

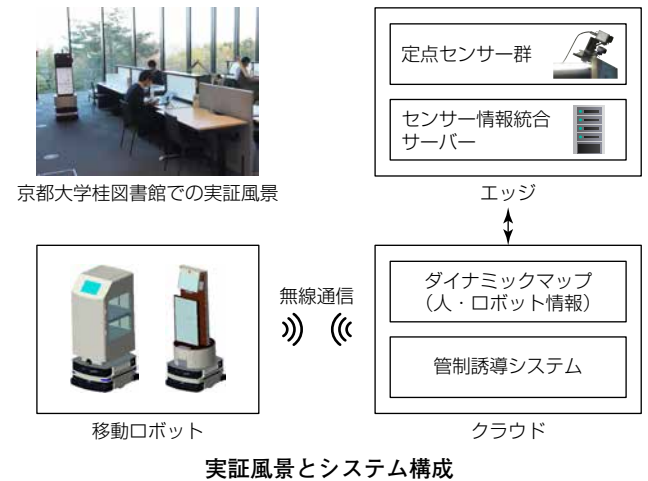
人との共存に向けた移動ロボットの実証実験



Mobile Robot Demonstration for Coexistence with Humans

自律移動型サービスロボットの社会実装が始まっているが、多くの人と混在する複雑な環境下では移動に長時間を要するなど課題が残っている。ロボットが人間社会に浸透し共存していくためには、ロボットのための対人技術を構築し、実証実験を積み重ねて実用性を高めていく必要がある。そこで今回、屋内の定点センサーと連携するロボットシステムを開発し、京都大学桂(かつら)図書館を実証フィールドとして実験を行った。開発したシステムでは、ロボット単体では必ずしも得ることができない人の位置情報を熱画素センサーや深度センサーなどの定点センサーで取得してクラウド上のダイナミックマップに集約し、その人位置情報を利用してロボット誘導を行う。実証実験では、複数ロボットによる音声案内を題材として、図書館利用者に対するロボット誘導の効果を検証した。変化する人位置情報を利用して複数のロボットを動的に誘導することで、ロボット移動時間を約40~60%効率化できた。また、本棚通路のような狭小空間でロボットと人が安全にすれ違え

ることも確認した。今後は、各ロボットが進行方向の移動可能空間を詳細に把握するために、定点センサーに加えてロボット搭載センサーの情報を融合することによって、更なる違和感のない誘導技術を実現する。



商品推薦に向けて言語モデルの文章再生成処理を用いた知識グラフ自動構成技術



Automatic Construction of Knowledge Graph for Product Recommendation by Regenerating Sentences Using Language Model

従来の商品推薦は、購買行動が似ている他顧客の購入商品を推薦するため、顧客の要望に沿わない場合がある。今回開発した知識グラフ自動構成技術では、“商品の機能と役割を説明するグラフ”を自動で作成し、顧客の要望に沿った商品を推薦する。例えば、顧客が“見守りサービス”を既に購入しており、新たに“オンライン診療”や“IoT(Internet of Things)冷蔵庫”を推薦する際は、まず“見守りサービス”の商品説明文を参照する。このうち、商品の機能に関わる単語“動き”をマスクし、言語モデルを用いて穴埋め問題を解くように商品説明文を再生成し、“身体の状態”を得る(図1右)。次に、“オンライン診療”や“IoT冷蔵庫”などの顧客が未購入の商品説明文に対しても同様に文章再生成を行う。最後に、再生成した商品説明文をグラフ化し、共通項である“身体の状態”を顧客の要望に

関わる要素として関連付ける(図1左)。その結果、動きを検知する“見守りサービス”の関連商品として、体調を診る“オンライン診療”，食生活を監視する“IoT冷蔵庫”が“身体の状態”を介して接続され、このグラフをたどることで顧客の要望に沿った商品の推薦が可能になる。今後は、製品・サービスの推薦技術として製品化に必要な、専門用語などドメイン知識に対応するための技術開発を行う。

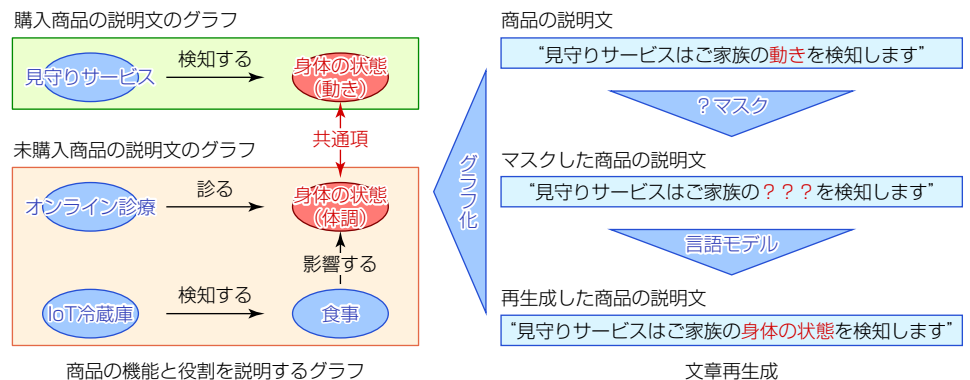


図1-商品説明文のグラフ化による顧客要望の探索

1. 背景

昨今のコロナ禍をきっかけに多くの企業で働き方改革が進められている。在宅勤務制度などが広く普及し、それに伴ってオフィス環境への新しい取組みなども進められている。特に注目されているのが、ABW(Activity Based Working, 仕事の内容に応じてワーカーが効率的な業務を行うため、いつ、どこで、どのように働くかを自立的に選ぶ働き方)である。ABWでは作業効率や生産性が高まる一方、誰がどこにいるか分からない等の課題がある。

こうしたABWの課題を解決するツールとして、当社では“MELRemo-IPS”を開発している。

2. MELRemo-IPSの主な狙い

MELRemo-IPS(図1)の主な狙いは次のとおりである。

(1) 位置検知によるワーカーの居場所把握

空調機の電波強度に基づいて検知したワーカーが使用するパソコンの位置情報をクラウド上でデータ共有し、どこからでもオフィス利用状況を把握できる。位置検知の精度(検知位置と実際の位置との距離)は3m程度を想定している。

(2) ワーカーによる最適なワークエリアの選択

空調機が計測した温度や、ワーカーの位置を可視表示し(図2)、エリアごとの温度や混雑具合を参考にワーカーが個人の好みに適した快適な空間を選択できる。

(3) オフィス利用状況に合わせた空調自動制御

空調機付近のワーカーの在/不在を判定し、空調機のON/OFFや換気量等を自動制御することで快適かつ省エネルギーなオフィス空間を提供する。

(4) システム導入の容易化

オフィスに屋内位置検知システムの導入を阻害する要因として、数多くのビーコンの施工コストやエンジニアリングの煩雑さが挙げられる。当社空調機をビーコンとして活用し、この課題を解消することを検討している。

3. 社内実証試験でのMELRemo-IPSの評価

当社ZEB(net Zero Energy Building)関連技術実証棟SUSTIE(サスティエ：フリーアドレスの実証棟)と本社ビルに社内実証環境を構築した。

SUSTIEでの居場所把握の有効性に関しては、61%のユーザーが人探しに役立ったと回答した。MELRemo-IPSを利用していない74%のワーカーの居場所も把握したいとの要望もあり、ツール利用率を向上させることで、ツール有効性の更なる向上が期待できる。

また、本社ビルでの居場所把握の有効性に関しては、81%のユーザーが人探しに役立ったと回答した。本社は利用率も高く、約140名が利用しており、ワーカーの居場所把握に有効に活用されている。

4. むすび

ABWの課題を解決するツールとして開発した“MELRemo-IPS”のシステム概要と社内実証試験状況について述べた。今後も位置検知技術の活用や、空間を見える化することで、将来の様々な課題を解決するソリューションの実現を進める。

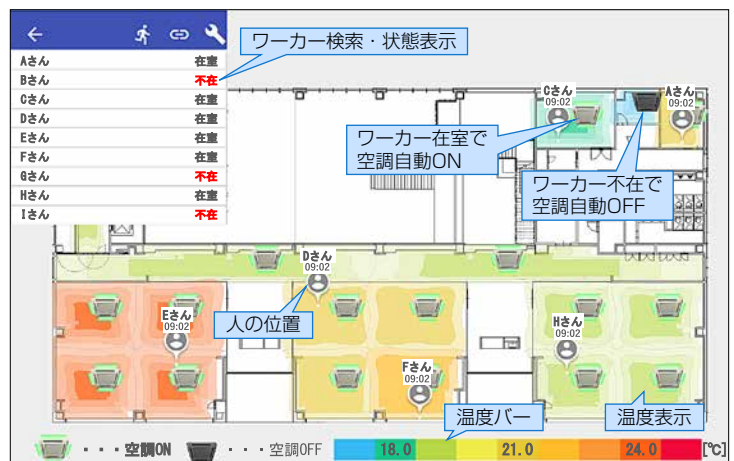


図2-MELRemo-IPSのモニタリング画面

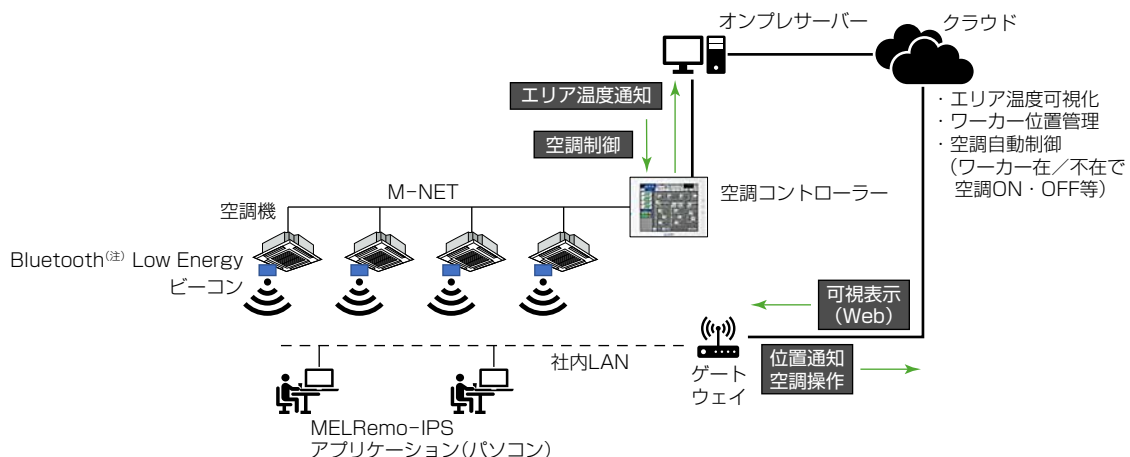
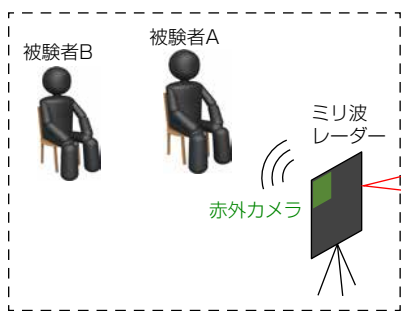


図1-MELRemo-IPSシステム構成

高齢世帯の増加に伴い、屋内の人物の安否や健康を遠隔から見守る技術への需要が高まっている。当社では、プライバシーを確保しつつ、対象者の在／不在／転倒の検知、バイタル情報(呼吸数・心拍数)の計測や、室内の発熱物監視等を実現するため、赤外カメラと高分解能ミリ波レーダーを組み合わせたセンサー融合システムを開発している。

センサー融合は、バイタル計測でもその効果を発揮する。ミリ波レーダーを用いて人物の体表面の微(かす)かな動きを計測して呼吸数・心拍数を推定する従来の製品は、主にセンサーに正対する一人の被験者を対象に計測を行う。これに対して、今回開発のシステムではまず赤外センサーで得られた画像からAIによって人物を検出して位置を特定し、次に検出された人物に対してミリ波レー

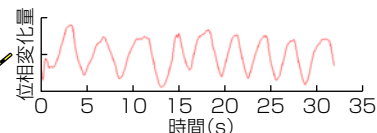


実験環境

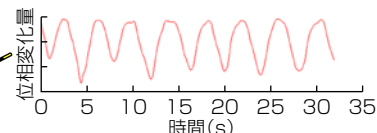


赤外画像

評価環境とバイタル推定結果



レーダーによる人物位置・バイタル推定結果
呼吸数：15.2bpm 心拍数：51.9bpm



レーダーによる人物位置・バイタル推定結果
呼吸数：17.8bpm 心拍数：62.6bpm

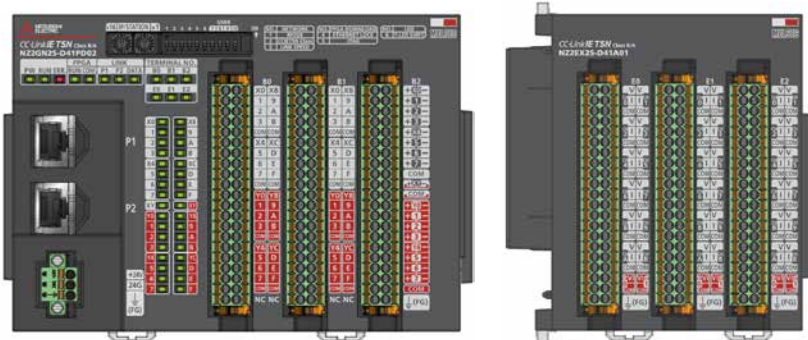
レーダーで観測された胸部往復運動に伴う位相変化量と抽出されたバイタル情報

三菱電機シーケンサ“MELSEC” CC-Link IE TSN FPGAユニット

従来は専用ボードで実現していた“高速かつ安定した応答”が求められる制御領域へ適用可能な汎用シーケンサユニットを製品化した。これまでもこの領域向けにはiQ-RシリーズとLシリーズで小規模制御向けにフレキシブル高速I/O制御ユニットを展開してきたが、より複雑かつ大規模な制御向けにも適用可能な“CC-Link IE TSN FPGA (Field-Programmable Gate Array)ユニット”を今回発売した。主な特長を次に示す。

- (1) FPGA内の回路をユーザー自身がHDL(ハードウェア記述言語)で設計することで自由度が更に上がって、より複雑な入出力制御が可能である。
- (2) アナログ入出力が加わって、また入出力点数も従来製品の26点から最大192点に大幅向上し、適用用途が拡大した。
- (3) 拡張ユニットによって、入出力種類・点数を変更可能である。
- (4) ブロックタイプに見直して、またこの製品単体でも使用可能(ネットワーク未接続)にすることで、実機動作確認や専用ボードからの置き換えが更に容易になった。

- (5) CC-Link IE TSNに加えて、シンプルCPU通信、FTP(File Transfer Protocol)(クライアント)通信、SLMP(Seamless Message Protocol)通信などのネットワークにも対応することで、システム構成の自由度が向上した。
- (6) 最速1μs周期での超高速ロギングを可能にし、またロギングデータをCSV(Comma Separated Values)ファイルへ自動加工できるため、転送先での処理工数や処理時間を削減又は軽減可能である。



CC-Link IE TSN FPGAユニット

CC-Link IE TSN Master/Local Module Optical Fiber Cable Model

CC-Link IE TSNは、高速・高精度なリアルタイム通信を行うことができ、制御通信(一般/安全/駆動)と情報通信の統合を実現する産業用オープンネットワークである。このたび、ネットワークインターフェースに1000BASE-SXを用いた“CC-Link IE TSNマスタ・ローカルユニット(光ファイバーケーブル対応)”を発売した。

主な特長を次に示す。

(1) 長距離配線

従来(ツイストペアケーブル)の最大局間距離100mに対して、光ファイバーケーブルは局間距離を最大550mまで伸ばすことができ、長距離配線のシステムを構築可能である。

(2) 高速・大容量通信

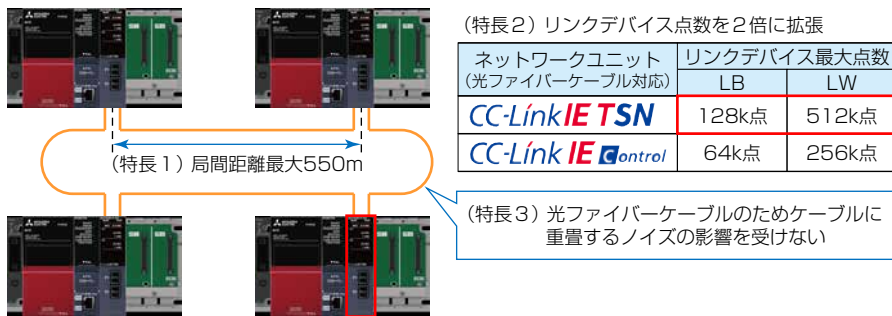
従来のコントローラー間通信ネットワーク(CC-Link IE Control)と比べて、リンクデバイス点数を2倍(LW: 256k点→512k点)に拡張した。これによって、より多くの制御データ・保全データを必要とする大規模生産

システムにも対応可能である。

(3) ノイズフリー

光ファイバーケーブルによって、ケーブルに重畳するノイズの影響を受けない通信システムを構築可能である。

これらの特長によって、次世代生産システムで高速・大容量のコントローラー間通信の要望が強いFPD(フラットパネルディスプレイ)分野や自動車分野等で採用が検討されており、CC-Link IE TSNの更なる規模拡大が見込まれる。



CC-Link IE TSNマスタ・ローカルユニット(光ファイバーケーブル対応)

LB: リンクリレー, LW: リンクレジスタ

システム構成例と特長

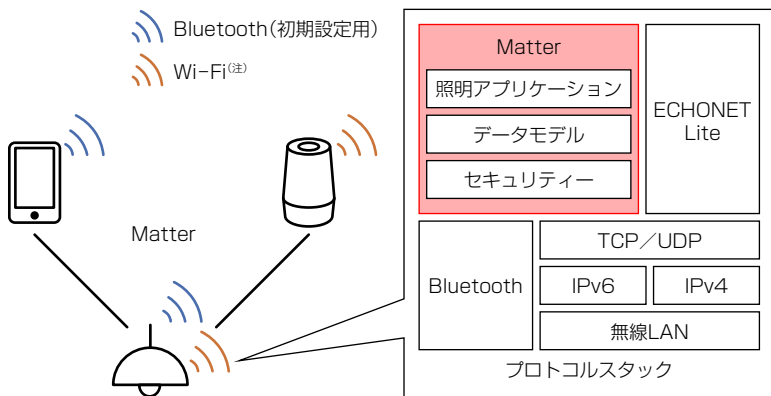
ホームネットワーク規格Matterの取組み

Initiatives in Home Network Standard "Matter"

スマートホームの通信規格として、ITプラットフォームや半導体ベンダーが中心になって仕様策定を進めているMatter(注)が注目されている。Matterは、①シンプル設定&操作、②相互運用性、③信頼性、④セキュリティを特長とする規格である。これまでスマートホーム分野で、通信の初期設定や通信プロトコルは各社独自で開発することが多く、各社エコシステム間の相互運用性に課題があったが、Matterはこの課題を解決する規格になっている。当社は、家電・住設機器の無線LANアダプターを

対象に、Matterの仕様に準拠するためBluetooth(注)やセキュリティICを搭載した試作基板を開発し、実際に照明を模擬したMatterアプリケーションの搭載、及びMatterの機能の評価を実施した。家電機器をMatterに対応させることによって、ユーザーは各種家電機器を連携するスマートホームを構築することが可能になる。また、既に普及しているホームネットワーク規格であるECHONET Lite(注)に対応した家電機器との連携制御も可能にするため、MatterとECHONET Liteを収容するシステムも検討

している。これによって、従来の機器データに加えて、Matter機器の情報も活用することが可能になり、エネルギー管理等のより魅力的なホームソリューションが実現できる。



TCP: Transmission Control Protocol, UDP: User Datagram Protocol

Matterの試作システム構成



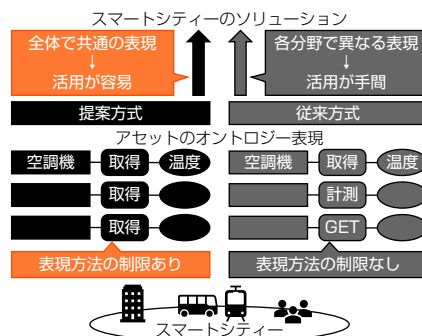
無線LANアダプター試作基板

スマートシティのアセットマネージメントのためのオントロジー表現技術

Ontology Construction Method for Asset Management in Smart City

街の利用者のQoL(Quality of Life)向上を目的に、都市のアセットを分野横断的に活用するソリューションが求められている。しかし、分野ごとにアセットの表現が異なるため、活用には分野ごとの表現を理解する手間がかかっていた。そこで、分野によらない共通のアセット表現として、オントロジーを用いる技術を開発した。業界標準のソフトウェアが採用するオントロジーは自由度が高く、アセットを複数の形式で表現できるため曖昧さが残る。そのため、表現方法を9種類に制限するルールを定義して、同じ機能を持つアセットは別の分野であっても同じ表現になるようにした。これによって、活用するアセットを容易に検索・

把握できるため、分野横断的にデータ分析や連携制御を実現できる。



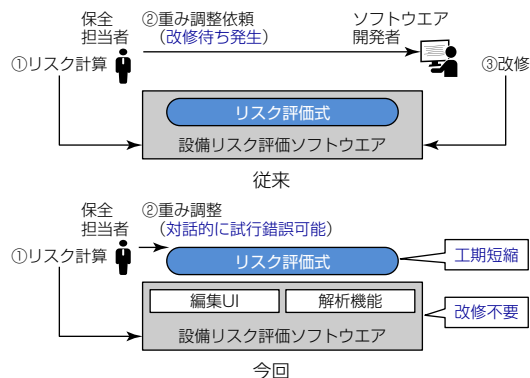
スマートシティのアセットマネージメントのためのオントロジー表現技術

対話的な設備リスク評価を可能にする設備リスク評価基盤

Software Framework for Interactive Risk Evaluation of Assets

電力、道路等のインフラ維持管理で、設備の故障リスクに基づいて保全計画を作成するリスクベースメンテナンスが注目を集めている。評価対象設備に対して、監視データや点検記録等を使ってリスク計算するリスク評価式は、案件ごとに異なる。従来は、保全担当者とソフトウェア開発者の間で試行錯誤し、固定のリスク評価式をソフトウェアに組み込んでいた。この結果、工程が長期化し、評価対象設備の追加・変更に伴うリスク要因の重み調整や、評価手法の進展に追従した評価式の更新が困難であった。今回、リスク評価式を外部設定可能な編集UI(User Interface)と、評価式を高速実行可能な形式に変換する解析機能によって、ソフトウェア改修なしに保全担当者が評価式を更

新可能にした。

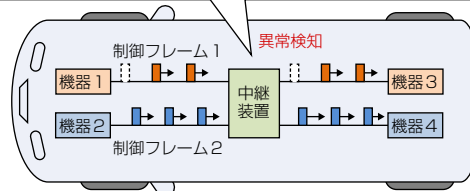
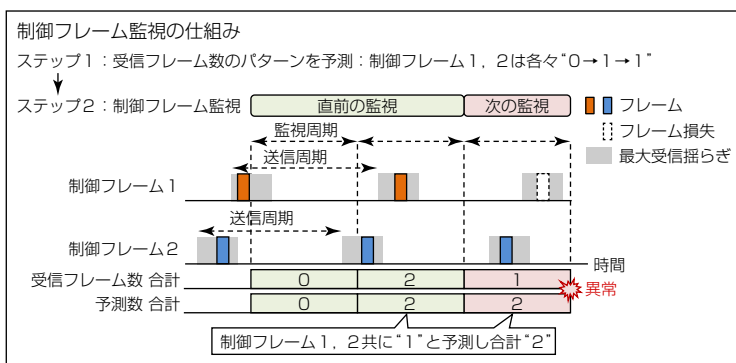


設備リスク評価基盤を用いたリスク評価式の作成

高精度な制御フレーム監視技術

Highly Accurate Monitoring Technology for Control Frames

車や列車などの制御システムで、複数種の制御フレームを中継装置で一括監視することで、ネットワークの異常やその予兆を高精度かつ少ない処理で検知する技術を開発した。制御通信ごとに受信フレーム数を周期監視する従来方式では、異常の原因がフレームの受信揺らぎ、損失又は過多かの判別が困難で、処理負荷も高かった。今回、あらかじめ決定した監視周期と受信フレーム数のパターンに基づいて、直前の監視結果から次の受信フレーム数を予測し、計測値と照合する方式を考案した。この方式は、異常の有無と原因を誤りなく判別可能であり、送信周期が同じ複数の制御フレームを一括で照合することで処理負荷も抑制できる。この技術は制御システムで異常箇所の特定にも応用可能である。

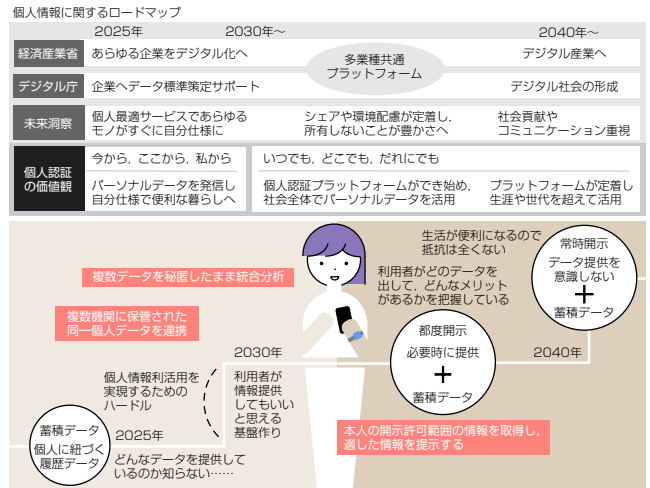


車両制御ネットワークへの適用例

個人認証に関する将来像の検討

Future Vision for Personal Authentication

当社統合デザイン研究所で行っている未来価値洞察や国の施策を基に将来社会の変化を整理し、個人認証に関するロードマップを作成した。近い将来、情報セキュリティ技術の進化によって、高度な認証手段で瞬時に個人を特定し、紐(ひも)づく情報から一人ひとりに合わせた自分仕様のサービスを迅速に受けられるようになる。2025年には、パーソナルデータを自ら発信し、自分仕様で便利に暮らすことができるようになる。2030年代には、個人認証プラットフォームができ始め、社会全体でパーソナルデータを活用するようになる。2040年代には、データの提供に抵抗がなくなり、長期にわたって提供されたデータを活用していくようになる。このようなロードマップを策定し、将来サービスのコンセプト創出に活用している。



個人情報に関するロードマップ

駅と街のガイドブックアプリ“ekinote”と地域振興プラットフォーム

Station and Town Guidebook Application "ekinote" and Regional Revitalization Platform

鉄道駅と周辺の街にまつわる情報や魅力を整理して伝える全国規模のサービスが存在しないことに着目し、全国約9,100駅の情報を整理・一元化し、投稿機能を用いて駅や街の魅力を発信して地域活性化に貢献できる“ekinote”スマートフォンアプリを開発・市場投入した。地域社会と当社の連帯を深める草の根的取組みになっている。

鉄道会社や観光協会が駅を起点に効率的な情報発信を行える実証実験も開始し、2023年11月時点で全国29法人のビジネスアカウントを発行した。今後は、ekinoteから生まれるデータを社内外で活用できる“地域振興プラットフォーム”としての事業化を模索するとともに、スマートシティ分野の製品・システムとのシナジー創出を目指す。



駅と街のガイドブックアプリ“ekinote”

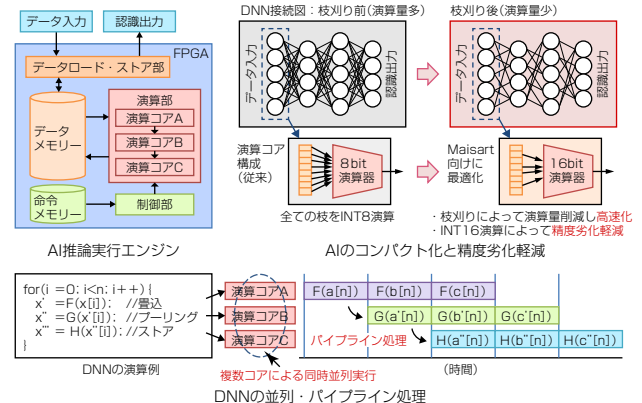
地域振興プラットフォーム

AI技術“Maisart”を適用可能なAI推論実行エンジン

AI Inference Engine Applicable to "Maisart"

組み込み機器にAI機能を搭載する場合、消費電力と性能の観点からFPGA(Field-Programmable Gate Array)実装が候補になる。FPGAでのAI実装は、量子化による推論精度劣化と高性能化のトレードオフが課題になる。今回、Deep Neural Network(DNN)を高精度かつ高速に実行可能なFPGA向けのAI推論実行エンジンを開発した。このエンジンは“Maisart”の特長の一つである“コンパクトなAI”を実現する枝刈り技術が適用されたDNNを実行可能にし、さらにDNNのパイプライン・並列処理による高速化を実現した。また、16bitまでの演算を可能にし、推論精度劣化を軽減している。FPGA実装のこのエンジンは、CPU実装時と比較して、FAなどで用いられる異常検

知向けDNNを約1/500の時間で実行可能である。



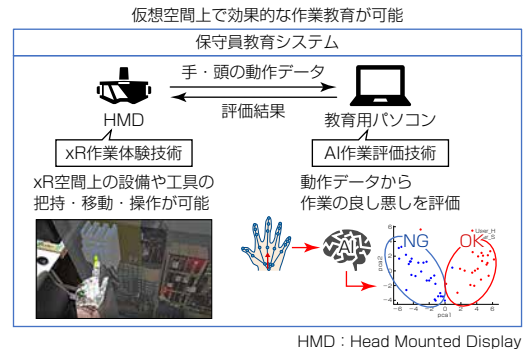
AI推論実行エンジンの特長

▲ xRとAI技術を活用した保守員教育システム

Training System for Maintenance Workers Using xR and AI Technology

少子高齢化などで設備保守の人材が不足しており、効果的で早期育成可能な作業教育の仕組みが必要とされている。今回、仮想空間上で保守作業を体験できるxR(Extended Reality)作業体験技術と、作業の良否をAIで判定するAI作業評価技術を組み合わせた保守員教育システムを開発した。従来技術では、作業員ごとに所作がばらつく作業の良否判定は困難であった。そこで、手や頭の動作データから生成した約100種類の特徴量から、ばらつきに強く良否判定に有効なものを選定した。これを用いることで、指導者と同等の良否判定を可能にした。このシステムを初級者の教育に適用し、従来の手順書を使った座学と比較して、設

備保守への理解度が11%、自信が54%向上することを確認した。



保守員教育システム

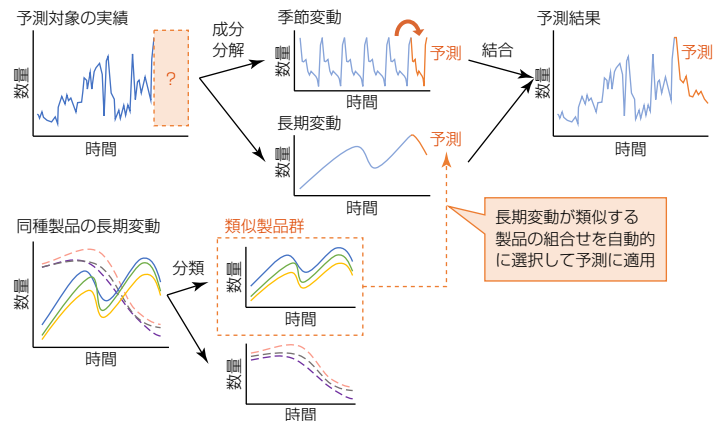
▲ “Maisart”による受発注量予測技術

Forecasting of Ordering and Order Receiving with "Maisart"

当社AI技術“Maisart”を用いて補修用部品等の受発注量(需要)を高精度に予測する技術を開発した。

これらの需要は、長期的には市況の影響を受けて、短期的には気象条件等の影響を受けるため予測が難しい課題がある。今回、需要の実績に含まれる長期変動や短期的な季節変動等の成分ごとに最適なモデルで予測し統合する技術を開発し、高精度な予測を実現した。特に長期変動成分は、同種製品に傾向が類似した製品群があることが知られていたため、類似する長期変動成分の最適な組合せを自動的に選択し予測に適用することで、予測精度を向上させた。当社家電製品の補修用部品の一部で需要予測精度を評価した結果、予測誤

差を従来比で25.6%改善できる見込みを得た。



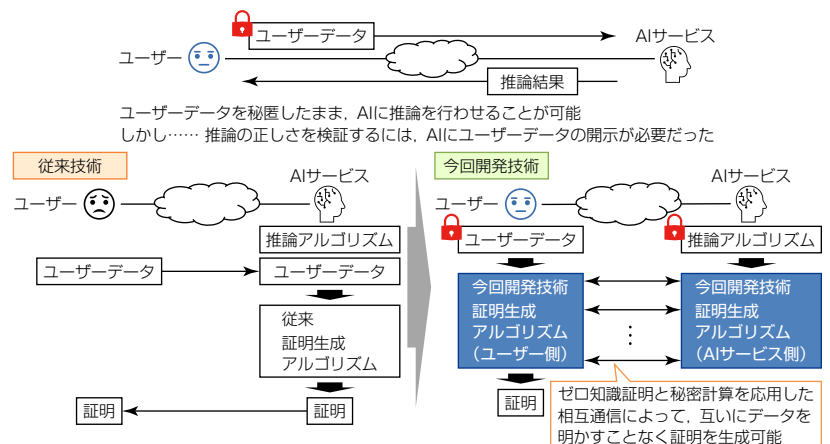
“Maisart”による受発注量予測手法

▲ ユーザーデータを秘匿したままAI推論の正しさを証明できる技術

Proof Technology of Correctness of AI Inference Keeping User Data Secret

クラウドサービスとしてAIを利用する際に、データの機密性を確保したままAI推論を行う手法の研究が盛んに行われている。一方で、クラウドサービスの内部処理はブラックボックスであり、AIの出力結果が信頼に足るか判断が難しい。そのため、サービスが不正な推論を行ったかどうかを検証する手法が提案されているが、従来手法はユーザーデータをサービスに開示する必要があり、データの機密性が保てないという課題があった。今回、ゼロ知識証明と秘密計算という二つの暗号アルゴリズムを組み合わせ、ユーザーとサービス間でデータを秘匿しつつAI推論の正しさを証明できる技術を開発した。これに

よって、機密データを利用する場合でもAI推論の正しさを証明可能にした。



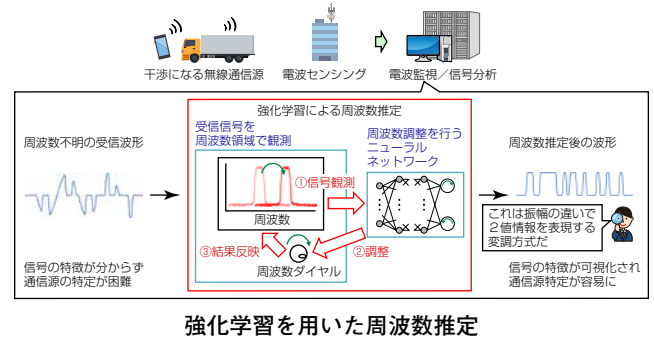
今回開発技術と従来技術の差異

強化学習を活用した信号周波数推定技術

Novel Frequency Estimation Scheme Using Reinforcement Learning

電波監視事業では、干渉になる無線通信源の特定のため、通信諸元が未知の信号に対して周波数推定を行う必要があるが、年々増加する無線通信波への対応に向けて、その省人化・自動化が課題である。従来、受信波形を観測しながら手でダイヤル調整して周波数推定を行っていたが、ニューラルネットワークに信号観測、周波数調整の繰り返し処理を学習させる強化学習によって、周波数推定を自動化した。さらに、変調方式の違いが表れにくい周波数領域での信号観測・周波数調整を行うことで変調方式依存性を小さくした。これらの技術を組み合わせることで、無線通

信で使用されている主要な10種の変調方式に対して有効に機能する汎用性の高い周波数推定技術を実現した。

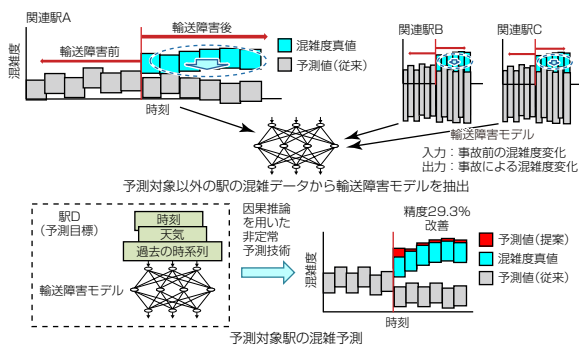


因果推論を用いた非定常状態予測技術

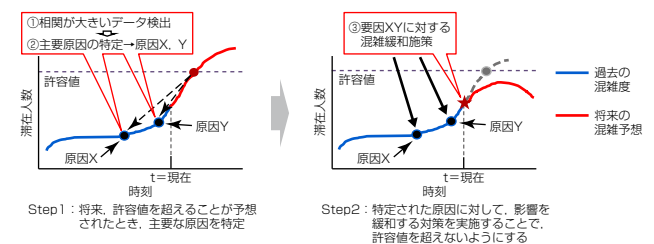
Train Station Congestion Prediction Based on Long Short-Term Memory with Interventional Few-Shot Learning

駅や空港などの大規模な施設構内の混雑を緩和するには、輸送障害などの非定常事象が発生したときの混雑予測が必要になるが、非定常時のデータは少なく、学習データに偏りが生じてしまうため、混雑予測は困難である。

今回、非定常時の混雑傾向を分析する深層学習技術と、



精度低下の原因になるデータの偏りを除外する因果推論技術に基づいて、予測対象の駅と予測対象以外の駅の混雑データを使用し、混雑予測する方式を開発した。これによって、非定常事象時の混雑予測精度を29.3%向上させた。また、この技術によって、予測値と高い相関を持つ過去の系列データを自動検出し、予測結果に影響する要因の説明も可能になるため、混雑緩和施策決定の支援にも活用できる。

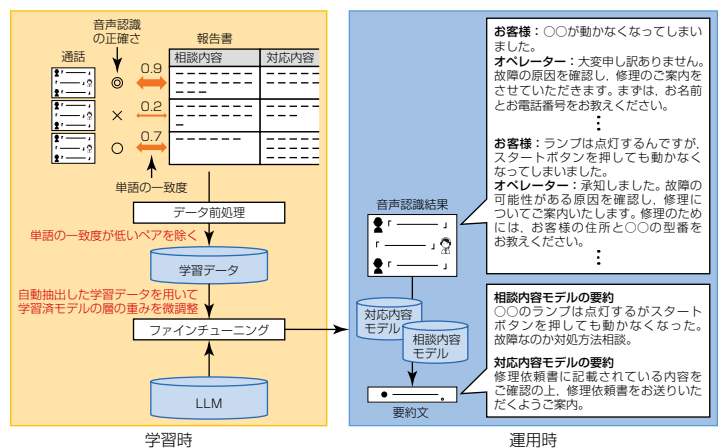


大規模言語モデルに基づく対話要約技術

Dialogue-summarizing AI Based on Large Language Models

コールセンターや技術サポート窓口のオペレーターが行う顧客対応業務効率化のため、冗長な話し言葉を自然に要約する技術が求められている。

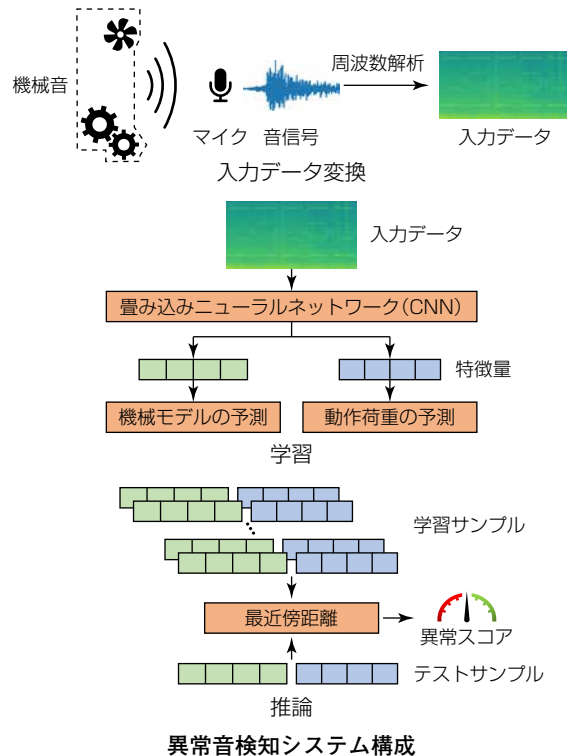
今回、大規模言語モデル(Large Language Models: LLM)に基づく生成型の対話要約技術を開発した。過去の通話音声と報告書のペアのうち、単語の一致度が低いペアを除くことで学習データの品質を向上させ、比較的少量のデータでLLMを微調整(ファインチューニング)し、話し言葉を業務様式に沿った書き言葉で要約するモデルを構築できるようになった。要約の観点(相談内容や対応内容)別にモデルを分けて構築することで、一つの通話に対して、観点に応じた複数の要約文が生成できる。



教師なし異常音検知

Unsupervised Anomalous Sound Detection

機械の動作音から劣化を検知可能な異常音検知技術を開発した。マイクは安価で筐体(きょうたい)の外部から非接触で音を集めるため、機械の異常検知への応用が期待されている。しかし学習のために事前に様々な異常音を集めることは困難である。そこで正常運用時の音データだけで学習可能な教師なしの異常音検知手法を開発した。開発手法は正常音を発している機械の属性(種類や動作荷重など)を予測するように学習することで機械の種類や運用条件の変化に対してロバストな特徴抽出を実現した。推論時は、学習された正常サンプルの特徴量とテストサンプルの特徴量間の距離によってテストサンプルの異常を判定できる。開発手法を適用することで様々な機械の異常音検知の精度を競う国際大会で32チーム中5位になった。今後は実際の機械の音診断へ適用し評価する予定である。



配電自動化システムへの高信頼無線技術の適用

Applying Highly Reliable Wireless Communication Technology to Power Distribution Automation System

スマートメーター通信技術に応用したマルチホップ無線通信と、複数通信キャリアの携帯電話回線を冗長化するキャリアダイバーシチ通信を組み合わせ、高い信頼性が要求される配電自動化システム向け無線通信として適用した。配電線が地中化された都市部や光通信網が整備されていない郡部では光通信の代替又は延伸策として無線通信が期待されている。無線通信を配電自動化システムに適用する際に必要とされる信頼性の確保と適用範囲拡大を目的として、次に述べるソリューションを提供する。

(1) マルチホップ無線通信の適用による高信頼化

冗長化した複数の通信経路を構築し、一つの経路で故障

が発生しても他経路に切り替えて通信を維持する。

(2) キャリアダイバーシチ通信の適用による高信頼化

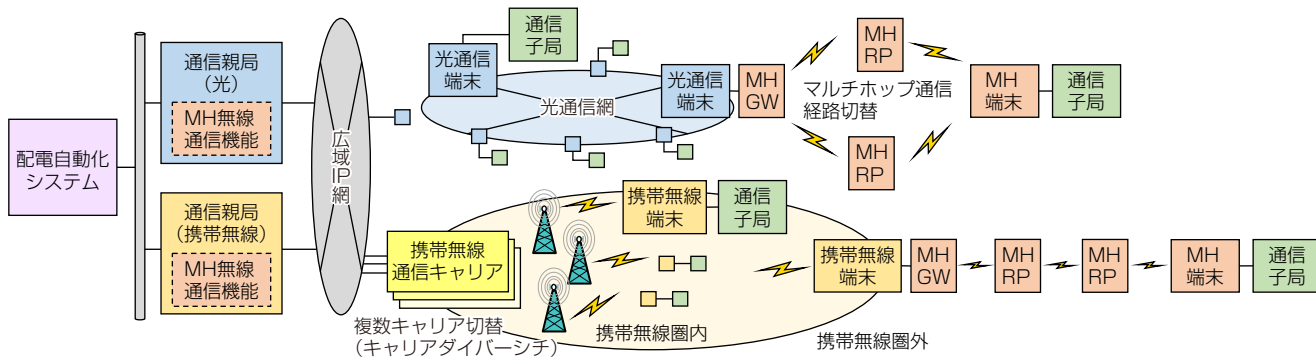
複数の通信キャリアの携帯電話回線を冗長化させ、通信品質に応じて接続先のキャリアを自動的に切り替える。

(3) 通信方式の組合せによる通信範囲の拡大

光通信や携帯無線通信とマルチホップ無線通信を接続することによって、光通信経由の通信を光通信未整備エリアに拡大し、携帯無線経由の通信を携帯無線圏外に拡大する。

(4) 配電自動化システムへの無線通信の連携

通信親局システムにマルチホップ無線通信機能と携帯無線通信機能を組み込んで、配電自動化システムに連携する。



MH: マルチホップ, MHGW: マルチホップ通信ゲートウェイ, MHRP: マルチホップ通信リピーター, IP: Internet Protocol

配電自動化システムへの高信頼化無線技術の適用(全体構成)

モバイルネットワーク向け100Gbps DMLチップ

100Gbps Directly Modulated Laser Chip for Mobile Network

モバイルネットワークのデータ通信容量拡大に向けて、100Gbpsの高速動作が可能な直接変調レーザー(DML)チップを開発した。レーザー構造は電流注入効率や放熱性に優れており、当社での量産実績が豊富な埋め込み構造を採用した(図1)。100Gbps動作の実現には、高速動作性の指標になる緩和振動周波数の向上が必要である。デバイスシミュレーション技術を活用して構造設計を行った結果、緩和振動周波数が従来のDMLチップより40%向上する構造を見だし、埋め込み構造DMLチップでは世

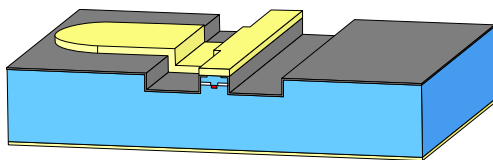


図1-DMLチップの埋め込み型素子構造

界で初めて(*1)国際規格を満足する100Gbps動作を達成した(図2)。今回開発の埋め込み構造DMLチップの量産化によって、モバイルネットワークのデータ通信容量拡大に貢献できる。

*1 2022年10月18日、当社調べ

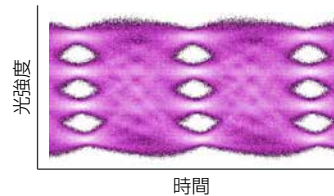


図2-試作したDMLチップの光変調波形

透明アンテナの液晶表示器への実装技術

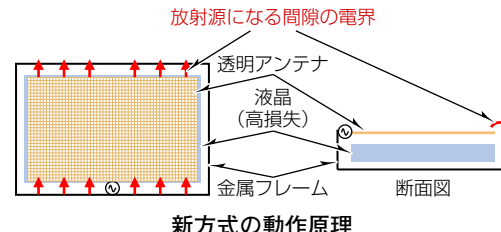
Mounting Technology of Transparent Antennas on Liquid Crystal Displays

透明アンテナとは、透明導電材料を用いてガラスや透明フィルム上にアンテナを形成した新技術である。この技術を用いることで、画面表示を阻害せずに液晶表示器上へのアンテナ実装が可能になる。今回、透明アンテナを液晶と同一サイズの方形状にすることで、金属フレームとの間隙に発生する電界が放射源になる新方式を開発した。従来方式と異なり、放射源直下に高抵抗の液晶がないことで電氣的損失が低減され、



試作品

放射効率(入力電力に対する放射電力の割合で、通信範囲に比例)を従来比で2.3倍に大幅改善し、安定した通信を実現する液晶表示器への実装技術を確立した。今後、映像伝送用途等で表示器への適用を検討する。



新方式の動作原理

広帯域増幅器向けのニューラルネットワークを用いた歪み補償技術

Neural Network-based Digital Predistortion for Wideband Power Amplifier

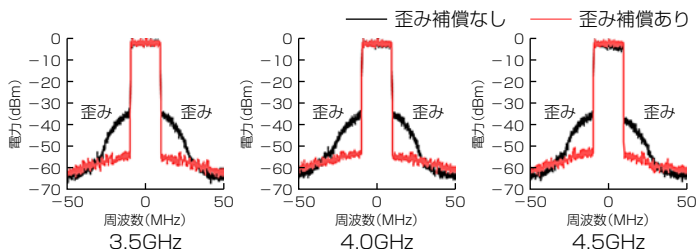
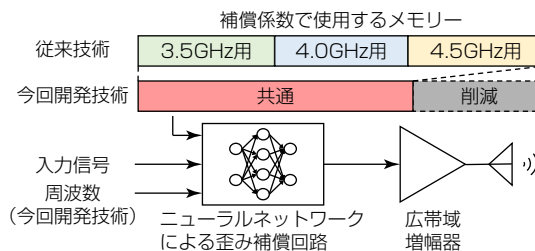
広い周波数範囲にわたって動作可能な広帯域増幅器の歪(ひず)みを少ないメモリで補償する技術を開発した。

増幅器は入力信号と出力信号の大きさが比例しないため、出力信号が歪む。この歪みは通信エラーを引き起こすため、入力信号にあらかじめ歪みの逆特性を与える歪み補償回路で補償する。広帯域増幅器では周波数ごとに歪み特性が異なることから、従来は周波数ごとに歪みの逆特性を学習して補償係数をメモリに保存しておく必要があり、メモリが大規模になるという課題があった。

今回、ニューラルネットワークを用いた歪み補償回路で、周波数ごとに必要であった補償係数を共通化した。これによって、歪み補償回路に必要なメモリを3割削減した。

この研究は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業

技術総合開発機構(NEDO)の委託研究成果である。



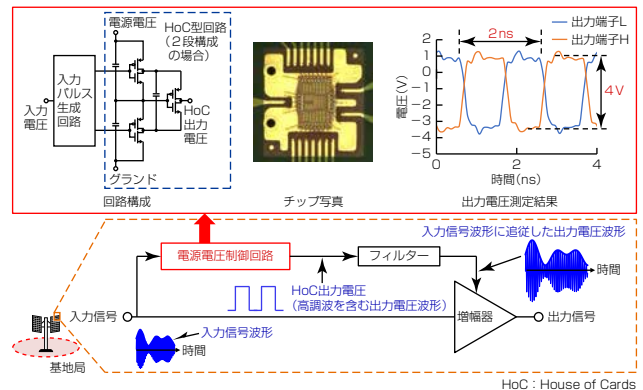
広帯域増幅器向けのニューラルネットワークを用いた歪み補償技術

基地局向け増幅器用高速電圧制御技術

High-speed Voltage Control Technology for Base Station Power Amplifier

基地局向け増幅器では、入力信号電圧の変化に追従して増幅器の電源電圧を変化させ増幅器を高効率動作させる電源電圧制御技術の適用が提案されている。電源電圧の制御回路は入力信号電圧の変化へ追従するため高速動作が必要である。シリコン半導体回路は低コストで高速動作が可能であるが、耐圧が低く増幅器の駆動に必要な高電圧出力が困難であった。今回、耐圧を確保可能なHouse of Cards型回路構成を適用し、従来シリコン半導体の耐圧の4倍になる電圧振幅4Vの高電圧出力を実現した。スイッチング周波数は500MHz(周期2ns)を実現し、増幅器の電源電圧を高速制御可能である。この回路の実現によって、基地局向け増幅器への電源電圧制御技術適用が可能になった。

この研究は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託研究成果である。



基地局向け増幅器用高速電圧制御技術

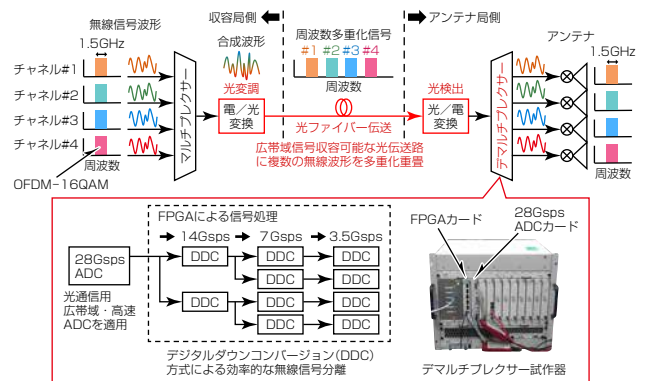
Beyond 5G向け広帯域無線光ファイバー伝送技術

Wideband Radio over Fiber Transmission Technology for Beyond 5G

Beyond 5G(第5世代移動通信システム)では、5Gに比べて10倍大容量・低遅延な通信が求められている。実現するための課題の一つに、信号処理を扱う収容局と無線を扱うアンテナ局の間をつなぐ光ファイバー伝送区間の伝送効率不足がある。解決のために、複数チャンネルの広帯域無線信号を多重化重畳し、効率的に光ファイバー伝送する技術を開発した。

この技術を用いることで従来方式の16倍以上の伝送効率を達成できる。この開発技術はBeyond 5G実現の一助になる。

今回、28Gsp/s ADC(Analog-to-Digital Converter)とFPGA(Field-Programmable Gate Array)による信号処理を組み合わせ、アンテナ局側のデマルチプレクサーを試作し、帯域幅1.5GHzのOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)-16QAM(Quadrature Amplitude Modulation)信号を4チャンネル一括伝送することに成功した。こ



広帯域無線光ファイバー伝送の構成

無線式列車制御システム向け電波伝搬シミュレーション

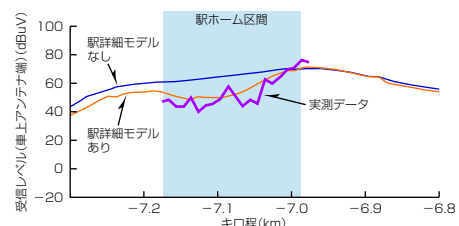
Simulation of Radio Wave Propagation for Wireless Train Control Systems

無線式列車制御システムを導入する際、特にビルや跨線(こせん)橋が多い首都圏では、不感地帯や弱電界のない地上無線局の最適な置局設計が重要になる。敷設後の移設は膨大な時間と費用がかかるため、極力減らすことが求められる。当社では、フロントローディングとして、三次元モデルを用いた電波伝搬シミュレーションによる置局設計を実施している。今まで航空写真や建物情報を基に三次元モデルを作成していたため位置や大きさの精度が低かったが、今回、MMSD(Mitsubishi Mobile Monitoring System for Diagnosis)の点群データを用いて三次元高精度モデルを作成し、より高精度な電波伝搬シミュレーションを行うことで、地上無線局の最適な置局設計を可能にした。



三次元点群データを取得するMMSD車両

点群データを活用した詳細モデルの例



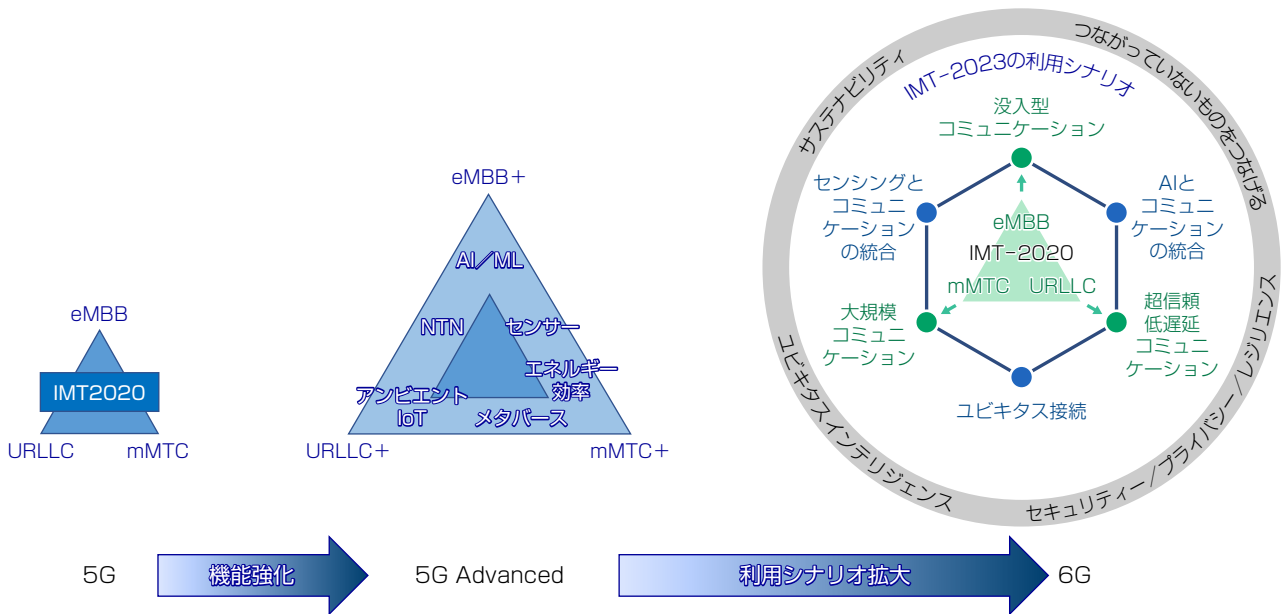
駅詳細モデル有無と実測データの比較

2030年頃を見据えた情報通信インフラの標準化

Standardization of Information and Telecommunication Infrastructure towards 2030

5GはSociety 5.0を支える情報通信インフラとして産業分野含めた社会実装が着実に拡大している。モバイル通信の国際標準仕様を策定する3GPP(The 3rd Generation Partnership Project)では、2030年頃に社会実装を目指すBeyond 5G(=6G)を見据えて現在6Gへの架け橋になる5G Advancedの標準化に取り組んでいる。他方、無線通信の国際標準を策定するITU-R(International Telecommunication Union Radiocommunication sector)では、6Gに向

けたガイドラインとしてIMT(International Mobile Telecommunications)-2030 Frameworkを策定した。今後、3GPPではIMT-2030に描かれた情報通信実現シナリオに向けて6Gの標準化を進めることになる。6Gは我々の生活を支えるデジタルインフラ基盤になり、循環型 デジタル・エンジニアリング実現の要の一つになることから今後も標準化活動と産業間連携を積極的に推進していく。



eMBB : enhanced Mobile Broadband, URLLC : Ultra-Reliable and Low Latency Communications, mMTC : massive Machine Type Communication, ML : Machine Learning, NTN : Non Terrestrial Network

出典 : Usage scenarios of IMT-2030
ITU-R M. [IMT. FRAMEWORK FOR 2030 AND BEYOND]

5Gから6Gへの進化