

# 大規模システム管理研究室

http://www-lsm.naist.jp/index.php/Home



(写真左から)

教授：笠原 正治 kasahara@is.naist.jp

准教授：笹部 昌弘 sasabe@is.naist.jp

客員准教授：川原 純 jkawahara@is.naist.jp

助教：張 元玉 yzhang@is.naist.jp

## 不確実な社会に対するスマートな意思決定に向けた数理的手法の探求と情報処理技術の創造

### 研究を始めるのに必要な知識・能力

数学・プログラミング・アルゴリズム・ネットワーク等、情報科学の基礎知識を持っていることは望ましいですが、それ以上に新しいことに挑戦する意欲、旺盛な好奇心、知的探究心、研究に対する明確なビジョンを持っていることが重要です。

### 研究室の指導方針

研究テーマについては個人のバックグラウンドを考慮し、教員と議論しながら研究テーマを絞り込んでいきます。研究テーマに必要な基礎事項を習得しつつ、先端の研究動向を踏まえながら、独創性に富んだ研究を遂行してもらくと同時に、研究室内での研究報告やディスカッションを通じて論理的な思考と研究プレゼンテーション能力を高め、国内学会や国際会議での研究発表、学術論文誌への論文投稿を通じて世界に通用する研究コミュニケーション能力を養います。

### この研究で身につく能力

本研究室のテーマを研究することにより、大規模かつ複雑な情報システムの設計・制御・評価に役立つ先端的な情報科学の理論やネットワーク、データ構造、アルゴリズムの幅広い知識が身につくと同時に、大規模システムの本質を把握する能力が育れます。また近年のビッグデータ解析や機械学習のような、時代の要請で必要となる理論や手法に対する学習の取り組み方、応用の仕方を身につけることができ、それによって将来の研究開発トレンドに柔軟に対応できる学習応用力が養われます。

### 修了生の活躍の場

情報通信・情報サービス系企業、コンサルティング系企業

### 研究内容

大規模システム管理研究室では、不確実性の高い社会システム(大規模災害時の避難支援や仮想通貨技術など)に対し、IoTやビッグデータ解析、機械学習など最先端の技術を駆使して、協調や連携を創発する意思決定メカニズムの研究に取り組んでいます。研究内容としては、限られた情報量やユーザ間の利害関係といった制約の下、最適な意思決定を行うメカニズムの実現を目指し、数理アナリティクス、リスク予測・分析、大規模データ処理アルゴリズム、ビッグデータ解析、機械学習、といった情報科学の最先端の知見を駆使して、人やモノの行動予測、大規模災害時の被害把握・避難支援の自動化、仮想通貨やスマートコントラクトといったフィンテックを支えるブロックチェーン技術、物流ネットワークやソーシャルネットワークから得られる莫大なグラフ構造データに対する高速解析技術といった、不確実性の高い社会システムのスマート化に向けた研究を幅広く行い、産業に密着した研究成果を発信しています。

#### ○数理アナリティクス

応用確率論や理論アルゴリズム、ゲーム理論やメカニズム・デザインといった情報科学の知見を駆使して、ビッグデータを高度に活用する超大規模なデータセンターやネットワークシステムのデザイン、さらにはシステム上で提供されるサービスの設計や、ビットコインに代表される分散型仮想通貨エコシステムに関する研究を行います。

#### ○機械学習を用いた自律分散協調メカニズム

莫大な数のIoTデバイスや無線端末に限られた無線周波数帯域を効率的に利用するためには、近隣の環境における無線資源の使用状況を推定して無線チャネルを共有する必要があります。このとき、時々刻々と変動する通信環境や通信需要に応じてどの位の数の端末とどの情報のどのくらいの頻度で交換するのか、ということに適宜決定していくことが欠かせません。ここではこの問題を不確実な状態情報に基づく逐次的な意思決定問題として捉え、機械学習や強化学習を応用して、使用周波数帯域や無線端末の通信需要に適応し、かつ端末自身の利得を最大化するグループ形成に向けた環境適応型協調制御技術の研究を行います。

#### ○人間行動知覚型ネットワーク

人間行動知覚型ネットワークの例としては、災害時の避難誘導システムが挙げられます。避難者の所有するモバイル端末は、地理ビッグデータに基づき、迅速かつ安全な避難が期待できる避難経路を避難者に提示します。避難者は指示された経路に従って避難を試みますが、万一、経路上に通行不能箇所を発見した場合には避難者自身の判断に基づき迂回を試みます。このような経路の提示と避難行動との相互作用を利用することで、人手を介することなく、モバイル端末において通行不能箇所を自動的に検出するとともに、それらの情報を避難者間で共有することで、より安全性の高い避難誘導の実現を目指した研究を行います。

#### ○ネットワーク・デザイン

無線アクセス技術の発展により、ヘテロジニアスなネットワーク環境下で莫大な数の通信ノードを収容するネットワーク技術、さらにはクラウド・コンピューティングを連携させたモバイル・アプリケーション開発が注目されています。ここではネットワーク科学やゲーム理論のアプローチを駆使して次世代ネットワーク技術、環境学習型コグニティブ無線技術、さらには莫大な数のセンサノードから得られる環境データを基にした人間指向型モバイル・クラウドサービスに関する研究を行います。

#### ○大規模データ処理アルゴリズム

全国規模の道路網や物流ネットワーク、Twitter等の巨大ソーシャルネットワークの解析には膨大な計算が必要です。本研究室では、組合せ最適化の技術を用いたデータ処理アルゴリズム設計、巨大なデータを圧縮状態のまま処理するデータ構造の開発、Hadoop等による数百台規模の並列分散環境でのデータ処理技法等の研究開発を行います。

#### ○IoTセキュリティ

モノのインターネット(IoT)は、インターネットのようなインフラストラクチャーを介して様々なモノ(人、センサー、スマホなど)同士の情報交換を可能にし、e-ヘルス、スマートホーム、環境モニタリングなど幅広い重要なアプリケーションの基本的なアーキテクチャになっています。一般に、IoTアーキテクチャは、環境を感知するIoTノード、IoTノードから無線でデータを収集するIoTゲートウェイ、データを格納および処理するIoTクラウドおよびデータにアクセスするIoTユーザから構成されます。本研究では物理層認証や物理層暗号化、さらにはブロックチェーン技術とアクセス制御を組み合わせて、IoTアーキテクチャの最も脆弱なノード・ゲートウェイデータ収集部分を保護するセキュリティフレームワークを提案します。



図：分散型仮想通貨エコシステム



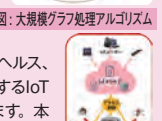
図：多エージェント協調を用いたグループ形成



図：モバイルデバイスを使用した避難誘導システム



図：大規模グラフ処理アルゴリズム



図：セキュリティフレームワーク

### 研究設備

大規模並列分散処理・ビッグデータ解析研究基盤システム

### 研究業績・共同研究・社会活動・外部資金など

#### 研究業績

- Hara, T., Sasabe, M., and Kasahara, S., "Geographical Risk Analysis Based Path Selection for Automatic, Speedy, and Reliable Evacuation Guiding Using Evacuees' Mobile Devices," *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 2018.
- Nakahata, Y., Kawahara, J., Horiyama, T., and Kasahara, S.,

"Enumerating All Spanning Shortest Path Forests Using Zero-suppressed Binary Decision Diagrams," *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, vol. E101-A, no. 9, pp. 1363-1374, September 2018.

- Zhang, Y., Kasahara, S., Shen, Y., Jiang, X., and Wan, J., "Smart Contract-Based Access Control for the Internet of Things." To appear in *IEEE Internet of Things Journal*.

#### 共同研究

NTT、KDDI、京都大学、大阪大学、北海道大学他と共同研究

#### 社会活動

国内外の学術論文誌編集委員、国際会議や国内研究会の運営委員

#### 外部資金

科学研究費基盤研究(B)、基盤研究(C)、SCAT研究助成、KDDI研究助成