



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

コンピュータサイエンス専攻

2012-2013

<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

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。2010年6月に閣議決定された新成長戦略において、情報通信技術は、ライフイノベーション、グリーンイノベーション等のイノベーションを実現する上での基盤として位置づけられています。また、科学技術を担う多様な場で活躍できる人材の育成を重要課題の一つとしています。このように、社会の基盤を支え、さらに情報化を進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68名(教授27名, 准教授24名, 講師10名, 助教7名(2011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4名, 准教授2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、数理情報工学、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・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・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、文部科学省・組織的な大学院教育改革推進プログラム「ICTソリューション・アーキテクト育成推進プログラム」(2008～2010年度)、文部科学省・特別経費事業「大規模情報コンテンツ時代の高度ICT専門職業人育成」(2010～2012年度)等、継続的に教育プログラムの改革や高度化を進め、社会の要請に応えられる研究者・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

コンピュータサイエンス専攻の取り組み

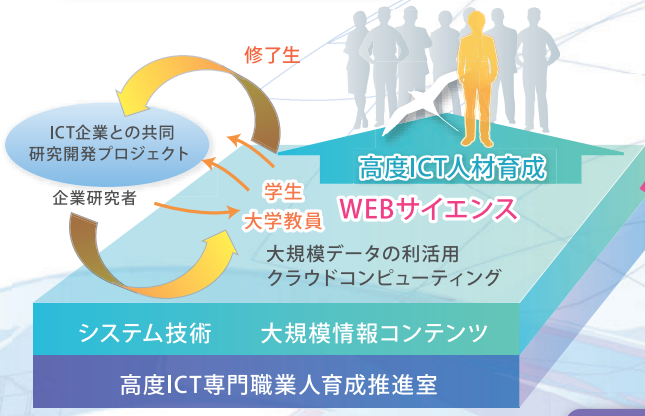
教育と目標の理念: コンピュータサイエンス専攻では、情報分野の基礎となる技術から先端的技术に至るまで、「多様な社会ニーズに応える先端的かつ独創的な情報技術の創出と高度情報社会を担う中核的人材の育成」を教育研究上の理念としています。この理念のもと、コンピュータサイエンスの教育/研究を通じて、「情報技術の多様な分野に関して深い専門性を持ち、独創性と柔軟性を兼ね備え、国際的にも通用する知識と専門的研究能力/実務能力を併せ持つ人材」を育成することを目的としています。

先進的な取り組み: コンピュータサイエンス専攻では、幅広い分野をカバーする授業カリキュラムや指導教員のもとに行う研究活動に加え、産学連携、先端研究推進、国際化、キャリア育成の視点から、文部科学省や産業界からの支援のもと、4つの特徴的な教育プログラム・事業を実施し、教育研究の改革や高度化に積極的に取り組んでいます。

高度IT人材育成のためのソフトウェア開発専修プログラム
産業界からのサポートの下、専門知識とITスキルを備え、国際競争力を持った先導的ITスペシャリストの育成を目指す教育プログラムです。

大規模情報コンテンツ時代の高度ICT専門職業人育成

研究開発に携わる大学教員と企業技術者が協力し、研究開発と教育が一体となって循環する有機的な産学連携モデルを目指しています。



コンピュータサイエンス専攻



ICTソリューションアーキテクト育成プログラム

ICTによる実践的ソリューションを提供できる研究者・高度技術者育成を目指した4つの授業からなる教育プログラムです。

G30計算科学英語プログラム

グローバルに活躍できる国際性を備えた計算科学人材育成のためのプログラムです。



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

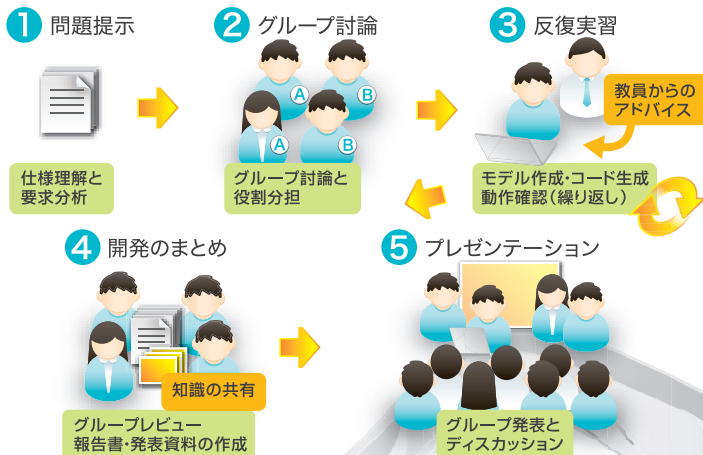
授業が就職活動

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。

ソフトウェア開発プロジェクト型科目群



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。

筑波大学に講師を派遣している企業等

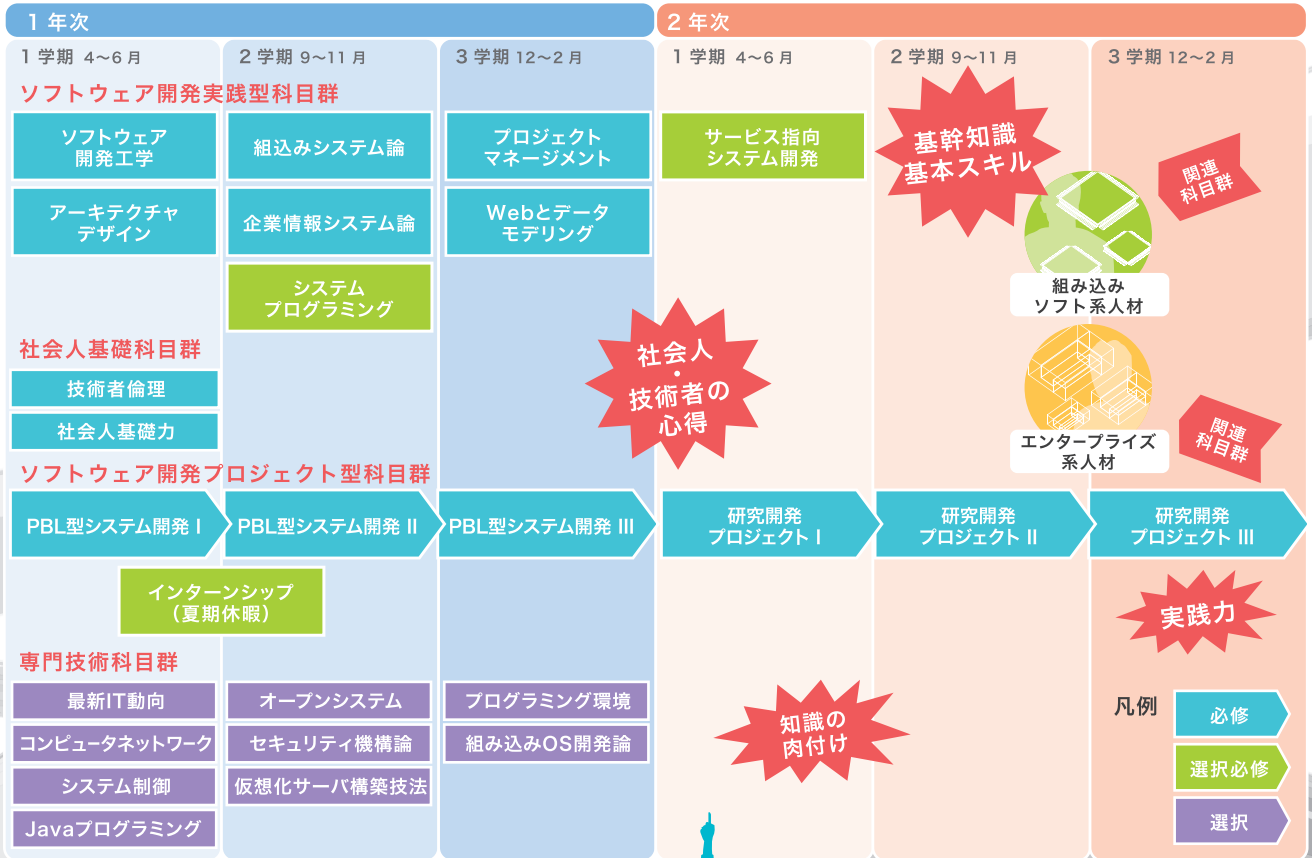
□社名50音順です。



本プログラムの学生専用奨学金

奨学金名称(仮称)	奨学金の種別	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

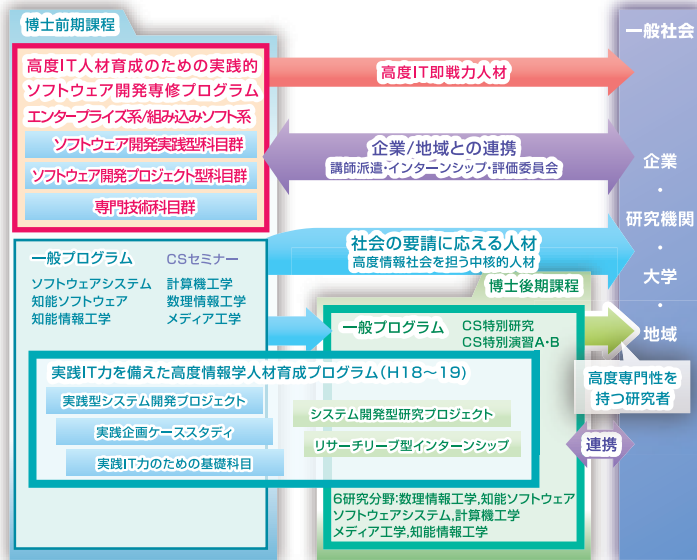
日立製作所, NTTデータ, 新日鉄ソリューションズ, 日本電気, 富士通, 富山富士通, 日本ユニシス, ヤフー, 常磐システムエンジニアリング, シュルンベルジェ, キヤノン電子, キヤノンファイテック, 華為技術

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

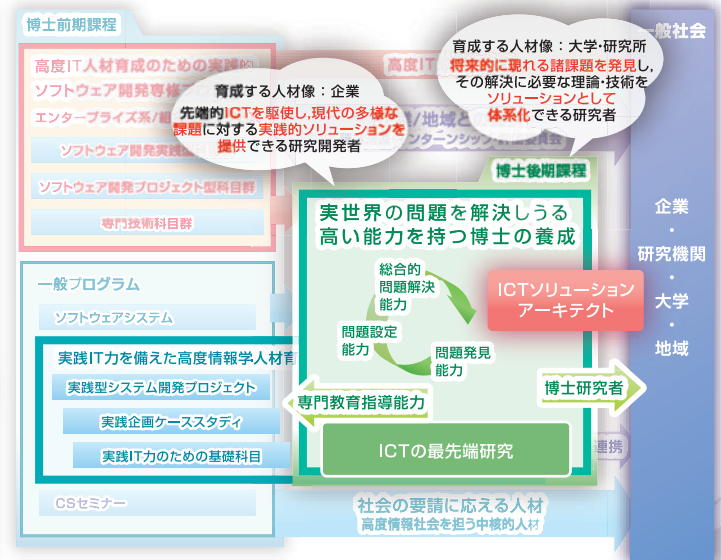
ICTソリューション・アーキテクト育成プログラム

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

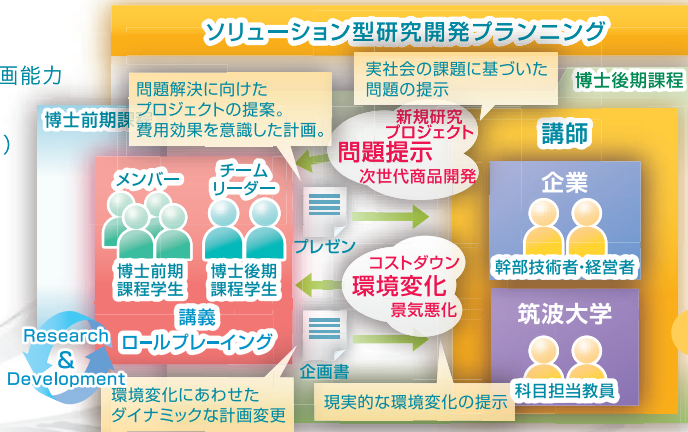


ICTソリューション・アーキテクト科目群

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

幹部技術者

知的専門職

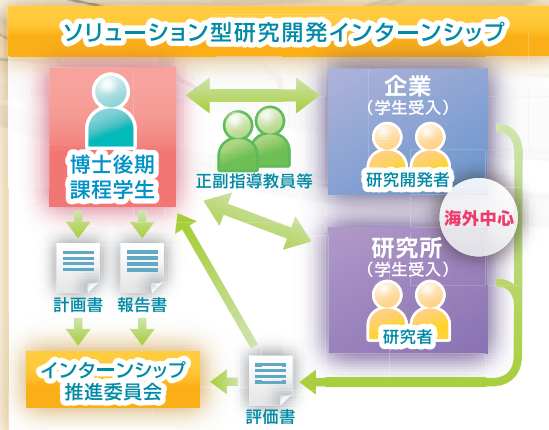
ソリューション型研究開発プランニング

ソリューション型研究開発インターンシップ

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

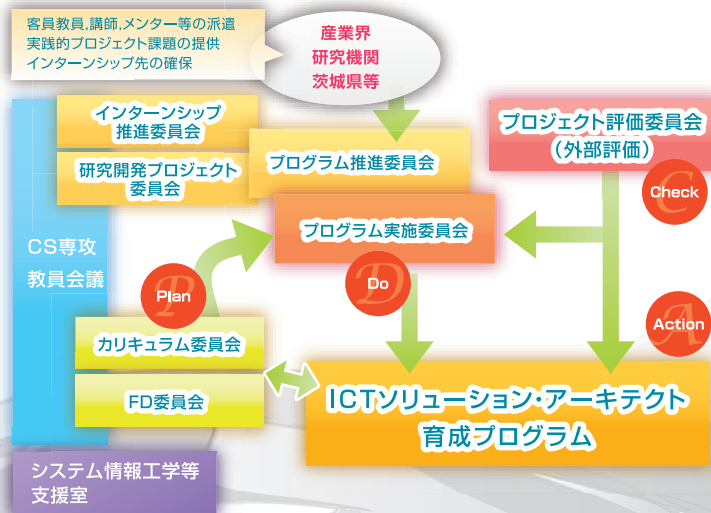


関連科目

環境・教育・医療・情報爆発・デジタルデバイド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、社会の要請に答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

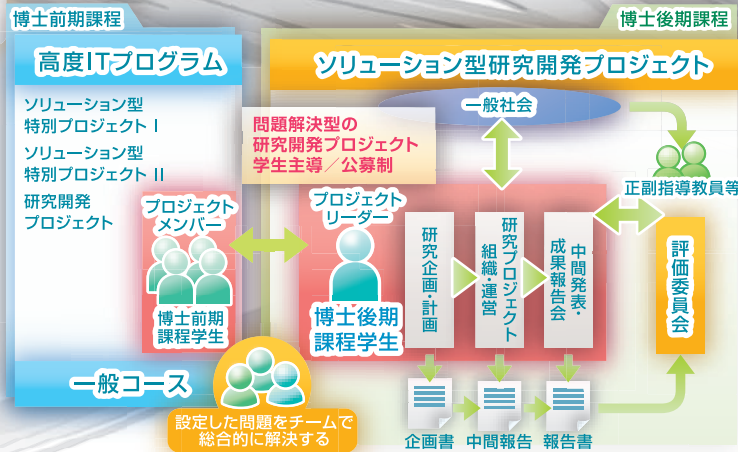


カリキュラム・履修モデル



学際・国際・流動的社会で、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



育成能力：
 ・問題解決能力
 ・多様な現代の実世界を多面的に理解する能力

研究者

博士号取得

大学等教員

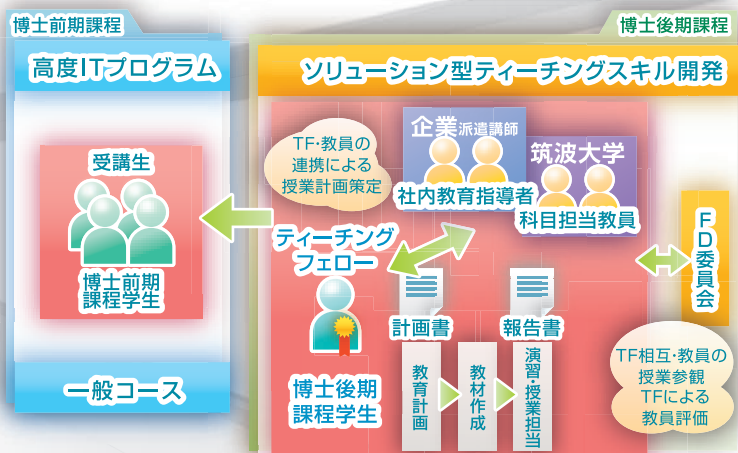
ソリューション型研究開発プロジェクト

ソリューション型ティーチングスキル

博士後期課程

博士前期課程

ソリューション型ティーチングスキル開発



育成能力：
 ・専門教育指導能力
 ・アウトカムを設定して主体的に指導する能力

大規模情報コンテンツ時代の高度ICT専門職業人育成

全体概要



大規模情報コンテンツ時代の研究開発

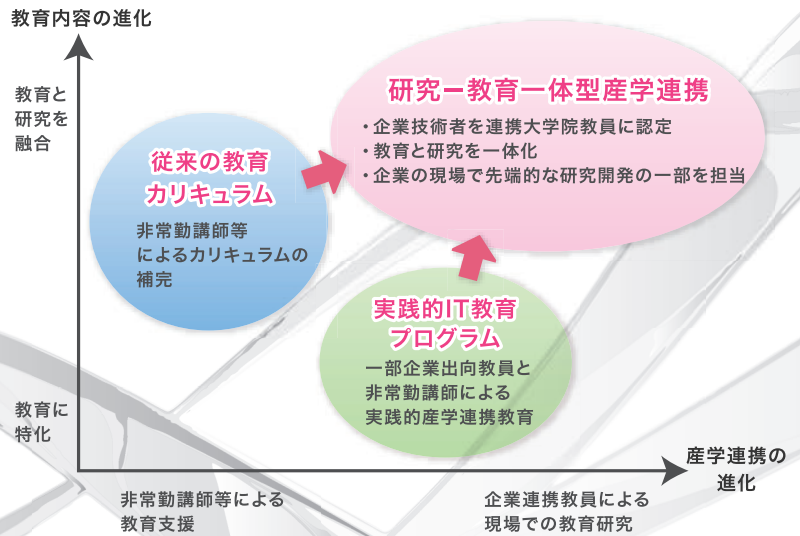
これからの技術者は、大規模で様々な形態をもち、高速に伝達・更新される大量のデータ(大規模情報コンテンツ)を取り扱うための知識と技術、大規模情報コンテンツのための次世代通信技術、さらに、コンテンツと通信の双方を統合したソリューションサービスの知識や開発技術が必須となります。この事業ではこれらの技術開発を積極的に展開しているICT関連企業と連携し、大規模情報コンテンツに関する新理論、新技術、新製品、新サービスといったものを、「産学」共同で研究開発を行い、最新の技術や理論、開発のノウハウを、リアルタイムに大学院生への教育に実践的に反映させる、新しい教育システムの確立に取り組んでいます。

産学連携による新たな人材育成モデルの構築

教育一体型産学連携に基づく高度ICT専門職業人育成

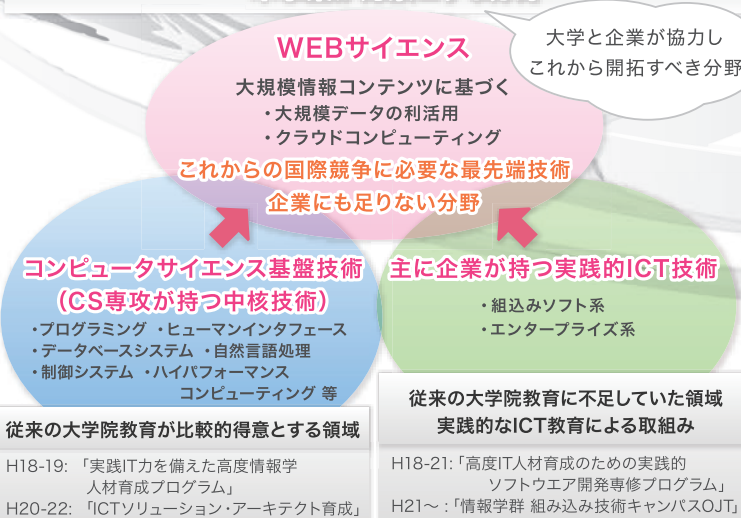
研究開発に携わる大学教員と企業技術者が協力し、研究開発と教育が一体となって循環する有機的な産学連携モデルを目指し以下の取り組みを行っています。

1. 産業界の専門技術者を連携大学院教員として認定
2. コンピュータサイエンス専攻の教員との連携の上で実社会での運用を目指した研究開発を実施
3. そのプロセスに大学院教育を巻き込むことによって実践的・リアルタイムかつ最先端の大学院教育を実現



分野の拡張

本事業が対象とする分野



新しい取り組み

次世代情報通信技術の発展に不可欠な最先端技術に関して、教育と研究が有機的に一体化した新しい教育モデルをめざし、以下の取り組みを大学院教育にとり入れた授業を展開しています。

- ・企業の研究者を産学連携教員に
- ・企業研究所へのインターンシップ
- ・企業との共同研究を軸とした授業
- ・セミナーあるいはオムニバスの授業
- ・企業が提供するデータでの演習

H18-19: 「実践IT力を備えた高度情報学
人材育成プログラム」
H20-22: 「ICTソリューション・アーキテクト育成」

H18-21: 「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」
H21～: 「情報学群 組み込み技術キャンパスOJT」

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
徳永隆治	教授
水野貴之	准教授
河辺 徹	准教授
コール ジェームス	准教授
蔡 東生	准教授

知能ソフトウェア

亀山幸義	教授
田中 二郎	教授
大矢 晃久	准教授
高橋 伸	准教授
三末 和男	准教授
南出 靖彦	准教授
志築 文太郎	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 頌	教授
天笠俊之	准教授
追川 修一	准教授
新城 靖	准教授
菟川友宏	准教授
前田 敦司	准教授
川島 英之	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
長谷部浩二	助教
早瀬康裕	助教

連帯大学院

赤松 幹之	教授
坂上 勝彦	教授
中田秀基	教授
樋口 哲也	教授
佐藤 雄隆	准教授
谷村勇輔	准教授

計算機工学

板野 肯三	教授
児玉祐悦	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
庄野和宏	准教授
高橋 大介	准教授
建部 修見	准教授
佐藤 聡	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
ルトコフスキトマシュ	講師
金森 由博	助教
宮部滋樹	助教

知能情報工学

酒井 宏	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

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

中沢 研也	教授
山戸 昭三	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, 人工知能研究室
11, データシステムエンジニアリング研究室
12, 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
13, 北川データ工学研究室
14, OS分散並列処理研究室
15, 実時間組み込みアーキテクチャ研究室
16, オペレーションズ・リサーチ研究室
17, ソフトウェア研究室
18, コンピュータネットワーク研究室
19, 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
20, データ駆動ネットワークアーキテクチャ研究室
21, 集積システム研究室
22, インタラクティブ・アーキテクチャ研究室
23, 並列分散処理研究室
24, 電子回路研究室
25, イメージサイエンス研究室
26, 非数値処理アルゴリズム研究室
27, マルチメディア研究室
28, 適応情報処理研究室
29, 計算視覚科学研究室
30, 知能情報・生体工学研究室
31, 知識システム研究室
32, 機械学習・データマイニング研究室
33, コンピュータビジョン研究室
34, ライフエレクトロニクス研究室

連携大学院研究室

35, 行動モデリング研究室
36, ヒューマンセンタードビジョン研究室
37, ストレージシステム研究室
38, 適応型システム研究室



▶ 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/>

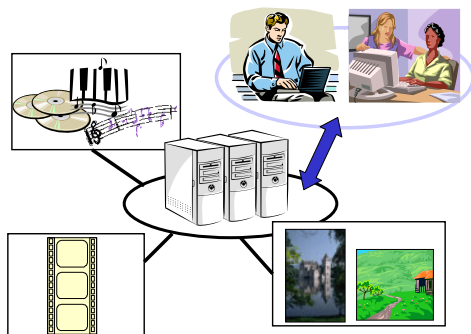
■ 研究室概要

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、コンピュータと数学を駆使した問題解決、現象予測、情報分析・検索などを実現しています。

■ 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

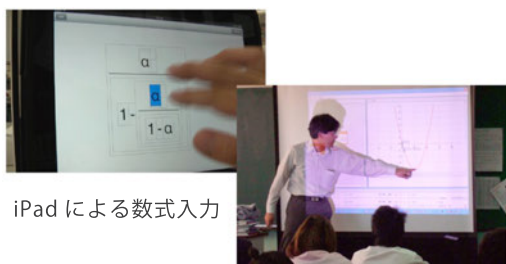
画像や音楽など異種のメディア情報群を対象とした複合的な連想検索方式を提案しています。また、連想検索の逆問題として、感性や印象に合致した楽曲などのメディア情報の自動生成への応用も行っています。



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いますが、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、我々は教育現場でコンピュータを活用するための教育支援システム“MathGUIde”の開発を行っています。タブレット上でのマルチタッチによる数式入力や、ジェスチャーによる機器操作など、利用性向上のための技術も開発しています。

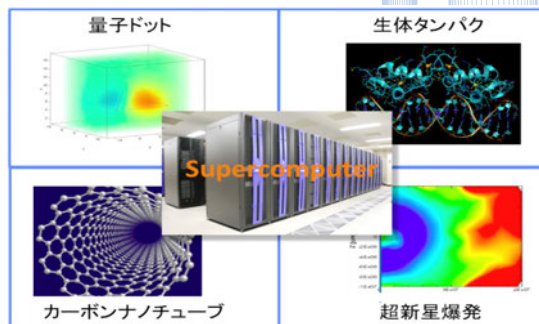


iPad による数式入力

高校での利用風景

● 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、超新星爆発現象の解明など、ナノレベルから宇宙規模の現象まで産業や科学の幅広い分野において必要とされています。物理や化学、生命科学などの分野の研究者と協力して、コンピュータのための数学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。



高性能アルゴリズムのさまざまな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け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、MBD (Model Based Design) 手法等を用いた数理的アプローチにより、電気自動車、移動ロボット、OA 機器、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を対象として、そのモデリングや解析、制御デザイン、制御ソフトウェア開発、シミュレーション技術、システム実装化、最適化アルゴリズム開発等に関して、理論から応用まで幅広く研究しています。

■ 主な研究テーマ

● ビークルシステム、特に電気自動車の制御技術

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。また、高性能で省電力な次世代電気自動車開発のための制御技術も研究しています。

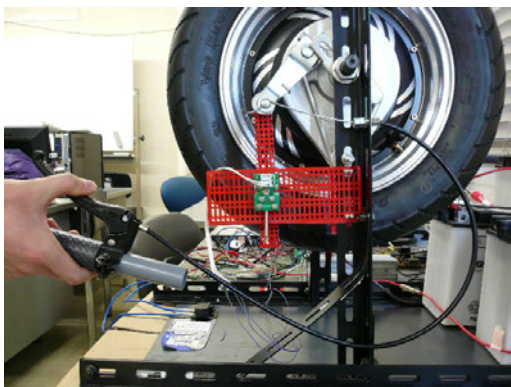


図 1. 電気自動車用インホイールモータ制御装置

● 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ています。コンピュータは、離散型のシステムですが、制御対象の多くは連続型です。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。ハイブリッドシステムに対し、モデル

の不確かさや動作環境の変化に対してロバストな制御技術や組み込み技術などを研究しています。

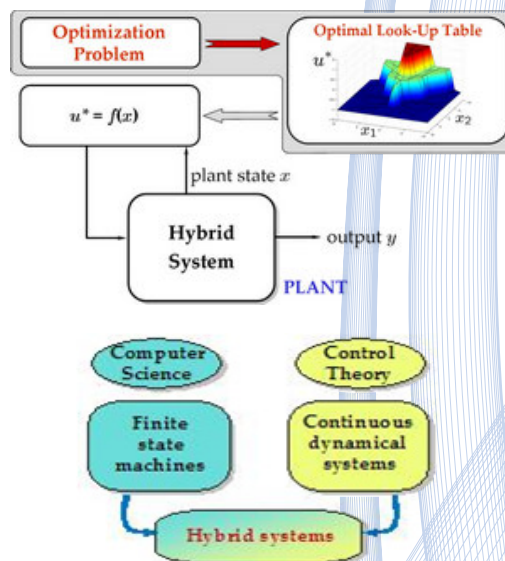


図 2. ハイブリッドシステムの模式図

● 制御ソフトウェア、シミュレータ等の開発

各種システムに対する制御ソフトウェア、シミュレータ、挙動可視化ソフトウェア、制御用最適化アルゴリズム等の開発を行っています。また、人間の脳内信号を用いて、機械やコンピュータを操作するBMI (Brain Machine Interface) を用いた制御システムも研究しています。

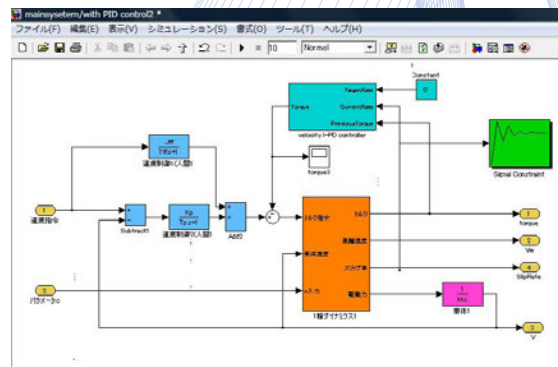


図 3. 制御系設計ソフトウェア

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/>

■ 研究室概要

CAVELabは Computational And Visual siEnce Lab、すなわち、3Dインタラクティブ、メディアサイエンス、シミュレーションサイエンス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・フォトリソグラフィ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。自由に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

● 共感覚を利用した音楽と画像を用いたマルチモーダルメディア

「音を聴くと、色が見える」という現象は色聴と呼ばれており、共感覚の一種です。こうした現象は、人間の知覚特性や感覚モダリティ間の関係を明らかにする上で重要な手がかりになると期待されます。音楽、絵画、文章など各メディアに共通して内在する統計的特徴量を抽出し、統計的解析および、調和理論をベースに音楽と絵画を融合して新しい表現手法をつくることを支援することを目的としている。



図1：共感覚者のイメージ

● 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。

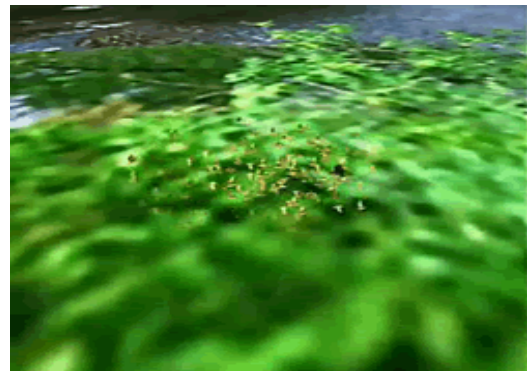


図2. 自己組織化臨界現象を用いた群れ（BOID）シミュレーション

● モルフォ蝶の構造発色ナノシミュレーション

近年、繊維の材料などに用いられ、注目を集めている新しい技術として、ナノテクノロジーを用いた構造発色がある。これは素材の表面のレベルの微細構造による光の干渉や回折を用いた発色で、見る角度によって色が変化して見える異方性を持つ。CGでもこの性質を利用した研究が進められている。また、フォトリアルなCGを生成する為には個々の物体の反射特性を表すBRDF（Bidirectional Reflectance Distribution Function）を忠実に再現する必要がある。本研究は構造発色を実現する為に、FDTD法（Finite Difference TimeDomain method）を用いたシミュレーションからBRDFを算出する手法を提案する。

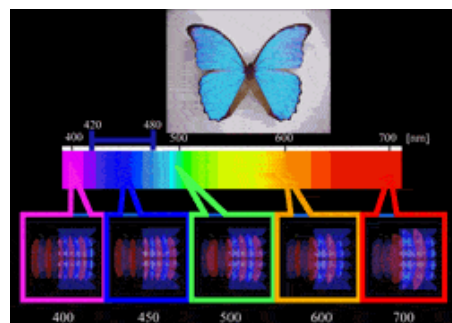


図3：モルフォ蝶シミュレーション

カオス研究室

徳永隆治(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、UGCクリエイター支援技術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。

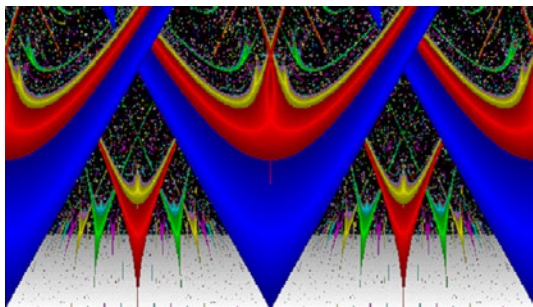


図1. カオス理論によるCG © 徳永隆治

● 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。2011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”がリリースされました。



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。2011年には、携帯端末によるコンテンツ配信市場へ投入されています。

記号計算研究室

南出靖彦(准教授)

総合研究棟B 1025, 1026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証明、ソフトウェアの検証、プログラミング言語の理論と実装の研究に取り組んでいます。

■ 主な研究テーマ

● 証明支援系によるソフトウェア検証

コンピュータ上でプログラムを書くように、証明をコンピュータ上で行うシステム(証明支援系)が、数学の証明、ハードウェア・ソフトウェアの検証などで広く利用されるようになってきています。

本研究室では、特に、証明支援系によるソフトウェア検証の研究を進めています。これまでに、関数型言語のコンパイラ、実時間ごみ集めアルゴリズム、プログラム解析アルゴリズムなどの検証に成功しています。また、プログラミング言語理論の証明支援系による形式化にも取り組んでいます。このような基礎的な研究を発展させ、クリティカルなソフトウェアの検証技術確立することを目指しています。

● ウェブソフトウェアの理論と検証

ウェブソフトウェアの動作を理解するための理論や安全性などを検証する技術を研究しています。ウェブソフトウェアは、サーバ側で動作するサーバサイドプログラム、ウェブブラウザで動作するJavaScript プログラムなど、幾つものプログラムが連携して動作する複雑なシステムです。

本研究室では、文字列解析と呼ばれるプログラム解析を開発し、サーバサイドプログラムの検証に適用しています。

これまでに、サーバサイドプログラムのSQLインジェクション脆弱性、クロスサイトスクリプティング脆弱性の検出や生成されるWebページの妥当性(ウェブページが文法的に正しいか)の検査に成功しています。文字列解析は、プログラムとプログラムに与えられる文字列入力の仕様に対して、プログラムが出力する文字列の集合を文脈自由言語として近似します(図1)。

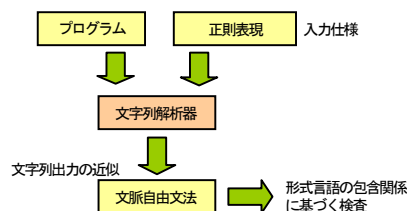


図1. サーバサイドプログラムの検査の原理

この解析をサーバサイドプログラムに適用すると、生成されるウェブページの近似が文脈自由文法として得られます。この文脈自由文法に対して、形式言語理論に基づく検査を行うことで様々な検査が可能になっています。

● プログラミング言語の理論と実装

プログラミング言語の基礎理論と実装の研究を行っています。関数型言語の理論を基礎として研究を進めており、これまでに、プログラムの型情報を有効に利用したコンパイル手法やコンパイラの検証などの研究を行ってきました。近年は、ウェブソフトウェアの研究に関連し、スクリプト言語の研究にも力を入れています。最新の研究成果としては、IBM東京基礎研究所の研究者と共同で行ったスクリプト言語PHPの意味論の研究があります。この研究は、プログラミング言語に関する代表的国際会議POPLに2009年に発表しています。

インタラクティブプログラミング研究室

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

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。最近では拡張現実、遠隔コミュニケーション支援、情報可視化、マルチタッチインタフェース等に関する研究を行っています。

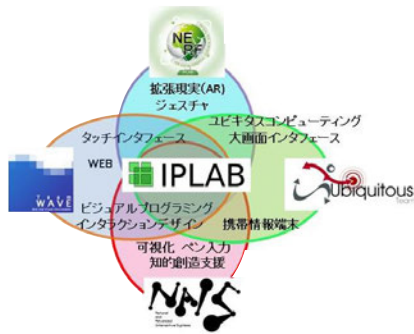


図1. 研究テーマとチーム体制

■ 主な研究テーマ

● 拡張現実

近未来の情報環境に関する研究を行っています。図2は拡張現実感(AR)を用いた購買支援システムを示しています。商品に情報携帯端末をかざすと、Twitter などから抽出された商品の購買情報が商品の前の人の行列として表示されます。

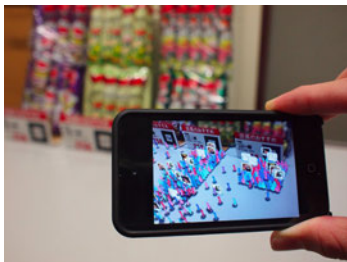


図2: 拡張現実感を用いて賑わいを可視化するシステム

● 遠隔コミュニケーション支援

図3は、室内にいる人が、外出している人と一緒に外出しているような気分(共同外出感)を味わえるシステムです。室内にいる利用者は、頭の向きを変えると外出している人の周囲の風景を見回すことができます。外出している人は、頭部にカメラを装着し、相手に映像を送ります。また、相手がどこを向いているかをヘルメットで光るLEDの方向で把握できます。



図3: 遠隔コミュニケーション支援システム

● 情報可視化

様々な情報を分かりやすく表示するための可視化技術の研究に取り組んでいます。図4は、2部ネットワークの可視化手法を用いて、Webページと訪問者の関係を3次元的に表現したものです。これ以外にも、組織活動の可視化や、個人の嗜好の可視化など様々な対象に取り組んでいます。



図4: Web ページと訪問者の関係の可視化

● マルチタッチインタフェース

複数の指で同時に触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5は円筒型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。

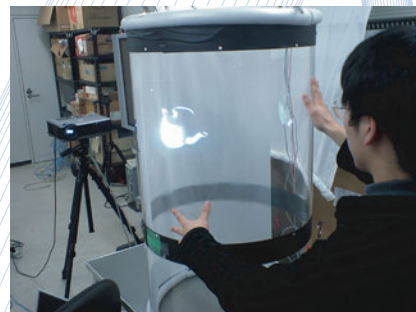


図5: 円筒形マルチタッチインタフェース

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) 屋内外で自律的に走行する移動ロボット、(3) 応用場面として人間の生活空間で働いて役立つロボットシステムなどをキーワードとして研究を進めています。

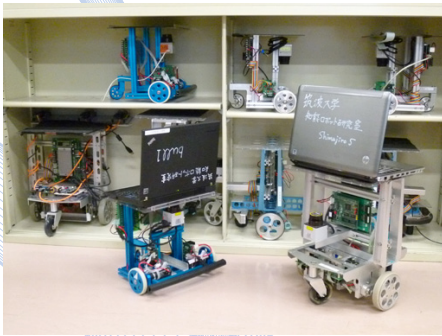


図 1. 実験に用いている車輪型移動ロボット

■ 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、一般の人が往来するつくば市内の遊歩道を走行する「つくばチャレンジ」に参加し、1km超のコース完走を実現しています。



図 2. 「つくばチャレンジ」で屋外を自律走行する移動ロボット

● 人間の生活空間で働く移動ロボットの開発

空港やショッピングセンター等で荷物を運搬してくれる自律カートの実現を目指して、特定の人間に追従する移動ロボットの開発を行っています。



図 3. 人間に追従して走行する移動ロボットの試験

● 警備ロボットに関する研究

安心・安全な社会を守るためのシステムとして、消火器や防火扉等の施設内設備を巡回して確認する移動ロボットや、各種センサデータから人間を検出するシステムなどを研究しています。



図 4. 赤外線カメラ画像(左)からの人間部分の抽出(右)

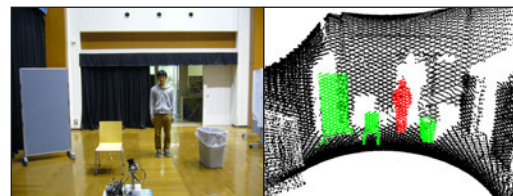


図 5. 三次元距離センサデータからの人間部分の抽出(右)

■ 共同研究等

北陽電機(株)とは超小型軽量な測域センサ(光走査型距離センサ)、総合警備保障(株)とは警備ロボット、富士ソフト(株)とは移動ロボット用基本ソフトウェアについて、それぞれ共同研究を進めています。

プログラム論理研究室

亀山幸義(教授)

総合研究棟B 1027号室

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

■ 研究室概要

高い信頼性を持つソフトウェアを創ることを目指して、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、職人芸による技巧的プログラミングから科学的・系統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、プログラムの安全性を自動的に保証することを目指します。

■ 主な研究テーマ

● 関数型プログラム言語と型システム

MLやHaskell など関数型プログラム言語は、関数をデータとして扱う仕組みや洗練された型システムを持っており、Java, Ruby, Scala, JavaScript などの言語に大きな影響を与えています。関数型プログラム言語の基礎となるラムダ計算に基づき、理論、言語設計、実装等の研究を行っています。特に、プログラムの制御構造を扱うコントロールオペレータの研究で、世界をリードする成果をあげています。

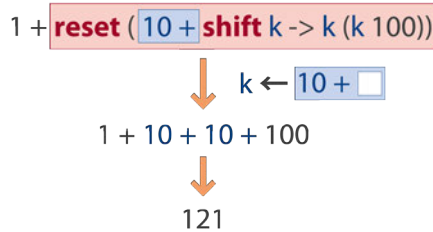


図1. コントロールオペレータ shift/reset

● ステージングによるプログラム生成

ステージング(段階的計算)は、プログラムを生成した後、そのプログラムを実行する、という2段階の計算方式です。特定のパラメータの値に特化した、効率良いプログラムを生成できるため、構文解析器(パーサ)、特定領域言語(DSL)の処理系、行列演算など様々な分野で利用されています。ステージングによるプログラムの安全性の保証、ステージングの適用範囲の拡大、また、従来より効率の良いプログラムを生成する仕組み等の研究を行っています。

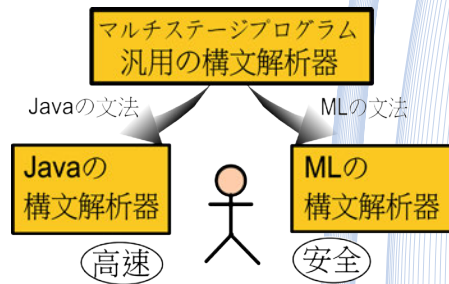


図2. ステージングによるプログラムの生成

● ソフトウェア検証

ソフトウェアが、期待する性質を満たすことを保証する手法をソフトウェア検証と呼びます。全自動で検証を行う手法であるモデル検査法をソフトウェアに適用して信頼性を保証する研究、特に、あいまいさや不完全さを持つシステムを表現する多値モデルに対するモデル検査法等を研究しています。この他、定理証明の手法を用いたソフトウェア検証の研究や、形式証明からのプログラム抽出の研究などを行っています。

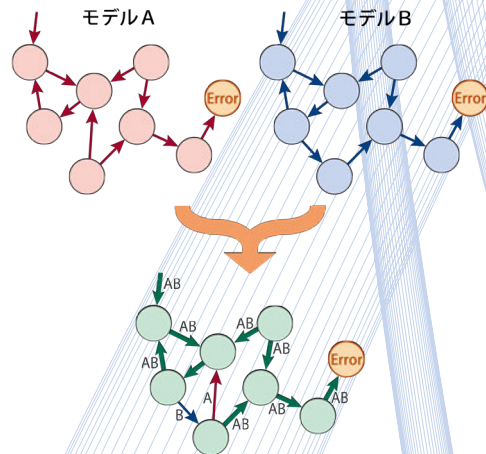


図3. 多値モデル検査法によるシステム検証

■ 共同研究

京都大学、お茶の水女子大学、国立情報学研究所、Rutgers大学(米国) など。

人工知能研究室

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。この体系で実際にあった航空機ニアミス事故の原因を論理的に解析しました(図1, 2)。

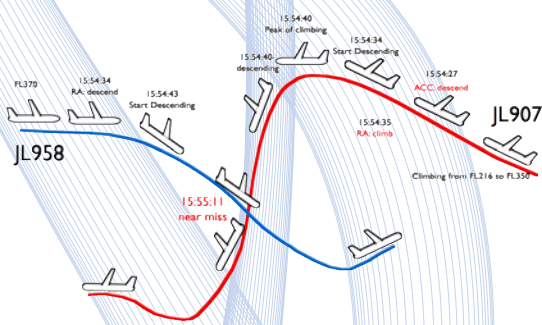


図1. JAL ニアミス事故の現場状況図

index	condition/prefix	action	tenax	label
1		$\alpha = CNF = D_0$	$\uparrow \text{anticipateNM}(\bar{A}, \bar{B})$ @Monitor	*, Monitor
2		$\text{anticipateNM}(\bar{A}, \bar{B}) = CNF$		ACC
3		$\beta = (CNF @ ACC) = D_1$	$\uparrow CNF$	*, ACC
4	for some X, Y	$\beta = (\text{entail}(\bar{A}, X) \vee \text{entail}(\bar{B}, Y), \text{entail}(\bar{A}, X) \equiv \text{Entail}(\bar{A}, \text{entail}(\bar{B}, Y)) = D_2$	$\uparrow \text{anticipateNM}(\bar{A}, \bar{B})$ @ACC	*, ACC
5	for some X, Y	$\text{entail}(\bar{A}, X) \vee \text{entail}(\bar{B}, Y) \supset \square_{120} \text{Separation}_{120}$		*, ACC
6		$\gamma_P = \neg \text{entail}(\bar{P}, X) @ P = 1 \text{sec}$	$\uparrow \text{entail}(\bar{P}, X) @ P$	*, P, ACC
7	for some X	$\rho_A = RA(\bar{A}, X) = D_3$	$\uparrow \text{anticipateNM}(\bar{A}, \bar{B})$ @TCAS _A	*, A, TCAS _A
8	for some X	$\rho_B = RA(\bar{B}, X) = D_4$	$\uparrow \text{anticipateNM}(\bar{A}, \bar{B})$ @TCAS _B	*, B, TCAS _B
9		$\gamma_P = \text{ope}(\bar{P}, X) = D_5$	$\uparrow \text{entail}(\bar{P}, X) @ P$	*, P, ACC
10	$\neg \text{Entail}$	$\gamma_P = \text{ope}(\bar{P}, X) = D_5$	$\uparrow RA(\bar{P}, X) @ P$	*, P, ACC
11		$\gamma_A = \{f, (A, v, h, a) \mid 0 \leq a_v, f(A, v, h, a)\} = D_7$	$\uparrow \text{ope}(A, (v, h))$	*, A, B, 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。

近年は、芸術的演奏を目的とした人間-計算機協調演奏システムの開発を行っています(図3)。

また、上記の形式的検証体系を用いて、協調演奏システムの動作、特に人間の演奏者のミスタッチに対処する部分の動作を論理的に解析しました。

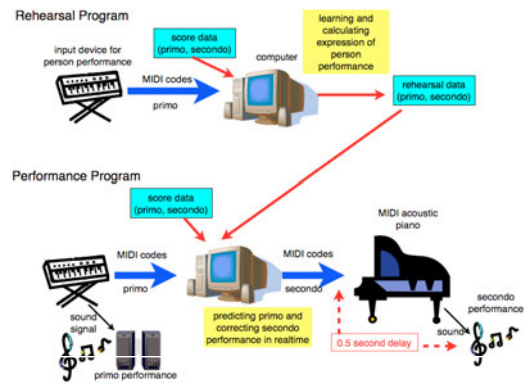


図3. 人間 - 計算機協調演奏システム

■ 主な研究設備

MIDIを用いることによりコンピュータで演奏及び記録が可能なアコースティックグランドピアノがあります(図4)。



図4. MIDI アコースティックグランドピアノ

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。

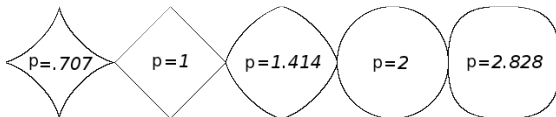


図1. 「Lpにおける[-1,1]2次元空間」の例：p<1の場合、空間の表面は凹に、p>1の場合は凸になる。

● 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的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。

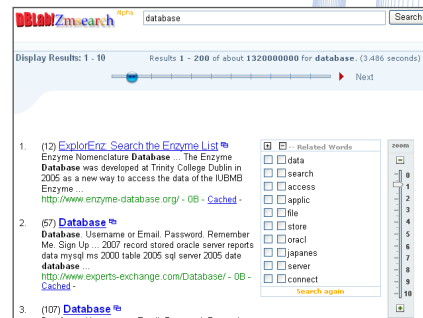


図3. Web 検索支援の例：開発した ZmSearch システム

● 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(Webグラフ)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。

● 分散ハイパーリンクストアの研究

検索エンジンでは、ランキングアルゴリズムが使用され、Webグラフへの高速なアクセス方法が必要です。本研究では複数の計算機サーバーにWebグラフを分散して保存し、部分グラフや統計情報などを取得できるシステム、「分散ハイパーリンクストア」を構築し、ランキングアルゴリズム計算の高速化を目指します。

● 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。

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) / 長谷部浩二(助教) / 杉木章義(助教)

総合研究棟B 923, 928, 1128号室

[http:// www.oss.cs.tsukuba.ac.jp/](http://www.oss.cs.tsukuba.ac.jp/)

■ 研究室概要

当研究室では、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(省電力システム)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

● ディペンダブルなクラウド基盤の研究開発

クラウドコンピューティングを構成するクライアント環境、サーバ環境、さらに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(信頼性、可用性、スケーラビリティ、セキュリティ)を有する基盤システムの研究開発を行っています。サーバ環境では、仮想マシンをインターネット上の複数拠点にまたがるデータセンターで自律連合的に動作させ、物理マシンと仮想マシンの動的なマッピングの切り替えや、データの自動複製機構により、サービスの信頼性を確保します。またクライアント環境では、当研究室で開発を進めてきたセキュアVMMの「BitVisor」を基に、ディペンダビリティを確保します。さらにネットワーク環境では、サーバ・クライアント間を結ぶオーバーレイネットワーク上で動的に経路選択を行うことで、インターネットが有する不安定性や不確実性の克服を図ります。

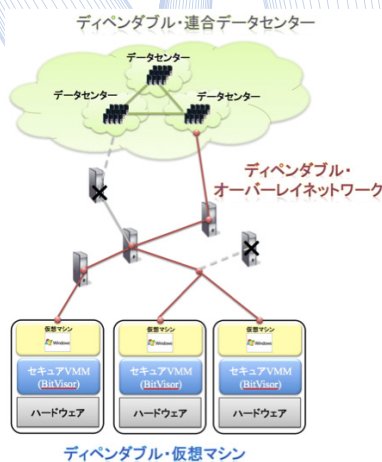


図1. ディペンダブルなクラウド基盤

● Kumoi: 仮想マシンのスクリプティング環境

Kumoiは当研究室で研究開発を進めている仮想マシンのスクリプティング環境です。Kumoiは、高度なプログラミング環境と対話型シェル環境を提供し、これにより、多数の仮想マシンによって構成されるクラウド環境を、簡素な記述により短時間で実現することができます。現在Kumoiはオープンソース化されて公開されています。

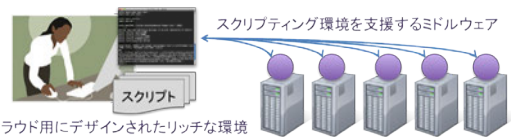


図2. Kumoi の概念図

● 省電力分散ストレージの研究開発

クォラムシステムや分散ハッシュテーブルなどを基に、大規模分散ストレージの省電力化に関する研究開発を行っています。これは、システムの低負荷時にアクセスを一部のディスクに自動的に集約し、電力消費を抑えるというものです。



図3. 省電力ストレージの基本的アイデア

■ 共同研究

当研究室は、企業との共同研究や受託研究の実績を多数有します。これまで実施した主な大型プロジェクトに、以下のものがあります。

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」(2009～2011年度)

文科省・科振費「高セキュリティ機能を実現する次世代OS環境の開発」(2006～2008年度)

JST CREST「自律連合型基盤システムの構築」(2003～2008年度)

北川データ工学研究室

北川博之(教授) / 天笠俊之(准教授) / 川島英之(講師) / 早瀬康裕(助教)

総合研究棟B 921, 922号室, 3E棟205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

● サイバーフィジカル情報基盤

身の回りのいたる所にあるコンピュータやセンサーから取得した実時間情報を大規模データ処理と融合させるサイバーフィジカル環境が注目されています。センサデータなどの各種ストリームの効率的処理、情報統合・分散化・動的最適化等を研究しています。

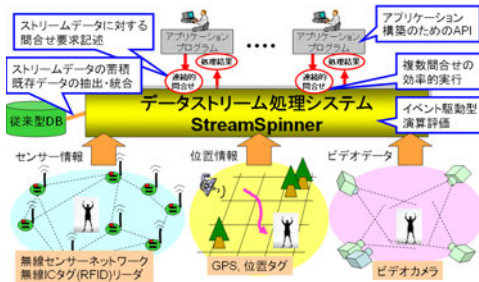


図1. 情報統合とサイバーフィジカル情報基盤

● ソーシャルデータマイニング

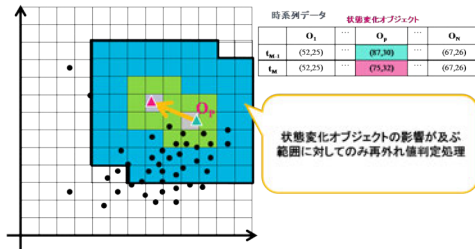


図2. 時系列データに対する効果的な外れ値検出手法

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。Webやテキストデータからの知識発見、Twitter等のソー

シャルメディアからの有用情報抽出、異常値検出等について研究を行っています。

● クラウドデータ基盤

クラスタマシンによる並列分散XMLデータ処理、XMLの対話的分析処理(OLAP)、セキュリティやプライバシーを考慮したデータ処理、GPGPUを用いた並列データマイニング、省電力化等の研究を行っています。

● E-サイエンス・巨大データ処理

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。E-サイエンスでは、巨大なデータを効果的に管理・活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、各分野の専門家と連携した取組みを進めています。

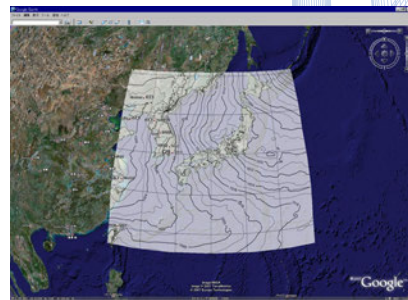


図3. Google Earthによる天気図閲覧

● ソフトウェア開発リポジトリマイニング

ソフトウェア開発の効率と、成果物の品質を高めるには、開発記録の活用が効果的です。大量の開発記録を分析することで、ソフトウェアの理解や再利用、開発コミュニティを支援する研究を行なっています。

■ 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

- 早瀬：IWESEP 2011 PC Member

・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。

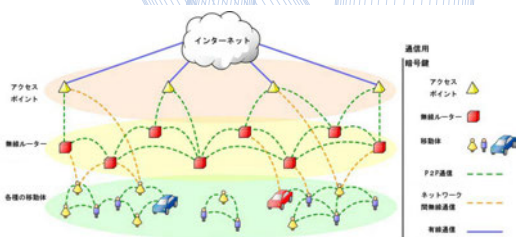


図1. モバイルIPネットワーク

● 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。

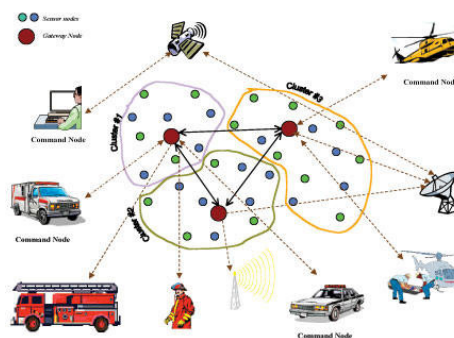


図2. モバイルアドホックネットワーク

● 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

"Self-supported Congestion-aware Networking for Emergency Services in WANETs," Proceeding IEEE INFOCOM 2011, 9 pages in CD-ROM, 2011.

"Self-supported Cooperative Networking for Emergency Services in Multi-hop Wireless Networks," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, accepted, 2011.

"Smooth Trade-offs Between Throughput and Delay in Mobile Ad Hoc Networks," IEEE Transactions on Mobile Computing, accepted, 2011.

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。

■ 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。

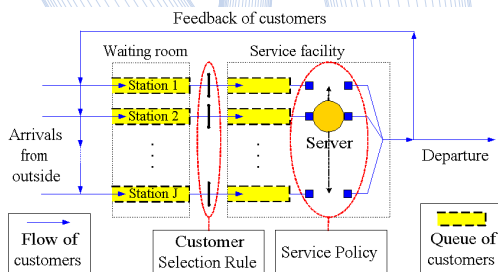


図 1. 待ち行列モデル

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。

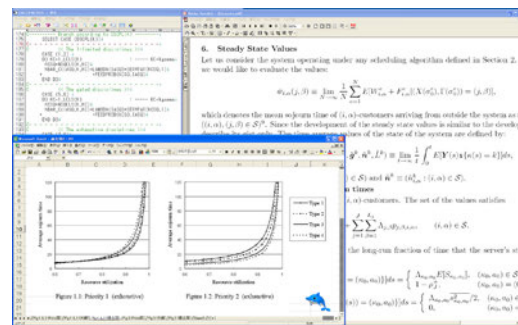


図 2. 性能評価尺度の解析

● 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 Markovian polling systems with feedback and composite scheduling algorithms, Annals of Operations Research, (published online), (2011).
- [2] T. Hirayama, Analysis of multiclass feedback queues and its application to a packet scheduling problem, J. of Industrial and Management Optimization, 6, pp.541-568, (2010).
- [3] T. Hirayama, Markovian polling systems: Functional computation for ..., Advances in Queueing Theory and Network Applications, pp.119-146, Springer, 2009.

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、オペレーティング・システム、ネットワーク、および、言語処理系を中心として、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、利用者認証・アクセス制御による高いセキュリティとプライバシー保護、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、メモリ管理の効率化や時間管理の高精度化にも利用できます。その他にも、中立的仮想計算機モニタにより、ICカード等の耐タンパーデバイスで行っていた処理を実質的に高速化する研究も行っています。

● 分散型ブラウザ

分散型ブラウザとは、Webに基づく協調アプリケーションを実行するための基盤です。個々のブラウザは、通常のブラウザと同じように見えますが、他のブラウザと保護されたオーバーレイ・ネットワークで安全に通信する機能があります。本研究室で開発している分散型ブラウザの特徴は、中央のサーバを利用しないで利用者間のメッセージ交換やデータの共有を実現していることです。これにより、プライバシー保護を保護しながら、利用者数の増大に追従で

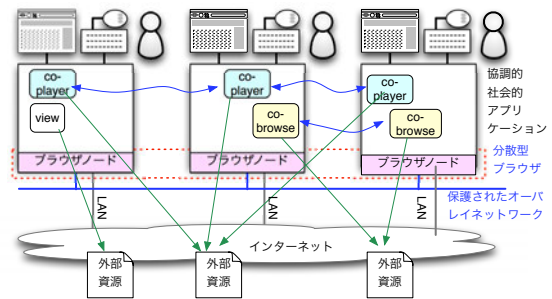


図 1. 分散型ブラウザにおける協調アプリケーションの実行

きるようになります。アプリケーションとしては、協調ブラウジング協調ビデオ視聴があります。実装では、インスタント・メッセージング・システム Skype のオーバーレイ・ネットワークを利用しています。その他に、コールバックに基づく Web や仮想プライベート・ネットワークの研究も行っています。

● ネットワークの管理

企業や大学のネットワークでは、利便性を高めながらセキュリティを高くすることが求められています。この2つは一般的には相反するものです。本研究室では、Webシングルサインオン等の便利な認証機能を使ってネットワークに対するアクセス制御で安全性を高める研究を行っています。そのために、ネットワーク・スイッチの認証部分を外部に委託する仕組みを研究しています。その他に、セキュリティ・トークンを利用した便利で安全なネットワーク・ブートの研究、複数の管理者が作成したアクセス制御ポリシーを混合して適用する研究やネットワーク構成情報の管理を支援する研究も行っています。

■ 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。

コンピュータネットワーク研究室

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

節電に対する感心が高まっており、24時間稼働することが求められるサーバにおいても、低消費電力化が進められています。これらのサーバで用いられる Gigabit Ethernet では、通信速度の上限を 100Mbps から 1Gbps にするだけで、何も通信していない状態でも、消費電力が 2~4W 増加します。本研究では、図 1 (1) のように、通信相手と 100Mbps 超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。

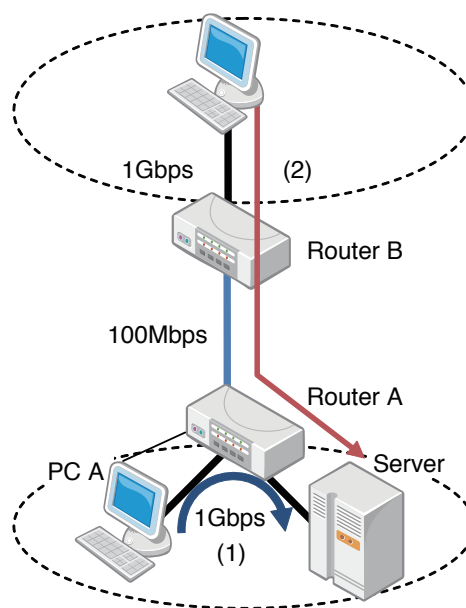


図 1. Gigabit Ethernet の通信速度切り替え例

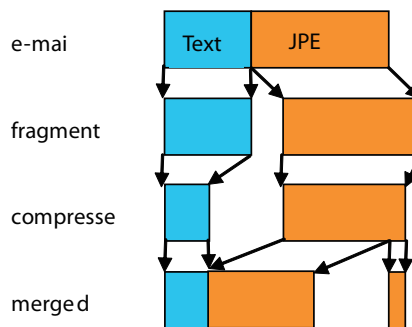


図 2. 圧縮方式の適用例

■ 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) / 児玉祐悦(教授) / 建部修見(准教授) / 高橋大介(准教授) /

埴敏博(准教授) / 山口佳樹(講師) / 多田野寛人(助教)

総合研究棟B SB1114室、SB1122室、計算科学研究センター3F、理科系修士棟B RB525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、エクサフロップスを睨んだ超並列計算システムから組み込みシステムまで、高性能、低消費電力、高信頼性、などを実現するための全体および各要素技術の研究、またその性能評価方法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・クラウドコンピューティング、高性能数値計算ライブラリに関して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HAPACS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

- **ディペンダブル組み込みシステム技術**
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
- **データインテンシブコンピューティング**
スケーラブルな分散ファイルシステム
大規模データ処理実行基盤
- **Power-Aware Computing**
高性能並列システムにおける低消費電力化
省電力化に関する評価技術
- **並列プログラミング言語コンパイラ技術**
並列プログラミング言語XcalableMコンパイラ開発
GPU / 演算加速機構のコンパイラ技術
- **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
- **プロセッサアーキテクチャ**
FPGAを用いた次世代プロセッサの研究開発

演算や通信のアクセラレータ、およびそれら各種アクセラレータとの連携を密に行うプロセッサアーキテクチャ技術

- **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
- **リコンフィギャラブルコンピューティング**
演算状況に応じた動的なシステム構成の変更および最適な消費電力対性能を実現する要素技術

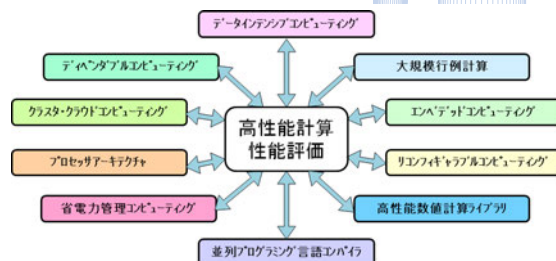


図1. 高性能コンピューティング技術と性能評価

■ 研究設備

最新のXeon、Opteron等の高性能プロセッサやGPUなどを搭載したサーバを100台以上運用し、それらの資源を用いてPCクラスタを構築しています。また、大学から独立した広帯域ネットワークを運用し関連研究拠点と接続しています。



図2. 当研究室の計算資源

■ 共同研究先

- **共同研究**
筑波大学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)、KDDI研究所、など。

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) / 三宮秀次(助教)

理科系修士棟 D 306号室

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

■ 研究室概要

並列処理の表現と実行に関する限り、現在の処、最も自然と考えられるデータ駆動方式に注目し、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)のVLSI化などを核に、将来のネットワーキングアーキテクチャの実現法の研究を進めています。

■ 主な研究テーマ

- データ駆動プロセッサCUEによる実時間実行支援システム RESCUE (Realtime Execution System for CUE series data-driven processors)

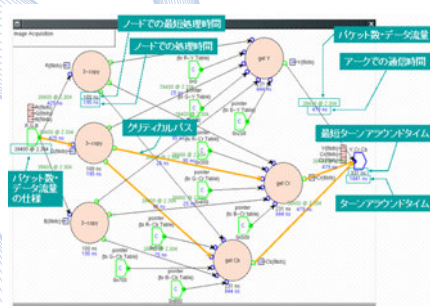


図 1. RESCUE frontend GUI

音声・動画画像処理など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実行可能プログラム直接生成、記号実行プロトタイピングによる実時間性検証支援
データ駆動プロセッサのパイプラインステージ水準のエミュレーション検証支援(国内外の特許を取得)

- データ駆動・制御駆動ハイブリッドプロセッサ

データ駆動プロセッサの優れた実時間多重処理性を維持しつつ、逐次処理においても高いスループットを達成するために、データ駆動と制御駆動のハイブリッドアーキテクチャを提案した(国内外特許を取得)。

平成14年度～15年度に、STARC(半導体理工学研究セ

ンター)との協同研究により、このアーキテクチャによるCUE-v2 (TSMC、0.18um、5mm角)を開発しました。また、平成18年度から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の支援を受け、1チップにCUE-v2を4つ集積したCUE-v3 (e-shuttle、90 nm、5mm角)を開発しました。

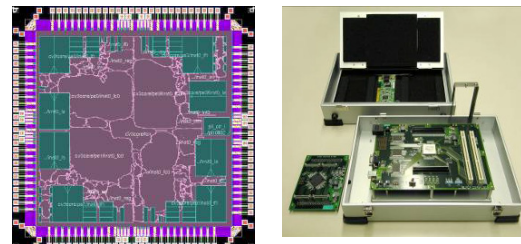


図 2. CUE-v3 チップとその検証・評価ボード

- 超低消費電力化ネットワーキングプロセッサ

平成19年度より、独立行政法人科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業(CREST)の支援を受けて、超低消費電力化データ駆動ネットワーキングシステムを研究しています。これまでに、性能あたりの消費電力を数十分の一に削減するため、CUE-v3を最適化したチップマルチプロセッサコア ULP (Ultra-Low-Power) -CUEを1チップに4つ集積した ULP-DDCMP (Ultra-Low-Power Data-Driven Chip MultiProcessor) (e-shuttle、65nm、4.2mm角)をVLSI試作しました。

ULP-DDCMPでは、真に動作処理中の部分に電力消費が原理的に極限される自己同期型パイプライン実現を採用し、超低消費電力化のため、細粒度パワーゲーティングと動的電源電圧制御を付与しました。

現在は、災害など緊急時であっても限られた電力の中で安心して通信できるように、ULP-DDCMPを活用して、通信の輻輳を回避すると同時にプロセッサを過負荷状態に陥らせないアドホックネットワーキング方式の実現法を研究しています(国内外特許を出願中)。

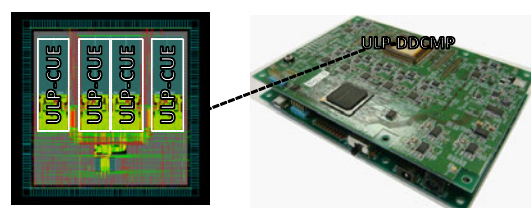


図 3. ULP-DDCMP チップとその検証・評価ボード

集積システム研究室

安永守利(教授)

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。具体的には、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応用システムに焦点を当てた研究・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

デジタル信号は、周波数が高くなるほどその波形劣化が激しくなります。このためGHz級の超高速VLSIシステムでは、信号品質を向上する技術(理想的な信号波形を伝送する技術)が不可欠です。しかし、これまでの技術では、十分は信号品質向上が困難になっています。

我々は、この問題を解決するために“遺伝的アルゴリズム”を適用した全く新たな伝送配線設計技術を開発しました。“遺伝的アルゴリズム”は、生物の進化をモデルとした最適化アルゴリズムです。本技術を適用した検証システムを試作し、劣化した超高速デジタル信号を大幅に改善することに成功しました。

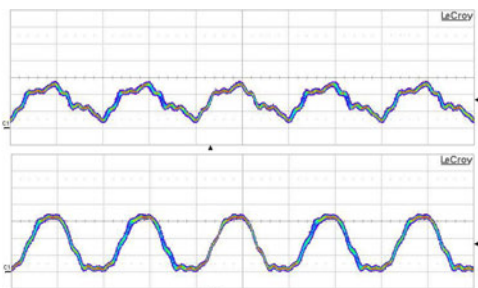


図1. 劣化したデジタル信号(上)と開発技術によって品質が向上したデジタル信号(下)



図2. 超高速デジタル信号伝送評価システム(ボード)

● 進化型ハードウェア

書換えが可能なVLSI(論理回路を自由に書き換えられる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。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”を実現することを目指しています。すでに、超高速(ナノ秒オーダー)の画像パターン認識装置を開発しました。認識動作を行いながら周囲の画像を取り込み、進化的にパターン認識を実行する進化型認識システムに発展させる計画です。

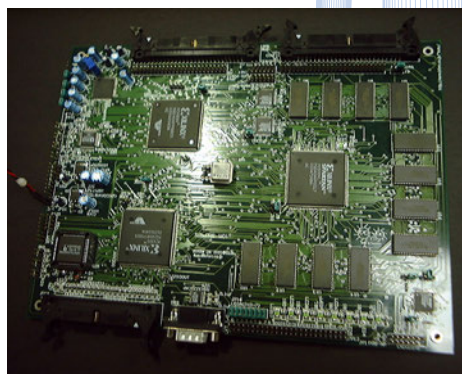


図3. 進化型ハードウェアシステム

● 脳モデルの応用とハードウェア化

脳のモデルの一つである“自己組織化マップ”の応用システムを開発しています。すでに、製品の外観検査用システムを開発しました。これにより、人間の直感に沿った外観検査が可能となります。今後、そのハードウェア化を進めていきます。

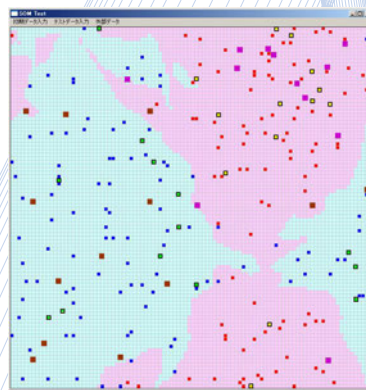


図4. 自己組織化マップによる製品外観検査結果

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ネットワーク上のセキュリティを確保する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性能ネットワーク処理の研究

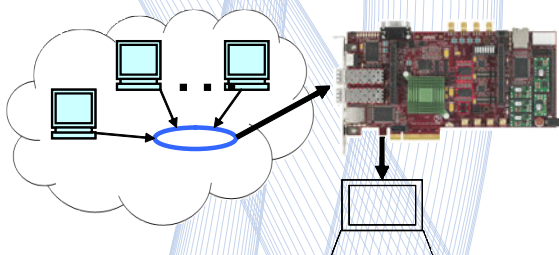


図1. FPGAによる高速侵入検知の実験システム

● 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。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、素直な一つの流れで記述できる仕組みや、HTMLやXMLなど文字列より複雑な構造のデータを効率良く扱えて、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。

● 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。

● 資源配分の最適化に関する研究

メモリやCPUなどの計算資源を、実行中のたくさんのプログラムにどのように割り当てるのが最適か、自動的に調整することで計算機をより効率的に利用する技術を研究しています。

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

● クラスタコンピューティング

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(図1)。

また、Maestroを軽量化したハードウェアとともに多数のプロセッサをFPGA(プログラム可能なLSI)に実装し、きめ細かな電力制御を行うことで低消費電力で高性能なワンチップクラスタを開発しています。

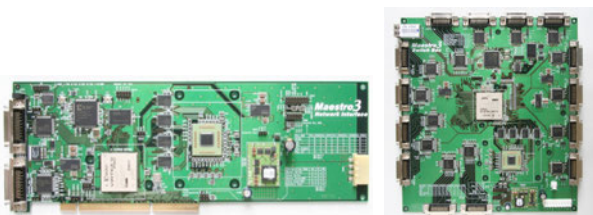


図1. Maestro ネットワークのインターフェースとスイッチ

● 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、プログラマ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、

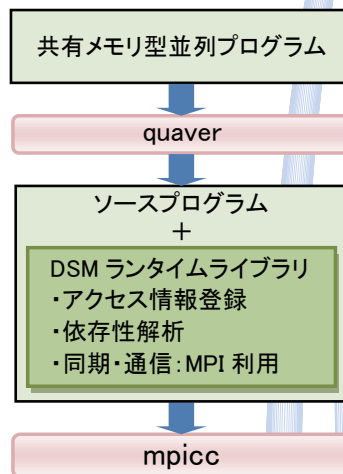


図2. クラスタ上での共有メモリ型プログラム実行環境

データ転送を必要最小限に抑えることが可能になります。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。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(図2)。

● 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、画像のぼけ復元を解像度変換と同時に、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(准教授)

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)

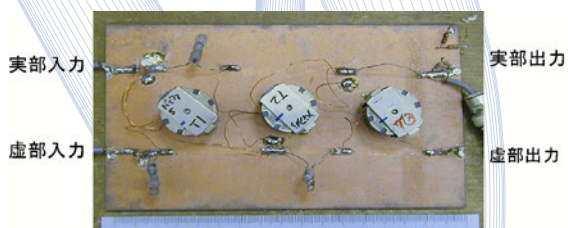


図1. 複素フィルタ(世界で初めて受動素子だけで作られた)

● 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)

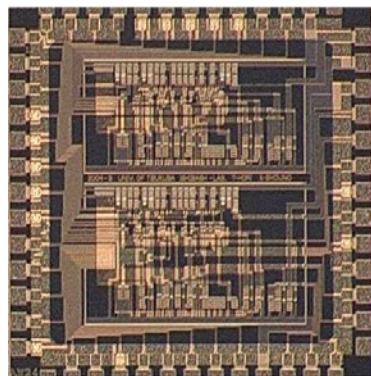


図2. 試作IC(電圧を電流に変換する働きをもつ)

■ 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。



■ 主な研究テーマ

● 先端医用イメージング

現在の病気の診断において、医用画像は不可欠なものとなっています。本研究室では、X線CT（コンピュータトモグラフィ）とPET（ポジトロンCT）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。

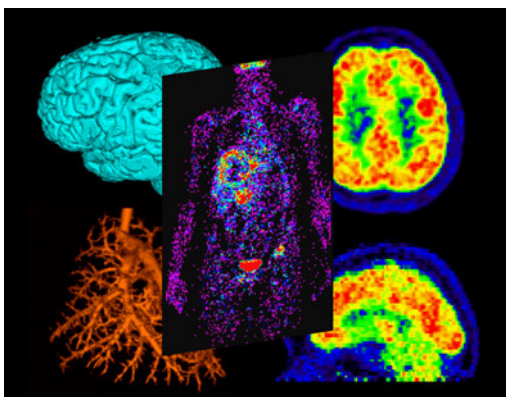


図 1. 本研究室で開発した新技術により生成した医用画像

● 計算機支援画像診断(CAD)・計算解剖学

様々な医用画像や病気を対象として、計算機支援診断の画像処理手法とソフトウェアを開発しています。また、世界

的な新分野である医用画像から人体アトラスを構築する計算解剖学にも取り組んでいます。

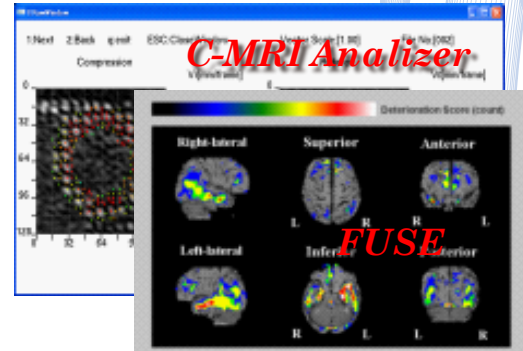


図 2. 心臓病と認知症のCADソフトウェア

● 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。色々な高機能を持つセンサがあつたら、便利だと思いませんか。

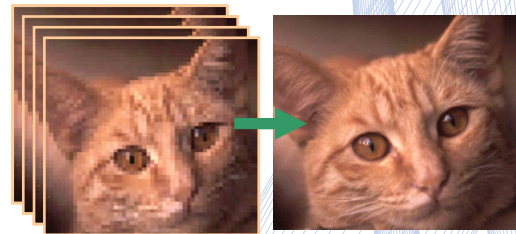


図 3. 低解像度画像からの高解像度画像生成（超解像）



図 4. ビデオ画像解析による地形の復元（因子分解法）

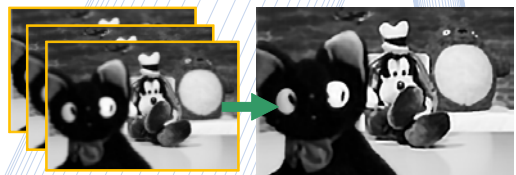


図 5. ピンぼけ画像からの全焦点画像の生成

● 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、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

身体に装着する製品を、個人の体型に適合した形状に仕上げる設計支援システムに関する研究を行っています。特に全体重がかかる靴は靴型を基に製作するので、足に適合する靴型を製作/選定できるシステムの開発を目指しています。

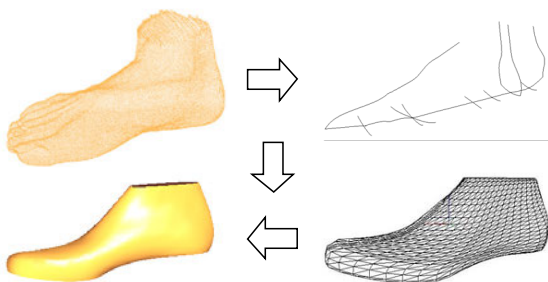


図1 足形状の測定から靴型への形状処理

● 画像を用いた高度なCG表現とその応用

映画などのCG表現はもはや素人目には実写と区別がつかないほどリアルになりました。しかし、一般の人が趣味でCGを制作するにはまだまだ敷居が高いです。そこで、写真などの画像を入力として、手軽にリアルなCG表現を実現するための研究を行っています。図2および図3に研究の例を示します。

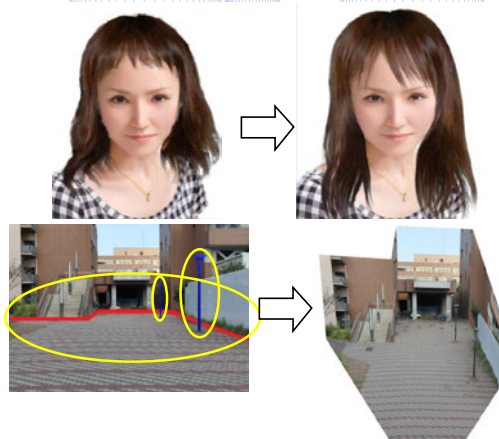


図2. 編集可能なヘアスタイルモデル(上段)と対話的な操作による景観画像の3D化(下段)

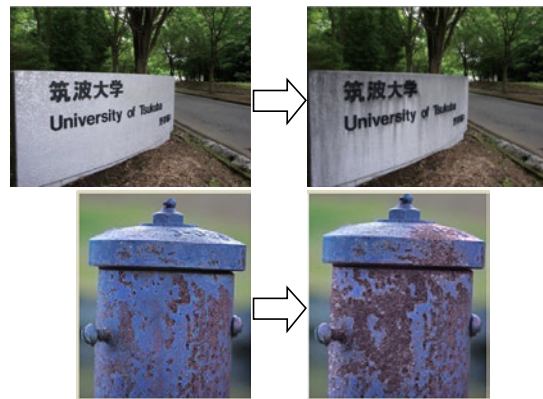


図3. 画像編集による水汚れ(上段)とサビ(下段)の実現

● 実際の「ものづくり」に係わる立体形状設計

実世界のモノの形を設計する時には、その形が満たさなければならない幾何学的制約が存在する場合があります。例えば、1枚の紙を折るだけで形を作る「折り紙」は、この制約が大変厳しいもののひとつです。従来の人の手による設計では困難だった形状を、コンピュータを使うことで対話的に、かつある程度の自由度をもって設計できるようにするための研究を行っています。

これまでに、曲線を持つ折り紙(図4(a))、開くと立体的な形が立ち上がるポップアップカード(図4(b))、斜面をユラユラと揺れながら転がり降りる幾何学オモチャ(図4(c))、見る位置を変えると、対象が動いているように感じる錯視立体(図4(d))の設計などを研究してきました。

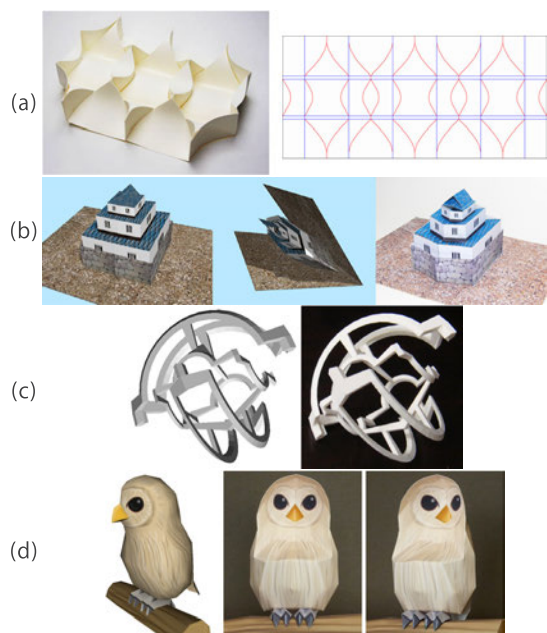


図4. これまでの研究で設計された各種立体形状

マルチメディア研究室

牧野昭二(教授) / 山田武志(准教授) / Tomasz Rutkowski(講師) / 宮部滋樹(助教)

第三エリアC棟208号室 & TARAセンターA棟2階

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

■ 研究室概要

当研究室では、「メディア情報処理とメディア品質評価」に関する研究を行っています。主な研究テーマは、音情報処理、メディア品質評価、生体情報処理です。これらの研究の成果を有機的に統合することにより、高品位コミュニケーション、音インターフェース、ブレインマシンインターフェース、eラーニングなどの応用システムを開発しています。

■ 主な研究テーマ

● 音情報処理

人間と人間、人間と機械の間の高品位なコミュニケーションを実現するために、音声・音響・音楽信号の分離、認識、理解、生成等の研究を行っています。

● メディア品質評価

メディア情報処理の高度化・多様化に必要な不可欠である、知覚品質評価やユーザ体感品質評価等の研究を行っています。

● 生体情報処理

脳や生体から得られる情報を機械の制御や生命現象の分析に有効活用することを目指し、脳波・生体信号の分離、認識、理解、可聴化等の研究を行っています。

● 応用システム

高品位コミュニケーション、音インターフェース、ブレインマシンインターフェース、eラーニングなどの応用システムを開発しています。

■ 研究設備

無響室、多目的スタジオ、防音室、マルチチャンネル音響機器など。

■ 共同研究

理化学研究所、NTTコミュニケーション科学基礎研究所、Honda Research Institute Japan など。

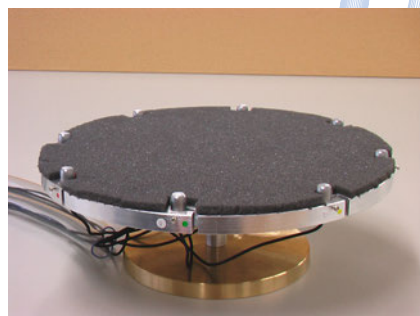


図 1. 8ch マイクロホンアレイによる音源分離

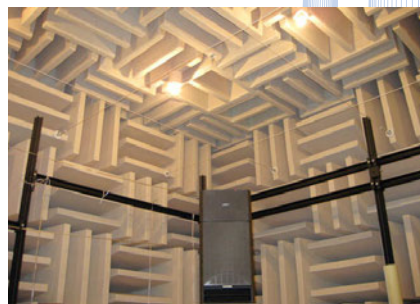


図 2. 無響室における音響測定



図 3. 脳波の測定



図 4. 立体的な音により
タッチする場所を教えるディスプレイ

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]。

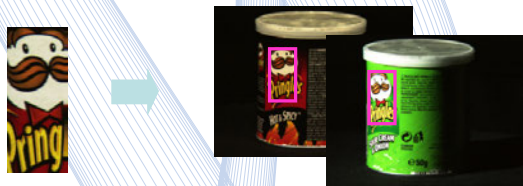


図 1. 色不変特徴量を用いた部分画像検索 [2]

● 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]。

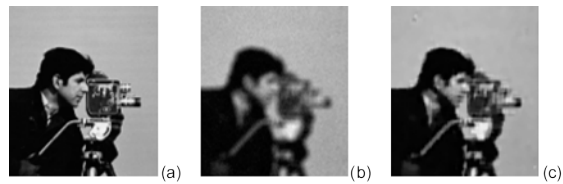


図 2. (a) 原画像, (b) 劣化画像 (ボケ), (c) 適応的正規化修復

● 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 (SVM) を併用したテキスト分類などに応用しています [6]。

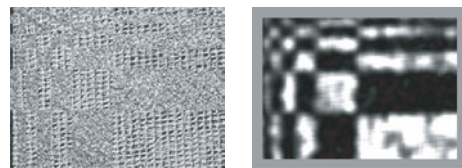


図 3. 高次統計量カーネルと SVM を用いたテキスト分類

■ 参考文献

- [1] Kobayashi and Kameyama, Proc. MCIT, (2010).
- [2] Nozaki and Kameyama, Proc. ISDA10 (2010).
- [3] Sakai, Nozaki and Kameyama, Proc. ICONIP' 10, (2010).
- [4] Someya and Kameyama, IASTED SPRA' 08, (2008)..
- [5] Mori et al. IEEE Pacrim . Conf. Comm. Comp. and Sig. Pro. (2007).
- [6] Kameyama, Proc. ICONIP' 07 (2007)

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、大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、大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。

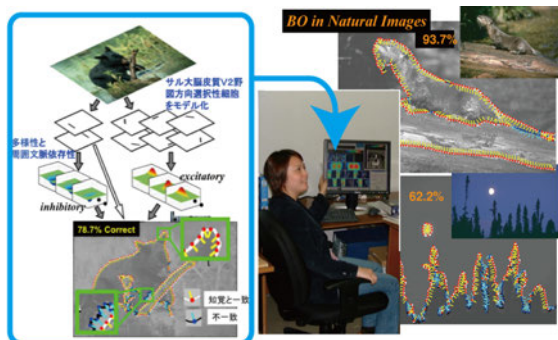


図1. 視覚皮質の計算モデル。自然画像 (Berkeley Segmentation Dataset) での図地分離の結果。

● 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、視覚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、形の知覚とその脳内表現、注意などを研究しています。

■ 研究設備

並列計算用PC、高性能グラフィックスマシン、3D実験装置、ViSaGe、視覚心理実験暗室、他

■ 共同研究・社会活動・発表論文など

Pennsylvania大学, Rochester大学, 理化学研究所 脳科学総合研究センター等と活発な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(米国), Johns Hopkins大学(米国), Max Planck研究所(ドイツ), ドイツ霊長類研究所を始め、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(UC Berkeley, 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。

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)

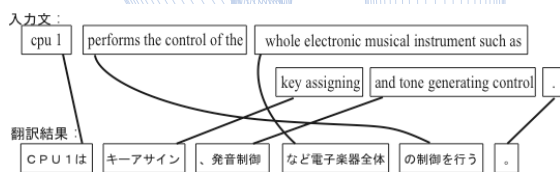


図1. 統計的機械翻訳(特許翻訳の例、大量の英日対訳データから翻訳規則を自動学習する)

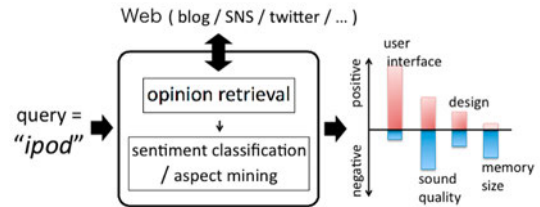


図2. 意見抽出の例(Web上から「ipod」の意見を抽出し、属性毎に好評／不評に自動分類している)

● 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のようになります。

(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。

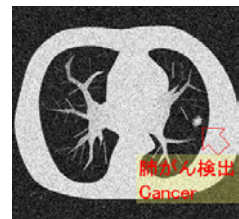


図3 肺癌検出

(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)

第三学群棟C 211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、ユーザー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。

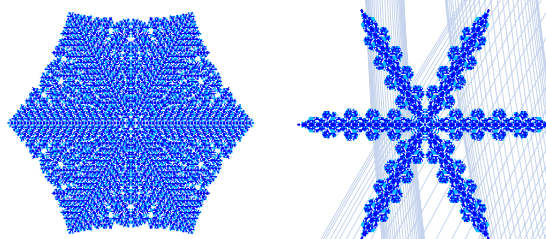


図2. セルオートマトンで生成した雪の結晶パターン

● 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.mdl.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。

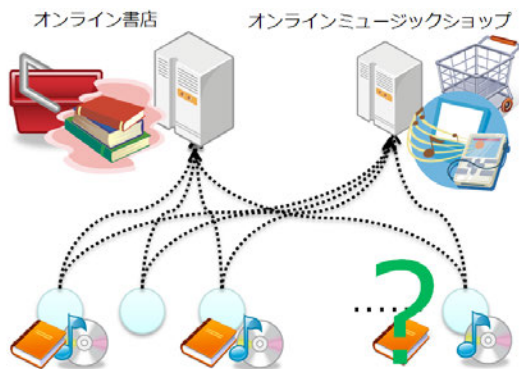


図 1. こんな音楽を聴いている人はこんな本を読んでいます

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考慮する必要があります。個人情報の保護と活用を両立させるため、機械学習

と暗号理論の融合「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。

● 時空間情報・ネットワークマイニング

ユビキタスデバイスの発展により「誰が誰から何を買った」「誰が誰とどこにいった」といった人と人とのネットワーク情報を時空間情報の蓄積が可能になりつつあります。これから「あなたは誰から何を買いそうか？」「あなたはどんな店が好きそうか？」「あなたは誰と相性がよいか？」などを予測するための時空間情報やネットワーク情報を用いた予測・知識発見技術を研究しています。



図 2. 移動履歴からの将来移動経路予測

■ 最近の発表論文

- [1] Hiromi Arai, Jun Sakuma: Privacy Preserving Semi-supervised Learning for Labeled Graphs. Proc. of European Conference on Machine Learning and Principles and Practice of Knowledge Discovery in Databases 2011, pp. 124-139, (2011).
- [2] Jun Sakuma, Hiromi Arai: Online Prediction with Privacy. Proc. of the 27th International conference on Machine Learning 2010, pp. 935-942, (2010).
- [3] Sakuma, J. and Kobayashi, S., Link Analysis for Privately Weighted Graph. Proc. of the 32nd Annual ACM SIGIR Conference, pp. 235-242, (2009).

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。

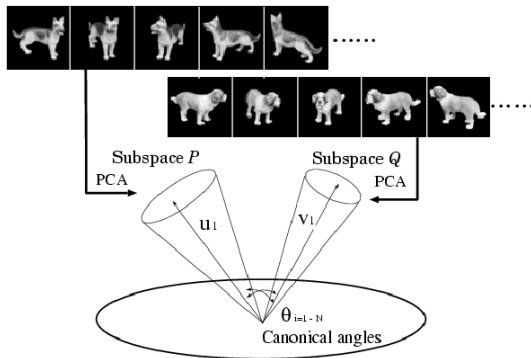


図1. 部分空間法ベースの物体認識の概念

● 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。

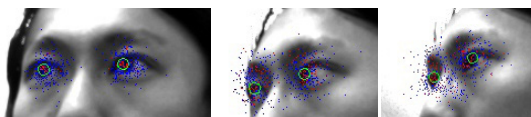


図2. 瞳検出と追跡

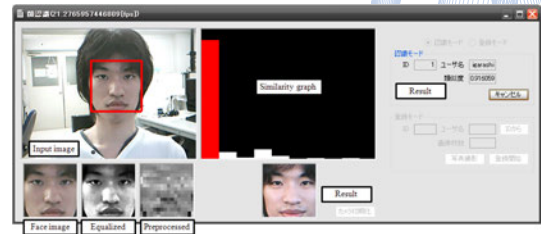


図3. 顔画像認識システム

● 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。

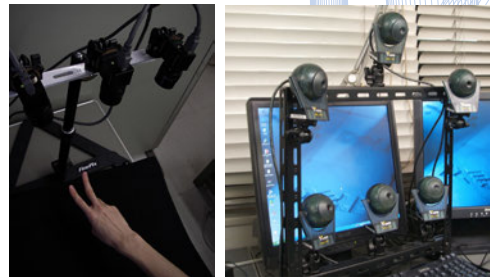


図4. 多視点顔画像認識システム

● 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

ライフエレクトロニクス研究室

穐川友宏(准教授)

(平成24年度より新設)

haraikawa@cc.tsukuba.ac.jp

■ 研究室概要

コンピュータを日々の生活に役立てるライフエレクトロニクス分野、コンピュータを福祉に役立てる情報保障(障害のある人に、聞こえていない・見えていない情報を伝えること)分野の研究をしています。

■ 主な研究テーマ

● アクセシビリティを考慮した機器連携の研究

ホームネットワークに音声合成装置をつけるとあらゆる機器に音声応答がつき、話速変換装置をつけるとテレビやラジオに「ゆっくり」機能がついて見えたりすると便利だと思いませんか。機器連携をアクセシビリティ向上に活用する研究をしています。

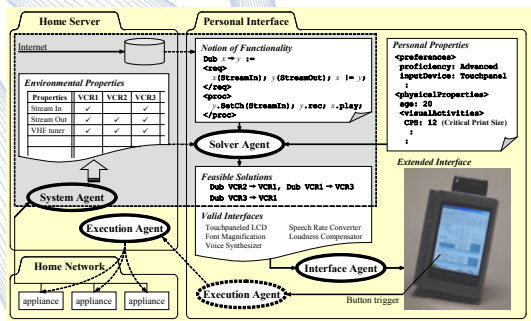


図 1. 機器連携による機能拡張

● 視覚障害者向け商品情報提供基盤の構築

冷蔵庫の中の飲料缶やペットボトル。私たち健常者は、「今日はレモンティーの気分だな」など、どれが飲みたいかを先に選んでから封を切ります。



図 2. Barcode-Talker for らくらくホン

しかし、パッケージの絵柄を手掛かりにすることが困難な視覚障害者は、レモンティーどころか、日々ロシアンティーの気分を味わうことになってしまいます。視覚障害者自身がパッケージのバーコードをスキャンすることで商品情報を得られる情報提供基盤をサーバごと構築しています。

● フルドーム映像への字幕後付け技術の開発

最近のプラネタリウムは、ドームスクリーンに圧倒的な臨場感の全天周映像を投影しています。この美しい映像に字幕がつけられれば、聴覚障害者の新しい楽しみになるはずです。しかし、場面に合わせた視野内に字幕を追従させて投影しようとするれば、位置合わせのためのテスト投影が何度も必要になり現実的ではありません。ドームの営業を妨げずにオーサリング可能なシミュレーションツールや投影ツールを特別に開発しています。



図 3. 字幕つき投影 (© はやぶさ大型映像制作委員会)

● 学会・講演会用簡易字幕ツールの開発

講演者の発話内容を(補助者1名で)オンタイムに字幕化するツールを開発しています。

The slide is titled 'スクリーン1面でも字幕講演を可能に' (Possible to have subtitles on 1 screen). It lists features and usage instructions. A table shows different modes: '字幕補助なし 講演者単独で字幕講演 (PC 1台) (即興発言なし)' and '字幕補助あり 即興発言を挿入 (PC 2台) Captionerによる 文の編集や即興発言の挿入'. It also mentions 'スクリーン2面' (Screen 2) and '従来のモデル' (Previous model).

図 4. Captioner による字幕つき講演

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

様々な状況が変化する実生活環境における人間行動の計測を行なって、行動特性を明らかにするとともに、それに基づいて人間行動を支援するためのシステムの研究を行っています。主な対象は自動車運転をはじめとする移動に関わる行動とサービス産業における顧客や従業員の行動です。

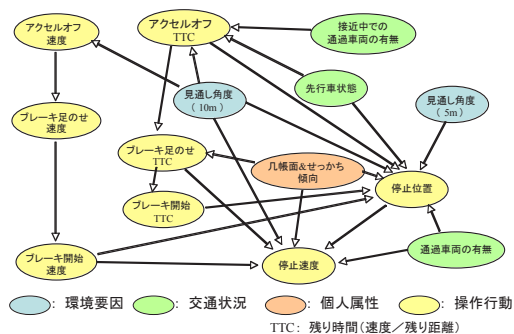
■ 主な研究テーマ

● 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論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

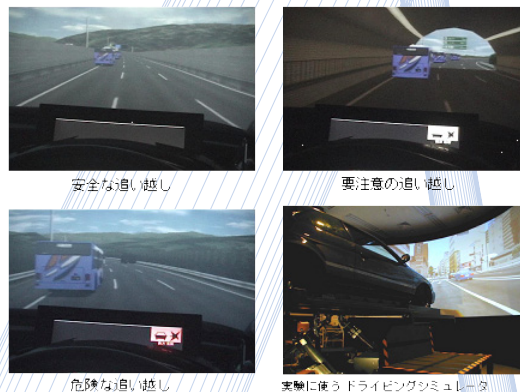
● サービスにおける人間行動の研究

ヘルスケアサービスや交通サービス、接客サービスなどを対象として、サービスの現場におけるサービス提供者やサービス受容者の行動分析や会話分析を行ないます。良いサービスを提供するためには、どのような情報をサービス受容者から言語的また非言語的に獲得し、その情報を他のサービス提供者にどのように伝えるかなどを明らかにすることによって、サービスのスキルを明らかにします。



● 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ー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。



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/yu.satou/univ.htm>

■ 研究室概要

本研究室では、コンピュータの人工の「眼」およびそこから得られた視覚情報を処理する人工の「脳」を創り出し、産業や福祉、生活安全などの高度化のために応用する、いわゆるコンピュータビジョンに関する研究を行っています。ハードウェアである人工の「眼」としては、複数のカメラにより3次元情報を捉えるステレオカメラや、赤外線カメラ、超高速カメラなど多種多様なカメラシステムを研究室で保有しているほか、全く死角なく全天周のカラー画像と距離情報を同時にリアルタイムで取得できる世界初の「全方向ステレオカメラ」の開発と応用に関する研究を行っています。ソフトウェアである人工の「脳」に関しても、いわゆるパターン認識技術を当研究室は得意としており、前景と背景の分離といったローレベルの処理から、物体認識、異常検知といった高度な知覚・認識処理まで広く研究のスコープとしています。したがって、ソフト/ハードのいずれに興味がある方であっても、興味があり得意なテーマを選択していただくことができます。ロボットの「眼」を作りたい、脳の視覚機能に興味がある、顔だけでなく何でも物を認識するカメラを作りたい、など、むしろ皆さんの提案に期待しています。

研究室は産総研内にあります。海外留学はなかなか敷居が高いと思いますが、国内の研究所に「国内留学」できるわけです。もちろん、卒業時には筑波大学の学位を取得できますし、就職活動も筑波大学と同一の条件になります。産総研には第一線で活躍する研究者が集結しており、研究のための設備も充実しているので、皆さんが自分自身の経験値を高め、将来につながる研究成果をクリエイトするための絶好の環境であると言えます。

■ 主な研究テーマ

● 全方向ステレオカメラとその応用

36個ものカメラを集合させることで、全方向のカラー画像と3次元情報をリアルタイムで取得できる世界初のカメラシステムを開発し、基礎から応用まで様々な研究を行っています。図1は全方向ステレオカメラを電動車いす走行時

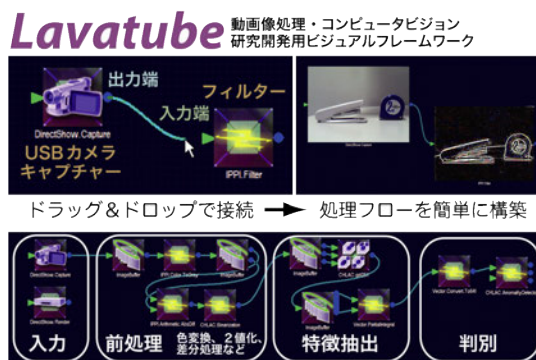


図1. 全方向ステレオカメラの応用例

の安全確保に応用した例です。人間の眼をも超える人工の「眼」が危険を捉え、人工の「脳」がそれを知覚し、適切な制御を行うことで人混みのような環境でも衝突を自動的に回避し、安全に走行することができます。

● 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

ストレージシステム研究室

谷村 勇輔 (連携大学院准教授)

産業技術総合研究所 つくば本部・情報共同棟 5階 05209室
<https://sites.google.com/site/ytanimura0/home/assl>

■ 研究室概要

— 情報爆発・ビッグデータ時代を支えるストレージ技術の研究開発

サイエンスやビジネスで扱われるデータは爆発的に増大しています。大容量のデータを保存し、かつ高速にデータの読み書きが行えるストレージ技術の確立は急務となっています。本研究室では並列分散ストレージアーキテクチャ、入出力制御、ストレージ資源管理、並列分散データ処理に関する研究を行い、そうした社会的要請に応える成果を出すことを目指しています。研究の実施にあたってはネットワークやデータベースの研究者に加えて、様々な応用分野と連携し、最終的に実世界のアプリケーションと組み合わせる動作させて、開発した技術の評価を行っています。

■ 主な研究テーマ

● ストレージ QoS (Quality of Service) 技術

ストレージシステムを構成するコンポーネントの1つ1つを適切に制御し、ストレージデバイスからアプリケーション・プログラムまでの入出力 (I/O) 処理を End-to-End で制御することで、アプリケーションが必要とする入出力性能 (スループット、IOPS 等の指標) を提供する技術を開発しています。

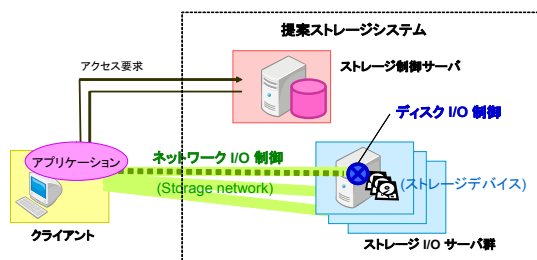


図1. 研究開発中のストレージシステムのアーキテクチャ

● 大規模データ処理技術

大規模データを高速に処理するにはデータ入出力、データ処理の両方において並列分散技術の開発が必要です。既存の MPI や MapReduce 等の枠組みの評価・改善に加えて、新しい並列データ処理のモデルを研究しています。

● データインテンシブ・サイエンスへの応用

上記2つのテーマの研究成果を衛星画像等の地球観測データ、ユビキタス情報社会で使われるタグ情報等のメタデータ（半構造・グラフデータ）、超高精細映像データ等の保存や解析を行うストレージ・データ処理基盤に応用し、実際の評価を行うとともに各応用分野の発展にも貢献しています。

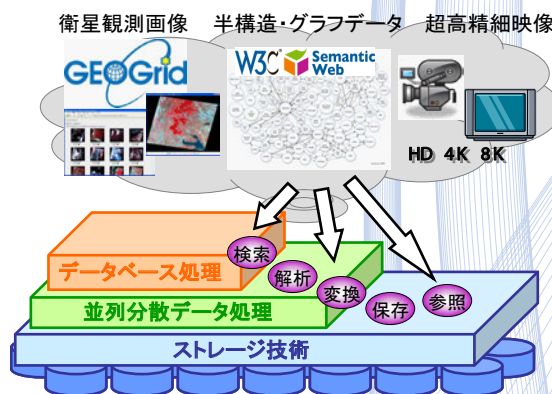


図2. データインテンシブサイエンスへの応用例

■ 研究設備

産業技術総合研究所の設備が利用可能です。開発や評価実験には、特に33ノード264コア、83TBの大規模データ処理用クラスター、高スループットのディスクおよびネットワークを備えた16ノードのストレージソフトウェア開発用クラスターを利用しています。

■ 共同研究

産業技術総合研究所ネットワークフォトリクス研究センター、同研究所情報研究部門サービスウェア研究グループ、インフラウェア研究グループ、地球観測グリッド研究グループ、英国エディンバラ大学、また国内の企業等との共同研究を随時行っています。

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

38
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)。

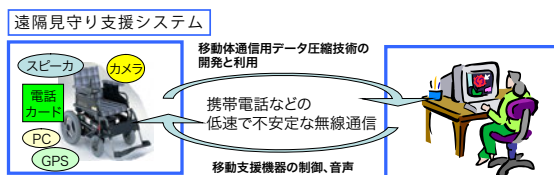


図3. 車椅子の遠隔見守り

● 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。

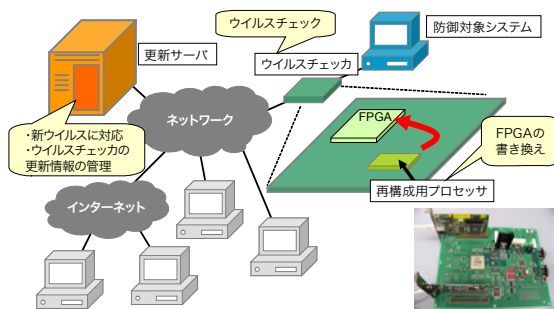


図2. 救急車内画像遠隔取得システム(無線版)

講義科目一覧 Lectures

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
テクニカルライティング
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
数値アルゴリズム特論
数値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特論
回路工学特論

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:
自然言語処理特論
計算知能特論
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

Master's Program

Common:
Seminar in Computer Science
Research in Computer Science I
Research in Computer Science II
Internship
Improving Your Reading and Writing Skills
Improving Your Presentation Skill

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 Software
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
Advanced Computer Networks
Advanced Circuit Engineering

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:
Advanced Course in Natural Language Processing
Computational Intelligence
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

**高度ICT専門職業人
育成プログラム:**
大規模計量分析特論
高度ICT特別プロジェクト I
高度ICT特別プロジェクト II
研究開発インターンシップ
研究開発インターンシップ II
高度ICT特別講義 I

高度ICT特別講義 II
高度ICT特別講義 III
高度ICT特別講義 IV

**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
インスタクショナルデザインA
インスタクショナルデザインB
ICTソリューション特別講義I

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 I
実践型システム開発プロジェクト II
実践型システム開発プロジェクト III

計算科学英語プログラム:
数値アルゴリズム特論
数値シミュレーション特論
プログラミング環境特論
データ工学特論 I
高性能コンピューティング特論
データ解析
計算科学リテラシー
計算科学のための
高性能並列計算技術
計算科学特別講義 I
計算科学特別講義 II
計算科学特別講義 III
計算科学特別講義 IV

**Program for
Fostering Advanced ICT Professionals:**
Quantitative Analysis of Large-scale Business Data
R&D ICT Projects I
R&D ICT Projects II
R&D Internship I for ICT Experiences
R&D Internship II for ICT Experiences
Topics in Advanced Information and
Communication Technology I
Topics in Advanced Information and
Communication Technology II
Topics in Advanced Information and
Communication Technology III
Topics in Advanced Information and
Communication Technology IV

**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 A
Instructional Design B
Topics in ICT Solution I

Practical IT Ability Training Program:
Research and Development Solution Projects I
Research and Development Solution Projects II
Practical System Development Project I
Practical System Development Project II
Practical System Development Project III

Computational Science Dual Degree Program:
Advanced Course in Computational Algorithms
Special Lecture on Numerical Simulation
Programming Environment
Data Engineering I
Advanced Course in High Performance Computing
Data Analysis
Computational Science Literacy
High Performance Parallel Computing
Technology for Computational Sciences
Topics in Computational Science I
Topics in Computational Science II
Topics in Computational Science III
Topics in Computational Science IV

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型システム開発 I
PBL型システム開発 II
PBL型システム開発 III
研究開発プロジェクト I
研究開発プロジェクト II
研究開発プロジェクト III
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
企業情報システム論
組込みシステム論
アーキテクチャデザイン
技術者倫理
社会人基礎力

高度ITインターンシップI
高度ITインターンシップII
Webとデータモデリング
サービス指向システム開発
システムプログラミング特論

専門科目(専門技術科目群):

最新IT動向に関する特別講義
Javaプログラミング
オープンシステム工学
コンピュータネットワーク特論
プログラミング環境
セキュリティ機構論
システム制御
仮想化サーバ構築技法
組込みOSデバイスドライバ
開発技法
分散システム特論
プログラム言語特論
情報ネットワーク特論

専門科目(関連科目群):

テクニカルライティング(英語)
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
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
高度ITプログラム特別講義 III
高度ITプログラム特別講義 IV
人工知能特論

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

Common :

PBL System Development I
PBL System Development II
PBL System Development III
Research and Development Projects I
Research and Development Projects II
Research and Development Projects III
Software Development Engineering
Advanced IT Project Management
Corporate Information Systems
Embedded Systems
Architecture Design
Ethics for Engineers
Basic Ability for Living as Members of
Modern Society
Internship I for Advanced IT Experiences
Internship II for Advanced IT Experiences
Web and Data Modeling
Service Oriented Architecture Engineering
System Programming

Specialized Technical Subjects :

Special Lecture on Recent IT Advances
Java Programming
Open Systems Engineering
Advanced Computer Networks
Programming Environment
Security Mechanism
System and Control
Server Construction Techniques on Virtualization
Embedded Operating System
Device Driver Development
Distributed System Engineering
Advanced Study on Programming Languages
Advanced Study on Information Networks

Related Subjects :

Improving Your Reading and Writing Skills
Improving Your Presentation Skill
Project Management : Theory and Practice
Services Science : Theory and Practice
Enterprise Resource Planning Systems
Marketing
Quality Management
Data Analysis
Topics in Advanced Information Technology I
Topics in Advanced Information Technology II
Topics in Advanced Information Technology III
Topics in Advanced Information Technology IV
Advanced Study of Artificial Intelligence

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

高度ICT専門職業人 育成プログラム :

高度ICT研究開発プロジェクト I
高度ICT研究開発プロジェクト II
高度ICT研究開発プロジェクト III
研究型インターンシップ I
研究型インターンシップ II

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
ICTソリューション特別講義A

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

Doctoral Program

Common :

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

Program for Fostering Advanced ICT Professionals :

Advanced R & D ICT Project I
Advanced R & D ICT Project II
Advanced R & D ICT Project III
Research Internship I for ICT Experiences
Research Internship II for ICT Experiences

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
Topics in ICT Solution A

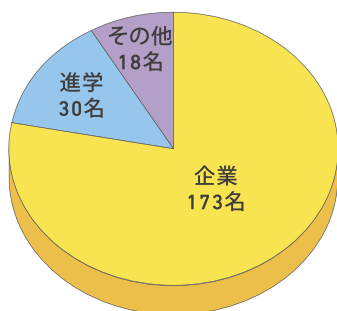
Practical IT Ability Training Program :

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

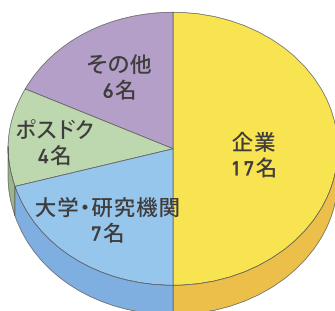
修了後の進路

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、企業の研究開発部門、大学や国立研究所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
（2009年度～2010年度）



博士後期課程修了生（博士）の進路
（2009年度～2010年度）



博士前期課程修了生（修士）の主な就職先（2009年度～2010年度）

日立製作所, NTTデータ, 富士通, 楽天, 日本電気, リコー, 日立ソリューションズ, ヤフー, 東芝メディカルシステムズ, 野村総合研究所, NTT研究所, パナソニック, 三菱電機, キヤノン, デンソー, 日本総合研究所, 新日鉄ソリューションズ, キヤノンファインテック, ジュピターテレコム, 常磐システムエンジニアリング, 東芝, ヤマハ, 日本ユニシス, 東芝ソリューション, ナナオ, ビーコンインフォメーションテクノロジー, 日立システムアンドサービス, 富士ゼロックス, ソニー

博士後期課程修了生（博士）の主な就職先（2009年度～2010年度）

NTT研究所, 日立製作所, 日本電気, トヨタ自動車, シャープ, 島津製作所, 小糸工業, 浜松ホトニクス, 北陽電機, アクセル, イーフロー, サイバーエージェント, コビレジ, 産業技術総合研究所, 東京大学, 京都大学, 九州大学, 筑波大学

※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113名のうち30名程度のプログラム履修者の受け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 **2012-2013**
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	大矢晃久・佐久間淳
連絡先	〒305-8573 茨城県つくば市天王台1-1-1 筑波大学 システム情報工学研究科 コンピュータサイエンス専攻 3F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

つくばエクスプレス: 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36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)」でも行けませんが、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 システム情報工学研究科

コンピュータサイエンス専攻 3F棟9階 F900事務室

電話: 029-853-5530

FAX: 029-853-5206

e-mail: inquiry@cs.tsukuba.ac.jp

