

# 大規模システム管理研究室

http://www-lsm.naist.jp/



(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

助教：張 元玉 yzhang@is.naist.jp

助教：原 崇徳 hara.takanori@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うと同時に、研究室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まれます。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、産業に密接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。

#### ○超スケーラブル汎用ブロック・チェーン技術

仮想通貨の基盤技術であるブロック・チェーンには、分散性・安全性・拡張性の三要素を同時に満たすことができないトリレンマ関係が存在し、そのため不特定多数の参加ノードからなる分散システム上で、高度なセキュリティを確保しかつ高速なトランザクション承認を提供するブロック・チェーンの実現が不可能と言われてきました。本研究テーマでは、ブロック・チェーンのトリレンマを克服するための方法論を情報学横断的に探求することを目指しています。具体的には、(1) 脆弱なセキュリティの原因となるチェーン分岐現象を数理的に解明し、(2) 情報量が圧縮されかつ高速演算可能な先進的なデータ構造をブロック構造やチェーン・トポロジー構造に適用し、加えて(3) ブロックの高速ブロードキャスト配信を可能とするP2Pネットワーク技術を開発し、それらの要素技術を効果的かつ有機的に統合・融合させることで、極めて汎用性の高い超スケーラブル・ブロック・チェーン技術の創出を目指しています。

#### ○人と機器の融和に基づく自動避難誘導と地理ビッグデータを用いたリスク分析

2011年3月に起きた東日本大震災では、通信インフラの被災により、固定通信網・携帯電話網ともに長時間かつ広範囲で利用できなくなり、その結果、安否情報・避難情報・行政情報など様々な重要性の高い情報を被災者・救助者が円滑に収集・配信することができなかった事例が多数報告されています。本研究では、このような状況下においても、被災者を安全な経路・避難所へと迅速に導くことのできる避難誘導システムの実現を目指しています。特に、避難者とモバイル端末(携帯電話など)間での暗黙の連携による被災状況把握と避難誘導の自動化、避難者(の端末)間での道路網状態に関する情報共有、地理ビッグデータに基づく道路網のリスク予測といった様々な要素技術を組み合わせることで、問題の解決に取り組んでいます。

#### ○ゲーム理論に基づく利己的最適制御

インターネットや交通網など、私達は普段から様々な社会システムに支えられています。その際、動画サービスを途切れなく高画質で楽しみたい、目的地までできるだけ早く到着したい、といった思いを持つことは自然なことです。一方で、サービスを支えるシステムの資源は有限です。例えば、コンテンツ配信サービスの場合、配信サーバの処理能力やネットワークの回線容量などが資源として挙げられます。サービスを提供する側のシステムとしてはこのような資源制約の下、できる限り多くのユーザの満足度を向上させるなど、全体最適の考え方が求められます。本研究では、このようなシステム全体としての最適化を個々のユーザの合理的かつ利己的な意思決定の下で実現することを目指しています。

#### ○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、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



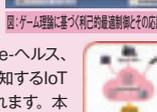
図：DSSトリレンマと関係のブロック・チェーン



図：人と機器の融和に基づく自動避難誘導と地理ビッグデータを用いたリスク分析



図：ゲーム理論に基づく利己的最適制御とその応用



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, vol. 10, no. 6, pp. 2291-2300, June 2019.

■Zhang, Y., Kasahara, S., Shen, Y., Jiang, X., and Wan, J., "Smart Contract-Based Access Control for the Internet of Things," IEEE Internet of Things Journal, vol. 6, no. 2, pp. 1594-1605, April 2019.

■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.

#### 共同研究

NTT、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(A)、基盤研究(C) 特設分野、基盤研究(C)、若手研究、SCAT研究助成、電気通信普及財団2件