

京都大学工学部
情報学科

KYOTO UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING

UNDERGRADUATE SCHOOL OF INFORMATICS AND MATHEMATICAL SCIENCE



学科の特色

現在の高度情報化社会を支える様々なシステムは、大規模かつ複雑化し、工学の各専門分野が融合した形態をとることが普通になっています。このような情勢に対処するために、現代科学技術の基盤をなしている“情報”とは何かを究明し、その役割を明らかにする必要があります。また、対象となるシステム全体を横断的にとらえ、問題解決のための手法を探究する“数理的思考”が不可欠なものとなっています。

そこで、情報学科では、グローバル化や科学技術の進展など社会の激しい変化に対応し得る幅広い知識をもった人材の育成を目指した総合的な教育と研究を行っています。特に、情報学の理論と実践とを有機的に結合し、数学と物理学を基礎として未知の問題のもつ数理的構造を解明し実際問題に応用できる能力、先端的な技術を用いた高度情報システムを設計・活用できる能力を養うことを目標に据えています。

カリキュラム概要

情報学はその性格上、多くの分野と関連をもつため、広い視野の育成を重視した教育方針をとっています。具体的には下図に示すようなコース分けで、大学院情報学研究科(数理工学専攻・システム科学専攻・複雑系科学専攻・知能情報学専攻・社会情報学専攻・通信情報システム専攻)の教員が教育を担当します。

1 学年修了時点で数理工学コースと計算機科学コースに分かれます。

| 博士課程 | 数理工学 専攻 | システム 科学 専攻 | 複雑系 科学 専攻 | 知能 情報学 専攻 | 社会 情報学 専攻 | 通信情報 システム 専攻 |
|---------|------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| 修士課程 | | | | | | |
| 2・3・4回生 | 数理工学コース | | | 計算機科学コース | | |
| 1回生 | | | | | | |

情報学科卒業生の進路

| | |
|--------------------------|------------|
| (2013年度) 大学院進学 | 75名(91.5%) |
| 就職 | 4名(4.9%) |
| その他(帰国した留学生、大学院受験・就職準備等) | 3名(3.6%) |

数理工学コース

数理工学コースでは、数理科学の根幹としての数学と物理、システム工学の基本的分野である制御理論、数理工学的手法の応用をはかるオペレーションズリサーチなどを中心に、システム理論、最適化理論、離散数学などの諸分野の話題も加えて修得します。もちろん、これらの成果を具体的に適用するために必要となる計算機・情報・通信の授業科目も含まれています。数理工学は、工学における基礎と柔軟な発想を重視しつつ、総合的工学の役割を担うものであり、その目的に必要な学力をつけることが期待されています。

| | 数理工学コース担当分野 | 教 員 | |
|----------|-------------|-------------------|----------|
| 数理工学専攻 | 数理解析分野 | 中村・辻本・木村・上岡・關戸 | |
| | 離散数理分野 | 永持 | |
| | 最適化数理分野 | 山下・福田 | |
| | 制御システム論分野 | 太田・加嶋・大木・南 | |
| | 物理統計学分野 | 梅野・五十嵐(顕)・佐藤(彰) | |
| | 力学系数理分野 | 矢ヶ崎・山口 | |
| システム科学専攻 | 適応システム論分野 | 田中(利)・大久保・大関 | |
| | 数理システム論分野 | 林(和)・金子(め) | |
| | 情報システム分野 | 高橋・増山 | |
| 複雑系科学専攻 | 複雑系力学講座 | 流体力学・計算物理学グループ | 船越・金子(豊) |
| | | 理論神経科学・非平衡系数理グループ | 青柳・宮崎・筒 |
| | 計算力学分野 | 西村・吉川(仁)・原田・新納 | |
| | 知能化システム分野 | 山本(裕)・永原 | |

計算機科学コース

計算機科学コースでは、情報とは何かを追求し、その処理・伝達・蓄積に関する教育・研究を行います。すなわち、情報と通信の理論、計算の理論、論理回路設計、計算アルゴリズムの設計と解析、コンピュータハードウェア・ソフトウェアの構成の原理と各種技法、オペレーティングシステム、コンピュータによる言語・音声・画像の情報処理、人工知能・知識工学、コンピュータネットワーク、情報システムとその構築法、メディア処理と各種応用、認知科学など、広範囲にわたる先端技術について、情報化社会の中核となる技術者・研究者を育成します。

| | 計算機科学コース担当分野 | 教 員 |
|------------|--------------|---|
| 知能情報学専攻 | ソフトウェア基礎論分野 | 鹿島・中澤(巧) |
| | 知能情報基礎論分野 | 山本(章)・Cuturi・吉仲 |
| | 知能情報応用論分野 | 西田・中澤(篤)・大本・Nitschke |
| | 音声メディア分野 | 吉井・糸山・西出 |
| | 映像メディア分野 | 美濃・椋木・船富 |
| 社会情報学専攻 | 分散情報システム分野 | 吉川(正)・馬・浅野・清水 |
| | 情報図書館学分野 | 田中(克)・田島・山肩・Jatowt 大島・加藤(誠)・山本(岳)・荻野 |
| | 広域情報ネットワーク分野 | 石田・松原・林(冬)・江間 |
| 通信情報システム専攻 | 論理回路分野 | 岩間・玉置・上野・藤井 |
| | 計算機アーキテクチャ分野 | 高木(直)・高木(一)・高瀬 |
| | 計算機ソフトウェア分野 | 五十嵐(淳)・末永・馬谷 |

学科の専門科目

| | |
|----------------|--------------|
| 工学序論 | ヒューマンインタフェース |
| 計算機科学概論 | 数値計算演習 |
| 数理工学概論 | 数理工学セミナー |
| アルゴリズムとデータ構造入門 | システム工学実験 |
| 線形計画 | 計算機科学実験及演習3 |
| 電気回路と微分方程式 | 計算機科学実験及演習4 |
| | 物理統計学 |
| エレクトロニクス入門 | 連続体力学 |
| 工業数学A1 | 最適化 |
| 数理工学実験 | 非線形動力学 |
| 基礎数理演習 | 計算機アーキテクチャ2 |
| プログラミング演習 | オペレーティングシステム |
| 計算機科学実験及演習1 | パターン認識と機械学習 |
| 計算機科学実験及演習2 | データベース |
| システム解析入門 | 集積システム入門 |
| 論理システム | 技術英語 |
| システムと微分方程式 | 情報システム |
| 解析力学 | アルゴリズム論 |
| 論理回路 | 画像処理論 |
| 言語・オートマトン | ソフトウェア工学 |
| 計算機アーキテクチャ1 | マルチメディア |
| プログラミング言語 | 計算と論理 |
| コンパイラ | 生命情報学 |
| 情報理論 | 情報と通信の数理 |
| コンピュータネットワーク | |
| グラフ理論 | 量子物理学1 |
| 数値解析 | 量子物理学2 |
| | 現代制御論 |
| 工業数学A2 | 情報システム理論 |
| 工業数学A3 | 信号とシステム |
| 線形制御理論 | 数理解析 |
| 確率と統計 | ビジネス数理 |
| 確率離散事象論 | 情報と職業 |
| 応用代数学 | 通信基礎論 |
| 人工知能 | 工学倫理 |

専門科目の時間割例(3回生)

- ・情報学科で指定する工学部専門科目を履修するための時間割例を示します。
- ・時間割には指定外の工学部専門科目や全学共通科目、他学部の科目は含まれていません。

数理工学コース

前期

| | 月曜日 | 火曜日 | 水曜日 | 木曜日 | 金曜日 |
|----|--------|---------|--------|-------|--------|
| 1限 | | | 工業数学A3 | | |
| 2限 | 工業数学A2 | 確率離散事象論 | 確率と統計 | 物理統計学 | |
| 3限 | 数値計算演習 | | 人工知能 | | 非線形動力学 |
| 4限 | | | | | |
| 5限 | | | | | |

後期

| | 月曜日 | 火曜日 | 水曜日 | 木曜日 | 金曜日 |
|----|-------|----------|--------|----------|----------|
| 1限 | | | | アルゴリズム論 | |
| 2限 | 応用代数学 | 連続体力学 | 最適化 | 情報システム論 | 数理工学セミナー |
| 3限 | | 情報と通信の数理 | 線形制御理論 | システム工学実験 | システム工学実験 |
| 4限 | | | | | |
| 5限 | | | | | |

計算機科学コース

前期

| | 月曜日 | 火曜日 | 水曜日 | 木曜日 | 金曜日 |
|----|--------|--------------|--------|-------------|-------------|
| 1限 | | 画像処理論 | 工業数学A3 | | 計算機科学実験及演習3 |
| 2限 | 工業数学A2 | オペレーティングシステム | 確率と統計 | 計算機アーキテクチャ2 | |
| 3限 | 技術英語 | | 人工知能 | 計算機科学実験及演習3 | |
| 4限 | | データベース | | | |
| 5限 | | | | | |

後期

| | 月曜日 | 火曜日 | 水曜日 | 木曜日 | 金曜日 |
|----|----------|----------|--------------|-------------|-------------|
| 1限 | | | マルチメディア | アルゴリズム論 | 計算機科学実験及演習4 |
| 2限 | 応用代数学 | 計算と論理 | パターン認識と機械学習 | | |
| 3限 | 集積システム入門 | | 情報システム | 計算機科学実験及演習4 | |
| 4限 | | ソフトウェア工学 | ヒューマンインタフェース | | |
| 5限 | | 生命情報学 | | | |

1限: 8:45～10:15 2限:10:30～12:00 3限:13:00～14:30
 4限:14:45～16:15 5限:16:30～18:00

平成25年度特別研究報告書(卒業論文)タイトル一覧

数理工学コース

2近傍セルオートマトンに付随するランダムウォーク演算子のスペクトルとその分類について
AIMを用いた2次元Helmholtz方程式における高速解法の改良
Bannai-Ito多項式に対する母関数表示とRodrigues型公式の導出
Costabelの有限要素法-境界要素法結合解法の特長について
LTE-Advanced下りリンクのための圧縮センシングを用いたチャネル推定法
M/G/K待ち行列の平均待ち時間に対するサービス時間分布の裾特性とサーバ数の影響
Maxwell方程式における双対基底の基礎的研究
コラッツ問題と関連した一次元カオス写像の解析
サンプル値最適レギュレータによる二輪型倒立振子ロボットの制御
サンプル値制御理論によるアナログ音源の雑音除去と音質改善
サンプル点間応答を考慮した回り込み波キャンセラの H_∞ 最適設計
スケールフリーネットワークにおける世論形成モデル
データの過少によるリスクを考慮した資産配分について
ニューラルネットワークのカオス性と学習効率の関係
ネットワーク上の並列「囚人のジレンマ」ゲームにおける利得詳細平均化の効用
ハイブリッド通信方式を有するAMIの数理モデルと性能解析
パラメタ付き枝支配集合問題に対するアルゴリズム
圧縮MUSIC法とKhatri-Rao積拡張アレー拡張を用いた到来角推定法
確率的エージェントのターゲット追従最適制御問題への経路積分的アプローチ
近似メッセージ伝播法を用いたクラスタリング手法の性能評価
結合球面振りの共鳴的加振の下でのふるまい
三閉路構造をもつ化学グラフの列挙アルゴリズム
勝率の確率モデルによるレーティングとキャラクターの同時推定
上りリンクOFDMAのための圧縮センシングを用いたチャネル推定法
多目的最適化問題における最急降下法の有効性について
遅延評価を行うオンライン最適化アルゴリズムのリグレット解析
動的モンテカルロシミュレーションによるデンドライト形成過程の解析
二次安定化による移動ロボットの軌道追従制御に関する実験に基づく考察
複数種類の非数値属性からなるデータの分類に関する基礎的検討
離散フーリエ変換検定法とその改良についての研究
量子ビットシステムにおけるスムージングと条件付き期待値
例外的な境界挙動を有する反射型ランダムウォークの切断近似
嗅覚系モデルにみられる神経集団システムの研究

平成25年度特別研究報告書(卒業論文)タイトル一覧

計算機科学コース

型に基づく実行時契約検査機構の実装
単一磁束量子回路によるシストリックアーキテクチャに基づくパターンマッチング回路
JavaのためのSafeアンビエントフレームワークにおけるアクセス制御機能
所有権型に基づくメモリ解放安全性検証のための所有権移譲注釈の自動挿入
所有権型を利用したプログラム変換による自動メモリ管理
4変数論理関数を実現する3入力多数決論理素子による最小段数回路
空間ナビゲーションにおけるソーシャルシグナルの活用
女性最適安定マッチングにおける女性の相手の順位の解析
歌声一話声変換における動的音響特徴量が話声らしさに及ぼす影響
誘因両立性を考慮したクラウドソーシングタスクの報酬配分
粒度を意識した論文とプレゼンテーションスライドの部分対応付け
MapReduce フレームワークにおける Combiner の自動生成
創作・選択事由によるレシピ検索
組込みリアルタイムOS上でのMPIによるデータ並列処理の実現
WEB閲覧・検索情報の構造化保存とその再利用
GF(2^m)上の逆元計算のためのTYTアルゴリズムの最適化
多様なサービスの連携による翻訳ワークフローの推薦
深度センサとマイクロホンアレイを用いた音源位置推定による聴覚アウェアネスの可視化
地球科学データに対するタグと検索語の推薦手法
部分的に高信頼なスクラッチパッドメモリを持つ組込みシステムにおける命令配置最適化
ニュースアーカイブにおける歴史的事象の言及分析
複合サービス推薦のための多段階協調フィルタリング
コントロールデータフロログラフ変換による処理並列化手法の高位合成ツールへの実装法
画像検索におけるファセットの抽出と多様性計算
アクティブマーカを用いた注視判別システム
二分決定グラフを用いた命題論理式の前提の列挙
3サーバ問題におけるワークファンクションアルゴリズム
 $\Lambda \mu$ 計算に対応する組み合わせ論理の型システム
アイテム集合間の包含関係に基づく飽和アイテム集合族の更新手法
Twitterから"その場"の日常情報を発見するための地域ユーザ検索
二つの文字列に共通する構造を表現する文法の構成とそれを用いた文字列圧縮
多言語知識コミュニケーション改善のための対話データ分析
広告オークションにおける入札者の評価値分布の推定
観光地の実時間情報に基づく観光者の満足度向上のための巡回スケジュール生成手法
閾値素子を含む回路の部分クラスに対する圧縮アルゴリズム
同一人物内での部位の重なり度合に応じた異なる部位検出器による受講者画像からの姿勢推定
荷重センサによる調理中の繰り返し動作の区間および位置の推定
新聞記事に出現する語彙を利用した株価変動におけるフェーズの同定手法
Twitterにおけるフォローの模倣関係に基づく優良ハブと優良情報源の推定
環境電力駆動の組込みシステムにおける動作品質最大化アルゴリズム
時空間制約の選択的緩和と経路制約の導入による多人数多カメラ間対応付け
二次利用アクセスログの発掘による電子カルテの医学的重要度予測
サンプル値最適レギュレータによる二輪型倒立振り子ロボットの制御
フィードバック頂点集合問題に対するFPTアルゴリズム
固有表現マイニングに基づく関連ニュースランキング手法
反射光の一次散乱光ピークの観測による隠蔽面形状計測
アスペクト指向コンパイラフレームワークを用いた漸進的型付きJavaの型検査器の実装
類似楽曲検索のための音響特徴量を用いた時間変化する楽曲印象分布の推定
二つの前順序木からの制約マッピングに基づく類似局所構造の抽出

数理解析分野

| | | |
|-------|-------|----------------------------|
| 教授 | 中村 佳正 | ynaka@i.kyoto-u.ac.jp |
| 准教授 | 辻本 諭 | tujimoto@i.kyoto-u.ac.jp |
| 特定准教授 | 木村 欣司 | kkimur@amp.i.kyoto-u.ac.jp |
| 助教 | 上岡 修平 | kamioka@i.kyoto-u.ac.jp |
| 特定助教 | 關戸 啓人 | sekido@amp.i.kyoto-u.ac.jp |

研究内容

可積分系の応用数理解析とアルゴリズム開発

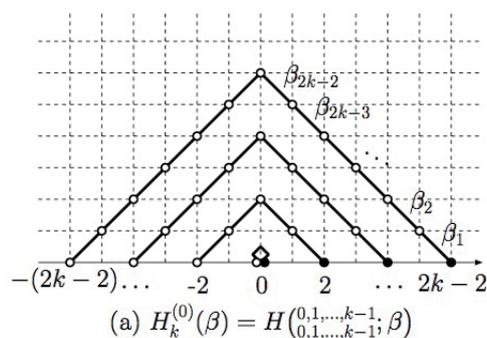
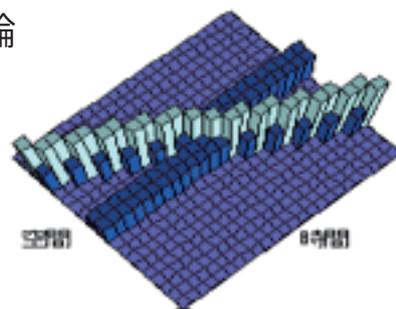
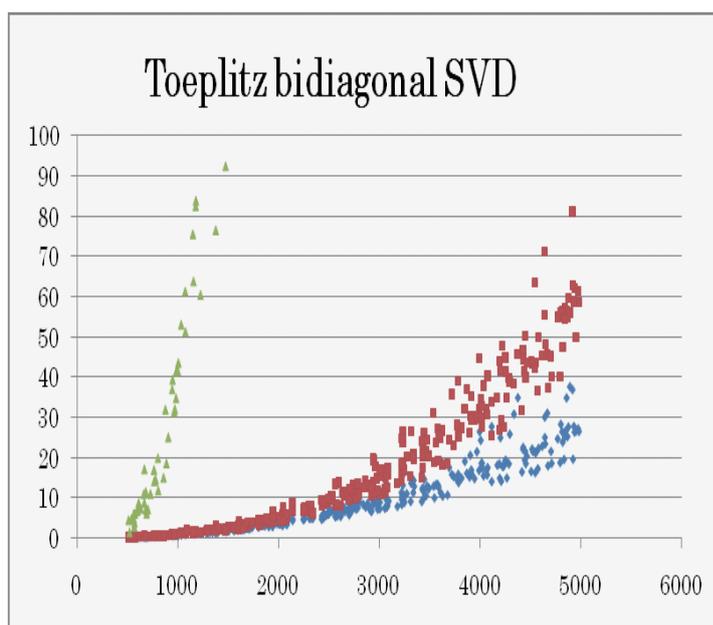
一応用数学の新領域「応用可積分系」を開拓する世界の研究センター

1) 可積分な特異値分解アルゴリズムI-SVDの開発

- LAPACK(USA)を上回る高速・高精度の特異値分解アルゴリズム I-SVD(左図は従来法とI-SVDとの実行時間sec.の比較)
- アルゴリズム特許2件取得と開発コードDBDSLIVのバイナリ公開
<http://www-is.amp.i.kyoto-u.ac.jp/lab/isvd/download/>

2) 可積分系の応用数理解析

- 可積分性を保存する離散化手法による離散方程式の導出とその解の構造解析およびその応用(右上図は, 超離散KdV方程式)
- 直交多項式と特殊関数の応用解析
- 行列式によるパス(路)の数え上げ, 組合せ論(右下図)



<http://www-is.amp.i.kyoto-u.ac.jp/>

教授 永持 仁 nag@i.kyoto-u.ac.jp

研究内容

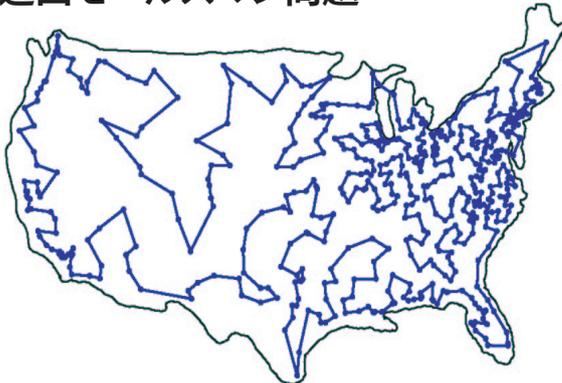
離散最適化問題の複雑さの解明とアルゴリズムの開発

・グラフ・ネットワーク問題に対する高性能アルゴリズムの発見
離散構造を表現する基本モデルであるグラフの数学的性質の解明

・メタヒューリスティクスによる問題解決システムの構築
電気・機械、造船、鉄鋼メーカーにおける生産計画、スケジューリング、
配送計画など現実問題への適用

・データマイニング・知識発見 蓄えられた大量のデータから、意味のある情報を効果的に抽出

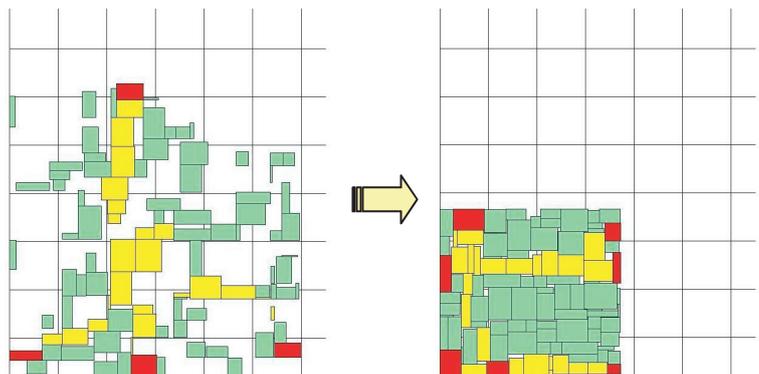
巡回セールスマン問題



セールスマンが各都市を一度ずつ訪問し、元の場所に戻ってくる際の総移動距離を最小化する問題。
図は、アメリカ合衆国 532 都市の最短巡回回路。

長方形詰込問題

与えられたすべての長方形をできるだけ隙間なく2次元平面上に配置する問題。
図は、ランダムな配置を、メタヒューリスティクスと呼ばれる手法により改善した様子。



<http://www-or.amp.i.kyoto-u.ac.jp/>

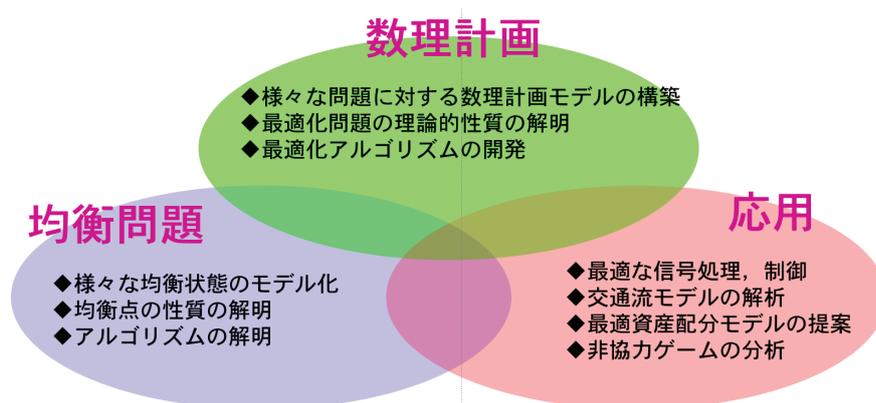
最適化数理分野

教 授 山下 信雄 nobuo@i.kyoto-u.ac.jp

助 教 福田 秀美 ellen@i.kyoto-u.ac.jp

研究内容

最適化は工学の諸分野における基本的なテーマであるだけでなく、自然科学や社会科学の領域においても現れる重要な概念です。私たちの研究室では、「最適化は問題解決のキーワード」を合言葉に、最適化に関連する諸問題に対するモデリング手法ならびにそれらの問題の理論的性質の解明や解法(アルゴリズム)の開発に関する研究を行っています。また、工学の計画・設計問題だけでなく、経営、ファイナンスなど様々な社会科学の分野においても、実用的な問題解決の手法を提供することを目指しています。



<http://www-optima.amp.i.kyoto-u.ac.jp/>

制御システム論分野

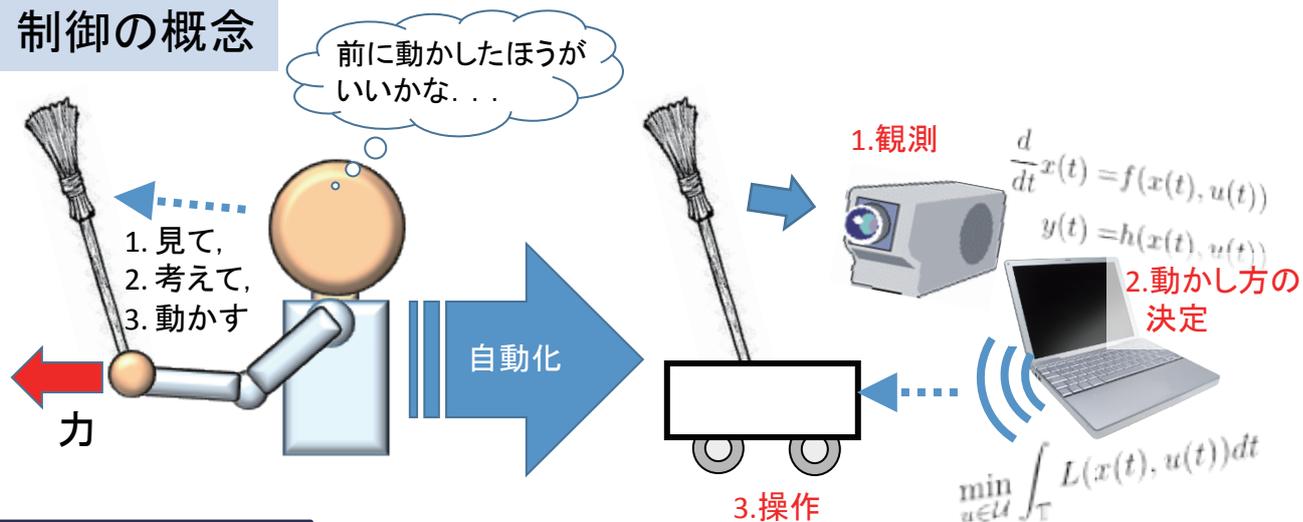
| | | |
|------|--------|---------------------------------|
| 教授 | 太田 快人 | yoshito_ohta@i.kyoto-u.ac.jp |
| 准教授 | 加嶋 健司 | kashima@amp.i.kyoto-u.ac.jp |
| 助教 | 大木 健太郎 | ohki@i.kyoto-u.ac.jp |
| 特定助教 | 南 裕樹 | minami@bode.amp.i.kyoto-u.ac.jp |

研究内容

所望の動作の実現に向けて

取り組んでいる内容 : 「**システム制御理論**」 = 「動きをデザインする理論」
 産業や工学で現れる**制御問題**に対して, 所望の動作を精確に行うために,
数理的なアプローチで取り組んでいる

制御の概念



主な研究内容

- システム同定: データから数理モデルの構築
 - 同定手法の構築
- 確率システム: 不確実な数理モデルを含むシステムの推定・制御
 - 量子力学システムの推定限界, フィードバック制御
- ネットワーク化システム: 複数のシステムによる複合システムの制御
 - 電力システムの分散制御
 - 大規模システムの簡易モデル化

<http://www.bode.amp.i.kyoto-u.ac.jp/>

物理統計学分野

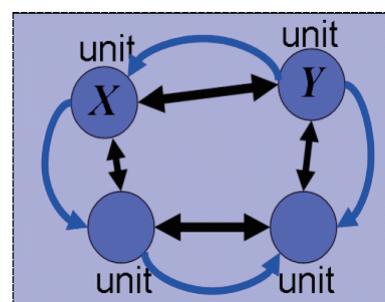
| | | |
|-----|--------|----------------------------|
| 教授 | 梅野 健 | umeno.ken.8z@kyoto-u.ac.jp |
| 准教授 | 五十嵐 顕人 | igarashi@i.kyoto-u.ac.jp |
| 助教 | 佐藤 彰洋 | aki@i.kyoto-u.ac.jp |

研究内容

非線形多体系の統計力学

私達の身の回りには、水や社会現象等のようにある状況下で突如その性質を大きく変化させる集団(体系)が多数存在しています。統計物理を用いることにより、性質の変化をその構成要素の簡単なモデルで考えることにより理解できます。

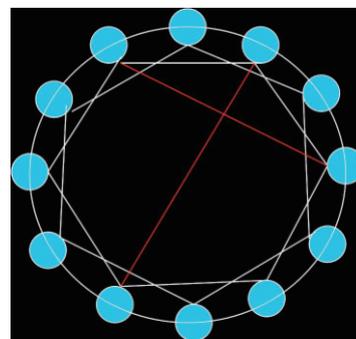
多ユニット結合系



情報ネットワークの構造とその性質

インターネット、WWW (ホームページ)、友人関係、映画の共演関係、共同研究、神経回路網、生態系等は、きわめて多くのノード(コンピューター、人、ニューロン等)とリンク(つながり)を持っているノード(ハブと呼ぶ)が多数存在するなどの性質のある複雑ネットワークとなっており、その構造やその中での効率的な情報伝達方等を研究しています。

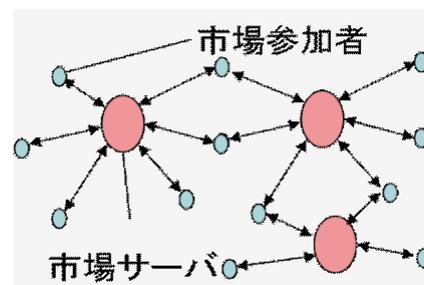
複雑ネットワークの概念図



経済・金融の数理とエージェントモデル

近年の情報伝達技術の発達によって、経済・金融に関する大規模データが蓄積されてきています。これらの大容量データと数理モデルから、価格変動メカニズムの解明と経済・金融に関する高精度状態定量手法の開発、実証分析を行っています。

金融市場と市場参加者の模式図



<http://amech.amp.i.kyoto-u.ac.jp/>

力学系数理分野

教授 矢ヶ崎 一幸 yagasaki@i.kyoto-u.ac.jp
助 教 山口 義幸 yyama@i.kyoto-u.ac.jp

研究内容

力学系理論とその応用

- "力学系"は英語の"Dynamical System"の訳で, 時間と共に変化する数学モデル全般を表します。19世紀の偉大な数学者ポアンカレの研究に始まった, それらを研究対象とした数学分野です。
- 70年代後半の"カオス"の再発見を契機として急速に発展し, その理論は自然科学や工学から社会科学までさまざまな分野で応用され, 数多くの重要な研究成果が得られています。

無限次元力学系への展開と発展

- 力学系の状態を特定するのに必要な変数の個数を"次元"といいます。無限個の次元をもつ力学系へと理論を展開し, 発展させます。

多様な分岐構造の解明

- パラメータの値を変化させたとき, 力学系の挙動が定性的に変化する現象を分岐といいます。力学系がもつ分岐構造の多様性を明らかにします。

多体系の状態予測とダイナミクス

- 多数の粒子からなるシステムの状態を統計力学的な手法により予測したり, 粒子が作る分布関数の時間発展によりシステムのダイナミクスを調べます。

自然科学, 工学, 社会科学への応用

- 例えば, 宇宙ロケットの軌道設計やさまざまなシステムの制御の問題への応用に取り組んでいます。

<http://yang.amp.i.kyoto-u.ac.jp/>

適応システム論分野

教授 田中 利幸 tt@i.kyoto-u.ac.jp
講師 大久保 潤 ohkubo@i.kyoto-u.ac.jp
助 教 大関 真之 mohzeki@i.kyoto-u.ac.jp

研究内容

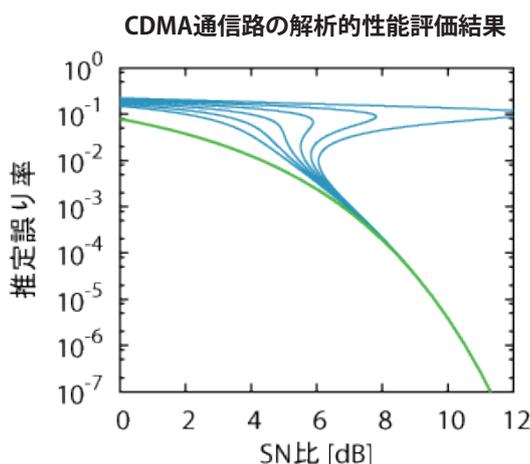
適応・学習・推論するシステムの実現に向けての理論的アプローチ

生物や人間が持つ「適応, 学習, 推論」を行えるような情報処理システムの実現に必要なとされる**数理の解明**を目指しています。

◆確率モデルに基づく情報処理

不確実な環境から意味のある情報をいかに上手く取り出すか? **不確実性を確率モデルで記述**し, その確率モデルを基に推論, 学習, 適応を行う方法論について研究しています。確率モデルを効率良く取り扱うための数理の構築を目指しています。

- 情報統計力学: 推論・学習の問題を統計物理学との類比に基づいて取り扱う理論的枠組みの研究
- 情報幾何学: 微分幾何の概念・手法を用いた近似推論方式の数理の探求
- 大規模確率モデルにも適用可能な推論方法の研究
- 生命科学とも関連する確率モデルを扱う数理の模索



◆情報通信理論

携帯電話や無線LANといった移動体通信で必要不可欠な, 混在している信号から必要な情報を取り出す手法について, 主に数理的側面から研究を行っています。

- CDMA (符号分割多元接続) 通信路, MIMO (多入力多出力) 通信路など, 現代の無線通信システムで広く使われている通信方式の情報伝達能力の理論的解析
- 受信器における効率的な情報抽出のための高性能なアルゴリズムの検討

<http://www-adsys.sys.i.kyoto-u.ac.jp/>

数理システム論分野

准教授 林 和則 kazunori@i.kyoto-u.ac.jp
 助教 金子めぐみ meg@i.kyoto-u.ac.jp

研究内容

一確率・統計的手法によるシステム数理の解明をめざして一

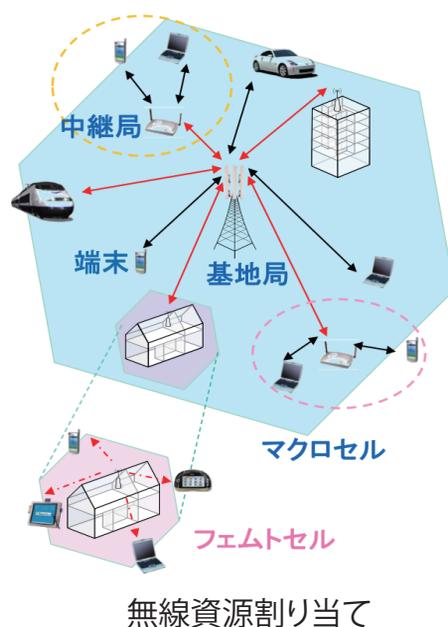
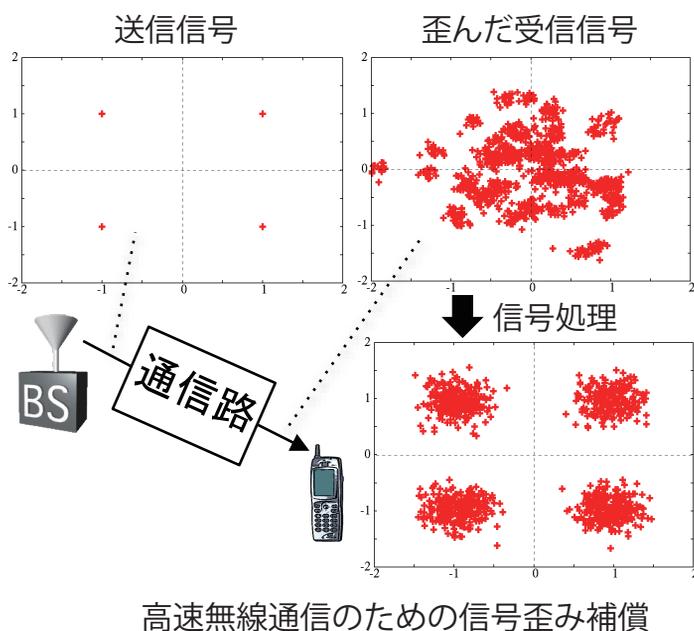
数理システム論分野では、物理・工学システムに現れる種々の確率・統計的モデルの数理的解析と実問題へ応用する際の有効なアルゴリズムの開発を行っています。

通信システムのための信号処理に関する研究

近年の通信システムでは、デジタル信号処理が極めて重要な役割を果たしています。例えば、ADSL や無線 LAN, WiMAX, LTE, 地上波デジタル放送では、高速フーリエ変換 (FFT) を用いたマルチキャリア変調と呼ばれる技術によって信号の高速伝送を実現しています。本研究では、デジタル信号処理をベースに、次世代の移動体通信システムや無線アクセスシステム、無線中継伝送のための種々の物理層及びMAC層の通信プロトコルを提案する研究を行っています。

無線資源割り当て・スケジューリングに関する研究

スマートフォンの普及などにより、データ通信のトラフィックの急激な増加が大きな問題になりつつあります。この解決策として、無線中継局の採用や、マクロセルとピコセル、フェムトセルを共存させるヘテロジーニアスネットワークが注目を集めています。このような複雑なシステムでは、各ユーザに異なる周波数や時間、符号などの無線資源を割り当てる方法が、システム全体の性能を左右する重要な問題となります。本研究では、スループットやユーザ間の公平性を高いレベルで達成できる割り当て法の設計や理論解析などに取り組んでいます。



<http://www.msys.sys.i.kyoto-u.ac.jp/>

教授 高橋 豊 takahashi@i.kyoto-u.ac.jp
 准教授 増山 博之 masuyama@i.kyoto-u.ac.jp

研究内容

情報システム／ネットワークの最適構成・運用を目指して

- ・理論: 確率モデルの構築、確率論・待ち行列理論による解析・性能評価
- ・応用: モバイル・ネットワーキング、大規模分散処理システム、スマートグリッド、サービス・サイエンス、コールセンターなど

理論と応用の融合

具体例

- 待ち行列モデルにおける稀少事象確率の理論的評価
- 再試行型待ち行列の研究とコールセンター・モデルへの応用
- 極値理論を利用したクラウド・コンピューティングの性能評価
- コグニティブ無線通信システムの確率モデルの構築・解析・性能評価
- スマートグリッドのためのネットワーク基盤設計と性能解析

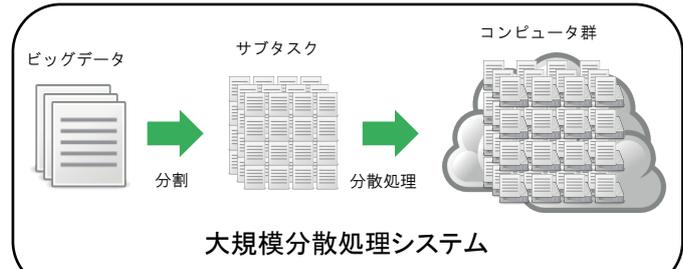
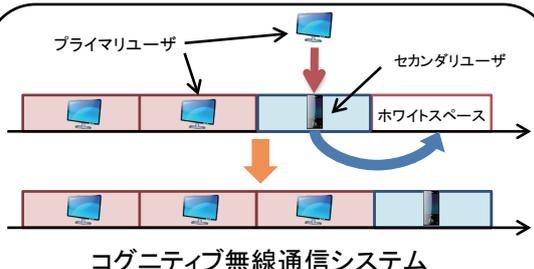
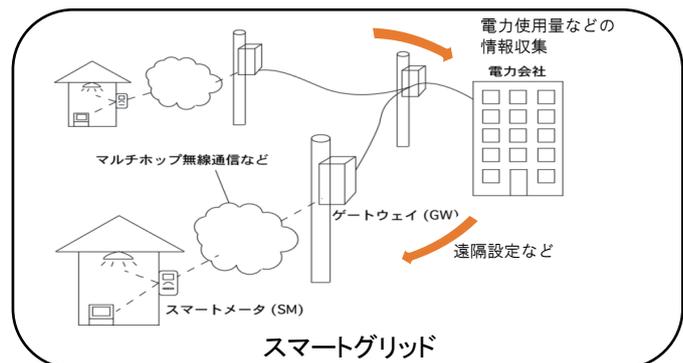
- ・データファイルの到着: 率 λ のマルコフ型到着過程
- ・データファイルのサイズ B : Power Lawに従う

$$P(B > x) \approx cx^{-\alpha} \quad (c > 0, \alpha > 1)$$

データファイルの転送遅延 D に関する漸近公式

$$P(D > x) \approx \frac{\lambda}{1 - \lambda E[B]} \frac{c}{\alpha - 1} cx^{-\alpha}$$

最新の待ち行列理論を駆使した
 応用上有益かつシンプルな公式の導出



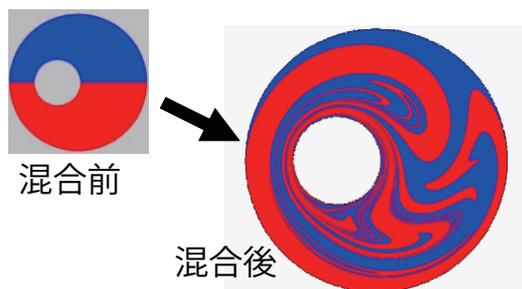
<http://infosys.sys.i.kyoto-u.ac.jp/>

教授 船越 満明 mitsu@i.kyoto-u.ac.jp
助教 金子 豊 kaneko@i.kyoto-u.ac.jp

研究内容

1. 水や空気などの流体の流れを、数学的な理論やコンピュータを使って調べています。例えば、水を入れた容器を振動させることによって発生する水面の波の形や時間変化、船が水路を進むことによってできる波の特徴、容器に入れた流体を下から加熱したときに発生する対流運動のパターン、などを調べています。
2. 複雑で不規則な振る舞いとして興味深いカオスについて研究して、それをいろいろな形で役立てることを目指しています。具体的には、カオスがどのような場合に出現するかを調べているほか、カオスを使って流体を効率よく混合する研究もしています。
3. めっきができる仕組みを、コンピュータを使って調べています。例えば、金や銀はどのようにして金属の表面に析出するか、また光沢のあるきれいなめっきを作るにはどうすればよいか、などを調べています。

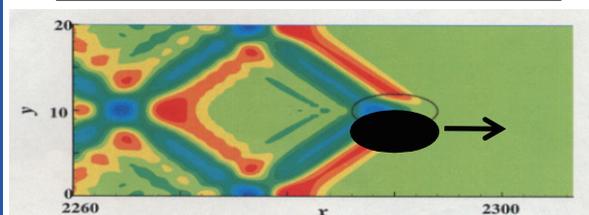
流体の混合のシミュレーション



赤と青の流体を、中心がずれた2つの円筒の間に入れ、外円筒と内円筒を交互に回転させて、流体がカオス運動をするようにしたときの混ざり方

流体がカオスの運動をすると、効率良く混合できる

両側に壁のある水路を船が走ることによって作られる波のシミュレーション



船(楕円で表示)は左から右へ走っている
赤い部分は水面が盛り上がり、青い部分は水面が下がっている

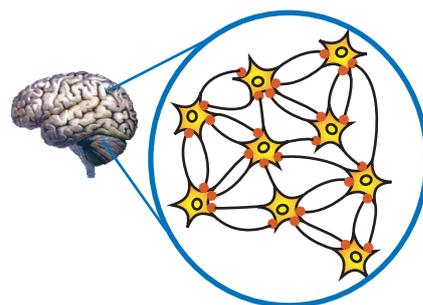
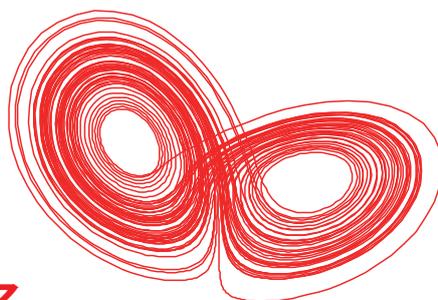
船の斜め後方に波が作られて水路壁で反射する

理論神経科学・非平衡系数理グループ

准教授 青柳 富誌生 aoyagi@i.kyoto-u.ac.jp
講師 宮崎 修次 syuji@i.kyoto-u.ac.jp
助教 筒 広樹 tutu@i.kyoto-u.ac.jp

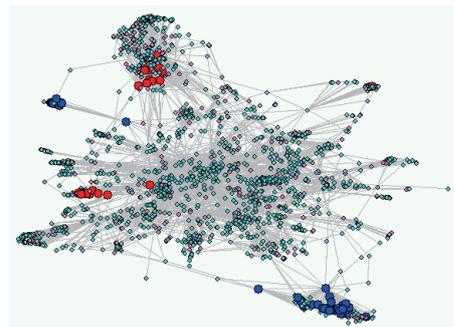
研究内容

自然法則は簡明であると言われますが、これは現象が単純であることを意味しません。簡単な運動法則からは想像もできない多様ふるまいを示すカオスとよばれる現象があります。また、単純なふるまいを示す素子が、集団で協調することで予想外の面白い挙動を示すこともあります。例えば、ニューロンがネットワークを作ることで、単体では不可能な高度な情報処理能力を発揮します。最近では物理学・数学の理論の進展やコンピュータの発達により、このような現象を詳しく解析することができるようになりました。本分野ではこのような科学の新しい発展を基礎にして、自然現象や生命・社会現象に見られる多様で複雑な構造やダイナミクスについて、実験系とも協力しつつ理論的研究を行っています。



主な研究テーマ

- 結合振動子およびカオス系の同期現象
- 脳・神経ネットワークのダイナミクス
- ネットワークを形成する動的素子のふるまい
- 大きな揺らぎの理論(大偏差統計力学)
- グラフ・ネットワークの動力的解析
- 自然界のパターン形成と運動
- 分子機械のデザイン論



<http://wwwfs.acs.i.kyoto-u.ac.jp/>

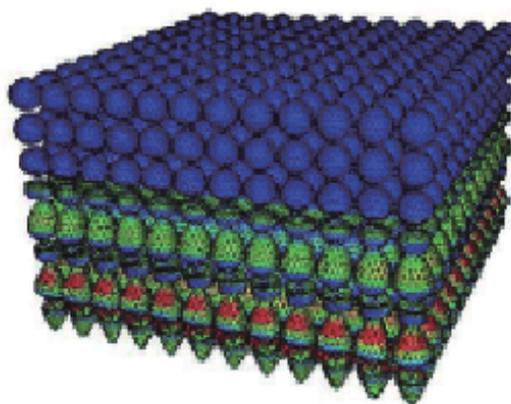
計算力学分野

| | | | | |
|---|---|----|----|------------------------|
| 教 | 授 | 西村 | 直志 | nchml@i.kyoto-u.ac.jp |
| 講 | 師 | 吉川 | 仁 | yskw@i.kyoto-u.ac.jp |
| 助 | 教 | 原田 | 健自 | harada@i.kyoto-u.ac.jp |
| 助 | 教 | 新納 | 和樹 | niino@i.kyoto-u.ac.jp |

研究内容

- 計算力学・応用力学
 - 計算力学における高速アルゴリズムの開発
(高速多重極法・並列計算)
 - 逆問題の数値計算 (非破壊評価の数値シミュレーション)
- 計算電磁気学
 - 周期構造の解法
 - 光学への応用
- 計算物性物理
 - 量子多体系の計算手法の開発
 - 量子強相関関係の物性への応用

Computational Mechanics



<http://www-cm.acs.i.kyoto-u.ac.jp/>

知能化システム分野

教授 山本 裕 yy@i.kyoto-u.ac.jp
講師 永原 正章 nagahara@i.kyoto-u.ac.jp

研究内容

Q: この研究室では、どんな研究を行っているのですか？

A: システム制御理論とデジタル信号処理を研究しています。とくに、この研究室で開発された「サンプル値制御理論」や「ロバスト制御理論」を用いて、マルチメディア信号処理や電力系統(マイクログリッドやスマートグリッド)の制御などの研究を行っています。

Q: その研究の特徴は何ですか？

A: たとえば、JPEGの画像データはデジタルですが、もとの風景や人物像はアナログの情報です。また、ロボット制御でも、ロボットの位置や速度はアナログ量です。「サンプル値制御理論」とはそのようなアナログの情報を考慮してデジタルシステムを設計する理論です。とくに当研究室で行っている信号処理の研究は世界的にユニークな研究で、企業からも注目されています。

Q: どのように研究を行っていますか？

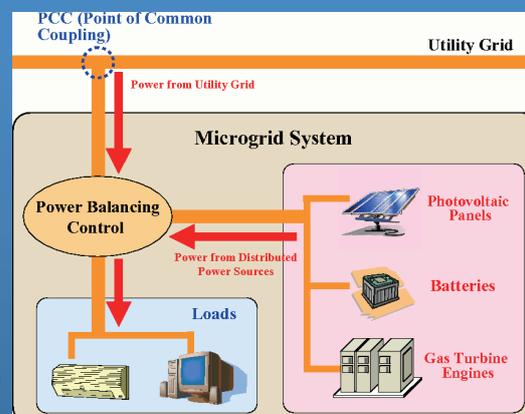
A: 理論的な研究を基礎として、その理論を裏付けるために音響実験やマイクログリッドの実験を行っています。

先端画像処理



(左) 劣化画像
(右) サンプル値制御理論による画像の復元

マイクログリッドの制御



<http://www-ics.acs.i.kyoto-u.ac.jp/>

ソフトウェア基礎論分野

教授 鹿島久嗣 kashima@i.kyoto-u.ac.jp
助教 中澤巧爾 knak@i.kyoto-u.ac.jp

研究内容

データ解析技術を武器に世の中にインパクトを

統計的機械学習を柱として 3つの研究課題

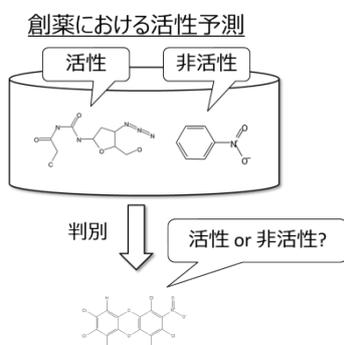
- ① 新規データ解析手法の開発
 - ② データ解析技術の先進応用
 - ③ ヒューマン・コンピューション
- に取り組む

① 新規データ解析手法の開発

現実世界で直面する様々な課題やデータ形式には既存の解析方法が適用困難な場合が多々ある

新たなデータ解析の問題設定を発見し定式化を行うとともにアルゴリズムの開発を行う

例 グラフ構造データ解析

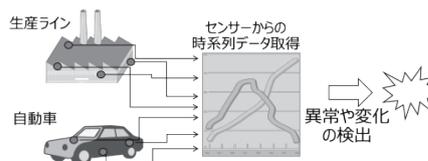


② データ解析技術の先進応用

企業や国・自治体など、様々な協力者と共に、データ解析技術の先進的応用を見つけ取り組み、データ解析技術を実社会に結び付ける

応用分野の例

- Webマーケティング
- 車両データ解析
- オンライン教育
- バイオ/創薬
- 材料科学
- 人材マネジメント
- 特許データ解析



③ ヒューマン・コンピューション

知能システムの躍進の一方で、“データの外側”を取り込む人間の役割の重要性が浮き彫りに

コンピュータだけでは解決が困難な課題を、人間とコンピュータのベストミックスで解決する「ヒューマン・コンピューション」によって、新たな知能研究を追求する



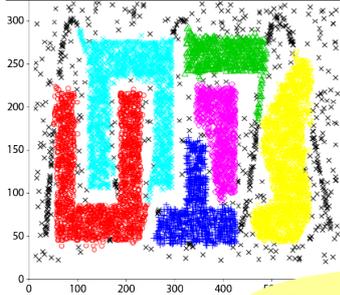
知能情報基礎論分野

教授 山本 章博 akihiro@i.kyoto-u.ac.jp
 准教授 Marco Cuturi mcuturi@i.kyoto-u.ac.jp
 助教 吉仲 亮 ry@i.kyoto-u.ac.jp

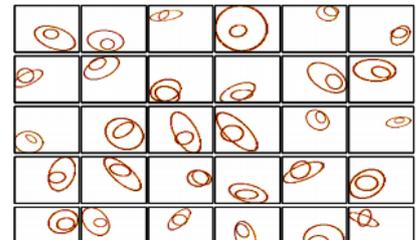
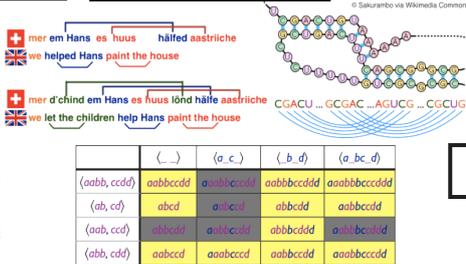
研究内容

当研究室では、**機械学習理論**を中心にして人間の**高次推論機構**の性質を解明し、またそれらを用いて、与えられたデータから適切な情報を取出すための**計算機構**を構築することを目標に研究を行っている。非パラメトリック統計、計算論的学習、最適化を基礎として、データ集合からの**知識発見**への応用や**計算数学**との関係の解明へと展開し、知能情報学における新たな基盤の構築を目指している。

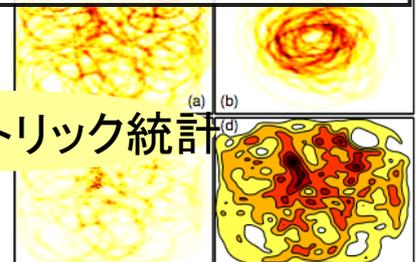
実数の離散的構造を利用した
高速な機械学習



複雑な文字列の
統語構造の抽出



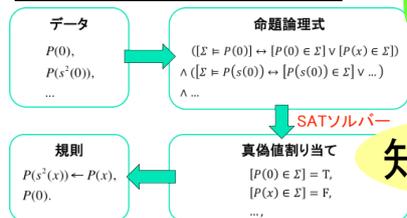
ワッサースタイン距離を用いる重心



計算論的学習

非パラメトリック統計

SATソルバを用いた
帰納論理プログラミング

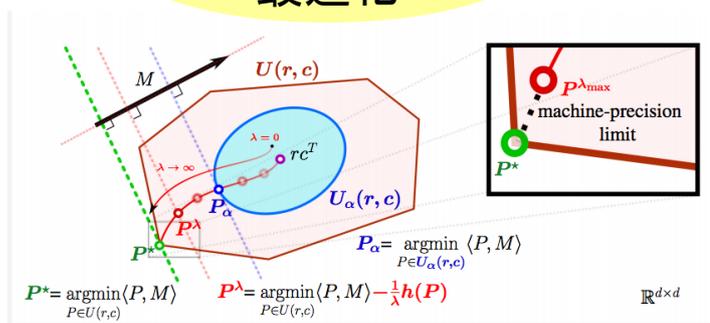
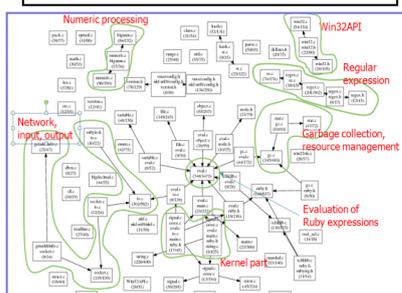


知能情報学の基礎

知識発見

機械学習のための最適化

データマイニングを利用した
ソフトウェアの構造解析



最適輸送の高速計算

知能情報応用論分野

教授
准教授
助教
特定助教

西田 豊明
中澤 篤志
大本 義正
Christian Nitschke

nishida@i.kyoto-u.ac.jp
nakazawa.atsushi@i.kyoto-u.ac.jp
ohmoto@i.kyoto-u.ac.jp
christian.nitschke@i.kyoto-u.ac.jp

研究内容

問題解決知 人間
コミュニケーション知

人から学び、人を助けるAI

- 1. インタラクションの理解**
インタラクションの音響・映像・脳生体計測を行い、分析を通してその性質を解明するとともに、インタラクションのモデルを構築する。
- 2. インタラクションのための人認識技術**
画像による人の姿勢推定や眼球表面反射解析による新しい視線・視野計測システムを開発する。
- 3. インタラクティブシステム**
インタラクションを通して知識共有を行うとともにコミュニケーションプロトコルを学習的に構築する能力を持つエージェントを研究開発する。
- 4. 認知的デザイン**
人間の認知特性が現れる具体的な現象を手がかりに、人工物の表現や機能、制御、さらには、インタラクションそのものを設計することを目指す。

インタラクションの理解

インタラクションのための人認識技術

認知的デザイン

インタラクティブシステム

<http://www.ii.ist.i.kyoto-u.ac.jp/>

音声メディア分野

講師 吉井 和佳 yoshii@i.kyoto-u.ac.jp
 助教 糸山 克寿 itoyama@i.kyoto-u.ac.jp
 特定助教 西出 俊 nishide@kuis.kyoto-u.ac.jp

研究内容

主要研究テーマ

- ・ 音声・楽音・環境音の認識・理解・生成の研究
- ・ 音環境理解、ロボット聴覚(聖徳太子ロボット)
- ・ 音楽情報処理、擬音語認識
- ・ 音楽ロボットと人との合奏、カエルの合唱の観測と解明
- ・ ノンパラメトリックベイジアン音響信号処理
- ・ 認知発達ロボティクス、音声模倣



音環境理解 (Computational Auditory Scene Analysis)

あかちゃんの挙動模倣

音による Human Robot Interaction

能動的音楽鑑賞



<http://winnie.kuis.kyoto-u.ac.jp/>

映像メディア分野

教授 美濃 導彦
准教授 椋木 雅之
助教 船富 卓哉

minoh@media.kyoto-u.ac.jp
mukunoki@media.kyoto-u.ac.jp
funatomi@media.kyoto-u.ac.jp

研究内容

人と人あるいはコンピュータの間の自然で多彩なコミュニケーションを支援するマルチメディア情報技術について研究しています(以下は主な研究テーマの内容です). 研究成果を遠隔講義やコンテンツ作成等に適用しながら, 教育現場での実利用を通じた評価・改良を図っています.

講義の自動撮影・配信・アーカイブ化

Smart Classroom

講義室内の講師や受講者の状況を認識してカメラを制御し, 講義の理解に必要な視聴覚情報を記録・配信するシステム



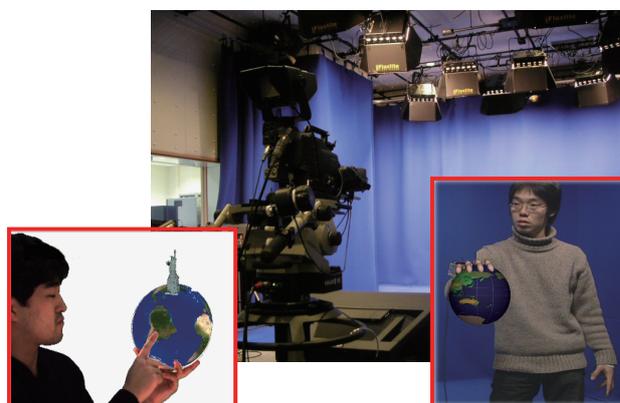
調理過程の認識・支援

Smart Kitchen

キッチンでの調理過程を認識し, レシピを基に調理者に必要な情報を提供するシステム

実物体観測による3Dデジタル化 Versatile Vision-based Volume Virtualizer:V⁴

多数のカメラを利用して, 実物体の3次元形状や挙動をデジタル化し, 仮想物体モデルを作成するシステム



仮想物体操作可能なバーチャルスタジオ

Interactive Virtual Studio

演者が自分自身の手で仮想物体を直接操作している状況を撮影可能なバーチャルスタジオシステム

分散情報システム分野

教授 吉川 正俊 yoshikawa@i.kyoto-u.ac.jp
 准教授 馬 強 qiang@i.kyoto-u.ac.jp
 特定准教授 浅野 泰仁 asano@i.kyoto-u.ac.jp
 助教 清水 敏之 tshimizu@i.kyoto-u.ac.jp

研究内容

• ビッグデータ

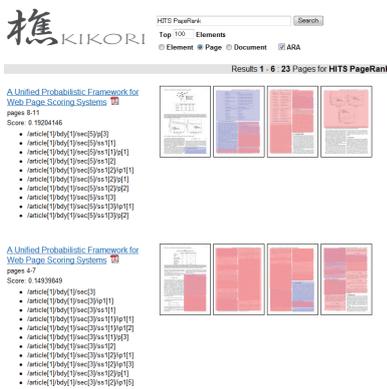
XML情報検索システム, 大規模グラフ解析に基づく情報探索, 集合知の組織化, 健康・医療データ

• 異種情報統合利用

科学データの統合検索・品質管理, 検索エンジンと知識資源の統合利用

• マルチメディア情報システム

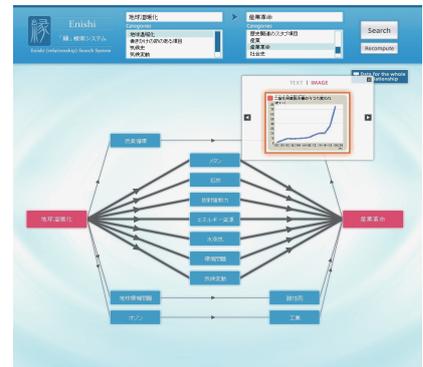
情報信憑性の検証支援, クロスメディア情報検索, エンティティマイニング, 情報栄養学, 失敗情報学, 観光情報学



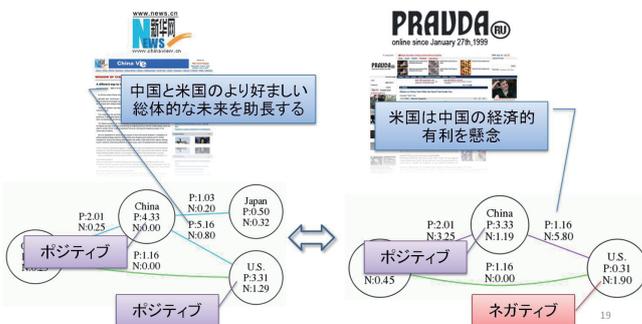
XML 文書検索システム「樵」



地球観測データの統合検索システム



クロスメディア型
画像整合性検証支援システム



エンティティマイニングと
それに基づくコンテンツの差異分析



旅行体験の組織化と共有

情報図書館学分野

| | | |
|-------|-------------|--------------------------------|
| 教授 | 田中 克己 | ktanaka@i.kyoto-u.ac.jp |
| 教授 | 田島 敬史 | tajima@i.kyoto-u.ac.jp |
| 准教授 | 山肩 洋子 | yamakata@i.kyoto-u.ac.jp |
| 特定准教授 | Adam Jatowt | adam@i.kyoto-u.ac.jp |
| 特定准教授 | 大島 裕明 | ohshima@i.kyoto-u.ac.jp |
| 特定助教 | 加藤 誠 | kato@dl.kuis.kyoto-u.ac.jp |
| 特定助教 | 山本 岳洋 | tyamamot@dl.kuis.kyoto-u.ac.jp |

研究内容

• Web情報検索, データマイニング

Web情報検索, マルチメディア検索, Web情報の信憑性検証, サーチとヒューマンインタラクション, Webマイニング, デジタルアーカイブと横断検索, Webからの知識抽出, 通信放送コンテンツ融合, ソーシャルネットワーク分析

• データベースシステム, 情報アクセス環境

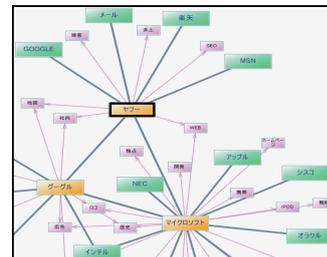
半構造データ処理, パーソナルデータ管理, クラウドデータ管理, 情報検索インタフェース, Webアクセスインタフェース, モバイル情報アクセスインタフェース



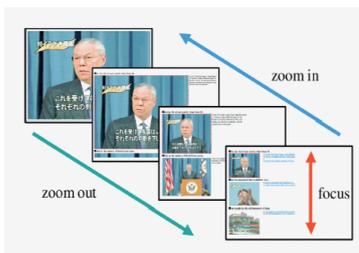
WebとTVを同時に視聴



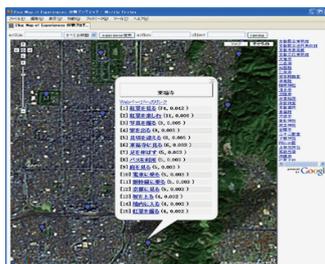
複数Webサイトの比較閲覧



Webからのライバル語サーチ



TV番組をWebに自動変換



体感ブログ: ブログを地図にマップ



Web検索結果の信憑性検証



Webニュースをトークショー(漫才)に変換



Web検索結果からの年表生成



語ベース適合フィードバックによるWeb検索結果リランキン

<http://www.dl.kuis.kyoto-u.ac.jp/>

広域情報ネットワーク分野

教授 石田 亨 ishida@i.kyoto-u.ac.jp
 准教授 松原 繁夫 matsubara@i.kyoto-u.ac.jp
 特定助教 林 冬恵 lindh@i.kyoto-u.ac.jp
 特定助教 江間 有沙 ema@i.kyoto-u.ac.jp

研究内容

Web2.0というキーワードのもと、Wikipediaに代表される集合知の形成が盛んになってきています。現在は多くの人手により知識が集積されていますが、この研究室では、人工知能、サービスコンピューティング、ヒューマンインタフェースの最新技術を用いて、構成要素となる「人」「エージェント」「知識」をサービスとして連携させることで、新しい集合知の形成を目指します。

言語グリッドの世界展開

言語グリッドは、言語の壁を越えることを目的に開発されたインターネット上の多言語サービス基盤です。言語資源（辞書、機械翻訳など）の登録・共有により利用現場での新たなサービス生成が可能となります。

アジアの農業支援のための多言語環境

日本の農業専門家が、ベトナムの識字率の低い地域で農業散布のタイミングを、子どもを介して両親である農民に伝えます。多言語コミュニケーションサービスが現地の子どもと日本の専門家を仲介します。（図1）



図1 ベトナムメコンデルタでの児童を介した多言語農業支援

クラウドソーシング

クラウドソーシングによって集められた翻訳作業者と翻訳専門家の力を活用して、品質の保証された翻訳文の効率的な作成を実現します。機械翻訳や他者の翻訳結果を参照して高品質な下訳を作成します。（図2）



図2 クラウドを用いた翻訳システム

情報経済

インセンティブの観点から、インターネットオークションをはじめ、様々なステークホルダーを含む情報システムを分析し、効率的かつ安全なメカニズムを設計します。（図3）

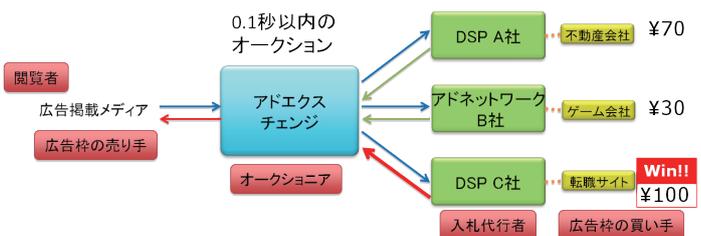


図3 広告オークションのしくみ

http://www.ai.soc.i.kyoto-u.ac.jp/index_j.html

論理回路分野

| | | |
|------|-------|-------------------------------|
| 教授 | 岩間 一雄 | iwama@i.kyoto-u.ac.jp |
| 助教 | 玉置 卓 | tamak@i.kyoto-u.ac.jp |
| 特定助教 | 上野 賢哉 | kenya@i.kyoto-u.ac.jp |
| 特定助教 | 藤井 啓祐 | keisuke.fujii@i.kyoto-u.ac.jp |

研究内容

アルゴリズム(理論と応用)、計算量理論

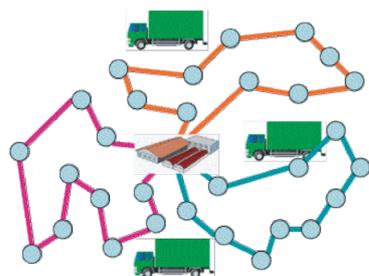
アルゴリズムとは何か: 計算の手続き

アルゴリズムは何の役に立つのか:

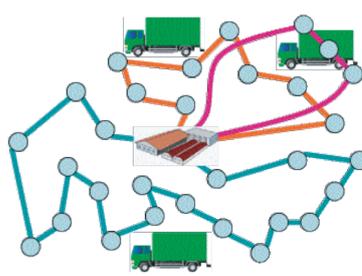
- 実世界問題を計算機で解く
 - ・カーナビにおける最適経路の計算
 - ・インターネットの通信制御
 - ・コストが小さく単位の沢山とれる履修計画の作成
 - ・詰将棋の列挙、ゲームの必勝法
- 安全かつ公平な社会への貢献
 - ・暗号アルゴリズム
 - ・ネットワークオークション方式の設計
- 未来の計算機に対応するための準備
 - ・量子計算機のための量子アルゴリズム

例: コンビニへの配送計画問題

解1



解2



3台の
最適経路?



総移動距離?
巡回時間?
負荷バランス?

計算機アーキテクチャ分野

教 授 高木 直史 takagi@i.kyoto-u.ac.jp
 准 教 授 高木 一義 ktakagi@i.kyoto-u.ac.jp
 助 教 高瀬 英希 takase@i.kyoto-u.ac.jp

研究内容

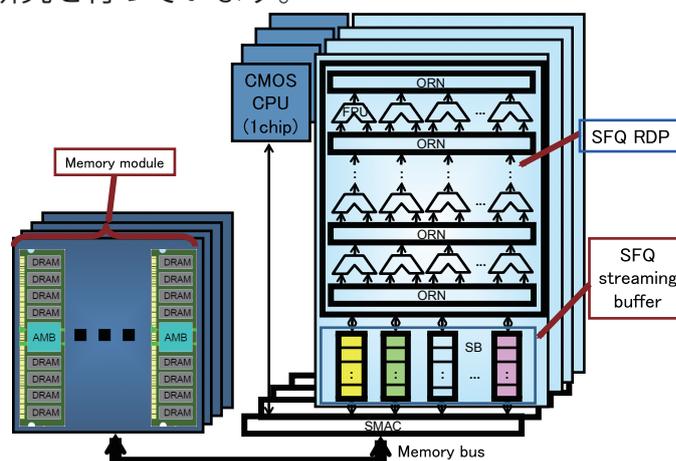
集積回路技術の進展に伴い、コンピュータ（プロセッサ）は部品として、メモリや種々の専用回路、周辺回路とともにボードや、さらには一つのLSI上に集積されるようになってきています。このような集積システムに適した、新しい並列計算機構、算術演算回路、専用回路のためのハードウェアアルゴリズム、システムとしてのLSIの設計技術、システムLSIのための基盤ソフトウェア技術等の研究を行っています。

新しい並列計算機構の研究

超伝導単一磁束量子回路を用いたデスクサイドスーパーコンピュータの基盤技術に関する研究を行っています。

算術演算回路の研究

デジタルシステムの基本構成要素である算術演算回路は、その性能が集積システム全体の性能を左右します。高性能／低消費電力な新しい演算回路を開発しており、開発した演算回路のいくつかが実用化されています。最近では、テスト（故障検査）容易な算術演算回路や耐故障性を持つ算術演算回路に関する研究も進めています。



単一磁束量子回路による超伝導スーパーコンピュータ

ハードウェアアルゴリズムの研究

暗号処理などの実用上重要なさまざまな問題に対して、高性能／低電力で効率良く解を導くことができる優れたハードウェアアルゴリズムを設計する研究を行っています。さらに、ハードウェアアルゴリズムの統計的な設計手法の開発や、アルゴリズムを解析するためのVLSIモデルを研究することで、「ハードウェアアルゴリズム論」の確立を目指しています。

LSI設計技術に関する研究

大規模で複雑な論理回路を迅速に誤りなく設計するための設計支援ツールおよびその基礎となるアルゴリズムや論理関数操作に関する研究を行っています。また、信号処理等のソフトウェアのプログラムから潜在的な並列性を抽出し、高性能な専用ハードウェアを自動合成する高位合成技術に関する研究にも取り組んでいます。

基盤ソフトウェア技術に関する研究

集積システムは、情報家電や携帯型情報端末といった特定の機能や用途を実現する製品に適用が広がっています。これらのシステムで動作するアプリケーションについてその高性能化／低消費電力化を実現するコンパイラやOSに関する研究を進めています。

<http://www.lab3.kuis.kyoto-u.ac.jp/>

| | | |
|-----|-------|---------------------------|
| 教授 | 五十嵐 淳 | aigarashi@i.kyoto-u.ac.jp |
| 准教授 | 末永 幸平 | ksuenaga@i.kyoto-u.ac.jp |
| 助教 | 馬谷 誠二 | umatani@i.kyoto-u.ac.jp |

研究内容

正しいソフトウェアのための理論

コンピュータを動かすためには、本体・ディスプレイといった電子部品からなるハードウェアだけではなく、Windows, Linux といった基本ソフトウェア(オペレーティング・システム)と、ホームページを閲覧するためのWWWブラウザなど目的別に作られた応用ソフトウェアが必要です。電子部品は回路図をもとに作られますが、ソフトウェアはプログラミング言語と呼ばれる特別なことで書かれたプログラムから作られています。

プログラムを間違いなく書くのは大変難しく、実際、パソコンが動かなくなって再起動しなくてはいけなくなる原因の多くはプログラムに含まれる間違いのためです。パソコンが動かなくなるくらいであればよいですが、過去には、プログラムの間違いのためにロケットが爆発する大事故が起きたこともあります。現在、プログラムに間違いがないことを確かめるのに一番使われている技術はテスト実行(何度も何度もプログラムを実行しておかしなことが起こらないか確かめる)ですが、これでは、テストをした部分しか正しく動くことがわかりませんし、そもそもプログラムを書く時点で間違いを減らすことにつながりません。

当研究室では、ソフトウェアの品質向上を目指して、プログラムを書くための道具であるプログラミング言語を改良する研究を行っています。特に、プログラムを人間の思考になるべく近いレベルで書けるようにすることで、そもそも間違いを減らし、さらには、ソフトウェア検証といって、プログラムを書いて実行する前に間違いを見つけることが可能になります。ただし、人間の思考に近い、ということは、コンピュータからは遠くなる、ということになるので、プログラムを動かすための仕組み(これを言語処理系といいます)を研究する必要があります。これらの研究を主に理論的な観点からすすめています。

プログラムのため 分散プログラミング 離散と連続を の型理論 グ言語の研究 無限小でつなぐ

法律の条文などを読むと、同じ日本語でもふだんの話言葉と違い、非常に言葉づかい・文体が独特なことがわかります。新聞記事も、法律よりは日常の言葉に近いですが、やはり文体に特徴があります。しかし、どちらも一旦特徴をつかむと曖昧さが少なく言いたいことが伝わってくるものになっています。

プログラムもプログラミング言語という言語で書かれているわけですが、文体をうまく決めると人間に読みやすく、かつ、間違いがあってもそれがわかりやすいプログラムになります。型理論というのは、簡単にいうと、プログラムの文体を決めるための理論です。型理論で定められる文体は非常にきっちりしているので、文体に沿っているかの検査が機械的にできます。機械的にできる、というのはコンピュータにできる、ということです。ですから、型理論を利用すると、プログラムの間違いをコンピュータに自動的に発見させることができます。

ただし、どんな間違いでも発見できるわけではないので、発見できる間違いの種類を増やすにはどうしたらいいか、や、同じ間違いでもより効率よく(短かい時間で)発見するにはどうしたらいいか、といったことを研究しています。

ネットワーク技術や組み込みシステムの進化に伴い、近い将来、私達の周りのあらゆる電子機器(スマートフォン、腕時計、電子レンジ等々)は、ネットワークを利用する高度なソフトウェアを含むようになると考えられています。そのような大量の電子機器が互いに通信しあって様々なやり取りを行う大規模分散システムは、既存のシステムと比べ、手に負えないほど複雑になることが容易に予想できます。そのような複雑さに対処しプログラムの負担を軽減するための手段の一つとして、「汎用プログラミング言語と通信ライブラリ」を用いるかわりに「分散プログラミングに適したプログラミング言語」を用いるというアプローチがあります。

我々は、そのようなプログラミング言語として、アンビエント計算に基づく分散プログラミング言語の開発を行っています。アンビエント計算は、分散プログラミングにおける重要な要素であるプロセス・場所・移送単位などの様々な概念を統一的に表わすため、簡潔かつ柔軟な表現力を備えており、汎用の言語で開発する場合と比べ、システムの安全性・信頼性の確保がずっと容易になると考えています。

ソフトウェアはコンピュータだけではなく自動車や飛行機などの機械にも組み込まれています。この傾向はこれからさらに大きくなっていくと予想されています。

これらの機械中のソフトウェアに間違いがあると人の安全が大きく脅かされます。これらの機械の安全性を保証するには、ソフトウェアだけでなく機械も含めたシステム全体の動作を考慮する必要があります。機械とソフトウェアが協働するシステムをハイブリッドシステムと呼ぶのですが、この種のシステムはソフトウェアの離散的な動作と機械の連続的な動作が混ざって、全体として複雑な動作を示します。

当研究室ではハイブリッドシステムにソフトウェア検証の技術を適用するための方法として、無限小プログラミング言語の研究を行っています。連続的な動作は「無限小」という仮想的な値を使えば無限回の離散的な動作として捉えることができます。この点に注目し無限小を表す記号を備えたプログラミング言語を作り、この言語を使ってハイブリッドシステムをモデル化することで、ソフトウェア検証の技術を適用することができるようになります。現在はこのアイデアを検証ツールとして実現することを目指しています。



京都大学工学部
情報学科

〒606-8501 京都市左京区吉田本町

情報学科ホームページ <http://www.s-im.t.kyoto-u.ac.jp/>

2014年8月