

# 令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名:大川 剛直

所属・職:神戸大学大学院システム情報学研究科・教授

区分:情報学専門調査班 主任研究員

調査研究題目:情報学分野に関する学術研究動向及び学術振興方策ー 情報学により加速される分野融合研究の新展開 ー

キーワード:異分野融合研究、国内外比較、研究助成事業

科学技術・イノベーション基本計画では、我が国が目指す社会である Society5.0 の実現に向けて、サイバー空間とフィジカル空間の融合による新たな価値の創出を掲げている。また、様々な場面で「デジタル×専門分野」が注目されるなど、情報学と他分野との融合が強く求められている。そこで、本調査研究では、昨年度までの調査研究に引き続き、情報学分野と他分野の融合研究を取り上げ、学術研究動向の調査を実施した。具体的には、国内外学会における研究発表論文を対象に、情報学分野とどのような分野の融合研究が進展しているか、融合研究において利用されている情報学技術・手法は何か、どういった課題の解決に情報学を活用しようとしているか、融合先専門分野が情報学分野に何らかの影響を与えているかなど、多様な観点から分析した。

本年度は、6つの国内外会議における合計約1,800件の発表を調査分析対象とした。分析の結果、融合先分野については、国内外を問わず、生命医学・医療福祉分野が大きな割合を占めている。一方、国内において、環境・災害・エネルギー分野との融合研究が活発に行われていることが特徴的であり、自然災害が多い我が国の事情を反映している可能性が示唆される。利用技術としては、深層学習が圧倒的であるとともに、それ以外も含めた機械学習全体で過半数を占めるなど、まさに、「人工知能」≒「機械学習」の様相を呈している。情報学分野へのインパクトについては、例年に比べ、情報学的な新規性を含む発表件数が大きく増加している。

さらに、情報学分野と他分野の連携を対象とする学術振興方策の調査を目的として、研究費助成支援について調査した。具体的には、令和4年度に公募が行われた研究助成事業から、情報学や他分野との連携が含まれるものをピックアップし、対象分野や規模などについて調査分析した。調査対象のうち、情報学の活用を視野に入れた他分野事業が約半数を占めている。これらにおける融合先分野としては、デザイン・アート、機械、精密加工、物流、医学・衛生学、食品、バイオ・生体、災害、建築、材料、エネルギー、まちづくり、言語、経営など多岐に渡っており、さまざまな分野で情報学の活用が期待されていることが窺える。支援規模としては、情報学そのものへの支援は、他分野の半分程度の支援上限金額に留まるなど、昨年度と同様の傾向が見られた。

# 令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名: 櫻井 保志

所属・職: 大阪大学産業科学研究所・教授

区分: 情報学専門調査班 主任研究員

調査研究題目: 時系列ビッグデータ解析分野にかかる学術研究動向に関する調査研究及び学術振興方策に関する調査研究

キーワード: 時系列解析、IoT ビッグデータ、データストリーム

大規模データの解析、データマイニング技術に関しては、1990年代から本格的に研究が始まり、関連ルール発見やクラスタリングなどが主たる研究課題として取り組まれてきた。2000年代になると、時系列データを扱った研究が盛んになり、検索処理やパターンのマッチングなど、大規模データを扱いつつも、基本的な時系列処理の高速化技術の開発が行われた。そしてグラフ構造データや Web 情報の解析が 2000 年代後半から始まり、2010 年代、そして現在も主たる研究課題となっている。そこでは Google や Amazon、Microsoft、IBM などの IT 企業、さらにスタンフォードやカーネギーメロンなど、アメリカの企業や大学が積極的に Web マイニングやグラフ構造解析、深層学習の研究成果を発表している。

一方で産業界では 2000 年代後半から IoT デバイスの急速な普及に伴い、それらのデバイスから収集した多様かつ大量のデータを高度なサービスに活用しようとする動きが盛んになっている。製造業のスマート工場化も本格化し、このような状況において、IoT ビッグデータ解析は第 4 次産業革命を支える技術として期待されている。産業 IoT においては、ビッグデータ解析技術の中でも、特に IoT デバイスデータの時間発展をとらえる時系列ビッグデータ解析が注目されている。これら多くの研究開発の中心はビッグデータを分析した深層学習の AI 活用であるが、一方で様々な複雑事象から生成される複合的な IoT ビッグデータの中から、高速かつ高精度に重要な情報を抽出し、モデル学習によってモデルを高速に生成、展開するとともに、連続的に生成されるデータストリームから即座に時系列予測を行うための新たな技術が産業 IoT 分野で求められている。

医療分野においては、データ駆動型社会への変革に適用してゆくために、AI、特に深層学習を中心とする機械学習を活用する動きが盛んになっている。医療現場への AI 導入は、診断支援、医療現場の管理業務の効率化、医療の質の向上、患者の負担軽減等への期待度が高い。特に、医療機器の多くの生体センサから時系列的に出力されるストリーミングデータをリアルタイムに解析する技術が注目されている。医療従事者や熟練作業者の「経験知」からだけでは判断や予測が難しい複雑かつ突発的な事象に対し、患者の個人差を考慮しつつも高速高精度で結果を導出できる、従来の深層学習ベースの手法では実現できない新たなアプローチの AI 技術が求められている。

# 令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名:松本 健一

所属・職:国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科情報科学領域・教授

区分:情報学専門調査班 主任研究員

調査研究題目:情報学分野に関する学術研究動向及び学術振興方策

キーワード:新型コロナウイルス、人工知能技術の活用、インターンシップによる研究者養成、データを介した国際交流、学術会合のハイブリッド開催・オンライン配信、論文のオープンアクセス化

情報学分野、特に、ソフトウェア工学分野における学術研究動向としては、ソフトウェア開発における人的要因・側面に関する研究、そして、人工知能技術の活用に関する研究が今後より盛んになり多様になることが予想される。例えば、ソフトウェアの保守と進化に関する国際会議ICSME2022では、10年前の同会議で発表された論文のうち今日の同分野・研究者に最も影響を与えた論文として「プログラミングのQ&Aサイト「Stack Overflow」においてどのような質問を発することが、実装例として参照すべき良いプログラムコードの入手につながるかを定量的に初めて示した論文」が選出されている。同論文は、ChatGPTの登場によって今日注目を集めているPrompt Engineeringに通じるものであり、ソフトウェア工学研究と人工知能技術の親和性の高さを示している。

学術振興方策のうち研究者養成に関しては、ASEAN諸国の学部3年生をインターンシップで受け入れることの重要性が挙げられる。それらの国では、情報学分野における人材育成や日本の大学院への留学への関心は高い。インターンシップでの受け入れは、それら国々と日本の研究者の双方にとって大変有益であり、国際共同研究の契機ともなっている。また、当該分野における学術の国際交流の一つの形態として、学術論文の独創性等の証左データを共同で集積、あるいは、共有することが挙げられる。新型コロナウイルス感染症の感染拡大の影響で交流が停滞した時期もあったが、その重要性・必要性は広く認められており、今後も国際的な展開が予想される。

情報学分野における学術会合のハイブリッド開催は、今後は減少すると予想される。ただし、基調講演・一般講演のオンライン配信は、参加のための交通費等が不要であり、より多くの学生の参加・聴講を可能とする。いわゆる一方向での情報発信ではあるが、国際的な情報交換・研究者育成の面から大変有益であり、今後も継続が望まれる。論文のオープンアクセス化も進展しているが、過分の費用負担が発生しない形でのオープンアクセス化の環境整備・周知が引き続き必要である。

# 令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名: 荒井 幸代

所属・職: 千葉大学大学院工学研究院・教授

区分: 情報学専門調査班 専門研究員

調査研究題目: 知能ロボティクス・知能/知覚情報処理・サービス情報学分野に関する学術研究動向 ～人-人工物系の行動計画と制御におけるソフトコンピューティングと制御理論の統合的利用による研究の傾向と展開の可能性に関する考察～

キーワード: 知能化技術, 自律システム, 機械学習, 制御理論, 科研費審査区分間の横断研究,

近年の知能化技術, 研究は, 医療や災害による被害などの診断, 推薦サービスなど, 認識や分類を担う実システムへと導入が進んでいる. 注意すべきは, これまでのサイバー空間上のサービスから, 人が共存する物理的空間へのサービスへの広がりを見せている点である. 自律運行が期待される自動車, 鉄道, ドローン制御に対して, 情報学がその一端を担うには, 安全性や信頼性を担保するための新たな設計論に関するブレークスルーにつながる学術的な横断研究が不可欠である.

上記要請に関して, 現在の中区分 61「知能ロボティクス, 知能情報学, 知覚情報処理～認知科学」を横断する研究分野の俯瞰と仰視が必要である. そこで, 中区分 61と中区分 21(特に21040: 制御およびシステム工学関連)をカバーする研究コミュニティとして, NeurIPS(Neural Information Processing Systems)や ICM(International Conference on Machine Learning), IJCAI(International Joint Conference on Artificial Intelligence.), AAI(Association for the Advancement of Artificial Intelligence), AAMAS(International Joint Conference on Artificial Intelligence.), IROS(IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems), また近年注目されている ICLR(International Conference on Learning Representations)を調査対象とした.

現在の中区分 61, 21 に関わるキーワード周辺で, Robustness, Control Theory,  $H^\infty$ , Kalman Filter など状態空間モデルを基本とするモデル周辺を趣旨とする論文が増えており, これらの解説やチュートリアルが 2017 年から 2022 年にかけて継続的に企画されている.

特に機械学習系で最も影響力のある NeurIPS では, 2019 年から併設の workshop, Robot Learning において, 2019 年は「Control and Interaction in the Real World」, 2020 年は「Grounding Machine Learning Development in the Real World」, 2021 年は「Self-Supervised and Lifelong Learning」, 2022 年は「Trustworthy Robotics」のサブテーマが設定されており, 機械学習が仮想空間上のサービスから, 実空間における動作信頼性やリアルタイムでの稼働や行動修正の方法へと主軸が移っていることがわかる.

「人間と共生するシステム」開発の技術力の成熟は、「知能ロボティクス・知能/知覚情報処理・サービス情報学分野, さらに人間情報学」の連携の成果である. 今後はさらに, これらの分野(区分)を越えた量子コンピューティングや哲学などへの横断の広がりが不可欠であると同時に不可避であり, ELSI(Ethical, Legal and Social Issues)を踏まえた研究体制の拡充が重要である.

# 令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名:甲藤 二郎

所属・職:早稲田大学大学院基幹理工学研究科・教授

区分:情報学専門調査班 専門研究員

調査研究題目:情報ネットワーク関連および知能情報学関連分野に関する学術研究動向

キーワード:深層学習、コンピュータビジョン、画像処理、若手研究者支援

情報ネットワーク関連分野および知能情報学関連分野の国際会議等に参加し、情報収集と情報交換を行った。2020年度はすべての国際学会がバーチャル開催、2021年度は多くの国際学会がバーチャル開催を継続したが、2022年度はほぼすべての国際学会がハイブリッドで、対面のみに戻った学会もあった。

近年の情報ネットワーク関連分野と知能情報学関連分野に共通している傾向は、深層学習技術の積極的な導入である。知能情報学に関係の深い CVPR 2022 を例に取れば、2015年の投稿数は2,123件、採択数は602件だったのに対し、2022年の投稿数は8,161件、採択数は2,064件まで跳ね上がっている。参加者数も、ハイブリッド開催ではあるが、コロナ禍前の数字に戻って来ている。分野としては、認識、画像生成、三次元復元、低レベルビジョン、自然言語処理融合等の発表件数が多い。

また、深層学習導入の流れは、情報ネットワーク分野の国際学会でも顕著に進行している。最近のキーノートにはほぼ必ずAIを含む発表が含まれ、信号処理、ネットワーク管理、ネットワークサービス開発まで、通信分野への深層学習適用に関する成果発表が増加している。ただし、筆者に近い分野で言えば、深層学習を使ってみましたでは不十分で、信号処理の細かな工夫を深層学習に組み込んだり、品質評価等のメトリックを慎重に損失関数に組み込むなど、多くの研究者が納得できる何かしらのユニークな特徴を持つ手法が採択されている印象がある。

また、最近の情報学分野の著名な国際会議(トップカンファレンス)では、反証(rebuttal)やオープンレビューによって投稿者と評価者のある程度の双方向性を確保しているケースが増え、評価の誤解を回避する上で有効に機能している印象があり、評価者側の負担はある程度は増加するものの、真に有効な若手研究者支援のため、国内でも検討を進めていくことが望まれる。

# 令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名: 四方 順司

所属・職: 横浜国立大学大学院環境情報研究院・教授

区分: 情報学専門調査班 専門研究員

調査研究題目: 情報セキュリティ関連分野に関する学術研究動向ー情報セキュリティと量子関連技術の境界領域における新たな潮流と展開ー

キーワード: 情報セキュリティ, 暗号, 量子技術

情報セキュリティと他分野の境界領域における学術研究動向にかかわる調査研究を行った。特に、近年、世界的に量子関連技術が発展し、情報学の広域な分野に影響を与えているため、量子計算、量子通信等の量子関連技術分野と情報セキュリティ分野の境界領域に焦点をあてて最新の動向調査を行った。情報学広域の専門分野を対象とした主要国際会議 IEEE Symposium on Foundations of Computer Science, ACM Symposium on Theory of Computing、情報セキュリティ関連技術(特に暗号系技術)を対象にした主要国際会議 CRYPTO, EUROCRYPT, ASIACRYPT 等、量子関連技術分野を対象とした主要論文誌 Physical Review A, Quantum Information Processing 等での論文発表を対象に研究動向調査を実施した。

情報セキュリティ(特に暗号学)と量子関連技術に関わる分野横断的研究には大きく分けて2種類の研究アプローチがある。1 つ目は、従来の計算量理論的アプローチを拡張し、量子計算機科学的な観点から導かれる暗号学系分野における成果であり、本アプローチにおけるプロトコルの安全性は量子計算において計算量が制限された攻撃者(量子多項式時間攻撃者)に対して保証されることを目的としている。2つ目の研究アプローチは、不確定性原理、重ね合わせ、複製不可能性等の量子力学的な特性を利用したプロトコル開発であり、本アプローチにおけるプロトコルの安全性は計算能力に制限のない攻撃者に対しても保証されることを目的としている。前者の安全性は計算量的安全性、後者の安全性は情報理論的安全性と分類できる。近年は、上記2つのアプローチを組み合わせた新たな観点からのプロトコル開発も発展している。上記の様々なアプローチによる研究動向として、従来からの量子鍵配送に関する成果に加えて、量子秘密分散法、量子公開鍵暗号、量子デジタル署名、量子コミットメント、量子紛失通信、量子ゼロ知識証明、量子高機能暗号、量子マルチパーティ計算、疑似量子状態生成器、量子疑似ランダム関数、量子ステガノグラフィ、量子マネー、量子依頼計算、量子計算検証、量子ブロックチェーン、コピー防止技術、量子仮定解析、量子ランダムオラクル解析、共通鍵暗号やハッシュ関数の量子耐性解析等、研究テーマが幅広いことがわかった。

# 令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名: 中小路 久美代

所属・職: 公立はこだて未来大学システム情報科学部 教授

区分: 情報学専門調査班 専門研究員

調査研究題目: ヒューマンインタフェースおよびインタラクション関連分野に関する学術研究動向 - 物理・情報融合空間におけるインタラクションデザインの新たな潮流 -

キーワード: xR(クロスリアリティ)、インタラクションデザイン、メタバース

本調査研究では、ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI)研究分野における新たな潮流として、3次元情報空間(仮想空間)技術と物理的存在である人との間の、インタラクション(相互作用)のあり方に着目した。

VR(Virtual Reality)は、物理演算に基づいて3次元情報空間を構築し、CAVEと呼ばれる没入型ディスプレイやVRゴーグルといった表示装置を用いてユーザに仮想世界を体験可能な形で提示する技術である。AR(Augmented Reality)は、ユーザが存在する物理空間に配置する形で情報提示する技術であり、スマートフォンのカメラなどを用いて現実空間上に仮想の物体が存在しているような情報をディスプレイ上に提示する。MR(Mixed Reality)は、VRとARを混合する位置づけのものであり、透過性ゴーグル型ディスプレイを着用することで、現実世界を認識している状態で仮想の物体が重畳表現されるといった体験を可能とするものである。昨今では、これらを総括して、xR(Cross Reality)技術と呼ばれることも多い。

これらのxR技術は、今日では広く一般的なプロダクトやサービスとして普及し始めているが、現状ではあくまで情報提示システムとして位置づけられている。ユーザが情報を取捨選択するというレベルでのユーザによるインタラクションは想定されているものの、物理的な身体を有するヒトとしてのユーザと、3次元的に表示される情報空間との相互作用についての理論やモデルは、いまだ確立されていない。メタバースと呼ばれる、三次元空間内に自己をアバターとして存在させミーティングや会議を介して他者と関わるサービスは、産業界からも大きく着目されている。このような、ビジネス先行型の技術領域において、3次元情報空間技術と物理的存在である人との間の、インタラクション(相互作用)のあるべき姿を、技術的、認知的、倫理的側面から学術的に解明することは、ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI)研究分野においては喫緊の課題であり、今後の大きな潮流となると考えられ、その潮流を追った。

本調査研究では、仮想空間内のオブジェクトとの、身体を含む物理的な機構を介したインタラク



ション、物理空間内のオブジェクトとの、仮想的な情報オブジェクトを介したインタラクションなどを対象として、当該分野の第一線の研究者らによる講演会を開催した。講演会や研究者らとの議論を通して、仮想空間と物理空間の重ね合わせに加えて、時間的なずれを重ね合わせるといったアプローチが xR の潮流のひとつとして大きな意味をもつと考えられることや、伝導性を有する陶器の絵付けといった、アクチュエーターとは異なる次元での物理的な情報表出の手法が xR を構成する要素として大きな役割を果たすことが示唆された。また、哲学や数学分野の研究者らとのミーティングを通して、xR という語に含まれる Reality (現実) はそれぞれ個々人に属するものであり、人の数だけ Reality が生じ得るということ、また、物理空間を共有した状態での動作を伴うインタラクションが物理空間に及ぼす作用や、仮想空間内でのインタラクションが物理空間に及ぼす作用について論じ記述するための、語彙やタクソミー(分類法)といったものの必要性が認められた。

# 令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名:橋本 昌宜

所属・職:京都大学大学院情報学研究科・教授

区分:情報学専門調査班 専門研究員

調査研究題目:計算機システム関連分野に関する学術研究動向

キーワード:In-Memory-Computing、AI ハードウェア、宇宙機器、ハイブリッド開催

計算機システムやその周辺分野で盛んに研究が行われ、領域の融合や新たな領域が起こりつつあり、今後重要性が増すと思われるニューロモフィックコンピューティング、リザーコンピューティング、セキュアコンピューティング、リコンフィギャラブルコンピューティング、高信頼集積システムに注目しつつ、これらの研究分野を支える集積システム設計技術、集積デバイス設計などを中心に動向を調査した。具体的には、関連する国内会議・国際会議(IITC, MWSCAS, ITC-Asia, RADECS, ICCAD, ATS, NeurIPS, ASP-DAC, ISSCC, IRPS)に参加し、研究発表の動向を確認するとともに、専門分野の研究者とのディスカッションを通じて、当該分野の先端研究状況や、新たな研究の方向性・展開についての調査を行った。チップ間の高密度実装技術、AI ハードウェアのアーキテクチャやその設計支援技術ならびにテスト技術、In-Memory computing 向けの回路や設計支援・テスト技術、AI を活用した設計やテスト技術などが活発に研究されている。特に、加熱している In-Memory Computing 現時点でチップ内だけに注目した研究が多く、チップの外までを含めた大域的な省電力コンピューティングへの展開が望まれる。また、宇宙機器の開発が、官民とも多くの国で活性化している一方で、日本では立ち上がりが遅れている。分野の活性化に期待したい。

今年度は、多くの会議がハイブリッド開催となった。国際会議では、オンサイト参加により数年ぶりに海外研究者と顔を合わせて挨拶や議論ができ、情報交換に大変有効であった。また、オンデマンドビデオ視聴は後日じっくりとプレゼンテーションを確認できる利点があり、両方の良い点が活かせるフォーマットは有意義である。ただし、開催者の労力は確実に増えるため、今後ハイブリッド開催が一般化するかどうかは不透明である。

# 令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名:小野 順貴

所属・職:東京都立大学システムデザイン学部・教授

区分:情報学専門調査班 専門研究員

調査研究題目:知覚情報処理関連分野(音響信号処理)に関する学術研究動向ー知覚情報処理関連分野(音響信号処理)における機械学習の利用と最適化手法ー

キーワード:音響信号処理、機械学習、音響シーン認識、音響イベント検出

音信号処理の分野は、音声(Speech)と音響(Audio)で異なるコミュニティに分かれており、音声分野では音声の認識や合成のために従来から機械学習が積極的に用いられてきた。一方、音響分野では従来はモデルベースの手法が主流であった。しかし近年は、音響信号処理分野でも様々な形で機械学習が用いられるようになってきている。

典型的な適用例は雑音除去や音声強調である。従来の統計モデルでは、多様な雑音スペクトルや音声スペクトルの形状を十分に表現することは困難であったが、深層学習技術の著しい発展により、大量の音声や雑音データをニューラルネットワークに学習させることで、目覚ましい性能向上がもたらされている。例えば、IWAENC (International Workshop on Acoustic Signal Enhancement)(Bamberg, Germany)は、音声強調を中心とした音響信号処理分野の国際会議で、2022年は新型コロナウイルスの流行以来、久しぶりの対面開催となった。この会議でも音声強調だけでなく、音源方向推定、残響除去、音源分離など、様々な問題への機械学習の適用が報告された。

また、近年の動向として、音響シーンやイベントの検出と分類(Detection and Classification of Acoustic Scenes and Events)という、音環境理解の問題への関心の高まりがある。これは、音声、音楽に続き、あらゆる音を対象とした音環境の理解を試みるもので、具体的には、音信号から録音されたシーン(例えば公園、オフィス、カフェなど)や音響イベント(例えば人の話し声、掃除機の音、水道から流れる水の音など)を認識する問題である。2016年以降はこのトピックを扱う国際会議と国際コンペティションが毎年開催されるなど、国内外で研究の盛り上がりを見せている。この問題では、録音環境の違い、音響イベントとマイクの位置関係、残響、複数音の混合などが生じるため、音響分野の研究者も積極的に参入しているが、認識問題のため機械学習の利用は前提となっており、ラベル付けのコストの低減や異なる環境への適応などが議論されている。

# 令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名: 斎藤 英雄

所属・職: 慶應義塾大学理工学部・教授

区分: 情報学専門調査班 専門研究員

調査研究題目: 「知覚情報処理関連分野に関する学術研究動向」—画像センシングや3次元画像処理のための機械学習技術の活用動向—

キーワード: 自由視点画像生成, Neural Radiance Field, 動き推定, イベントカメラ

機械学習による画像関連技術の進歩について、関連学会への出席や専門分野の研究者との共同研究・議論を通じて調査した。

まず、最近の機械学習による画像関連技術の進歩の一つに、多視点画像からの自由視点画像生成技術に機械学習が導入され、従来の画像生成の性能を大きく凌駕したことが挙げられる。この代表例である ECCV2020 で提案された NeRF は、特定のシーンごとに多視点画像から計算時間を要する機械学習モデルを構築する必要があったが、最近では、撮影した多視点画像から学習済みモデルを利用して即座に自由視点画像を生成する手法等、NeRF の制約を打ち破る研究が非常に盛んに行われている。その一例が CVPR2022 で発表された Ref-NeRF であり、従来の NeRF による視点依存の放射輝度のパラメータ化を反射輝度の表現に置き換えることにより、鏡面反射のある物体表面に対してもリアリティの高い自由視点画像を生成できることを示した。

従来は古典的な対応点マッチングによる PnP 問題として解かれてきた任意の 3 次元物体の位置姿勢推定にも機械学習が盛んに利用されている。CVPR2022 で発表された EPro-PnP では、2D-3D 点対応を信頼度の重み付けがなされた学習可能なパラメータとする確率的アプローチを提案している。

さらに、画像センシングに必要な画素値の変動に着目し、イベントカメラで得られるデータに機械学習を利用した研究が非常に盛んになってきている。イベントカメラは、フレーム取得時間間隔の制約に縛られない高速な変化を捉えた画像センシングを実現可能となるが、従来の手法では、処理対象・目的に応じて設定した時間窓内で発生した全イベントを蓄積して「フレーム画像」に変換するものが主流であった。しかし、近年は、得られる「イベントデータ」毎にセンシング・認識結果を出力可能なアルゴリズムを開発・提案する研究が盛んになっており、特に対象の動きを推定するアルゴリズムに大きな進展が見られる。

今後も、これらの分野における研究が進展し、新たな技術や手法が提案されることが期待され、引き続き調査を行っていききたい。

# 令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名: 戸出 英樹

所属・職: 大阪公立大学大学院情報学研究科・教授

区分: 情報学専門調査班 専門研究員

調査研究題目: 情報ネットワーク関連分野に関する学術研究動向

キーワード: 情報ネットワークに関する調査分析、新たな研究分野、研究トレンド

情報ネットワーク系全般を発表ターゲットとして包含している IEEE Globecom2022 で開催されたセッションピック・採択論文を中心にトレンドの詳細を分析・調査した。その結果、主要技術トレンドとして、機械学習応用技術、高度無線通信技術、非地上系ネットワーク (NTN) 技術、Beyond 5G 関連技術、セキュリティ・攻撃防御検知技術、Internet of Things (IoT) 関連技術、エッジコンピューティング/クラウド関連技術が挙げられる。

注目トレンドの 1 つである機械学習の適用領域としては、セキュリティ、空中ネットワーク、コグニティブ無線、E-Health、ネットワーク管理、IoT などが挙げられ、AI・機械学習の適用研究が多様な情報ネットワーク関連分野に浸透し、成熟しつつある。大容量かつ効率的な無線資源割当を含む高度な無線通信技術に関する研究テーマは多岐にわたっている。特に近年、Beyond 5G 関連技術の研究、低軌道衛星 (LEO) など多数の非静止軌道衛星による地球規模無線ネットワークアーキテクチャ・NTN 制御の研究や、ドローンなどの移動体を利用した空中ネットワーク系の研究などが活発化しつつあり、そのサービス応用も含めて注目度が極めて高い。

一方、国内でネットワークシステム全般を対象とした研究会である、電子情報通信学会ネットワークシステム (NS) 研究会で 5 月に発表された、NS 研究専門委員会幹事団による 2021 年度のレポートにおいて、2021 年度の研究テーマ別発表件数が 2020 年度と対比的に集計されており、2021 年度では、1 位から順に、無線/モバイルが 34 件、アプリケーション/セキュリティが 29 件、ネットワークシステムが 21 件、アドホック/センサ網が 16 件、トラフィック制御が 12 件、プロトコルが 10 件 (以下省略) と続いている。2021 年度と 2020 年度を比較すると、2021 年度はアプリケーション/セキュリティ、ネットワークシステム、AI/機械学習、ルーティング、伝送制御、クラウド/データセンタ関連の発表が相対的に増加している。ただし、総講演件数は、微減傾向にある点がやや懸念される。ただし、今後、Beyond 5G 関連技術などが起爆剤となり活性化することが期待される。