

上：神奈川県鎌倉市にある情報技術総合研究所
中：同じ敷地内にあるデザイン研究所のショールーム
下：兵庫県尼崎市にある先端技術総合研究所



新しい時代を牽引するエンジン “Maisart®”を核とした、 AI開発戦略を推進

私たちを取り巻くあらゆるものにAIが搭載されれば、毎日の生活やビジネスはより便利で安全、快適なものになるはず。いま、三菱電機の新たなAI技術“Maisart”を搭載した製品群やサービスが、産業界や人の暮らし、社会の発展への貢献を開始しました。

※三菱電機のAIコアエンジン“Maisart”は、“Smart AI”の文字要素を入れ替えたアナグラムであり、“Mitsubishi Electric’s AI creates the State-of-the-ART in technology”の略でもあります。

三菱電機は、人が実際に生活するフィジカル空間において「ライフ／インダストリー／インフラ／モビリティ」の4分野を巡る膨大なデータを収集し、サイバー空間で処理。それらを認識・理解しながら、分析・判断・予測を行うことで、産業の活性化や社会問題の解決、日々の暮らしをより豊かにすることを目指すCPS(Cyber-Physical System)の実現に向けて研究開発を進めています。

そのサイバー空間とフィジカル空間の高度な融合によって、経済発展や社会課題へのソリューションを導くSociety 5.0や、持続可能な社会を目指すSDGsの牽引役となるもの—それが、AIなのです。



三菱電機株式会社
情報技術総合研究所 副所長
メディアインテリジェンス技術部門統括
工学博士
三嶋 英俊

「Maisart」は、「すべてのモノを賢くする」というコンセプトに基づいて築かれた独自のAI技術です。三菱電機は総合電機メーカーとして、今まで産業用ロボットや自動車、ビル設備、家電など幅広い製品づくりを進め、その中で確かな知見を蓄積してきました。それらの機器にAIを搭載することで、各製品が使用される環境や使い方を自己完結的に学習し、より最適化されたパフォーマンスを発揮することができます。その結果、性能や使い勝手、安全性、エネルギー効率など、実際に製品を使用するユーザーの環境に適した高い価値の提供が実現します。さらに、AI技術を前提とした新しい機器やサービスの開発も

加速されていきます。もちろん、学習をより深化させるためには、ユーザーごとの使用環境に基づくデータとともに、業種・業態、家族構成などの属性に基づくデータ収集も不可欠です。クラウド連携でそれらのデータを収集し、分析結果を個々の機器にフィードバックすることで、さらに高度な処理も実現します。

「Maisart」の特長としてまず挙げられるのが、処理能力の限られた機器にも搭載可能なコンパクトなAIを実現したこと。AIのコンパクト化は「すべてのモノを賢くする」というコンセプトを実現するためにはどうしても必要なことでした。「Maisart」は、独自のアルゴリズムを開発することで、ディープラーニングの演算量をコンパクト化することに成功し、幅広い機器への搭載を可能にしました。

また、現在スマートフォンから自動車部品に至るまで、幅広く利用されている形彫放電加工品は、高精度化や生産性向上と、省エネ性の両立が難しいという課題を抱えていました。これらの問題を「Maisart」を用いた「形彫放電加工機」が解決し、一般社団法人日本機械工業連合会(JMEF)から「優秀省エネ機器・システム表彰」を受けました。三菱電機は、技術開発に携わる情報技術総合研究所、先端技術総合研究所、デザイン研究所の連携によりAIの研究開発をさらに進め、製造業として蓄積してきた知見と、独自のアルゴリズムを基盤として、機器やエッジをAIでスマート化することで新たな価値を創出し、社会課題のさらなる解決に貢献していきます。

をネットワークに橋渡しするポイントとなる「エッジ」やPCでの活用も可能です。「Maisart」のもう一つの特長は、三菱電機が持つ機器の知見を活かして、学習の効率化やデータ分析を高速化したことにあります。現在の機械学習は、原理的には適用分野の知見がなくてもデータや試行錯誤からルールを見つけたり、最適化したりすることができません。しかし、そのためには極めて大量なデータや

膨大な試行錯誤が必要で、多くの時間やコストを要します。そこで三菱電機は、自らが蓄積してきた機器の知見を活用することで、学習やデータ分析の効率化を図り、開発の迅速化と精度向上を実現します。「Maisart」が、確かな実績を築き始めました。「Maisart」は、すでにさまざまな製品に搭載され、パワーを発揮しています。いま、その成果が内外から高く評価され始めました。例えば、ディープラーニングを活かして、河川の映像から水位などの状況変化を把握。水域／非水域を学習し、その境界を特定する「画像式水位計測装置」は、2018年に米国の「R&D100 AWARDS」を受賞しました。

また、現在スマートフォンから自動車部品に至るまで、幅広く利用されている形彫放電加工品は、高精度化や生産性向上と、省エネ性の両立が難しいという課題を抱えていました。これらの問題を「Maisart」を用いた「形彫放電加工機」が解決し、一般社団法人日本機械工業連合会(JMEF)から「優秀省エネ機器・システム表彰」を受けました。三菱電機は、技術開発に携わる情報技術総合研究所、先端技術総合研究所、デザイン研究所の連携によりAIの研究開発をさらに進め、製造業として蓄積してきた知見と、独自のアルゴリズムを基盤として、機器やエッジをAIでスマート化することで新たな価値を創出し、社会課題のさらなる解決に貢献していきます。



「R&D100 AWARDS」
米国R&D MAGAZINE社が過去1年間に実用化された最も優秀な製品・技術100件を選出

AIについてもっと詳しく知りたい方はこちら！

ハローエーアイ 検索

【移動通信基地局向けに「超広帯域デジタル制御GaN増幅器」】

1つの移動通信基地局で3G/4G/5Gをカバーし、“Beyond 5G”にも対応

モビリティニーズの高まりの中で…

あらゆるモノがインターネットにつながる本格的なIoT時代が進行する中で、ネットにつながるデバイス数の拡大やコンテンツの重量化と同時に、接続する場所を問わないモビリティが求められる。移動体通信の回線ニーズは急激な拡大が見込まれています。その中で、3G/4G/5G各世代の通信が混在する状況が生じ、それら複数の周波数帯をカバーしながら、超大容量・高速通信を可能にする運用が不可欠になってきました。

1つの基地局で複数の周波数帯をカバーし大容量通信時代を支える

とはいえ、現在のネットワークでは、飛躍的な拡大が見込まれるデバイス群を、同時に1つの基地局でカバーすることができません。これに対して私たちは、1つの基地局で通信世代や周波数を超えて多くのデバイスを同時接続することができ、新しい通信用増幅器を開発しました。

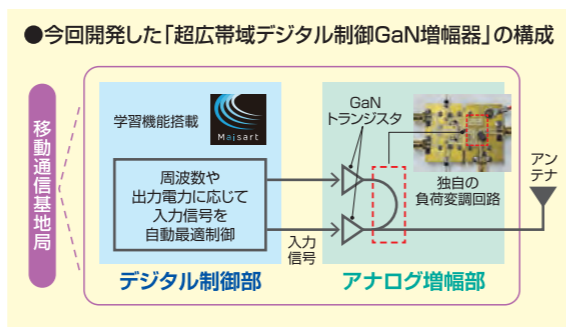


情報技術総合研究所
マイクロ波技術部
増幅器グループマネージャー
博士(工学)
新庄 真太郎

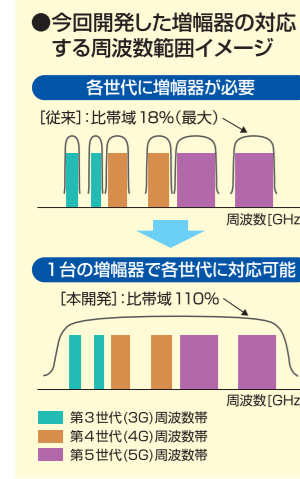
からみて、通信世代ごとに基地局を設置するのは現実的ではありません。そこで、1つの基地局で複数の世代や周波数帯に対応するためのソリューションが望まれていたのです。

私たちの基地局向けソリューションは、送信信号を求めめるレベルまで増幅するための「アナログ増幅部」に、高電圧耐性と高効率性に優れた2つのGaNトランジスタを並列配置。トランジスタの出力側に独自の負荷変調回路を適用することで、3~5Gをカバーする1.4~4.8GHzの広帯域での負荷変調動作を可能にしました。

しかし、そこにおける入力信号の振幅や位相の組み合わせは、無数に存在することになります。そこで、周波数や出力電力に応じて入力信号を自動最適制御する「デジタル制御部」を開発しました。



ここで、周波数や出力電力に応じて入力信号の最適化を図る「デジタル制御部」に、優れた学習機能を有したMaisartを搭載。入力信号の組み合わせを、動作状態に応じて瞬時に最適化し、選択させることに成功しました。ちなみに、従来比6倍となる比帯域110%の周波数範囲で、従来と同等以上の動作効率40%超を達成。移動通信基地局の省電力化を加速させる効果を生みます。



【段階的に素早く学ぶAI】

生産設備の立ち上げ作業の効率化とスピードアップを実現

生産環境が変化する時代に福音をもたらす

生産現場では労働人口の減少に伴う人材確保が難しくなっており、熟練した作業員達の技術やノウハウが継承されないことなども問題化しています。他方では、多品種小ロットの趨勢が加速されており、生産設備の立ち上げに伴うアイドルタイムが、生産性や収益性の圧迫要因となっています。そのため、生産設備の立ち上げ時間やタイムリーな市場ニーズに即した、生産計画に直結する工程作業時間の最適化は、現在の最重要課題なのです。

そこで私たちは、試行錯誤

を通じて工程作業時間の最適化を図る強化学習をさらに進化させた、「段階的に素早く学ぶAI」を開発しました。

迅速な対応性と生産性を実現

この問題を強化学習で解決する場合、シミュレーションに多くの時間を要するという問題が生じます。そこで、Maisartの強化学習をさらに進化させ、学習内容を単純化して段階的に自動で追加していく手法を確立。その結果、一度に学習させる手法に比べて、調整作業に関わる時間を飛躍的に圧縮することができました。

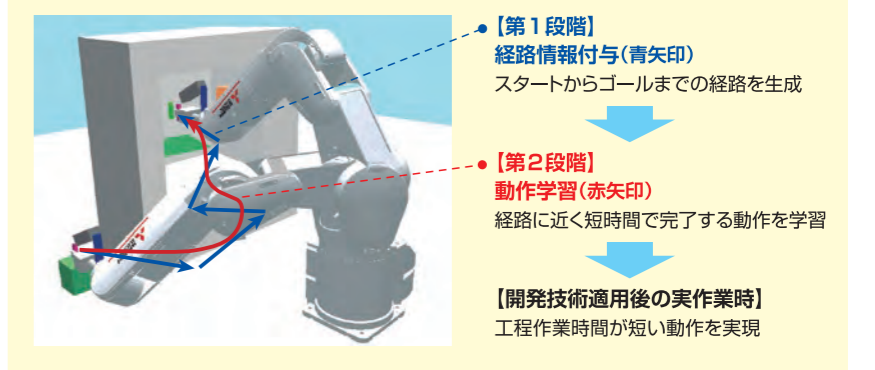
以下はその一例ですが、図の



情報技術総合研究所
知能情報処理技術部
機械学習技術グループマネージャー
博士(理学)
穂山 利貞

ようにロボットがケーブルプラグをピックアップして端子に挿す、という作業の立ち上げ期の調整作業では、従来の人手の1/10の時間で最適な動作を学習。1秒かかっていた軌道は0.44秒に短縮化し、72時間計算しても収束しなかった最適値も1.5時間で割り出すことができました。具体的手順は、第1段階として、アームの動作のスタートからゴールまでの経路を生成。第2段階で、その経路を細分化して段階的に短時間で効率的に完了する動作を学習するというプロセスを辿ります。

●産業用ロボットへの適用例(短時間でゴールに到達する動作を学習)



私たちがこの手法を確立することができた背景には、Maisartの進化はもちろん、ロボットの実機を動かすためのドメイン知識や制御、画像処理のノウハウ、また機器の知見など、製造業として蓄積してきた資産の存在が大きかった、と自負しています。本手法が作業内容や環境変化の中でも、学習効果を柔軟かつ高精度に向上させられることが確認でき、実際の製造ラインへの展開の可能性が見えてきました。

さらに、人では発想し得ない制御方法(軌道)を算出してくれるなどの効果も期待できますので、今後精密かつ迅速な動作が求められる生産現場の第一線で、大きな威力を発揮してくれるはずですよ。



情報技術総合研究所
監視メディアシステム技術部
社会安全高信頼化技術グループ
グループマネージャー
奥村 誠司

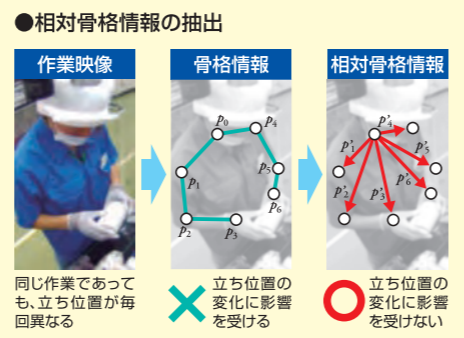


情報技術総合研究所
監視メディアシステム技術部
社会安全高信頼化技術グループ
清水 尚吾

【作業者の生産性向上支援システム】 相対骨格情報から 作業の問題点を発見・推論する

工場の生産性向上には、作業者の動きの最適化がポイントです。そこで、従来監督者の目視で実行してきた生産工程のボトルネックや作業ミスの把握を、Maisart®でより迅速・正確、かつ低コストで実行しようというのが、本システムの開発思想です。

作業者に違和感を与えたり、生産性を損なう可能性のある特別な装備を要さず、通常の生産環境下で、ビデオ撮りによる骨格情報の活用を考えました。しかし、実際の作業では作業者の立ち位置が変化し、それに伴って骨格の出方も変化するので、AIでの認識が



難しくなります。

そこで、立ち位置の影響を受けないように、首関節からの両腕の相対位置をとることで作業要素を正確に捉えて推論。各作業要素とのリアルタイムな対応関係を学習し、「標準的作業手順」との差分から誤り訂正処理を実施する分析手法「骨紋®」を開発しました。

その結果、90%の精度で作業要素の認識ができるようになります。工程作業時間の計測や作業ミスの検知の自動化を実現しました。これにより、工程監視工数も従来の目視の1/10に短縮することができました。

今後、当社の実際のラインへの拡大を図りながら、さらなる精度アップを進めていきます。



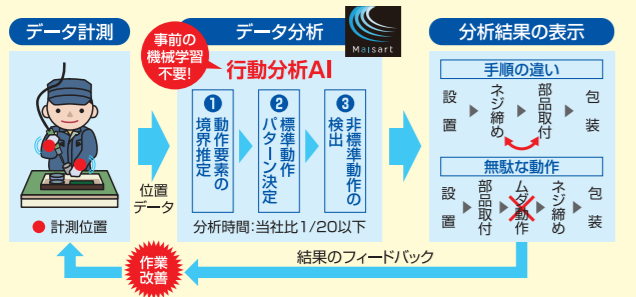
先端技術総合研究所
センサ情報処理システム技術部
画像認識システムグループマネージャー
博士(情報科学)
奥田 晴久

人のわずかな動作の違いも見つける 「行動分析AI」

「働き方改革」が叫ばれる昨今、生産現場でも高齢者や女性、外国人など多様な人たちが働くようになり、それぞれ体格や経験、習熟度等が異なる個々の作業者の生産能力を、自然なカタチで引き出すことが求められるようになりました。しかし、従来の作業ビデオ分析では、撮影・編集、評価・改善のサイクルに相応の時間や時間を要します。さらに監督者の属人性が介在し、見落としなども生じることもあり、個人個人の改善箇所支援が難しい状況でした。

この技術では機械の組み立て作業などの繰り返し作業に着目して作業者の両腕の位置データを3次元的に捉え、数センチの撮影結果をMaisart®が分析します。各動作の境界を推定して、動作要素ごとの差分を抽出し、わずかな手順違い等の非標準動作を発見し、各自にフィードバックします。

●行動分析AIにおける処理手順



詳しくはこちら!

人のわずかな動作の違いも見つける「行動分析AI」

大量の教師データの作成や、事前の機械学習も不要で、従来手法の1/20以下の高速分析を実現しました。これにより、個人個人の作業分析や改善点を、視覚的に把握できます。

現在、実際の現場での検証を進めています。新たな気づきも多く、現場の人材教育や作業手順、各自に最適化された部品箱の位置などの改善効果が期待されています。

【シームレス音声認識技術】

言語設定なしに、複数言語の同時発声を認識するシステムを開発



MERL
(Mitsubishi Electric Research Laboratories)
Speech & Audio Group
Senior Principal Research Scientist
Ph.D. (Computer Science)
Jonathan Le Roux

複数の言語を同時に聞き分ける

2年前、複数の人の同時発話から、個々の声を分離する「音声分離技術」を発表しました。今回は2年前発表した音声分離技術をさらに発展させ、何語を話すか分からない複数の人たちの同時に話す音声を高精度に認識し聞き分ける「シームレス音声認識技術」を開発しました。

本音声認識技術を用いたシステムには、「いま、どの言語が話されているのか」を判定するロジックが組み込まれていません。言語識別のためのモジュールを持たない一つの大きなニューラルネットワークを、音声データから直接学習するという「End-to-End」

運用しながら 精度アップしていく 成長性も魅力

具体的には、音声信号の周波数パターン時系列データを、教師データである当該音声データを書き起こしたテキスト、および「何の言語であるか」という言語情報を与え、その音声を書き起こしたテキストを出力するニューラルネットワークを学習させます。

今回、言語的な側面よりも音響的な特徴を重視して発話ごとのような文字の系列であるかを推定する「CTC (Connectionist Temporal Classification)」と「言語・音響の両特徴を利用し、かつ発話中の「どの部分を重視するか」を自動的に決定して認識結果を出力する「Attention Encoder-Decoder」の2種類のニューラルネットワークを併用した独自の深層学習方式が成功の鍵となりました。もちろん、ハードウェア(特にGPU)の進歩のおかげで、ビッグデータを扱った深層学習が可能になったことも、研究を大きく加速させる要因となりました。

今後は、市販のデータベースを利用したり、Web上で多数の被験者からより多くの音声データやテキストデータを収集して、各言語の学習データを増やすことで認識精度をさらに

向上させることができます。また、システムを運用しながら利用データの蓄積を重ねることで、精度向上を図ることができ、空港や観光案内、役所や公共機関、デパートや量販店など、様々な言語を話す人たちが集まる場所で、本システムの真価が発揮されるものと期待しています。

●AI技術による「シームレス音声認識技術」のイメージ

