

IoT エッジセンサーの知能化に向けて

山口弘純^{†1}

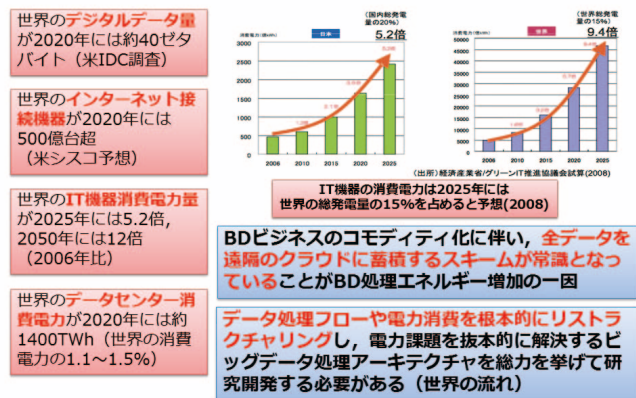
概要: エッジ・フォグコンピューティングの到来、個々のセンサーの飛躍的な能力向上、および数量の増加とともに、IoT デバイスそのものがセンシングデータを処理する能力を有しつつある。本講演では、そういった IoT のエッジとして機能するセンサーの高度化・知能化の動向について触れるとともに、センサー協調によるエッジ機械学習およびエッジストリーム処理などに関する研究グループの取り組みを紹介する

1. はじめに

世界のデジタルデータは飛躍的に増大しており、米国 IDC によれば、その量は 2020 年には約 40 ゼタバイト (2011 年時点で約 1.8 ゼタバイト (1.8 兆ギガバイト)) に達すると予想されている。加えてシスコの予想によれば、2020 年にはインターネットに接続する機器が全世界で 500 億台を超えるとされており、特にセンサーなど、モノのインターネット (Internet of Thing) とよばれる IoT 機器の普及が予想されている。スマートシティをはじめとする持続可能な環境の実現には IoT 機器は不可欠な要素であり、増大するモバイル機器や IoT 機器からのデータをいかに効率よく処理するかが IT インフラの永続的な発展のキーポイントとなる。特に今後は IT インフラの中核として、サイバーフィジカルシステムとよばれる基盤システムが一般的になると考えられる。サイバーフィジカルシステムは、実世界のあらゆる場所やモノにセンサーを浸透させ、実世界情報を活用することで、交通、物流、エネルギーなどの高度な制御を実現するシステムであり、多数の機器やセンサーからのデータをビッグデータとしてクラウドストレージに蓄積し、計算時間と計算資源を大量に投入して緻密な分析を行い、知識やパターンを抽出する集中型クラウド処理を前提としている。

しかし、そのような従来型のレガシーなクラウド集約は、今後 10 年程度で様々な制約により限界を迎えようとしている。例えば世界の情報通信は、物理的な通信容量の不足のみならず、データ伝送あるいはデータ処理電力供給の課題による容量限界を迎える可能性が高いと指摘されている。特に、IT 機器による消費電力増大は全世界的な課題であり、その消費電力量は 2025 年には 2006 年の約 5.2 倍、2050 年には約 12 倍になるとの報告もなされている。また、マイクロソフトの報告では、データセンターの消費電力は 2000 年から 2005 年の 5 年間で倍増し、近年の省エネルギー化の努力により増加ペースは近年やや鈍化しているものの、現在のトレンドが続けば 2020 年には世界全体でおよそ 1400 テラワット時の電力が消費されるといわれている (全世界

IoTビッグデータ時代の電力問題



の消費エネルギーの 1.1~1.5%)。現在では IT 通信ならびにデータセンター計算リソースはある意味ゼロコストと認識されていることも多く、ビッグデータビジネスのコモディティ化も手伝って、全データをクラウドに送付して蓄積しておくスキームが常識となっていることが、ビッグデータ処理エネルギーの増加の一因ともいえる。しかし、IoT データ・デバイス爆発的増大の時代を迎えた今日では、データ処理フローや電力消費を根本から見つめなおし、電力課題を抜本的に解決する IoT データ処理アーキテクチャを研究開発していくことも重要となる。

現状の IoT 機器はインターネット接続機能を有するデータ生成デバイスであると位置づけられているが、将来的にテラスケールの数量でヘテロジニアスに展開される超小型 IoT 機器一つひとつが驚異的な処理性能とメモリ量向上を遂げていくのに対し、クラウド一極集中による通信限界とのギャップが現実的課題になりつつある今、データ集約型の計算アーキテクチャを含めたパラダイムシフトが必須である。すなわち、それら超小型 IoT 機器が有する処理性能や搭載センサをシームレスに連携・融合し、安全性やエネルギー効率性を確保しながら、それらの物理的な位置や性能に依存せず、必要なデバイスだけが必要な処理を局所的に、実時間で淀みなく流れるように実行する、実時間・超分散型の IoT 処理基盤を実現しなければ、IoT が主対象と

^{†1} 大阪大学 大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University .

するリアルタイムデータの真の活用は望めない。

本講演では、3 機関の研究グループで取り組んでいるエッジセンサーの知能化プロジェクトについて述べる。同プロジェクトでは、これまでクラウドが実施していた機械学習などのデータ解析処理をエッジ側に移行させることを目指している。分散する大量の IoT デバイス群が連携してネットワークを構築し、分散リアルタイムデータ処理や学習処理を緩やかな自律性と十分な堅牢性を持ってそのネットワーク内でセキュアかつ電力効率的に実現し、上位アプリケーション（クラウド側）にサービスを提供するような将来 IoT データ処理基盤技術の確立が目標である。講演では同取り組みを紹介するとともに、関連する IoT センサーの高度分散処理に関する現在の取り組みについても紹介する。

謝辞 本研究成果の一部は、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）の委託研究「未来を創る新たなネットワーク基盤技術に関する研究開発」ならびに JSPS 科研費 JP16KT0106 および JP15H02690 の助成を受けたものです。

