

電気電子情報通信工学専攻 情報通信工学部門 ワイヤレスシステム工学領域 (三瓶研究室)

教授 三瓶 政一 助教 高橋 拓海 事務補佐員 種子 千夏 (博士1名 修士17名)

すべての人とモノがつながる IoT 社会では、これまで断片的にのみ利用されてきた知識や情報をあらゆる箇所から集約・共有することが可能となる。こうして得られたビッグデータを人工知能 (AI) が解析し、必要なときに必要な情報・サービスが提供される世界が実現される...

内閣府が第5期科学技術基本計画 (Society 5.0) で提唱した未来社会

Q. ホントにできる? → A. 実現するための通信工学コースの研究室です

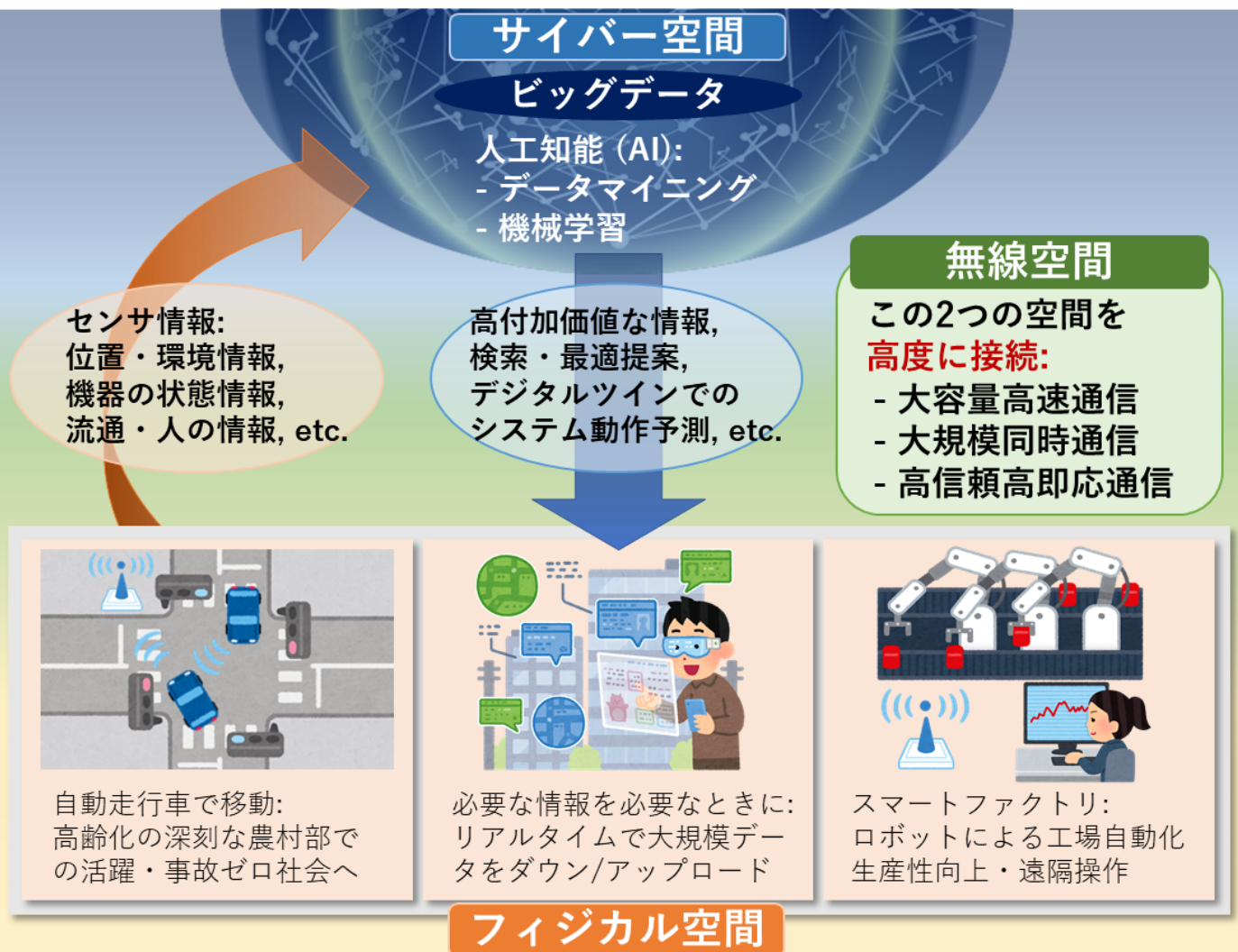
なかでも三瓶研究室は“すべての人とモノがつながる”を実現する社会情報基盤としての無線通信技術に注力しています!

高まり続ける無線通信技術の重要性

Sampei lab.

Society 5.0では、集約された膨大なビッグデータをAIが解析し、ときには必要な情報として、ときにはロボット等を介したサービスとして人間にフィードバックされる未来社会が描かれています。しかしその実現には、**大前提として「サイバー空間 (仮想空間)」と「フィジカル空間 (現実空間)」**を高度に接続する「無線空間」の発展が必要不可欠です (下図)。

この基本計画とユーザ要求を背景に、5G ではこれまでの人と人 (あるいはモノ) を高速回線でつなぐ通信だけでなく、大量のモノとモノをつなぐ通信、高信頼・超低遅延の通信の実現も目標に掲げており、現在はさらにその先、5G beyond や 6G の基礎検討も始まっています。



研究内容例 (詳しくは takahashi@comm.eng.osaka-u.ac.jp まで気軽にどうぞ!)

三瓶研究室では、自動運転やロボット・自動運搬車が共存するスマートファクトリなど、5Gを利用した無線システム構築の検討だけでなく、5G beyond や 6G と呼ばれる次世代無線通信システムを実現するための数理的基礎研究も盛んに実施しています。

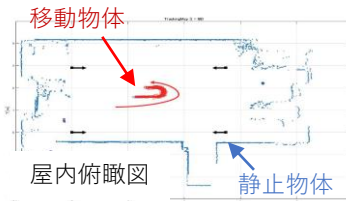
モビリティマネジメントを含むスマートファクトリ実現のための無線システム構築

屋内空間で移動を伴う物体の制御を実現するための基礎検討

屋内での移動物体制御を実現する上で、移動対象から死角を限りなく減らすことは重要な課題です。これを解決する方策の一つとして、車両周辺の広範囲をカバーするLTE通信と車車間のD2D (Device to Device) 通信の異種混合ネットワーク (HetNet) 構成があります。本研究では、車両間で共有する情報を適切に選択・管理することで、高精度なモビリティマネジメントシステムの実現を図ります。

ロボット・自動運搬車が共存するスマートファクトリの実現

スマートファクトリの実現に際して重要となるのが、工場内に存在する物体の位置情報の高度な共有技術です。本研究では、5G環境下での情報共有を前提に、環境認識技術であるLiDARが取得した時系列の深度情報に基づいた静的・動的物体の区別と、時空間グラフによる経路予測を併用して、実用化可能な屋内動態管理システムの設計を目指します。



統計的多次元信号処理と機械学習の融合 (数理統計x最適化x機械学習)

大規模MIMO (Multi-Input Multi-Output)

大規模MIMOは、送受信機で多数のアンテナを用いて情報を空間的に多重し、大量の情報を伝送する5Gの中核技術です。さらにIoTデバイスの普及を背景に、大量の端末からのデータ集約を目的とした大規模マルチユーザMIMO (右図) の需要が高まっています。しかしこの場合、多数のユーザ情報を受信機で同時に処理する必要があるため、従来の信号処理手法では実現不可能な処理演算量となってしまう問題があります。

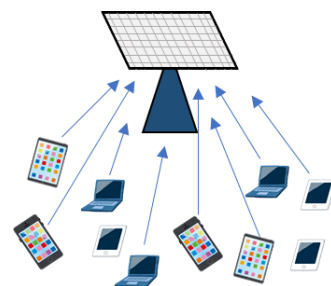
“More is different.” (量が増えると質が変わる)

扱う信号の多次元化は、本来、信号処理量の増加を招くものです。しかしその次元数が非常に大きくなると、面白いことに、処理量を大きく減らしつつ高い性能を達成する信号分離手法を構成することができます。これらの手法は、多数の質点の集団的な挙動を与える熱力学・統計力学の知見を基礎としており、さらにはデータ解析を目的とした人工知能分野で提案された手法との類似性も見出されています。このように、高度な無線信号処理の実現には、分野横断的な視点が必要不可欠です。本研究の目的は、より効率的な多次元信号処理の創出であり、その成果は本質的に同じ問題を扱う幅広い分野への貢献となります。

機械学習との融合 (理想と現実のずれのモデル化)

こうした多次元信号処理を無線通信システムで利用するには、乗り越えるべき課題があります。それは、現実の無線環境が、統計力学やビッグデータ解析で与えられるような理想的な大規模モデルになっていないことです。送受信アンテナ数が精々数十から百というのは、前述の分野でいうと少なすぎますし、受信信号の観測相関性や量子化誤差など、無線特有の問題もあります。このようなモデル誤差は数理的なモデル化が難しく、これまで有効な手立ては多くはありませんでした。しかし、近年の計算機性能の向上に伴う深層学習技術の発展に伴い、この隔たりを埋める解決の糸口が見出されつつあります。統計的多次元信号処理と機械学習の融合は新しい研究分野であり、現在のホットトピックです。

数十~百程度のアンテナを
具備した受信機



数十の大量の無線端末

機械学習に基づく屋内位置推定・環境認知

BLE (Bluetooth Low Energy) 受信電力強度に基づく屋内位置推定

超省電力なIoT通信規格として広く普及している BLE に焦点を当て、ユーザ端末からの信号を天井に設置された多数センサで受信し、その電力強度から屋内におけるユーザ位置を推定する研究も盛んに実施されています。こうしたシナリオでは、受信電力の不安定性と屋内環境に依存した電波干渉構造を解析的にモデル化することは困難であり、機械学習による位置推定手法の有効性が知られています。本研究では、センサの空間的配置を考慮した畳み込みニューラルネットワーク (CNN) を利用し、受信電力以外にも、多機能端末を前提に取得したセンシング情報も用いて統合学習を行うことにより、さらに高精度な位置推定技術の確立を目指します。

