかを研究しています。アプローチとしては、脳の計算論的モデルの構築と、視覚の特徴を知るための心理物理実験を、2つの柱にしています。

■ 主な研究テーマ

● 大脳皮質視覚野の計算モデル

見ることの目的は、どこに何があるかを知ることです。目には様々な物体が映っています。この像を切り分けて、それぞれが何かを決めていく必要があります。その切り分け(図地分離)の計算論的モデル(図1)を構築しています。さらに、形がどのように知覚され、脳内で表現されているかについても研究しています。

また脳では、目に映った膨大な情報から、注意すべき部分だけを選んで処理することによって、リアルタイム処理を実現しています。この注意についても研究を進めています。

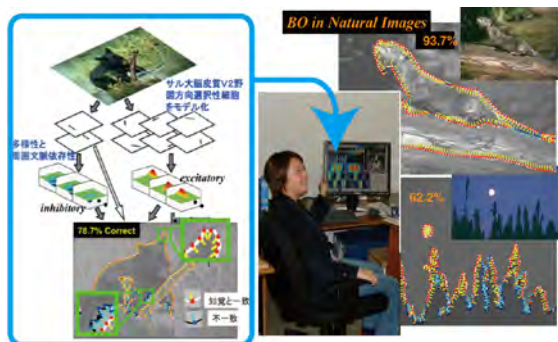


図1. 視覚皮質の計算モデル。自然画像(Berkeley Segmentation Dataset)での図地分離の結果。

● 視覚心理物理実験

人間をシステムとして考えて、何を見せたときにどう見えるかを測定します。見せる像をよく制御して作成し、比較実験をすることによって、系のアルゴリズムや計算順序がわかってきます。

具体的には、人工的な画像を、精巧・高速なコンピュータグラフィックスを利用して作ります。これが人間にどのように見えるかを客観的に測定し、統計解析をします。トピックスとしては、陰影・ハイライトからの3次元形状の知覚、形の知覚と脳内表現、運動と奥行の融合、注意、構成、などを研究しています。

■ 研究設備

クラスタマシン、並列計算用PC、高性能グラフィックスマシン、立体視実験装置、実験暗室、他

■ 共同研究・社会活動・発表論文など

Pennsylvania大学, Rochester大学などと活発な国際共同研究を行なって、多くの研究成果をあげてきました。また、Columbia大学, Johns Hopkins大学, Max Planck研究所, ドイツ霊長類研究所, 理化学研究所を始め、内外から研究者を招いてのセミナーを実施するなど、世界レベルで研究者達との交流も行なっています。米・独への3~6か月程度の派遣も行ってきました(UCBerkeley, Max Planck, GPZ)。学生が著者となった論文も、J. Cognitive Neurosci., J. Vision, Vision Res., J. Optical Soc. America等、著名な欧米誌に掲載されています。



図2. 心理物理実験室。厳密にコントロールした刺激をCGで作成して被験者に呈示する。

視覚情報処理研究室

平井有三(教授)

第三学群棟E 203号室

<http://www.viplab.is.tsukuba.ac.jp/~hirai>

■ 研究室概要

視覚情報処理研究室では、「人の優れた情報処理能力を理解し工学に生かす」という立場で、人の知覚の科学的理解と機械による知覚機能の実現を目指した研究を行っています。

■ 主な研究テーマ

● 視覚科学

人の視覚系の特性を心理物理実験により測定し、そのメカニズムを理解する。特に、色覚系の二重拮抗型色受容野について研究をしています。

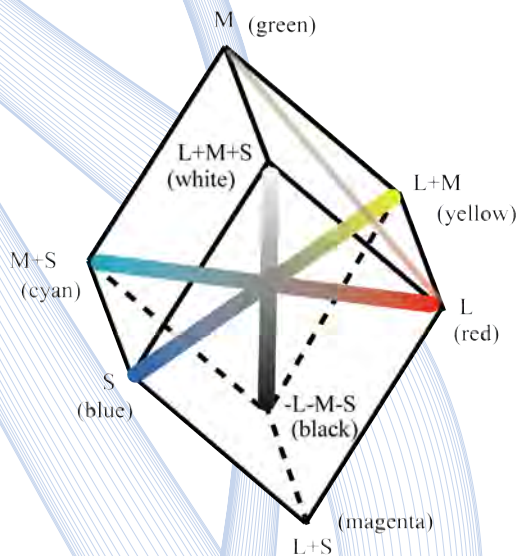


図 1. 色空間と反対色。赤 - 緑ではなく赤 - 青緑軸の存在を検証しています。

● 視覚工学

車載ビデオカメラを用いて、道路交通標識を実時間で認識する知覚システムを研究しています。近年研究されている様々な画像認識技術を用い、逆光や夜間などの認識が困難とされる状況下での安定した認識を目指し研究を進めています。人の情報処理を生かすといった側面についても、

パターン認識の役に立つ特徴をとらえるために視覚系の反対色フィルタを適用し、より性能の高いシステムを実現しています。

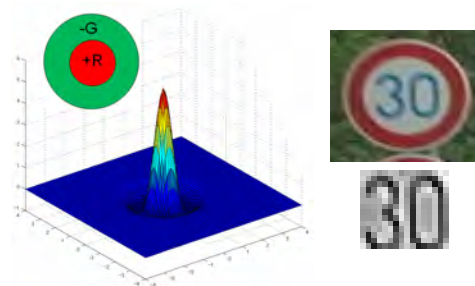


図 2. 反対色フィルタ (左) と記号部の抽出例 (右)。

車の移動に伴う標識の動きを追跡することにも取り組んでおり、総合的に高い性能が得られるシステム作りを行っています。前述の逆光などに加え、カメラから遠くに映る場合や弱雨など、様々な環境を想定した実時間認識実験を行ない、現在91.6%の認識結果を得ています。また、2009年のITSシンポジウムをはじめとして積極的に研究報告を行なっています。

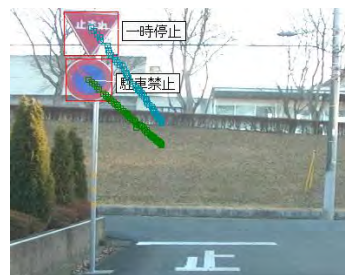


図 3. 標識の認識と追跡

● 類似画像検索に関する研究

画像の特徴は一般的に高次元のベクトルで表されますが、高次元空間では似ているデータを高速に探すことが難しいことが知られています。このような状況で上手く検索を行う手法を検討しています。また、対象画像をよりよく表現できる特徴抽出に関する研究もしています。

知能情報・生体工学研究室

山本幹雄(教授) / 滝沢穂高(准教授) / 乾孝司(助教)

総合研究棟B 926・927号室

<http://www.mibel.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

知能情報・生体工学研究室では、人を中心とした情報メディア技術について大きく2つの視点から研究に取り組んでいます。一つはBlogに代表されるWeb上の自然言語(日本語や英語のような人間の言語)テキストの処理であり、もう一つは人間の視覚情報処理をコンピュータで実現する知的画像処理です。

■ 主な研究テーマ

● 自然言語処理 on the Web

人間の知識の多くは日本語や英語のような人間の「言語」で記述・蓄積されていますが、最近では特にWeb上に膨大な言語情報が蓄積されています。もし、機械が人間の言葉の一部でも理解・処理できれば、機械が人間の知識にアクセス可能となり、人間の知的作業をサポートできるはずです。また、Web上の文書は様々な言語で書かれており、1つあるいは2つの言語を知っているだけでは大部分の知識/文書を利用できません。このため、ある言語から他の言語へ自動的に翻訳する「機械翻訳」という技術を、国を超えた人間同士のコミュニケーションを支援するために研究しています。具体的には以下のような研究をしています。

- ・ Web文書や特許文書などの統計的機械翻訳
- ・ Web・Blogからの意見抽出
- ・ ニュース記事(Web)の本文特定
- ・ 推薦システム(レコメンドエンジン)

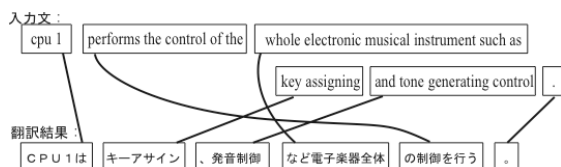


図1. 統計的機械翻訳(特許翻訳の例、大量の英日対訳データから翻訳規則を自動学習する)

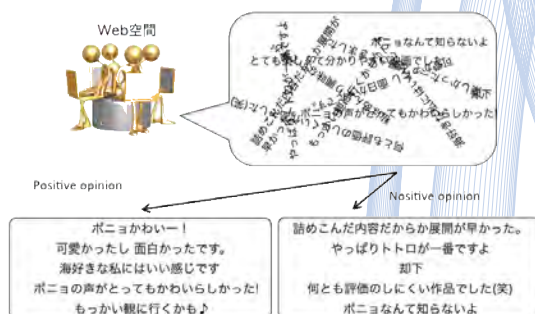


図2. 意見抽出の例(Web上から「崖の上のポニョ」の意見を抽出し、好評/不評に自動分類している)

● 知的画像処理

人間は外界情報の多くを「視覚」から得ていると言われています。情景や物体を見ることによって、その広がり、大きさ、形、色、模様などを知ることができます。コンピュータにそのような「物を見て分かる」能力が備わったとき、コンピュータは今よりもっと賢く、柔軟性に富み、私たちの生活を便利にしてくれる道具になり得ると考えられます。我々はデジタル画像から、そこに写っている情景や物体を認識する理論の構築とプログラミングによる実現化を行っています。具体的な研究テーマは以下になります。

(1) 医用画像処理

図3のような医用画像(CT画像)からコンピュータを使って病変部(肺癌)を認識し、医師に情報提供するシステムの開発を行なっています。



図3 肺癌検出

(2) ステレオ画像からの3次元物体認識

2台のカメラを使って画像撮影し、情景や物体の立体情報を得る研究です。例えば、図4のようなシーンから机や椅子の形状や大きさ、姿勢を認識することができます。



図4 シーン認識

知識システム研究室

狩野均(准教授)

3C棟 3C211号室

<http://www.kslab.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

進化的アルゴリズム、人工生命、ソフトコンピューティングなど、人間の知識・知能を利用したシステムや自立的に創発するシステムの研究を行っています。応用研究に重点を置いています。

■ 主な研究テーマ

● 遺伝的アルゴリズムによるカーナビ経路探索

カーナビゲーションの経路探索は旅行時間、経路長、運転の快適性などを考慮した多目的最適化問題です。しかし現状のカーナビでは一つの目的関数しか扱うことができません。そこで本研究では多目的遺伝的アルゴリズムを用いた経路探索を研究しています。これにより特徴のある複数の経路を同時に計算して、ユーザに提示することができるようになります。

● セルオートマトンを用いた交通量の予測

広域道路網の全道路に対して、1時間先までの交通量を時系列的に予測する方法です。セルオートマトンによる交通シミュレーションとファジィクラスタリングによるデータ補間技術を組み合わせて、実際の交通データに適用しています。特に難しいとされている、渋滞の発生と解消を予測することができるようになります。



図1. 交通量の予測値を考慮した最適経路 (赤丸→青丸)
2003年6月17日の実際のVICS交通データを再現している

● マルチエージェントモデルによる災害避難

マルチエージェントシミュレーションを地震などの災害時の避難誘導に応用する研究です。従来の避難モデルには、広域なシミュレーションが難しいことや、対象地域に対する柔軟性が低いなどの問題点があります。本研究では、任意の地域を対象とした広域災害避難シミュレーションを行う汎用マルチエージェントモデルの構築を行っています。

● セルオートマトンの進化

セルオートマトンを用いた超並列コンピュータのプログラムを自動設計するための基礎研究を実施しています。これは遺伝的アルゴリズムを用いて、セルオートマトンを進化的に設計する方法です。この技術を雪の結晶パターンを例に、パターンの自動生成問題に応用しています。

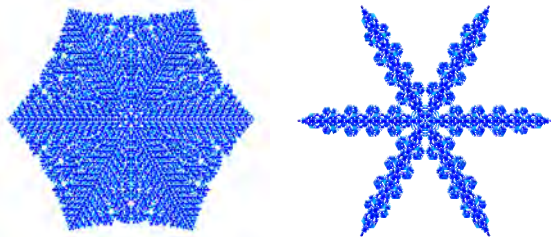


図2. セルオートマトンで生成した雪の結晶パターン

● ニューラルネットワークの進化

遺伝的アルゴリズムを用いてニューラルネットワークの結合係数を進化的に効率よく獲得する研究です。隔離された集団間を生物が移住するモデルとウイルス感染モデルを組み合わせた新しいモデルを検討しています。

● ファジィシステムの進化

ファジィ集合のメンバーシップ関数は、通常はその分野のエキスパートが経験的に設定していますが、本研究では、進化的アルゴリズムを用いて最適な関数を導出する方法を研究しています。ITS (高度交通システム) 分野への応用を検討しています。

機械学習・データマイニング研究室

佐久間 淳 (准教授)

第三学群棟F934 号室

<http://www.slac.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

インターネットの発達に伴い、Web上の文書リソースはもちろんのこと、SNS上に蓄積される人間関係、eコマースサイトに蓄積される経済活動、ブログに蓄積される個人的な経験など、さまざまな価値ある情報が活用可能になりつつあります。

機械学習やデータマイニングの理論的基礎を軸に、このような多様な情報源の活用を目指した新しいアルゴリズムやサービスの研究を行っています。2009年度からスタートした新しい研究室です。

■ 主な研究テーマ

● プライバシー保護データマイニング

「この本を買った人はこんな本も買っています」という表示を見たことはありませんか？これはその人の過去の購買履歴に基づいてオススメを表示しているもので、その背後にはクラスタリングや協調フィルタリングといったデータマイニングの技術が使われています。



図1. こんな音楽を聴いている人はこんな本を読んでいます

では「こんな場所を訪れた人はこんな商品を買っています」のようなオススメは実現できるでしょうか？「こんな仕事をしている人は、こんな本を読んでいます」はどうでしょうか？このように、個人のプロフィールや活動ログを利用したサービスでは、プライバシーの問題を十分考慮する必要があります。こういった個人情報の保護と活用を両立させるためのプライバシー保護データマイニングの技術を研究して

います。

● 強化学習

解き方のわからない課題に挑戦するときにはどのような手段が有効でしょうか？強化学習とは、成功時には報酬、失敗時には罰を受ける試行錯誤の枠組みを通じて機械を学習させる方法です。



図2. 強化学習の枠組み

強化学習は、赤ちゃんがじたばたと動きながら自然に歩行動作を学ぶように、機械に試行錯誤に基づく環境への適応を行います。そのため、倒立振り子振上げ安定化や工場の生産計画最適化など、一見まったく異なる種類の様々な問題を、アルゴリズムの変更なしで解くことができます。こういった適応学習の枠組みにおいて、目的の異なるロボットを同時に学習させる方法、異なる課題を同時に学習させる方法を研究しています。

■ 最近の発表論文

- [1] Sakuma, J. and Kobayashi, S., Link Analysis for Privately Weighted Graph, The 32nd Annual ACM SIGIR Conference, pp. 235-242, 2009.
- [2] Sakuma, J., Kobayashi, S. and Wright, R., Privacy-preserving Reinforcement Learning, The 25th International Conference on Machine Learning (ICML 2008), pp. 864—871, 2008.

コンピュータビジョン研究室

福井和広(准教授)

第三エリア棟E 205号室

<http://www.cvlab.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

コンピュータビジョン研究室では、人の動作や状況を認識する知的モニタリングシステムやロボット視覚の実現に向けて、コンピュータによる視覚機能の研究を行っています。特に、中核となるパターン認識の基礎理論、システム学習、および分散・多視点画像認識システム構築に関する研究を、産総研、中央農業研究センター、他大学と連携しながら精力的に進めています。

■ 主な研究テーマ

● パターン認識の基礎理論

部分空間法などの部分空間をベースにしたパターン認識法について数理的な側面から研究し、その理論拡張を進めています。部分空間法については

<http://www.cvlab.cs.tsukuba.ac.jp/~subspace>を参照してください。

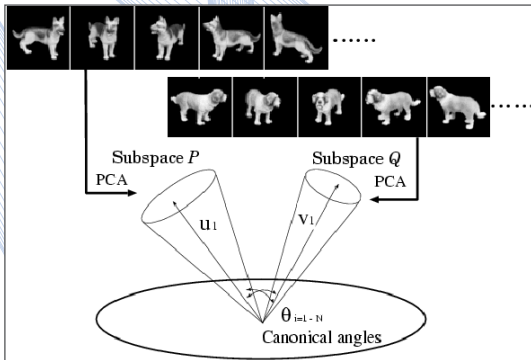


図1. 部分空間法ベースの物体認識の概念

● ヒューマンセンシング

顔画像認識、ジェスチャー・動作認識、頭部の動きに影響されない視線検出とそれを用いたヒューマンインタフェースの研究を行っています。

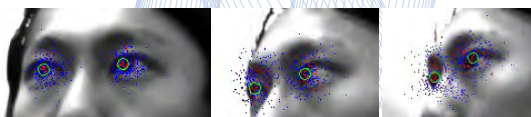


図2. 瞳検出と追跡

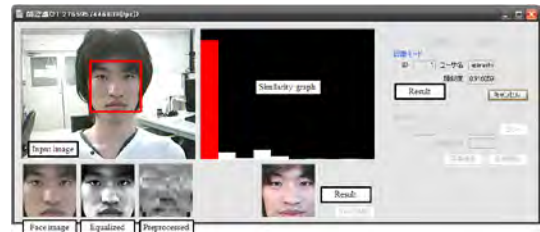


図3. 顔画像認識システム

● 多視点画像による物体・状況認識

分散・多視点画像を用いて、手などの3次元物体やシーンを高精度に認識するアルゴリズムおよびシステムの研究を行っています。



図4. 多視点顔画像認識システム

● ロボット視覚

ロボットが自立的に動くことで得られる連続・多視点画像を用いて、周囲の人物、障害物などを高精度かつ安定に認識する方法を研究しています。

● システム学習

大量のTV映像やCG画像を用いて画像認識システムを効率良く学習させる方法を研究しています。

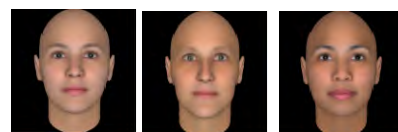


図5. 学習に用いるCG画像

行動モデリング研究室

赤松幹之

(独)産業技術総合研究所

<http://npal.cs.tsukuba.ac.jp/>

■ 研究室概要

自動車運転など時々刻々変化する実際の環境における人間の状況依存型行動を客観的に計測して、行動特性を明らかにするとともに、その行動を予測・評価するための行動モデルの研究を行っています。また、ITS(高度道路交通システム)におけるヒューマンインタフェースの研究も行っています。

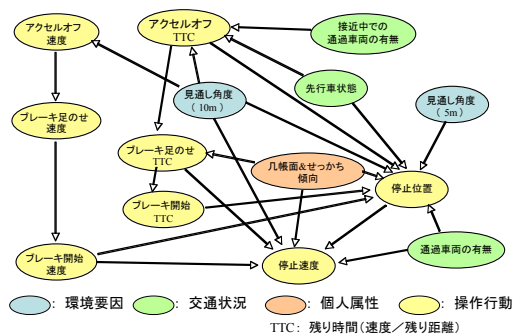
■ 主な研究テーマ

● 運転行動計測と運転行動モデルの研究

実際の一般道路や高速道路での多くのドライバーの運転行動を計測して、自動車運転行動データベースを開発し、このデータベースを用いて運転行動を分析して、様々な現実の道路上での複雑な行動の特性を明らかにしています。そしてこのデータを用いてベイジアンネットワーク、隠れマルコフ等の確率的手法による行動モデルの研究をしています。行動モデルの応用として、普段とは異なる運転行動をした時に危険が高まることをドライバーに伝える車載型の運転支援システムの研究をしています。



運転行動計測用車両と計測された運転行動データの一例



一時停止交差点への減速・停止行動のベイズネットモデル

● ITSにおけるヒューマンインタフェースの研究

カーナビゲーションシステムなどの新しい情報機器が交通システムに導入されてきていますが、利用者の安全性を保つためには、市場への導入前にヒューマンファクターの評価することが重要です。そこで、このような新しく導入される情報システムのヒューマンインタフェースの設計・評価を行っています。新しいインタフェースのデザインおよびそれを実現するための技術的提案、また心理物理実験、行動実験によるインタフェース評価を行います。



● ドライビングシミュレータを用いた研究

ドライビングシミュレータはCGで合成された道路交通環境の中をあたかも実際に自動車を運転しているかのように運転操作ができる装置です。この大型のドライビングシミュレータを用いて、衝突警報システムなどの新しい運転支援システムの有効性の事前評価やシステムのインタフェースの評価を行っています。また設計段階での新しい道路や道路上の情報板などについても、評価実験を行っています。



パターン認識研究室

栗田多喜夫(教授)

産業技術総合研究所 第2事業所 E棟 E 213-2室

<http://www.neurosci.aist.go.jp/spr/>

■ 研究室概要

人間(動物)は、学習を通して、現実世界の多様で膨大な情報を類型的なパターンとして概念に対応付け、それらの関係を知識として蓄積することで、さまざまな状況に柔軟に対応できます。パターン認識は、人間が生存するための最も基本的な能力であり、知能の根幹をなしています。パターン認識研究室では、統計的パターン認識や機械学習の話題を中心に、実環境での実用に耐えるような汎化性能の高いパターン認識手法の開発とその画像認識等への応用について研究しています。

■ 主な研究テーマ

● 汎化性能の高い識別器を構成するための最適化手法に関する研究

コンピュータの性能向上とPCクラスター等の並列実行環境の整備によって、大量の計算パワーを手軽に利用できるようになりました。そうした大量の計算パワーを積極的に利用して、汎化性能の高いパターン認識器を構成するための実用的なアルゴリズムの確立を目指した研究を行っています。具体的には、パターン識別器の最適なハイパーパラメータの決定法、パターン認識のための有効な特徴の自動選択法、対象検出器の高速学習法等を開発しています。

● 画像・動画認識手法の開発

近年、防犯等の目的で様々な場所にカメラが設置されています。最近では、車にもカメラが取り付けられ、安全運転支援に利用しようとする試みも開始されています。また、Web上には膨大な量の画像や映像が公開されています。これらの画像・動画から意味のある情報を抽出して、有効利用するためには、画像・動画中の何処に、何が、どのような状態で映っているのかを理解することが重要です。また、Web上の膨大な画像・映像情報の中から必要な情報を見つけ出すためにも画像・動画の理解が必要となります。当研究室では、パターン認識の応用として、画像・動

画像認識の研究も行っています。具体的には、一般物体認識手法の高度化、ITS等の交通安全支援のための画像認識技術の開発、顔検出や顔認識をベースにしたカメラの前の観衆の状況の認識手法の開発、映画やスポーツ映像の理解のための基礎技術の開発等を行っています。

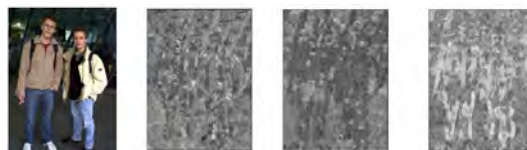


図1 事後確率画像の高次局所自己相関特徴を利用した一般物体認識(左から、元画像、バイク、車、人の事後確率)

● 脳型視覚情報処理手法に関する研究

情報技術の応用分野がどんどん複雑化・多様化していますが、認識、学習、状況に応じた判断等の[人間には簡単に出来るけれど、現在のコンピュータには実現できていないこと]がボトルネックとなって、制限された状況でしか実用化できない応用もまだまだ多数残っています。一方、世界中で精力的に脳科学の研究が行われ、脳での情報処理の作動原理がしだいに明らかにされつつあります。そうした脳科学の知見を取り入れて、「人間には簡単に出来るけれど、現在のコンピュータには難しい」情報処理を実現するための研究も行っています。



図2. 自己連想メモリを利用したサングラスで隠れた顔の認識

ヒューマンセンタードビジョン研究室

坂上勝彦(教授) / 佐藤雄隆(准教授)

産総研つくば中央第2 2-10棟313号室
<http://staff.aist.go.jp/k.sakae/>

■ 研究室概要

小型化・高性能化・低価格化により、コンピュータ、ネットワーク、カメラが急速に普及するにつれて、外界(実環境)、コンピュータ(仮想環境・計算環境)と人間の3つを繋ぐメディアとして、産業や日常生活などあらゆるシーンにおいて視覚情報がますます重要になっています。この視覚情報に関して、様々な状況における情報処理技術の基礎研究や、人間の諸活動の代行・支援システムへの応用技術の研究を行っています。特に、人間の動きによるヒューマンインタフェース、人間を取り巻く環境や状況の把握等、いろいろな意味で人間中心志向の視覚情報技術、すなわちヒューマンセンタードビジョン(Human-Centered Vision)技術の確立を目指しています。

研究室は独立行政法人産業技術総合研究所(つくば市梅園1-1-1中央第2)にあります。その意味で、企業との連携や新規産業創出に繋がる技術の開発など、研究者の将来にとって役に立つ研究を行うことが可能です。最先端の手法開発を広い知見での応用分野探索と並行して行い、視覚情報分野特有の「技術の共通性」と「応用の多面性」を活かし、ニーズドリブとシーズドリブの適正なバランスを保ちながら、広い意味での産業に適用することを目指しています。

手法については、他の追随を許さない独創的手法の開発を目指しています。同時に、総合研究所の特長を生かして、研究室外との積極的な連携や議論もエンカレッジしています。広い視野を持った研究者に育つことを大いに期待しています。

■ 主な研究テーマ

● 全方向ステレオカメラとその応用

多数のステレオカメラをぎゅっと固めて、全方向の距離とカラー情報をリアルタイムで獲得する全方向ステレオカメラを電動車いすに搭載し、まわりに存在するいろいろな危険を瞬時に検知して、障害者の安全を確保するシステムを開発しています(図1)。また「ロボットの眼」としての役割など、

このカメラの人間の眼をも越える情報収集能力を生かしたさまざまな応用を検討しています。



図1. 全方向ステレオカメラの応用例

● ビジュアルフレームワークLavatube

コンピュータビジョンに関する研究開発を合理的かつ効率的に進めるための研究も行っています。我々が開発しているLavatube(図2)はGUI上でアイコンを接続するだけで画像処理システムを構築することができます。プログラムの手間を大きく軽減すると同時に、保守性も向上します。また、多種多様なカメラシステム(図3)を統合的に扱うことも容易になります。



さまざまな画像処理をGUI上のアイコン接続で構築可能
図2. Lavatube(オープンソースとしてWEBで公開中)

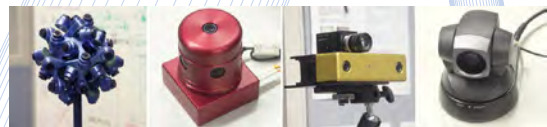


図3. 研究室で使用している多種多様なカメラシステム

適応型システム研究室

樋口哲也(教授)

産業技術総合研究所 つくば中央第2 E343-1室
<http://unit.aist.go.jp/asrc/asrc-5/>

■ 研究室概要

適応型システム研究室では様々な工学システムの性能を最適化する手法、ならびに応用システムの構築を行います。最適化手法としては人工知能の遺伝的アルゴリズム等を用います。携帯電話通信のための新しいデータ圧縮方式の開発と、その救急車医療画像システムや車椅子遠隔支援システムへの応用、高速データ通信システム、ハードウェアによるウイルスチェック配信システムなど、情報通信の先端的な応用を出口として研究開発に取り組んでいます。

■ 主な研究テーマ

● 携帯電話通信向きデータ圧縮技術

ユビキタスな通信を実現する上で携帯電話は不可欠ですが、携帯電話を使ったデータ通信は地形や使用状況によりデータ転送量等が不安定になります。そこで、状況に応じてデータ圧縮のアルゴリズムを自律的に変更する適応型BTCデータ圧縮技術を研究開発しています。

このデータ圧縮技術を用いて、救急病棟の医師が遠隔から救急車内の患者の画像を自由に取得するシステムをつくば市消防本部や筑波メディカルセンターと共同で開発しています(図1)。

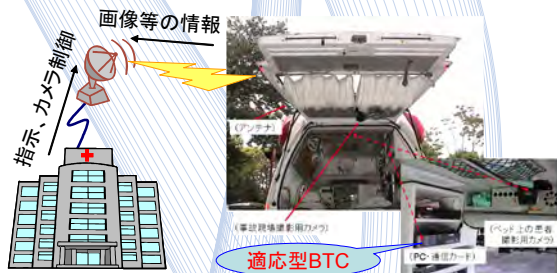


図1. 救急車内画像遠隔取得システム(携帯電話版)

現在、携帯電話よりも通信費用の安価な無線システム版の研究開発も行っています(図2)。



図2. 救急車内画像遠隔取得システム(無線版)

また重度の障害を持つ車椅子ユーザの自由な行動を守るために、遠隔地にいるヘルパーが車椅子周辺の画像を取得し必要な支援を適宜送るシステムも、このデータ圧縮技術をベースに開発しています(図3)。

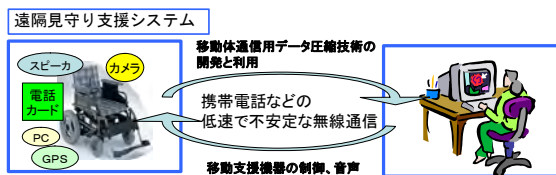


図3. 車椅子の遠隔見守り

● ハードウェアによるセキュリティ技術

10ギガビットイーサネットに対応できるハードウェアによるウイルス検知・パターン配信システムの研究開発を行っています(図4)。ユーザの介入なしにウイルス情報を自動更新するシステムを構築しています。

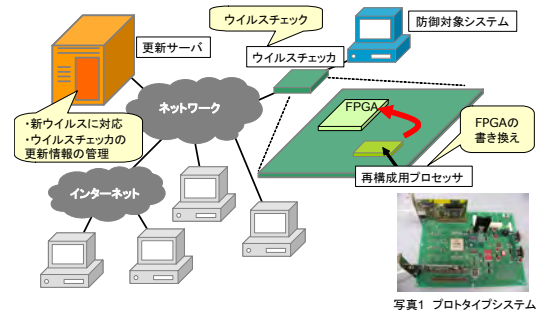


図4. ハードウェアによるセキュリティシステム

講義科目一覧

前期課程

共通：

コンピュータサイエンス特別演習
コンピュータサイエンス特別研究 I
コンピュータサイエンス特別研究 II
インターンシップ
英語プレゼンテーション

数理情報工学：

非線形システム特論
マルチメディア情報理論特論
数理アルゴリズム特論
数理メディア情報学特論
数値シミュレーション特論
システム制御

知能ソフトウェア：

ソフトウェア論理
プログラミング特論
推論計算モデル特論
記号計算特論
知能感性処理特論
情報セキュリティ特論
情報システムデザイン論
セキュリティ機構論

ソフトウェアシステム：

プログラミング環境特論
情報システム評価特論
並行システム
データ工学特論 I
データ工学特論 II

計算機工学：

計算機アーキテクチャ特論
並列処理アーキテクチャ特論
情報通信システム特論
並列分散システム特論
VLSI工学特論
高性能コンピューティング特論
コンピュータネットワーク

メディア工学：

信号画像処理・医用イメージング特論
音声メディア工学特論
CG・インタフェース特論

知能情報工学：

統計的パターン認識
知識システム特論
自然言語処理特論
視覚認知計算論
画像認識特論

集中講義科目：

コンピュータサイエンス特別講義 I
コンピュータサイエンス特別講義 II
コンピュータサイエンス特別講義 III
コンピュータサイエンス特別講義 IV
コンピュータサイエンス特別講義 V

ICTソリューション・アーキテクト育成プログラム：

ソリューション型特別プロジェクト I
ソリューション型特別プロジェクト II
ソリューション型特別プランニング
インストラクショナルデザイン

実践IT力養成プログラム：

ソリューション型特別プロジェクト I
ソリューション型特別プロジェクト II
実践型システム開発プロジェクト
実践企画ケーススタディ I
実践企画ケーススタディ II

Lectures

Masters Program

Common：

Seminar in Computer Science
Research in Computer Science I
Research in Computer Science II
Internship
Improving Your Presentation Skills

Information Mathematics and Modeling：

Advanced Nonlinear Systems
Multimedia Information Theory
Advanced Course in Computational Algorithms
Advanced Course in Computational Media Information Science
Special Lecture on Numerical Simulation
System and Control

Intelligent Software：

Logic in Computer Science
Advanced Course in Programming
Advanced Models for Deduction and Computation
Advanced Course in Symbolic Computation
Intelligent Sensory Information Processing
Advanced Course on Information Security
Information System Design
Security Mechanism

Software System：

Programming Environment
Advanced Performance Evaluation for Computer and Communication Systems
Concurrent Systems
Data Engineering I
Data Engineering II

Computer Architecture：

Advanced Computer Architecture
Advanced Parallel Processing Architecture
Communication Systems
Parallel and Distributed Systems
Advanced VLSI Engineering
Advanced Course in High Performance Computing
Computer Networks

Media Engineering：

Advanced Course in Signal and Image Processing and Medical Imaging Engineering
Advanced Course in Speech Media Engineering
Advanced Course in Computer Graphics and Interfaces

Intelligent System：

Statistical Pattern Recognition
Advanced Knowledge Systems
Advanced Course in Natural Language Processing
Computational Aspects of Visual Perception and Recognition
Image Recognition and Understanding

Topics：

Topics in Computer Science I
Topics in Computer Science II
Topics in Computer Science III
Topics in Computer Science IV
Topics in Computer Science V

Program for Development of ICT Solution Architects：

Research and Development Solution Projects I
Research and Development Solution Projects II
Research and Development Solution Planning
Instructional Design

Practical IT Ability Training Program：

Research and Development Solution Projects I
Research and Development Solution Projects II
Practical System Development Project
Practical Planning Case Study I
Practical Planning Case Study II

高度IT人材育成のための 実践的ソフトウェア開発専修プログラム

共通 :

PBL型ケースプランニング I
PBL型ケースプランニング II
PBL型システム開発
研究開発プロジェクト
グループワークショップ I
グループワークショップ II
高度ITインターンシップ I
高度ITインターンシップ II
UMLによるソフトウェア設計
ソフトウェア開発工学
高度ITプロジェクトマネジメント
アーキテクチャデザイン
最新 IT 動向に関する特別講義
オープンシステム工学
組み込みソフトウェア開発工学
コンピュータネットワーク
プログラミング環境
セキュリティ機構論
システム制御
制御系設計通論
ソフトウェアセキュリティ
プログラム言語基礎論
プログラム言語特論
情報ネットワーク特論
技術者倫理
英語プレゼンテーション
プロジェクト・マネジメント:理論と実践
サービス科学:理論と実践
企業計画情報システム
マーケティング
品質管理
データ解析
コミュニケーション環境技術論
ネットワーク社会法制度論
情報著作権法論
高度ITプログラム特別講義 I
高度ITプログラム特別講義 II
画像情報システム論
人工知能特論

エンタープライズシステム :

オブジェクト指向プログラミングと開発環境
Webとデータモデリング
サービス指向システム開発
企業情報システム論

組み込みソフトウェア :

システムプログラミング
組み込みOSの設計と内部構造
分散システム工学

後期課程

共通 :

コンピュータサイエンス特別研究
コンピュータサイエンス特別演習 A
コンピュータサイエンス特別演習 B

ICTソリューション・アーキテクト育成プログラム :

ソリューション型研究開発プロジェクト I
ソリューション型研究開発プロジェクト II
ソリューション型研究開発プロジェクト III
ソリューション型研究開発インターンシップ I
ソリューション型研究開発インターンシップ II
ソリューション型研究開発プランニング
ソリューション型ティーチングスキル開発 A
ソリューション型ティーチングスキル開発 B

実践IT力養成プログラム :

ソリューション型研究開発プロジェクト I
ソリューション型研究開発プロジェクト II
ソリューション型研究開発プロジェクト III
ソリューション型研究開発インターンシップ I
ソリューション型研究開発インターンシップ II

Human Resource Development with Practical IT Skills in Advanced Information Science Program

Common :

PBL Case Planning I
PBL Case Planning II
PBL System Development
Research and Development Projects
Group Workshop I
Group Workshop II
Internship for Advanced IT Experiences I
Internship for Advanced IT Experiences II
Software Design by UML
Software Development Engineering
Advanced IT Project Management
Architecture Design
Special Lecture on Recent IT Advances
Open Systems Engineering
Embedded Systems Software Development Engineering
Computer Networks
Programming Environment
Security Mechanism
System and Control
Introduction to Control Design
Software Security
Topics on Programming Languages
Advanced Study on Programming Languages
Advanced Study on Information Networks
Ethics for Engineers
Improving Your Presentation Skills
Project Management : Theory and Practice
Science of Service: Theory and Practice
Management Information Systems
Marketing
Quality Control
Data Analysis
Communication and Collaboration Support Systems
Legal and Social System for the Info-Communication Network Society
Information Copyright Law
Topics in Advanced Information Technology I
Topics in Advanced Information Technology II
Image Recognition System
Advanced Artificial Intelligence

Enterprises systems :

Object Oriented Programming and Environments
Web and Data Modeling
Service Oriented Architecture Engineering
Corporate Information System Theory

Software on Embedded Systems:

System Programming
Design and Internals of Embedded Operating Systems
Distributed System Engineering

Doctoral Program

Common :

Advanced Research in Computer Science
Advanced Seminar in Computer Science A
Advanced Seminar in Computer Science B

Program for Development of ICT Solution Architects :

Advanced Research and Development Solution Projects I
Advanced Research and Development Solution Projects II
Advanced Research and Development Solution Projects III
Research and Development Solution Internship I
Research and Development Solution Internship II
Advanced Research and Development Solution Planning
Solution-based Teaching Skill Development A
Solution-based Teaching Skill Development B

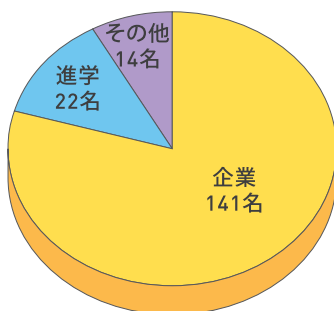
Practical IT Ability Training Program :

Advanced Research and Development Solution Projects I
Advanced Research and Development Solution Projects II
Advanced Research and Development Solution Projects III
Research and Development Solution Internship I
Research and Development Solution Internship II

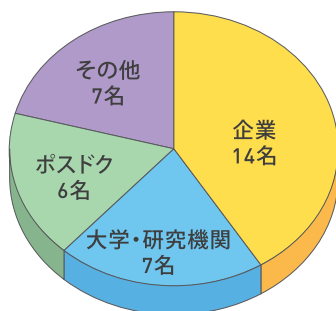
修了後の進路

コンピュータサイエンス専攻を修了した学生には、情報化社会の中核を担う役割が大いに期待されています。コンピュータサイエンス専攻の博士前期課程を修了し修士号を取得した学生は、約8割が企業等へ就職し、約1割の学生が博士後期課程に進学しています。博士後期課程を修了し博士号を取得した学生は、大学や国立研究所、企業の研究開発部門などに就職しています。また、いわゆるポスドク（博士研究員）として大学で研究を続ける場合もあります。

博士前期課程修了生(修士)の進路
(2007年度～2008年度)



博士後期課程修了生(博士)の進路
(2007年度～2008年度)



博士前期課程修了生(修士)の主な就職先(2007年度～2008年度)

日立製作所、日本電気、富士通、NTTデータ、リコー、ソニー、日本アイ・ビー・エム、キヤノン、トヨタ自動車、東日本電信電話、ミクシィ、ルネサステクノロジ、新日鉄ソリューションズ、トレンドマイクロ、富士ゼロックス、富士フイルム、アルパイン、NTTドコモ、カシオ計算機、グーグル、KDDI、シャープ、大日本印刷、大和総研、凸版印刷、ニコン、野村総合研究所、バンダイナムコゲームス、本田技研工業、三菱重工業、ヤフー

博士後期課程修了生(博士)の主な就職先(2007年度～2008年度)

日本電信電話、ルネサステクノロジ、アイシン・エイ・ダブリュ、太陽誘電、東芝、日立製作所、富士通研究所、NICT(情報通信研究機構)、大阪大学、京都大学、筑波大学博士特別研究員

※筑波大学大学院システム情報工学研究科は、平成17年度より、5年一貫制博士課程を博士前期課程、博士後期課程からなる区分制に転換しています。分かりやすさのため、上記の説明は現行の制度での呼び方にしています。

入学案内

コンピュータサイエンス専攻の入試は、大きく分けて博士前期課程(修士)と博士後期課程(博士)に分かれます。

博士前期課程の志願者を対象とした試験

推薦入試(7月期)、一般入試(8・9月期)、2月期入試の3回の試験を実施します。また、一般入試と2月期入試と同時に、社会人を対象とした社会人特別選抜も実施します。コンピュータサイエンス専攻の入試では、外部からの志願者や社会人にさらに門戸を開くため、口述試験を重視する方式を取っています。一般入試については、専門科目を廃止し、基礎科目(情報基礎および数学)、口述試験のみに簡素化しています(社会人特別選抜については口述試験のみ)。なお、英語については、筆記試験を廃止し、TOEICの公式認定証もしくはTOEFLのスコア票の提出を求めています。

また、「高度IT人材育成のための実践的ソフトウェア開発専修プログラム」の入試日程は、博士前期課程入学試験日程と同じです。7月、8月、2月期の全募集人員83名のうち20名程度のプログラム履修者受入れを予定しています。通常のコンピュータサイエンス専攻入学試験(前期課程)との併願が可能です。

博士後期課程の志願者を対象とした試験

一般入試(8・9月期)と2月期入試の2回の入試を実施します。博士後期課程においても社会人の受け入れを積極的に進めており、一般入試と2月期入試と同時に社会人を対象とした社会人特別選抜も実施します。博士後期課程の入試も口述試験重視で行っており、英語については博士前期課程の入試と同様、TOEICの公式認定証もしくはTOEFLのスコア票の提出を求めています。また、これまでの社会人教育の経験等を踏まえ、現行法令等における従来の「早期修了制度」を援用し、早期修了プログラム「社会人のための博士後期課程早期修了プログラム」を実施しています。

入試情報の詳細について

上記の内容については細部が変更される可能性がありますので、入試情報の詳細については、コンピュータサイエンス専攻ホームページ(<http://www.cs.tsukuba.ac.jp/>)および募集要項を参照してください。

Department of Computer Science, University of Tsukuba
筑波大学大学院システム情報工学研究科 **2010-2011**
コンピュータサイエンス専攻 <http://www.cs.tsukuba.ac.jp/>

発行人	北川 博之
編集	酒井 宏・高橋 大介
連絡先	〒305-8573 茨城県つくば市天王台1-1-1 筑波大学 工学系学系 F棟9階 F900事務室 電話: 029-853-5530 FAX: 029-853-5206 e-mail: inquiry@cs.tsukuba.ac.jp

デザイン・制作 情報設計 info-architects



Access

つくばエキスプレス: 秋葉原駅からつくば駅まで最速45分。

つくばセンターから「筑波大学中央行き」バス、または「筑波大学循環バス(右回り)※」で「第三エリア前」まで約10分。

JR常磐線: 上野駅、あるいは水戸駅からひたち野うしく駅、荒川沖駅、あるいは土浦駅まで約1時間。ひたち野うしく駅東口、荒川沖駅西口、あるいは土浦駅西口からそれぞれ「筑波大学中央行き」バスで「第三エリア前」まで約40分。なお直行バスがない場合は、「つくばセンター行き」バスで「つくばセンター」下車、「筑波大学中央行き」バス、または「筑波大学循環バス(右回り)※」で「第三エリア前」下車。

高速バス: 東京駅八重洲南口から「筑波大学行き」高速バスで「大学会館前」下車、約75分。下車後、徒歩で約10分。または「つくばセンター行き」高速バスで約65分。つくばセンターから「筑波大学中央行き」バス、または「筑波大学循環バス(右回り)※」で「第三エリア前」まで約10分。

自動車: 桜土浦I.C.下車、筑波方面へ左折、大角豆交差点を右折して県道55号線(東大通り)を北上、筑波大学中央口左折。(桜土浦I.C.から約8km)

航空機: (バス利用) 成田空港から「つくばセンター」行バスにて約100分。羽田空港から「つくばセンター」行バスにて約120分。つくばセンターから「筑波大学中央行き」バス、または「筑波大学循環バス(右回り)※」で「第三エリア前」まで約10分。(電車利用) 成田空港から京成スカイライナーで上野駅まで60分。羽田空港から、モノレールでJR浜松町駅まで23分。又は京浜急行でJR品川駅まで20分。以降は上記交通機関のいずれかを利用して筑波大学へ。

※「筑波大学循環バス(左回り)」でも行けますが、やや遠回りになり、約16分。

〒305-8573
茨城県つくば市天王台1-1-1
筑波大学 工学系学系 棟9階 F900事務室
電話: 029-853-5530
FAX: 029-853-5206
e-mail: inquiry@cs.tsukuba.ac.jp

