

■ 第24回同窓会総会ならびに公開講演会

9月26日(金)に、第24回同窓会総会および同窓会主催の公開講演会を開催しました。講演会には3名の修了生を講演者としてお迎えしました。

2019年博士前期課程修了の五十嵐祐貴氏から「あるソフトウェアエンジニアから見たロボティクスの面白さ」のタイトルでご講演いただきました。汎用的なロボットの実現に伴う技術的な難しさや、基盤モデルの到来がロボティクスに与える影響についてお話を伺いました。さらに、基盤モデル時代の到来によって、ソフトウェアエンジニアとして挑戦とともに多様な可能性が広がっていることについて意見を述べていただきました。

続いて、2014年博士前期課程修了の矢田貝弦氏から「航空会社の整備部門で0から1を生み出すまで～コロナ禍の経験で何が変わったか～」と題してご講演いただきました。COVID-19流行による需要急減という危機に直面し、経営を維持するためにさまざまな新規事業を企画されました。その中で、退役機材の部品を活用した商品企画やドローン製造といった新規事業を実際に創出された具体的な取り組みについてお話しいただきました。常に柔軟かつ力強い姿勢で課題に取り組むお話に、大きな感銘を受けました。

最後に、1999年博士前期課程修了で、現在NTT株式会社主幹研究員グループリーダーを務める甘粕哲郎氏から「NTT研究所のAI研究と実用化に向けた挑戦」というテーマでご講演いただきました。AI研究の歴史とNTTにおける取り組みを紹介いただき、その一事例としてコンタクトセンター向け音声認識の実用化についてお話しいただきました。技術導入の難しさと、それをいかに乗り越え大きな影響についてお話を伺いました。さらに、基盤モデル時代の到来によって、ソフトウェアエンジニアとして挑戦とともに多様な可能性が広がっていることについて意見を述べていただきました。

当日は会場から多くの質問が寄せられ、参加者にとって大変学びの多い講演会となりました。



■ 情報科学研究の最前線

情報基礎科学専攻情報セキュリティ論講座の栗林です。令和7年3月に、電子情報通信学会より「マルチメディアコンテンツに関するセキュリティ技術の研究」への貢献を評価いただき、フェローの称号を賜りました。ご指導いただいた先生方、日々の研究を支えてくださった皆さまに心より感謝申し上げます。

深層学習技術の登場により、マルチメディアコンテンツを取り巻く環境は大きく変化しました。その象徴的な例が、図1に示すようなディープフェイクに代表される誤情報・偽情報の問題です。コンテンツの加工・編集の精度が飛躍的に向上したこと、人間の視覚や聴覚では判別が難しいほど精巧な偽コンテンツが、比較的容易に生成できるようになっています。さらに生成AIを用いて、プロンプトによって入力されたテキストから画像や映像などのコンテンツを自動生成する技術も実用化が進んでいます。

このようなフェイクコンテンツへの対策としては、加工・編集・生成の過程で生じる微細な歪みを抽出し、AIモデルに学習させて識別する手法が研究されています。一方で、その識別器を誤動作させるために意図的なノイズを加える「敵対的攻撃(adversarial attack)」の脅威も増大しており、フェイクコンテンツ対策の難易度は日々高まっています。

私は、マルチメディアコンテンツにごくわずかな信号を埋め込む電子透かし技術の研究を通じて、攻撃者の視点から透かし情報の存在を解析されるリスクにも関心を持ち、研究を進めてまいりました。フェイクコンテンツの検出では、同様に微細な歪みに着目して解析を行う点において、目的こそ異なるものの扱う課題には類似性があり、私の知的好奇心を大いに刺激しました。さらに、敵対的攻撃においては、画像などの入力信号にごく小さなノイズを加えられることから、電子透かし技術の研究で培った信号処理の知見が有效地に活かされました。そうした背景のもと、フェイクコンテンツ対策の研究を比較的スムーズに立ち上げることができました。

幸運なことに、私と同様の関心を持つ国内外の研究者と協力して本テーマに取り組む機会に恵まれ、現在では図2のような国際共同研究の実施に至っております。今後も、フェイクコンテンツ問題に対して、国内外を問わずグローバルな視点から研究活動を展開していきたいと考えております。

マルチメディアコンテンツを取り巻く環境が劇的に変化する中で、新たな技術に関心を持ち、それを積極的に取り入れながら知見を深めていく姿勢は、研究者にとってますます重要なになってきています。学位取得時に取り組んだ研究テーマにいつまでも固執するのではなく、技術の進展に応じて柔軟に対応し、新しい技術を適切に利活用できる能力が求められる時代であると考えております。技術が日々進化し続ける現代において、その変遷のただ中に自らが身を置いていることを常に意識しながら、今後も知的好奇心を原動力として、貪欲に学び、積極的に研究活動に取り組んでまいりたいと考えております。

(情報基礎科学専攻 栗林 総 教授)



▲図1: ディープフェイク画像のカテゴリ分け
▲図2: 日本-スペイン-ポーランド間の国際共同研究プロジェクト(DISSIMILAR)

■ システム情報科学専攻 実時間計算システム論

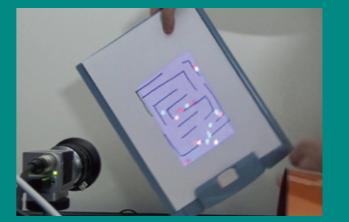
2025年4月に実時間計算システム論講座がシステム情報科学専攻に新設され、鏡慎吾教授が着任いたしました。ロボティクスやヒューマンインタフェースなどのようにシステムが実世界と密に相互作用する応用分野でリアルタイム性が重要なのはもちろんのこと、世界中で大量のデータが絶え間なく生成され続ける今日では、通信帯域やストレージ容量の制限を超えないように有用な情報のみを抽出するリアルタイムエッジコンピューティングが重要となります。

本講座では、高速リアルタイムデータ処理を基盤とした知覚情報処理全般とその応用に関する研究を行っています。処理対象としては特に動画像や3Dデータ、中でも高フレームレート動画像の利用に注力しており、ロボティクス、先端科学計測、映像メディア、ヒューマンコンピュータインターフェース、VR/ARなどの応用分野にて、高フレームレート映像からのリアルタイム情報抽出と動的撮影制御、能動的な光源制御を利用する高速多次元データ計測、低遅延映像ディスプレイのためのエッジデータ処理と可視化・インタラクション応用などの課題に取り組んでいます。近年は、独自開発の低遅延プロジェクトを高速カメラと組み合わせることにより、素早く

動く物体表面上に映像がぴったりと貼りつくプロジェクションマッピングを実現しており、様々な応用を展開しています。

本講座は協力講座であり、教員は未踏スケールデータアナリティクスセンターのエッジデータ処理研究部門に所属しています。研究室はレジリエント社会構築インベーションセンター棟内にあります。未踏スケールデータアナリティクスセンターは、従来のスケールを凌駕するサイズ、速度、分解能、モダリティの多様性を有するデータの計測、処理、解析の高度化やデータ科学人材育成に取り組んでいます。本講座での研究成果はこれらの取り組みに活かされます。

(システム情報科学専攻 鏡慎吾教授)



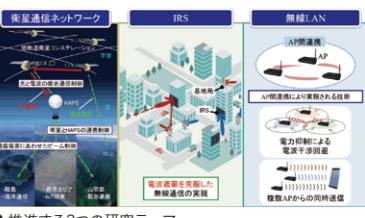
▲低遅延プロジェクタによるインタラクティブプロジェクションマッピング

■ 専攻トピックス

情報基礎科学専攻 Department of Computer and Mathematical Sciences

2024年11月、情報基礎科学専攻ファームウェア科学分野に川本雄一教授が着任しました。川本教授の専門分野は主に無線通信技術です。現代社会において、無線通信技術は人々の生活や経済活動を支える基盤インフラとして、必要不可欠な存在となっています。

川本教授の研究グループでは、無線通信技術に関して主に図に示す3つの研究テーマを推進しています。1つ目は衛星通信です。地球全体にカバレッジを広げる大規模衛星ネットワーク構築や、成層圏に無人航空機を飛ばして通信基地局として利用するHAPS(High Altitude Platform Station)の利用などに着目しています。2つ目はIRS(Intelligent Reflecting Surface)を利用した通信ネットワークです。IRSは多数の受動反射素子で構成される電磁波反射体です。各素子の反射特性を適切に変更して理想的な電波伝搬経路を設計することで障害物の影響を受けない通信を実現することができます。3つ目は次世代無線LAN(Local Area Network)です。次世代規格での実装が検討されているMulti-AP(Access Point)連携技術について検討しています。Multi-AP連携では複数APが情報を共有しながら協調して通信を実行することで、複数APと単一端末の同時通信やAP間の電力調整・周波数リソースの共用が可能になります。従来の単独AP制御では成し得ない大容量な通信を実現します。同研究室ではこれらの中を経由して、多様な社会的課題の解決に貢献することを目指しています。



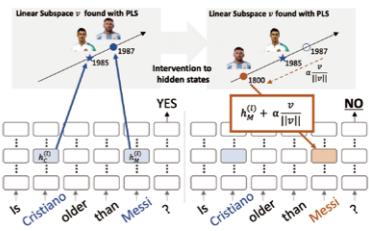
▲推進する3つの研究テーマ

システム情報科学専攻 Department of System Information Sciences

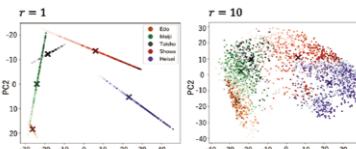
自然言語処理研究室では、乾教授がクロスアポイントメントで所属するMBZUAI(Mohamed bin Zayed University of Artificial Intelligence, UAE)と共同研究を行っています。今回紹介するのは、大規模言語モデル(LLM)の内部における情報処理メカニズム、特に数値や時系列情報の表現と活用方法についての研究です。従来のLLM研究が「アインシュタインはいつ生まれたか?」のような単純な事実の記憶処理に限定されていた一方、より複雑な数値推論や、文化に特有の時系列情報の内部処理の解明に焦点を当てています。

例えば、LLMが「クリスティアーノはメッシより年上か?」といった数値比較を伴う推論を行う際、その内部で低次元の線形部分空間にエンコードされた数値属性を実際に利用していることを示しました(図1)。もう一つの研究では、西洋の人物の生年における時系列方向の既存観察を受け、和暦という独自の暦法体系を持つ日本の人物の生年が、LLM内部でどのように構造化されているかを分析しました。その結果、LLM内部では、日本の時代間の位置は江戸から平成まで単調な順序で並ぶ一方、時代間の方向はばらばらに表現されるという、興味深い特性を発見しました(図2)。

情報科学研究科とMBZUAIは、博士後期課程のダブルディグリープログラムを開始し、国際舞台での研究経験を通じた次世代人材の育成にも力を入れています。



▲図1: 文章中の数値に対応する内部表現を取り出し、予測モデル(PLS)を使ってその値を推定。さらに、比較文における2つの人物の末尾に対する、数値的な操作(介入)を行った。



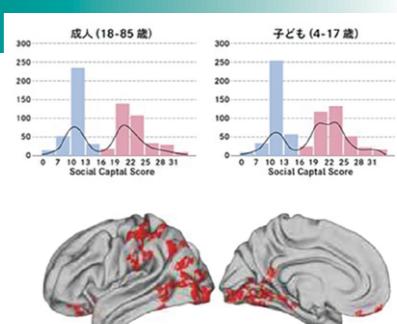
▲図2: Swallow-13bにおける日本の時系列構造のPCAによる可視化結果。左図は1個、右図は10個の潜在変数でPLSの逆変換を使って可視化している。

人間社会情報科学専攻 Department of Human-Social Information Sciences

「親だけに子育ての負担と責任がかかる時代は、限界がきている。」そんな気づきから始まったのが、ムーンショット型研究開発事業目標9「Child Care Commons(CCC)」です。本専攻の細田千尋准教授がプロジェクトマネージャーをつとめ、東北大学を中心に進める本プロジェクトでは、親・子・第三者が緩やかに支え合う共育の場「ウェルコミュニティ®」を社会に実装し、子育ての孤立や少子化という構造的課題に挑んでいます。

これまでに信頼できる他とのつながりが個人のウェルビーイングに与える影響を、社会学、脳科学、心理学による研究から検討をしてきました。例えば、fMRIを用いた脳画像解析では、社会関係資本が豊かな人ほど共感や対人理解に関わる脳領域が発達している傾向が示されており、また、子ども時代に家族以外と築いた信頼関係が、成人後の幸福感や社会的適応に関連することも明らかになっています。さらに、関係性可視化技術、ブロックチェーンなどの情報科学の知見、スマートワールド性解析や数理モデルを通じて、「つながりの価値」を社会科学的に測定しうる枠組みも構築つつあります。

現在は、格差なく子どもが多様な経験や信頼関係を得られるようにする「CCC2.0」へと発展しています。教育・テクノロジー・ロボティクス・倫理を含む学際的な視点で、自治体・企業・学校と連携し、未来の共育インフラの設計と、子育てを共創するための社会価値フレームワークの構築に取り組んでいます。



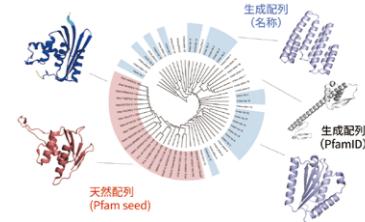
▲上段: 困ったときに頼れる人がほとんどいない人(青)と、多く頼れる人がいる人(ピンク)の分布。成人でも子どもでも世代や親であるかにかかわらず二極化が見られた
▲下段: ソーシャルキャビタルが高い人で、低い人に比べて発達している脳の場所(赤)

応用情報科学専攻 Department of Applied Information Sciences

生命情報システム科学分野の西羽美准教授は、タンパク質研究に最先端のAI技術を取り入れ、これまで知られていない新しいタンパク質の可能性を探る研究に取り組んでいます。タンパク質は、生物の体を構成し、生命活動を支える重要な分子です。私たちの身体のあらゆる細胞で働き、筋肉を動かしたり、酵素として化学反応を促進したり、病気から体を守ったり、多様な役割を担っています。近年、AIの急速な発展に伴い、タンパク質研究も大きな変革期を迎えています。特に2024年には、タンパク質の立体構造を正確に予測する画期的なAI技術「AlphaFold2」がノーベル化学賞を受賞し、大きな話題となりました。

西羽教授はこうした急速に進化するAI技術を背景に、タンパク質専用の言語モデルや拡散モデルを駆使して、既存のタンパク質ファミリーの「隙間」に広がる未踏の配列空間を探索しています。系統樹で枝葉が乏しい領域を計算的「生成」で埋め戻し、まるで進化の過程を追体験するかのように、新たな構造と機能を備えたタンパク質をデザインする——そんな「創発型タンパク質科学」の確立を目指しています。

この生成AIを活用した研究は、「生命をプログラムする」という新しい可能性を開く挑戦でもあります。設計されたタンパク質は、まずコンピューター上で構造や機能を予測した後、実験によってその性質が検証されます。情報科学と実験生物学の融合が進むことで、これまでにない性質をもつタンパク質の開発が可能になり、将来的には医療や産業など幅広い分野での応用が期待されています。



▲タンパク質生成AIで生成されたタンパク質と天然に存在するタンパク質との比較