

本誌前号(94号)では、IoT時代に至る背景、その意味するもの、市場動向について概観した。本号では、まずIoTのコア技術としてのAI(Artificial Intelligence)技術を解説し、半導体との関連を論じる。あわせて10月4~7日に千葉・幕張メッセで開催された「CPS/IoT Exhibition」と内容を変更した「CEATEC JAPAN 2016」などから得られた情報をベースにビジネス的イノベーションを論じる。

IoT 関連の技術的イノベーション

図1のように人間の脳のニューロモデルは、「重み付けされたシナプス上の信号をある階層の細胞体に入力し、出力決定関数で出力値を計算する。その出力に重み付けをして次段階層の細胞体に入力する」といったネットワーク状の構造となっている。細胞体の数は成人だと  $10^{11}$  個程度と言われ、学習とともにシナプス上の信号重みと、高度な情報処理を行うためのネットワーク構造が決まる。

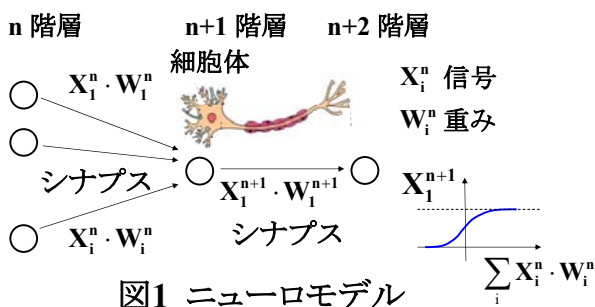
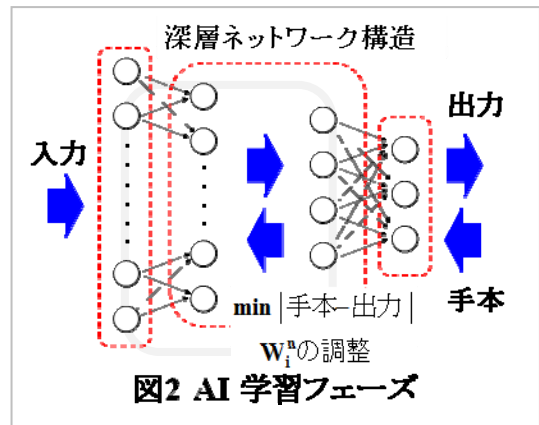


図1 ニューロモデル

コンピュータ上でこのニューロモデルのシミュレーションを行うのが、AIの仕掛けである。人間のパターン認識メカニズムを模倣した賢いAIを実現するために、「deep learning」と呼ばれる「CNN」(Convolutional Neural Net)などのアルゴリズムでは、ある程度深層なネットワーク階層構造を採用している。以下では、最も一般的な手本有り(教師有りとも呼ばれる)型シミュレータを用い、AIの基本動作について説明する。

動作には2つのフェーズがあるが、学習フェーズを示したのが図2である。あるテスト入力を与え、対応する出力と正解、つまり手本とを比較し、誤差を減少させるように、「最急降下法」などを用いて入力側に存在する全てのシナプス上の信号重みの修正を行う。この処理がいわゆる「学習」に相当する。パラメータ修正に必要な「場合の数」は、「重みのグレード数に関して、細胞体数だけ乗」となる。しかも、1回の修正に関して誤差を評価し、誤差がある値以下になるまで修正処理を繰り返す必要がある。これは膨大な計算量と

なるため、超高速処理が必須となる。パラメータ修正には大型の行列演算を行う。このとき、行列要素ごとの並列計算が可能である。幸いにも現在は、CPUおよびGPU(Graphic Processing Unit)の進歩で並列計算技術を容易に、しかも安価に使用できるようになった。この状況がAIの実用化を加速する大きな要因となっている。



AIシミュレータのもう1つの動作は学習済みニューロモデルを利用した実行フェーズである。入力信号を出力側に一方方向に伝播させる処理である。ここでも大型の行列演算を行うため並列処理による高速処理が行われる。

さて、ここで図3を用いてIoTにおけるAI環境の基本構成を説明しよう。各種センサで得られたビッグデータに関して、データの圧縮などの前処理を行い、RFやネットワーク・ルータ技術を使ってクラウド・サイバー空間に伝送する。ここにあるサーバで、シナプス上の信号重みを決定する学習フェーズの処理を行う。ここでは、米NVIDIA社のGP(General Purpose)GPUがサーバCPUの並列処理用co-processorとして広く用いられている。

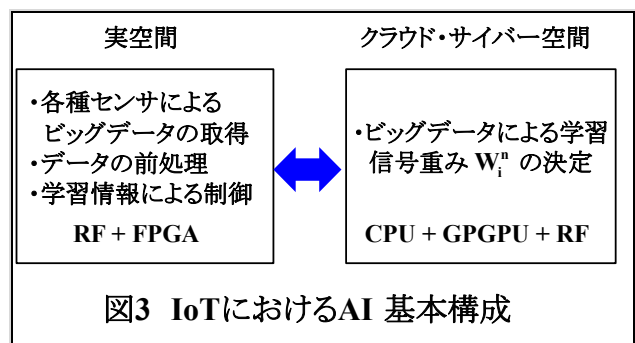


図3 IoTにおけるAI基本構成

学習済みニューロモデルは実空間上に存在する機器にフィードバックされ、「edge computing」と呼ばれる制御を行う。ここでは、膨大な数量のプロセッサが使われるため、GPGPU に比べて小型で安価な FPGA が使われる。

ビッグデータが容易に入手できることで、多種・多様な質の良いテスト入力・手本出力対を利用できる環境が整ったこと、「CNN」に代表されるニューロモデル・シミュレータに関するアルゴリズムの進歩、および並列計算機技術の進歩、以上 3 つのイノベーションが、1970 年代から始まり永らく研究レベルであった AI を一挙にしかも加速度的に実用化レベルへと押し上げつつある要因となっている。

### AI システムの状況

米 IBM 社は、抵抗・容量・加算回路などのアナログ回路を用いてシミュレータをハードウェア化し、「Watson」用チップを開発した。細胞体の数は  $10^6$  個(人間成人の  $1/10^5$ )、ハードウェア化によって 70mW の低消費電力を実現した(従来比  $1/10^1 \sim 1/10^3$ )。また、米 Google 社 や米 Microsoft 社は、検索エンジンを開発している。Microsoft の「Bing」は FPGA を用いている。米 Amazon 社は自動倉庫用検索エンジンを開発している。

一方、日本では Preferred Networks(東京、西川徹社長)が、テスト入力・手本出力対から自動的にニューロモデルを構築するソフト「Chainer」を開発・販売している。ドローンの自動操縦や模型自動車の自動運転が可能なレベルである。また、大手電気メーカや自動車メーカは開発状況をあまり明らかにしていないが、ニューロモデル・シミュレータ用の高速アルゴリズムの開発や、ハードウェア・シミュレータの開発(NEC と東大の共同研究)を鋭意進めている模様である。いずれの場合も、AI 技術のほとんどはシリコン上にインプリメントされるわけであり、今後 AI 技術が半導体マーケットのドライブ役となることは間違いない。

### IoT 関連のビジネス的イノベーション

上記したように飛躍的に進化した AI は IoT 実用化の重要な位置付けと考えられ多くの産業分野に浸透してきている。「CEATEC 2016」で見られた各社の取り組みは IoT における AI 基本構成を、いかにコンパクトに経済性良く仕上げるかがキーとなっているようだ。

例えば、三菱電機は AI 回路をコンパクト化し、あわせて新たな機会学習アルゴリズムを開発することで計算量を削減し、リアルタイムで高度な推論を可能にした。この結果、自動車運転支援やドライバーモニタリングなど利用範囲の拡大を狙っている。

また、医療ヘルスケア分野に強みをもつオムロンは、すでに脈拍や心電、心音などから体調を知る IoT 化を構築して

いる。さらに、ドライバー運転集中度センシング技術や非接触脈拍センサなど複数のセンシング技術と画像センシング技術に、最先端の AI 技術「時系列 deep learning」を組み合わせた「車載ヘルスケアシステム」を実現した。

クラリオンは、触覚、視覚、聴覚の 3 つの感覚統合型制御でドライバーに伝達、確認を行い、利便・安心・安全のための「HMI」(Human Machine Interface)を実現させた。

NTT データは、過去のドライバーの振る舞いを分析することでドライバーの特性分析を行うと共に、季節・天気・気温・時間帯・曜日・同伴者などのコンテキスト情報と、現在地までのドライバーの振る舞いを分析することでドライバーの意図や目的の推定を目指す。さらに、推定したドライバーの意図や目的に基づいて、走行経路もしくは目的地付近の有益(と思われる)情報を先読みして提示する推薦方式のシステムを紹介していた。

NTT は、着るだけで生体情報の継続測定を可能にする機能素材を東レと共同開発している。下着などに応用することで、心拍変動や心電波形の計測を長期間にわたって計測できる。これは導電性高分子と繊維の複合素材で、柔軟性・親水性・強度に優れる素材である。

以上、IoT の主力分野として車、ヘルスケア関連が目についた。その他ユニークなものとして自然な動作で認証・通信が可能な世界を創造する、電界通信技術を活用した「モノとモノ、ヒトとヒト、ヒトとモノ」をつなぐ人体通信応用モジュールも期待できる。ゴルフや野球バットのスイング動作を分析し、改善をアドバイスするシステムもある。アパレル分野では大型ディスプレイの前に立つと、服に合わせた自分のコーディネートを提案するシステムも紹介されていた。旅行社からは、仮想現実(VR)対応のゴーグル型端末で、旅行先の 360 度の映像を現実世界のように楽しめるシステムを紹介していた。

### まとめ

「種々の膨大な情報を収集し、評価分析してリアルタイムに実空間にフィードバックする」という IoT を、利便性良く経済性あるものにするのが急がれる。すでに異業種の企業買収、提携はもとより国や市町村が業種や企業規模の枠組みを超えて場の提供など、新たな支援、プロジェクトを構築する動きが出てきた。ご意見を論説委員会

ronsetu@ssis.or.jp までお寄せください。

論説委員：渡壁弥一郎(委員長)、鈴木五郎(副委員長)、井入正博、川端章夫、長尾繁雄、馬場久雄、伏木 薫、吉澤六朗(アドバイザー)、市山壽雄(アドバイザー)