

情報工学系



1. 概要

情報工学系では、情報に関する体系化した理論から、ソフトウェア、ハードウェア、マルチメディア、人工知能、生命情報解析等の幅広い専門知識を修得します。情報工学系はプログラミング技術を身につけた単なるコンピュータの使い手を養成するものではありません。情報工学系が養成するのは、今や社会システムおよびビジネスの全てに取り込まれているコンピュータに関する技術を原理から深く理解し、コンピュータを使った最先端の分野において世界を先導する研究者・技術者として活躍できる人材です。具体的には、コンピュータシステム・ソフトウェア、知能情報処理、感覚・知覚情報処理の分野を柱として、例えば、新しい情報システムをモデリングする技術、複雑なソフトウェアを効率的に開発する技術、大量のデータから必要な情報を抽出する技術、人とコンピュータの知的インタフェース技術、映像や言語を統合的に理解する技術、生命に関する情報を解析する技術、社会をシミュレーションにより解析する技術などの幅広い分野を網羅しています。

情報工学を学修した人材は多くの分野で活躍しており、今後は社会の発展とともに、より多様な分野での活躍が期待されます。卒業後の進路先も多岐に渡るため、専門性が異なる人たちと協調していく総合的な知識や技能も必要になります。そのため、専門分野の学修だけでなく、社会で活躍する諸先輩を講師として招いた追体験学習や技術者倫理教育、リーダーシップに必要不可欠なコミュニケーション能力等を開発する科目も用意しています。

2. カリキュラム

情報工学系のカリキュラムは、情報工学の幅広い分野の基礎から専門分野まで継ぎ目なく学修できるよう配慮されており、研究者・技術者としての土台をつくることを目的としています。

1年目のコンピュータサイエンスや情報リテラシーの教育を基盤として、2年目、3年目の200番台・300番台の科目は、情報工学基礎科目群、情報工学発展科目群ならびにプログラミング科目群に分類され、群ごとに基礎から発展までを順に学修していきます。情報工学のほぼ全分野を網羅しており幅広く継ぎ目のない教育研究ができる体制となっています。

情報工学基礎科目群では、計算とは何か、どのように情報は表現されるのか、どのように計算は表現されるのか、という情報工学分野の基盤をなす知識を学びます。また、情報工学分野を学んでいく際に必要となる数学的知識についても身につけます。具体的には、計算基礎論、確率論・統計学、情報論理、論理回路理論、データ構造とアルゴリズム、システムソフトウェアなどの科目が提供されています。

情報工学発展科目では、情報工学分野のより専門に特化した知識について学んでいきます。コンピュータアーキテクチャやオペレーティングシステム、並列計算などコンピュータのハードウェアの側面とソフトウェアの側面についてバランスよく学び、システム制御など情報工学分野を様々な分野に応用していくにあたって必要な知識について学びます。具体的には、データベース、コンピュータネットワーク、コンピュータアーキテクチャ、コンパイラ構成、人工知能、機械学習、パターン認識、生命情報解析、システム解析、システム制御などの科目が提供されています。

プログラミング科目群では、プログラミングについて、講義とコンピュータ演習を有機的に組み合わせた形式で学びます。手続き型、関数型、オブジェクト指向などプログラミング言語のさまざまな考え方を広く学ぶことができるようなカリキュラムとなっており、また、身につけたプログラミングの知識や経験を、システムの設計や構築に応用できる能力につなげていくことができます。

4年目になると、学士課程の総括として学士特定課題研究や学士特定課題プロジェクトがあります。学士特定課題研究では、これまでに修得した能力を総合し、研究課題に取り組みます。また、学士特定課題プロジェクトでは、学士特定課題研究を履修することにより芽生えた科学・技術に関する研究への動機づけを強化することを目的として、各学生の興味・関心に応じて能動的に科学・技術に関連する活動を行う機会が提供されています。

情報工学系のカリキュラム体系

1年目	20①	22②	23③	24④	30①	32②	33③	34④	40④~42②	43④~44③				
情報工学科 学院専門科目	情報工学基礎	計算基礎論	オートマトンと形式言語	情報論理	データ構造とアルゴリズム	システムソフトウェア	動的システム	システム制御 問題解決と意思決定	学士特定課題研究	学士特定課題研究				
		確率論・統計学		アセンブリ言語							コンピュータ論理設計			
	情報工学発展	人工知能	論理回路理論	機械学習	数値計算法						システム解析	システム設計	システム設計演習	システム構築演習
					データベース						パターン認識	コンピュータアーキテクチャ		
					コンピュータネットワーク						生命情報解析	コンパイラ構成		
	プログラミング創造演習								学士特定課題研究	学士特定課題プロジェクト				
	手続型プログラミング基礎	手続型プログラミング発展	関数型プログラミング基礎	オブジェクト指向プログラミング	研究プロジェクト（情報工学系） （情報工学系）	チーム開発集中演習基礎	研究プロジェクト（情報工学系）	システム設計演習	情報工学英語プレゼンテーション					

3. 情報工学系の教育研究分野

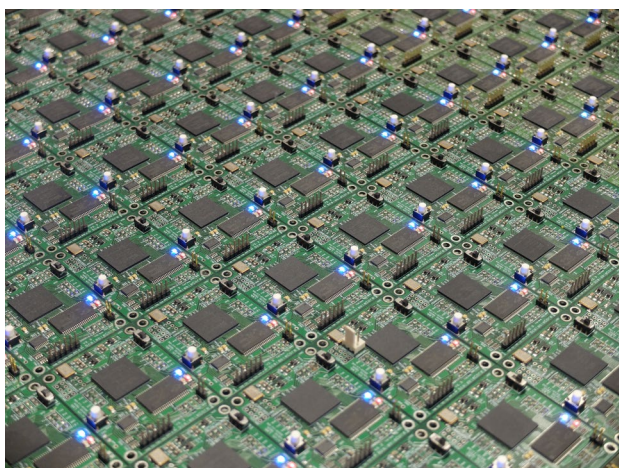
4年目になると各研究室に配属され、それぞれの研究室の専門分野に関連するテーマについて学士特定課題研究や学士特定課題プロジェクトを行うことになります。情報工学系の研究分野は、次の(1)～(3)に大分類されます。

(1) コンピュータシステム・ソフトウェア分野

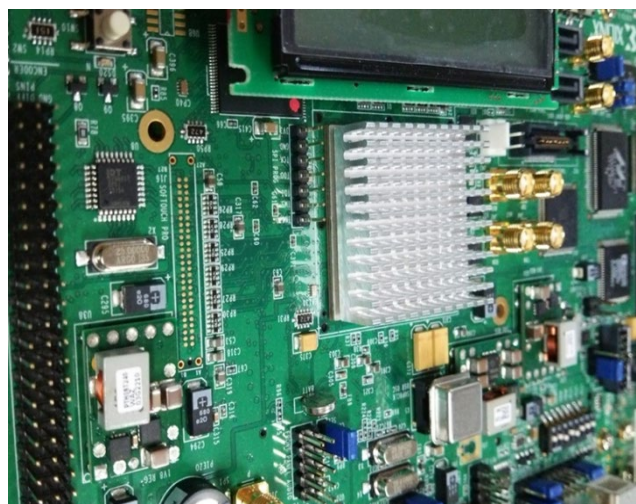
【コンピュータシステム】

いろいろな電子機器に囲まれた今の高度情報化社会は、コンピュータシステム（計算機）の目覚ましい技術の発展によって支えられています。コンピュータシステムを効率良く開発するために、プロセッサの高速化・高信頼化・低消費電力化、FPGA を用いたアーキテクチャ研究と性能評価、メモリやデータバスのためのデータ圧縮法、高信頼・高密度・省電力ディスクのための符号化方式などの研究を行っています。

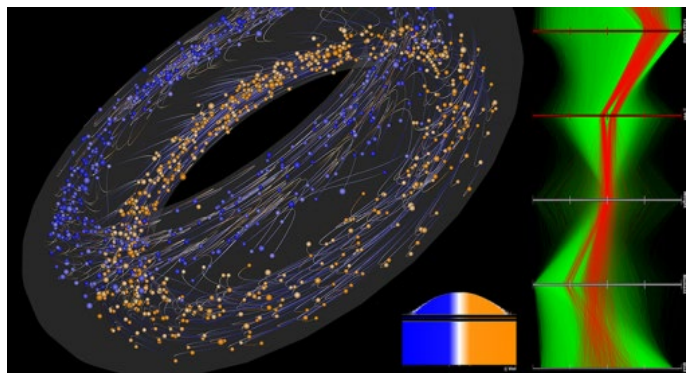
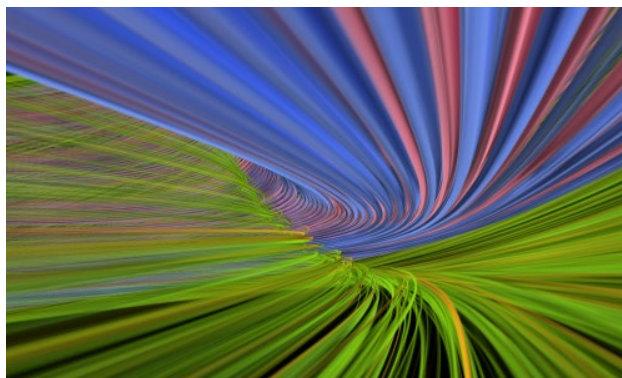
また、コンピュータシステムを効率良く利用するための技術として、ビッグデータをクラウド上で効率良く安全に格納・検索する技術、次世代検索エンジンや情報推薦技術の開発、スーパーコンピュータを用いた大規模高性能計算（例えば、分子シミュレーション、プラズマ解析）などの研究も行っています。



多数のFPGAを用いた独自開発の
エミュレーションシステム



メモリ・データバスに対する符号化技術の研究



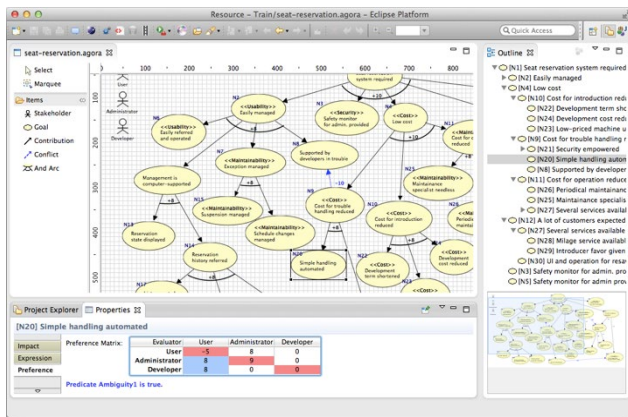
Particle-In-Cell法を用いたプラズマシミュレーション(TSUBAME3.0を使用)

【ソフトウェア】

コンピュータはソフトウェアがあって初めて人間の役に立ちます。私たちはさまざまな意味で、より良いソフトウェア（の作り方）を研究しています。ソフトウェアは人類の英知の結晶ですが、その複雑さのため、現在の科学レベルでも「正しく」動作するソフトウェアの構築は難しいのが現状です。例えば、1997年、100億円以上の費用を投じて作り上げた火星探査機では、ソフトウェアのバグ（誤り）のため、火星上で再起動を繰り返しました。その後も2008年の航空搭乗システムのダウン、2011年の銀行システムの障害など、多くのソフトウェアトラブルが現実には発生しています。

私たちは「正しい」ソフトウェアを作るために、ソフトウェア検証、プログラミング言語、セキュリティ技術、ソフトウェア工学、ソフトウェア設計、ソフトウェア開発ツール、プログラム解析、自己反映計算、分散計算、並行計算、組み込みソフトウェア、ソフトウェア教育など、さまざまな角度から研究を行っています。

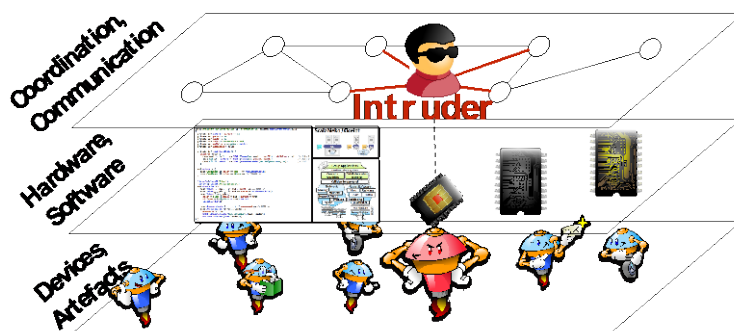
大学院では学生同士でチームを組んで、実践的なPBL（Project-Based Learning）型の授業も行っています。



ゴール指向要求分析ツール



PBL 型授業の様子

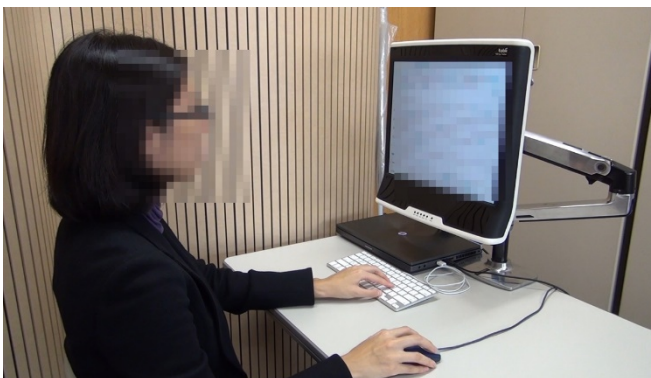


耐侵入システムの実現にはソフトウェア・ハードウェアの
協調の進歩が必要

(2) 知能情報処理分野

皆さんは学校でさまざまな知識を学び、考え、そして理解しています。しかし、「学ぶ」「考える」「理解する」とは、どのようなプロセスなのでしょう？また、習得した「知識」は皆さんの頭の中に、どのような形で蓄えられ、どのように使われているのでしょうか？これらは、とても古くからある問いですが、その答えはまだよくわかっていません。

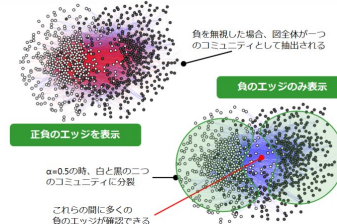
私たちはこれらの問題に対し、計算機科学の立場からアプローチします。すなわち、人間と同じように学び、考え、理解する知的なコンピュータをつくることを究極の目標としています。人間の高度な言語理解能力の研究、音声や映像の認識の研究、あいまいな知識の表現やそれを用いた確率的な推論の研究、混沌としたWWWの世界から知識を獲得する研究、計算機を活用して複雑な生命現象を解明する研究、人間の学習を助ける教育・学習システムの研究、人間の要求に応じて必要な情報を検索するシステムの研究、社会・生命などの複雑なシステムを解析・設計・構築・制御する方法論の研究などを行っています。これらは、今までは、どちらかというコンピュータが苦手としてきた領域ですが、最近になり、活発に研究が行われ、著しく進歩しています。研究成果は、人間の知能の解明につながるだけでなく、人間の知的作業を支援する高度な情報システムの構築に役立てられています。



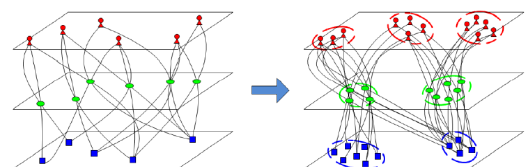
視線計測によって人間の言語理解過程を解明する
実験風景

友好・敵対関係の混在する ネットワークの分析

$\alpha=1$ と $\alpha=0.5$ の可視化結果(Wikipedia)



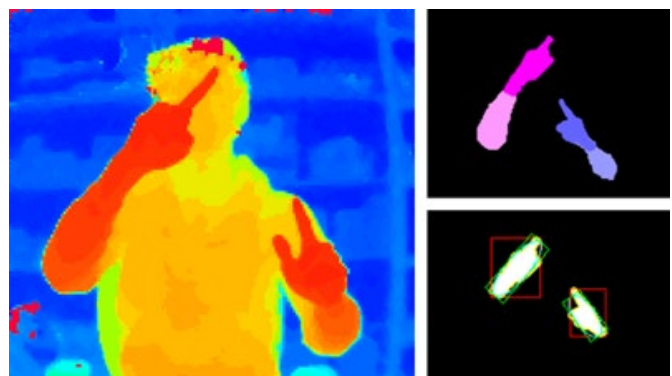
多種類の辺・頂点からなる ネットワークの分析



ネットワークの分析に関する研究



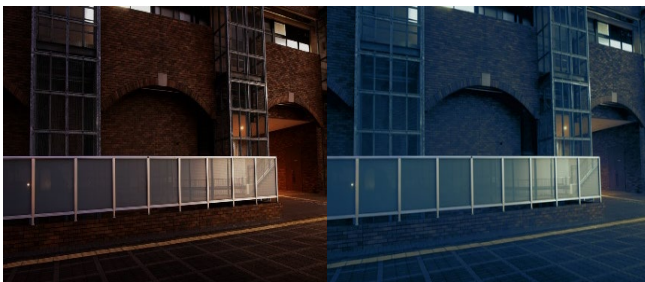
バイオインフォマティクス研究の実験風景



動画像の時系列解析に関する研究

(3) 感覚・知覚情報処理分野

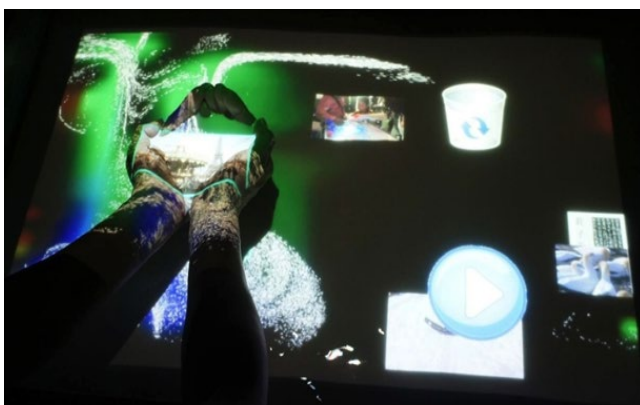
計算をする機械としてコンピュータは誕生しましたが、その後、文字列処理にも対応し、事務処理を効率的にこなす道具として発達してきました。現在では、画像や音声といったマルチメディア情報も扱えるようになり、より高度で知的な情報処理はもちろん、人同士あるいは人と機械のコミュニケーションの円滑化、芸術活動やスポーツなど人間の持つ能力を最大限に発揮させるための道具としての役割を果たし始めています。感覚・知覚情報処理とは、視聴触覚など人間なら普通に持つ感覚・知覚機能をコンピュータに与え、その高度利用を追求する研究分野です。例えば、コンピュータ・グラフィックスを利用した現実感のあるシーンの合成および実世界映像との重ね合わせに関する研究、コンピュータに目（カメラ）を付けて、実物体あるいは人の表情や動作を認識・理解する研究、無自覚なヒトの感じる視覚を画像表現に用いる研究、特殊センサを利用して人には見えない情報を物理探査する研究、膨大な量の情報の可視化手法、ロボットやVRを用いる認知的インタラクションの研究などを行っています。私たちはこのような人とコンピュータの関わり、いわゆるヒューマン・コンピュータ・インタラクションをはじめとして、人に優しく豊かな情報環境を創り出す研究を行っています。



薄明視条件下の色知覚



光の減算により映像を作り出す
拡張現実感（AR）ディスプレイ実験風景



深度センサを用いた水面タッチパネル



「間(ま)」の合うコミュニケーションロボット

4. 情報工学系 研究室紹介 (2021年4月現在)

教 員		研 究 分 野
教授	秋山 泰	バイオインフォマティクス, 創業支援コンピューティング, 大規模並列処理応用, 機械学習応用
教授	石井 秀明	システム制御, ネットワーク化制御, マルチエージェント系の分散制御・アルゴリズム, サイバーフィジカルシステムのセキュリティ
教授	岡崎 直観	自然言語処理, 人工知能, 深層学習, ソーシャルメディア分析
教授	吉瀬 謙二	計算機アーキテクチャ (高速化, 低消費電力化, 性能検証, マルチプロセッサ, 大規模システム, 組み込みシステム)
教授	小池 英樹	ヒューマン・コンピュータインタラクション, コンピュータビジョンとその応用, コンピュータグラフィックスと視覚化, セ キュリティとユーザビリティ
教授	小林 隆志	ソフトウェア工学 (ソフトウェア保守, プログラム解析, プログラム理解, 開発支援ツール, ソフトウェア設計)
教授	権藤 克彦	ソフトウェア工学, ソフトウェア開発環境, プログラミング言語
教授	篠田 浩一	音声・画像・映像の認識・理解, ヒューマン・コンピュータインタラクション, 統計的パターン処理
教授	Xavier Défago	分散アルゴリズム, 高信頼性, ミドルウェア, 自律分散ロボット群
教授	徳永 健伸	計算言語学, 自然言語処理, 知的情報アクセス
教授	西崎 真也	プログラミング言語意味論, 関数型言語, ソフトウェア検証
教授	三宅 美博	共創システム (Co-creation System), コミュニケーション科学, 認知神経科学, 自己組織システム, ヒューマンインタフェース
教授	宮崎 純	大規模データ基盤, 高性能計算, クラウドコンピューティング
教授	村田 剛志	人工知能, 機械学習, 社会ネットワーク分析
教授	山村 雅幸	人工知能, 進化システム, システム生物学, 合成生物学, DNA コンピューティング, 分子ロボティクス
教授	横田 治夫	データ工学 (データベース, 並列分散データ処理, 高機能ストレージシステム, ディペンダブルシステム)
教授	渡部 卓雄	プログラミング言語, 形式手法, 自己反映計算, 並行計算, 組み込みシステム
准教授	青西 亨	データ駆動科学, 計算論的神経科学, 光イジング計算機, 情報統計力学
准教授	石田 貴士	データマイニング, バイオインフォマティクス, 大規模データ解析, 機械学習
准教授	小野 功	進化計算, 最適化, 人工知能
准教授	小野 峻佑	信号処理, 画像処理, 数値最適化, データ科学, AI
准教授	金子 晴彦	ディペンダブルシステム, 誤り制御符号, データ圧縮, 暗号
准教授	金崎 朝子	コンピュータビジョン, ロボティクス, 機械学習, 3D データ認識
准教授	齋藤 豪	コンピュータグラフィックス, 画像処理, 色彩工学, 描画分析, 描画ソフトウェア

教 員		研 究 分 野
准教授	下坂 正倫	ユビキタスコンピューティング, パターン認識, 機械学習, IoT, ビッグデータ
准教授	関嶋 政和	バイオインフォマティクス, ケモインフォマティクス, マテリアルズインフォマティクス, 機械学習
准教授	瀧ノ上 正浩	DNA 情報デバイス, 分子コンピューティング, 分子ロボティクス, 人工生命, 生物物理学, アクティブソフトマター, ナノマイクロマシン
准教授	林 晋平	ソフトウェア工学 (ソフトウェア進化, ソフトウェア開発環境, プログラム変換, リポジトリマイニング)
准教授	藤井 敦	自然言語処理, 情報検索, W e b マイニング
准教授	横田 理央	大規模並列深層学習, 大規模行列演算, GPU コンピューティング, 分散並列二次最適化
特定教授	井上 克巳	人工知能 (推論, 知識表現, 学習), 論理プログラミング, マルチエージェントシステム, システム生物学
特定教授	柴田 崇徳	医療福祉ロボット, 脳科学, 相互作用, 臨床研究
特定教授	本村 陽一	機械学習, 確率モデリング, 人工知能, ビッグデータ, サービス工学
特定教授	矢野 和男	人工知能, ビッグデータ, 人間行動, ハピネス
特定教授	山田 誠二	ヒューマンエージェントインタラクション, 知的インタラクティブシステム, 人工知能, ユーザインタフェース
特定教授	吉川 厚	自然に学んでしまう仕組みづくり, 思い込み解消, ゲームなどを行うことで学ぶ, 経営にも使える情報の活用の仕方
特任准教授	川上 玲	コンピュータビジョン, 画像処理, マルチメディア, AR/VR/XR, 異常検知
特任准教授	佐藤 育郎	パターン認識, 機械学習, 画像センシング, 自動運転
助教 (テニュアトラック)	井上 中順	人工知能, マルチメディア情報処理, 映像・画像・音声, 深層学習
助教 (テニュアトラック)	大上 雅史	バイオインフォマティクス, AI・機械学習, 計算創薬, 高性能計算

情報理工学院 情報工学系

系主任 榎藤 克彦 教授 (大岡山 西8号館 E 棟806号室 内線2810 gondow@cs.titech.ac.jp)

系副主任 渡部 卓雄 教授 (大岡山 西8号館 E 棟805号室 内線3690 takuo@c.titech.ac.jp)

ホームページ <http://educ.titech.ac.jp/cs/>