

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、数理モデリング、生命情報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知識・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、システム、ソフトウェア、人工知能、知覚情報処理、生命・物質情報の分野を柱として、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、物質やエネルギーや生命に関する情報を解析し設計・構築する技術、社会をシミュレーションにより解析し予測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、数値計算法、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。

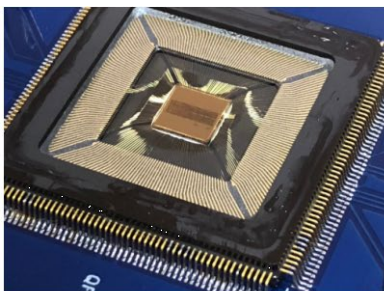
3. 情報工学系の教育研究分野

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となります。現在の情報工学系の研究分野は、情報工学の基礎から応用まで、おおまかに、システム、ソフトウェア、人工知能、知覚情報処理、生命・物質情報の5分野に分類されます。

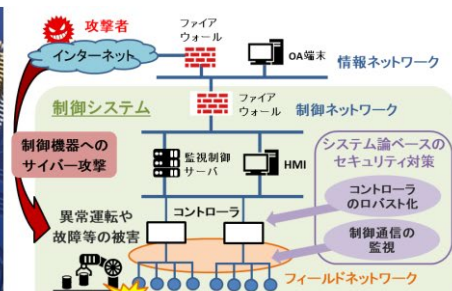
システム分野

高度な情報システムの設計と実装においては、ハードウェア、アルゴリズム、データ工学、など多角的な視点から最先端の技術が求められます。システム分野では、情報システムの高性能化、高効率化、高信頼化などを目的とし、以下に例示するような理論から実装にわたる幅広い研究が行われています。

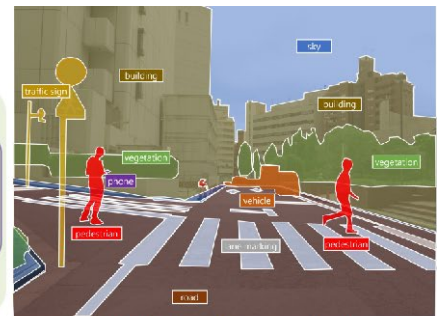
- (a) システムハードウェア： コンピュータ／プロセッサアーキテクチャ、組み込みシステム、FPGA、GPU、AIチップ、IoT、エッジコンピューティング、ディペンダブルシステム、高信頼ストレージ
- (b) データ工学／データベース： データ指向高性能コンピューティング、クラウドコンピューティング、大規模情報管理、情報検索／推薦、ビッグデータ
- (c) アルゴリズム： 高性能演算、大規模並列処理、大規模深層学習、分散並列機械学習、大規模行列演算、N体アルゴリズム、誤り制御符号、符号化演算、耐量子計算機暗号
- (d) 情報システム応用・AI： マルチエージェント分散制御、制御系サイバーセキュリティ、ユビキタスコンピューティング、パターン認識、画像センシング、自動運転、都市交通／動態モデル



プロジェクトで開発したニューラルネットワークの推論チップ



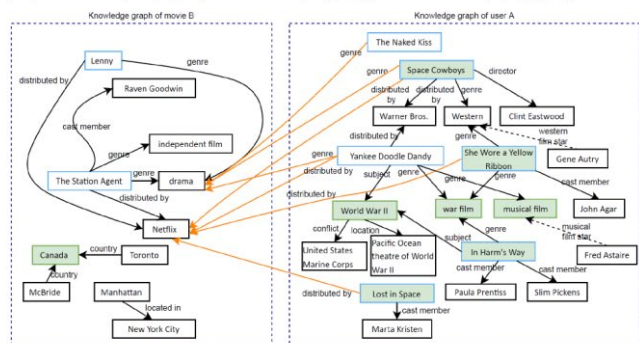
監視制御システムのサイバーセキュリティ



自動運転のための画像認識

Pre-training Image	Attention Image	Fine-tuning @ ImageNet-1k Top-1 Acc.
[ImageNet-21k]		81.8
[ExFractalDB-21k; Extended Fractal DataBase]		82.7
[RCDB-21k; Radial Contour DataBase]		82.4

フラクタルを用いたVision Transformerの大規模事前学習



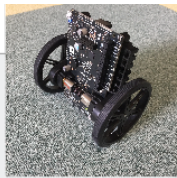
Web上の情報と知識グラフとの統合による知識駆動型情報システム

ソフトウェア分野

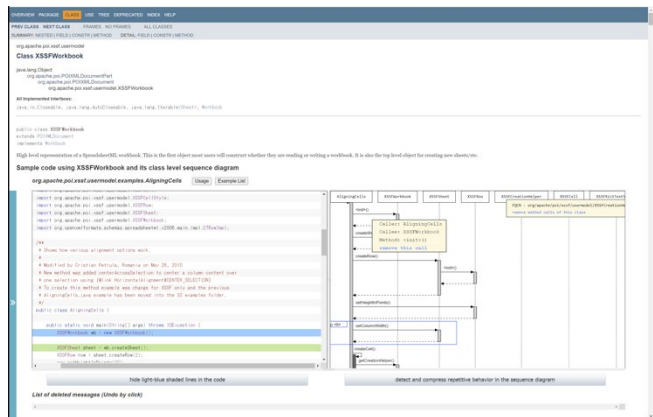
コンピュータはソフトウェアがあつて初めて人間の役に立ちます。私たちはさまざまな意味で、より良いソフトウェア（の作り方）を研究しています。ソフトウェアは人類の英知の結晶であるものの、人類史上最も複雑な人工物のひとつとも言われており、「正しく」動作するソフトウェアを構築することは現代においても簡単ではありません。例えば、1997年、100億円以上の費用を投じて作り上げた火星探査機では、ソフトウェアのバグ（誤り）のため、火星上で再起動を繰り返しました。その後も、2011年の銀行システムの障害、2016年の旅客システムの障害、2021年のウィルス接触確認アプリの不具合など、現在も引き続き多くのソフトウェアトラブルが発生しています。私たちは「正しい」ソフトウェアを「正しく」作るために、プログラミング言語、ソフトウェア工学、ソフトウェア設計、ソフトウェア保守、ソフトウェア検証、ソフトウェア高信頼化、ソフトウェア開発支援ツール、プログラム解析、自己反映計算、形式手法、分散計算、並行計算、セキュリティ技術、組込みソフトウェア、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。修士課程では学生同士でチームを組んで実践的なソフトウェア開発を行う、PBL (Project-Based Learning) 型の授業も実施しています。

```

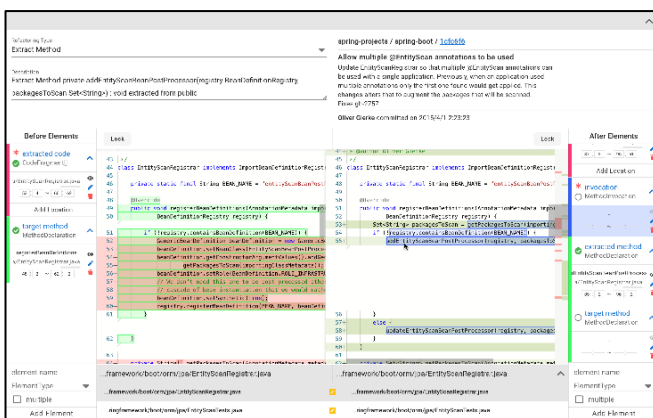
module Balancer
in gyroY : Int, # gyroscope (y-axis)
  accX : Int, # accelerometer (x-axis)
  encL : Int, # left motor encoder
  encR : Int, # right motor encoder
out motorL : Int, # left motor
  motorR : Int, # right motor
use StdL
...
node init[0] angle = (angle@last + gyroY * update_time_ms) * 99 / 100
node init[(0, 0)] (encL1, encR1) = (encL, encR)
node (speedL, speedR) = (encL1 - encL1@last, encR1 - encR1@last)
node init[(0, 0)] (distL, distR) = (distL@last + speedL, distR@last + speedR)
node risingAngleOff = gyroY * angle_rate_ratio + angle
node fallingAngleOff = gyroY * angle_rate_ratio - angle
node init[0] motor =
  limSpeed(motor@last +
    (angle_resp * risingAngleOff +
     dist_resp * (distL + distR) +
     speed_resp * (speedL + speedR)) / 100 / gear_ratio)
node (motorL, motorR) =
  if accX > 0 then (motor + (distL - distR) * dist_diff_resp / 100,
    motor - (distL - distR) * dist_diff_resp / 100)
  else (0, 0)
  
```



組込みシステム用プログラミング言語



サンプルコード可視化による API 利用支援



ソフトウェア変更の分析



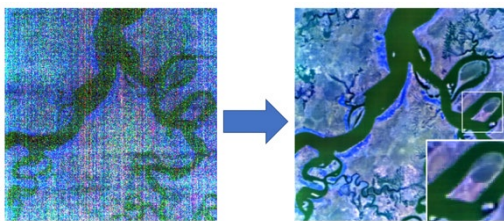
PBL 型授業の様子

人工知能分野

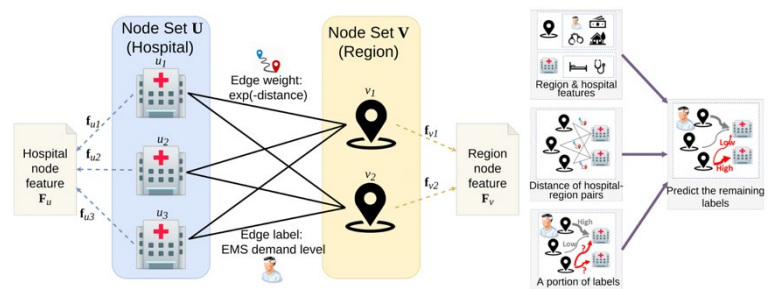
自動車を運転する人工知能 (AI)、掃除をする AI、将棋や囲碁をする AI、人と会話する AI、文章や絵を創作する AI、医療診断をする AI、機械や薬の設計を支援する AI など、最近の人工知能は驚くべき進化を遂げ、すっかり身近なものになりました。

私たちは人工知能の究極の目標、すなわち人間のように学び、理解し、考え、行動する知的なコンピュータの実現に向けて、自然言語・音声・画像・映像の理解や生成の研究、人間の要求に応じて情報を検索する研究、ウェブや SNS、センサーデータから知識を獲得する研究、複雑な生命現象を解明する研究、生物の進化の過程を模倣した最適化手法の研究、人間の相互作用により生じる経済や社会の現象を解明する研究、人間の学習を支援するシステムの研究などを行っています。これらの研究を進めるため、機械学習、深層学習、確率・統計、数理最適化、統計物理、グラフ・ネットワーク理論などの手法を用います。

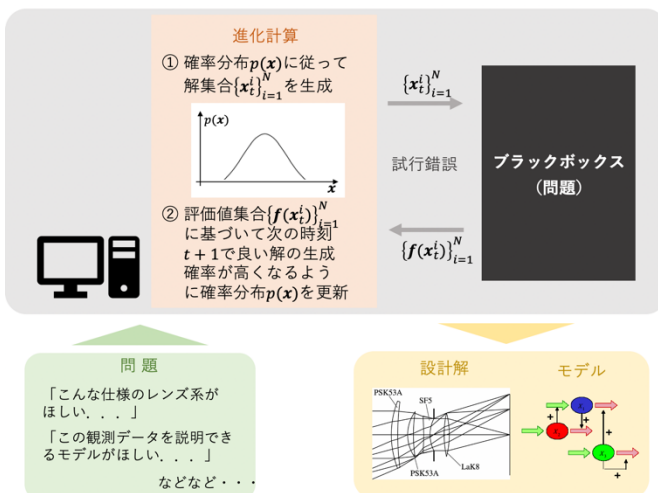
人工知能が人間から仕事を奪うという心配すら聞かれるようになりましたが、人工知能の仕組みや挙動を知れば知るほど、人間とコンピュータの知能には棲み分けがあることが分かってきます。人間と人工知能が共存し、よりよい社会を実現するために、人工知能に精通し、新たな革新を目指す人材を育成しています。



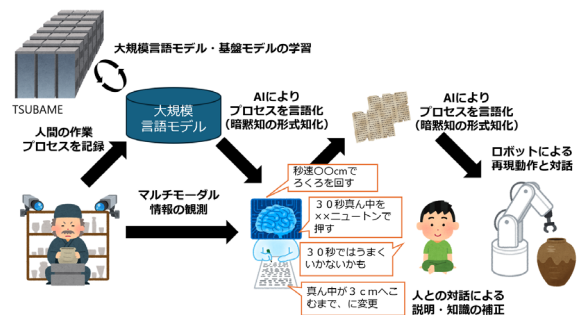
数理の力でセンシングデータから
価値ある情報を抽出



2部グラフ畳み込みニューラルネットワーク
による救急医療サービスの予測



ブラックボックス最適化のための
進化計算アルゴリズムに関する研究



言語を通じた人間と人工知能の協働

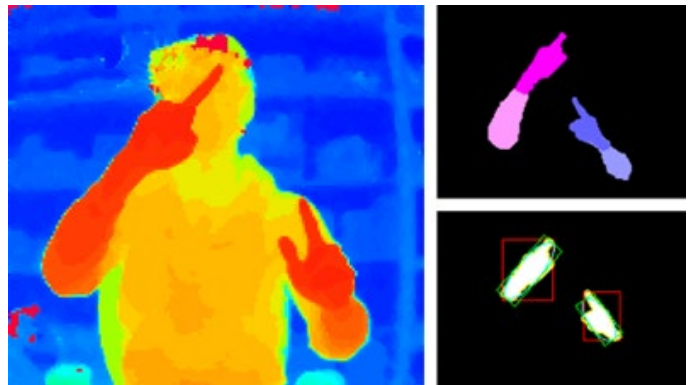
知覚情報処理分野

コンピュータは単純な計算をする機械として誕生しましたが、現在では、画像や音声といったマルチメディアデータを扱うことが可能となり、複雑で知的な計算をする機械へと発展を遂げています。社会活動においても、コンピュータは広く活用されており、人間同士のコミュニケーションの円滑化からスポーツや芸術といった他分野の活性化にまで貢献しています。このような幅広いコンピュータの応用を支えている研究分野のひとつが「知覚情報処理分野」です。

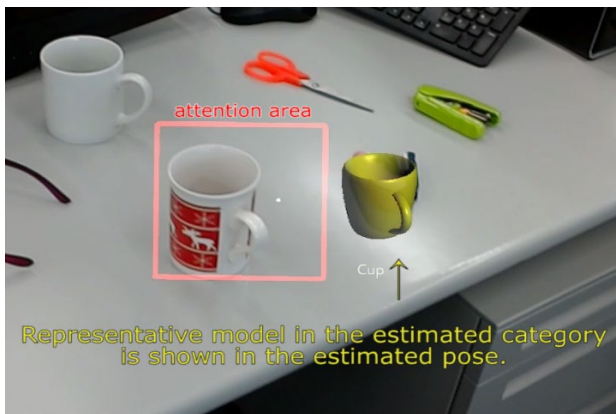
知覚情報処理分野では、視覚・聴覚・触覚など、人間が持つ知覚機能をコンピュータに与え、その高度利用を追求する研究を実施しています。具体的には、人とコンピュータの関わりを考えるヒューマン・コンピュータ・インタラクションの研究、画像や映像の処理に関するコンピュータ・ビジョンの研究、音声情報処理の研究、認知神経科学やコミュニケーション科学との融合研究、機械学習や確率・統計の応用研究など、次世代の社会に役立つ研究が数多くあります。



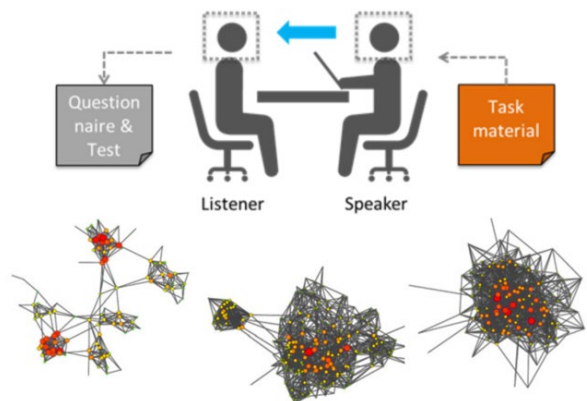
球体ディスプレイを用いた
インタラクションに関する研究



映像の時系列解析に基づく
人物動作認識の研究



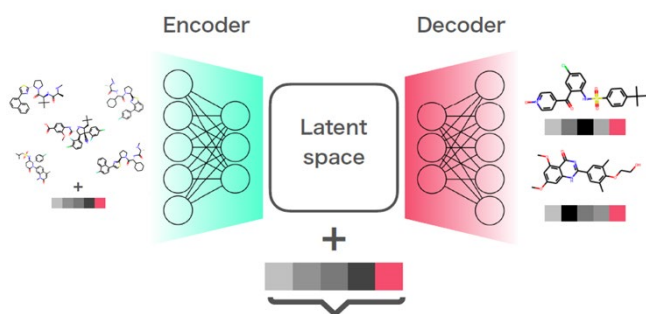
画像からの物体認識に関する研究



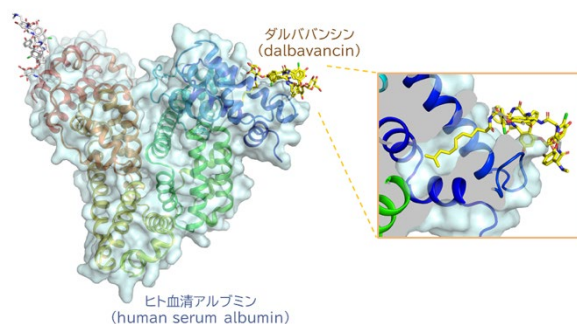
コミュニケーションの分析に関する研究

生命・物質情報分野

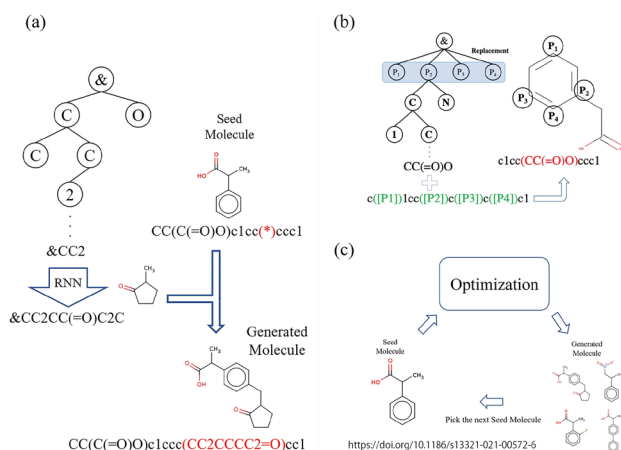
生命・物質情報分野では、情報工学の学術体系を基盤にして、生命・マテリアル・社会などの複雑なシステムを解析・設計・構築・制御する方法論の研究を行っています。たとえば、高性能計算・大規模並列処理・大規模データ解析・機械学習・情報統計力学などの情報工学技術や計算機シミュレーションに基づいて、遺伝子解析やタンパク質構造予測などのバイオインフォマティクス、創薬・ケモインフォマティクス、創薬支援コンピューティングなどの研究を進めています。このような情報工学技術は、従来、莫大な時間や費用がかかっていたワクチン開発や創薬を大きく加速させており、医学や薬学に多大な貢献をしています。また、計算論的神経科学、進化システム、人工生命、生物物理学、システム生物学、合成生物学、数理生態学など、数理モデリングやシミュレーションによって駆動される新しい生命科学を生み出しています。近年は、機械学習を利用した電池や超伝導体の高性能化などのマテリアルズインフォマティクスも発展し、マテリアル・エネルギー分野にも新しい展開を見せています。さらに、電子デバイス以外を用いた新しい計算機や情報デバイスの開発を目指して、光・量子コンピュータ、分子コンピュータ、分子ロボット、人工知能などの研究も進めています。このように、生命・物質情報分野の研究成果は、医薬応用、生命現象の解明、新規物質・薬の探索、生命・物質システムに学んだ高度な情報デバイスや人工知能の構築などに貢献しています。



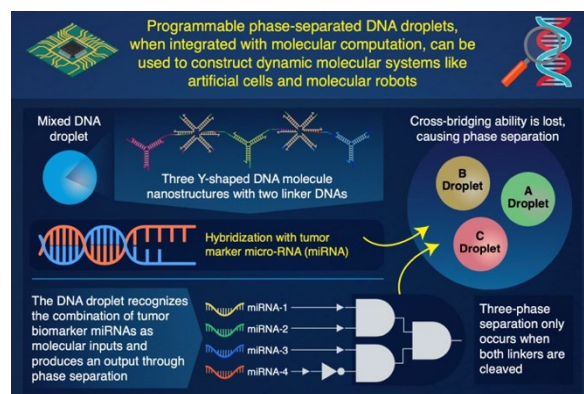
機械学習による創薬研究



分子動力学計算によるタンパク質と薬分子のドッキングシミュレーション



マテリアルズインフォマティクスによる分子設計



分子コンピュータによる病気診断

4. 情報工学系 研究室紹介 (2024年9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, 創薬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	荒瀬 由紀	計算言語学・自然言語処理 (意味理解, 言い換え抽出・生成, 言語生成と評価), 言語処理応用 (言語学習支援, 医療言語処理)
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
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	小野 功	進化計算, 最適化, 人工知能
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	佐久間 淳	機械学習, 深層学習, 高信頼人工知能, AI セキュリティ, 説明可能 AI, データプライバシー
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	高安 美佐子	経済物理学・社会物理学・統計物理学・ビッグデータ解析・シミュレーション科学
教授	瀧ノ上 正浩	分子コンピューティング, 生物物理学, 物理・化学シミュレーション, 非線形非平衡物理, 人工細胞, DNA ナノテクノロジー, 分子ロボティクス, 医工応用
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	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)
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, ネットワーク科学, 機械学習, 社会ネットワーク分析, Web マイニング
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 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
教授	吉村 奈津江	脳活動情報デコーディング (運動・感情・言語など), ブレイン・マシン・インタフェース, 機械学習, 脳波, fMRI
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

教 員		研 究 分 野
准教授	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
准教授	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
准教授	小野 峻佑	信号処理, 画像処理, 数理最適化, 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クス, 画像処理, 色彩工学, 描画分析, 描画ソフトウェア
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	曹 洋	データプライバシー, セキュアデータ管理, データ市場, 高信頼データサイエンス
准教授	鄭 顕志	自己適応システム, ソフトウェアアーキテクチャ, 要求工学, モデル駆動工学, ソフトウェアの検証・合成
准教授	吉野 幸一郎	ロボット対話知能, 自然言語処理, 音声言語処理, マルチモーダル情報処理, 機械学習
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)	濱田 省吾	分子ロボティクス, ナノバイオシステム工学, DNA ナノテクノロジー, 分子コンピューティング, プログラマブルバイオ材料
助教 (テニュアトラック)	宮藤 詩緒	ヒューマン・コンピュータ・インタラクション, 空間拡張現実, 仮想現実, 共同作業支援, 技能獲得支援
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

情報理工学院 情報工学系

系主任 村田 剛志 教授 (大岡山 西8号館 E 棟 503号室 内線2684 murata@c.titech.ac.jp)

系副主任 岡崎 直観 教授 (大岡山 西8号館 E 棟 603号室 内線2186 okazaki@c.titech.ac.jp)

ホームページ <http://educ.titech.ac.jp/cs/>