

モバイルネットワークを活用したIoT社会へ向けて

東京理科大学 研究推進機構 総合研究院 うえまつ ゆきお
 デジタルトランスフォーメーション部門 **植松 幸生**

はじめに

日本では、5Gモバイルネットワークの本格的なサービス提供が2020年3月に始まった。2021年からはiPhone等の一般的な携帯電話での利用が開始され、いよいよ本格的に5Gを活用する時代になった。こうしたインフラの整備とともにIoT (Internet of Things), WoT (Web of Things) を中心としたすべての人/ものをネットワークに繋げる取り組みは加速されている。本稿では、このIoT社会において、モバイルネットワークやクラウドを中心としたインフラ、インフラに接続されるIoTデバイス、IoTデバイスから生み出されるデータ、そのデータを活用した分析の取り組みがどのように拡大していくのかを紐解く。

IoT社会におけるデータパイプライン

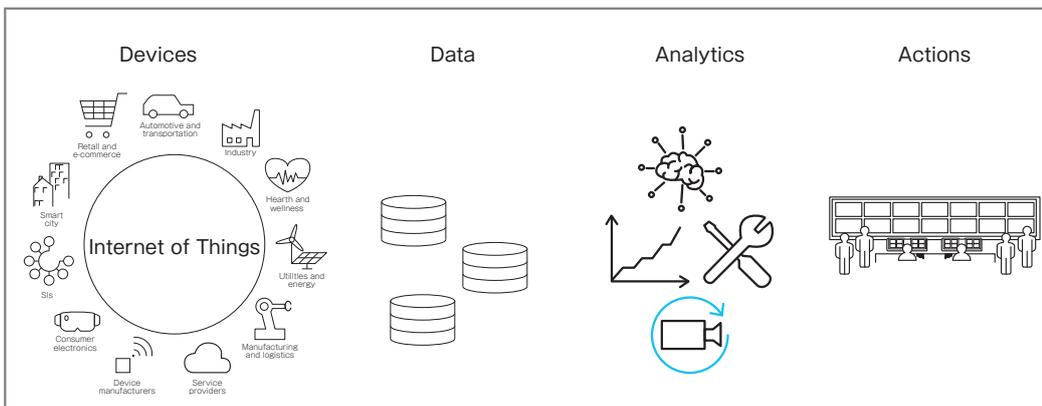
【図1】に、IoT社会における一般的なデータパイプラインを示す。IoTのデータを活用するためのパイプラインは、大きくデバイス、データ、アナリティクス(分析)、アクションの4つから構成される。デバイスとは、IoTデバイスのことである。例えば、自動車に搭載されているいくつものセンサ、監視カメラ、そしてスマートウォッチなどがデバイスである。このデバイスを通じて、世の中の現象はコンピュータが読み取り可能なデータに変わる。データとは、デバイスから

得られたデジタル化された情報を指す。アナリティクスとは、前述のデータを読み込んでコンピュータ(サーバ)が実施する分析処理のことである。そして、アクションとは、アナリティクスによって得られた分析結果に基づいてデバイスに対して実施する処理のことである。

このIoT社会におけるデータパイプラインの中で本稿が注目することは2つある。1つ目は、IoTデバイスから取り出されるデータは何かしらの分析を経て、必ずアクションに結び付けられることである。アクションとは、例えば取得されたデータを可視化して画面に表示するような簡単なアクションから、デバイスから観測されたデータを用いて当該デバイスの設定を変更するようなClosed loop制御と呼ばれるような複雑なアクションが存在する。2つ目は、このデータパイプラインは前述のアクションの要件に応じて必要なインフラが変わることである。要件とは様々な観点があるが、例えば、デバイスからデータが生み出されてからアクションまでに掛かる時間、データを集計する単位などがその要件となる。詳しくは後述する。

ヘルスケアでの利用が進んでいるApple Watchによる心房細動の通知【図2】を事例にデータパイプラインについて説明する¹⁾。デバイスはApple Watchで、アクションはApple Watchを保有しているユーザに対して心房細動の疑いをApple Watchを通じて通知することである。前述のパイプラインに照らし合わせると、

デバイスを持っている人間から心拍数・心電図のデータを抽出し、そのデータの蓄積から不規則な心拍・心電が無いかを分析し、最終的に心房細動の疑いがあるかないかの2値に分類する。心房細動の疑いの有無を



【図1】 IoT社会におけるデータパイプライン



【図2】 Apple Watchにおけるデータ測定からアクションまでの流れ
(左から測定, データ, アクション)

元のデバイスの画面に表示し、有る場合は医師への診察を促す。

このアクションに対して必要な要件はなんであろうか？例えば、データが生み出されてからアクションまでに必要な時間である。この場合、デバイスが心電図の測定を実施して、測定データを処理するサーバに送付し、心房細動の疑いの有無を分析し、提示するまでに必要な時間である。無論早ければ早いに越したことはないが、実際に測定にかかる時間や提示後病院に行くまでの時間等を考えると即座に検査結果が必要ではない。仮に1時間と定義するとApple Watchが必ずネットワークに繋がっていなくても良く、約1時間に一度データを取得して分析し、提示すれば十分である。よって時間の要件は比較的長いことが分かる。

別の事例として、鉄道の踏切に設置された監視カメラの映像から転倒者や侵入・滞留者を監視するようなシステムを考える。この場合、踏切は警報が鳴ってから遮断機が下りて電車が通過するまでの時間は30秒から1分位を目安に設計されている(鉄道の技術上の基準に関する省令 第7章 第二節より)。よって、滞留者がいるかどうかを判定してすぐに警報を上げる必要があるため1-2秒で滞留者がいることを検知する必要があり、非常に短い時間での検知が要求される。先ほどの事例と比較すると時間の要件は短く厳格であることが想定される。

このようにアクショ

ンに応じて要件が決定される。本稿では、モバイルネットワークとIoTデバイスという観点において重要な以下の3つの要件に絞って説明を進める。

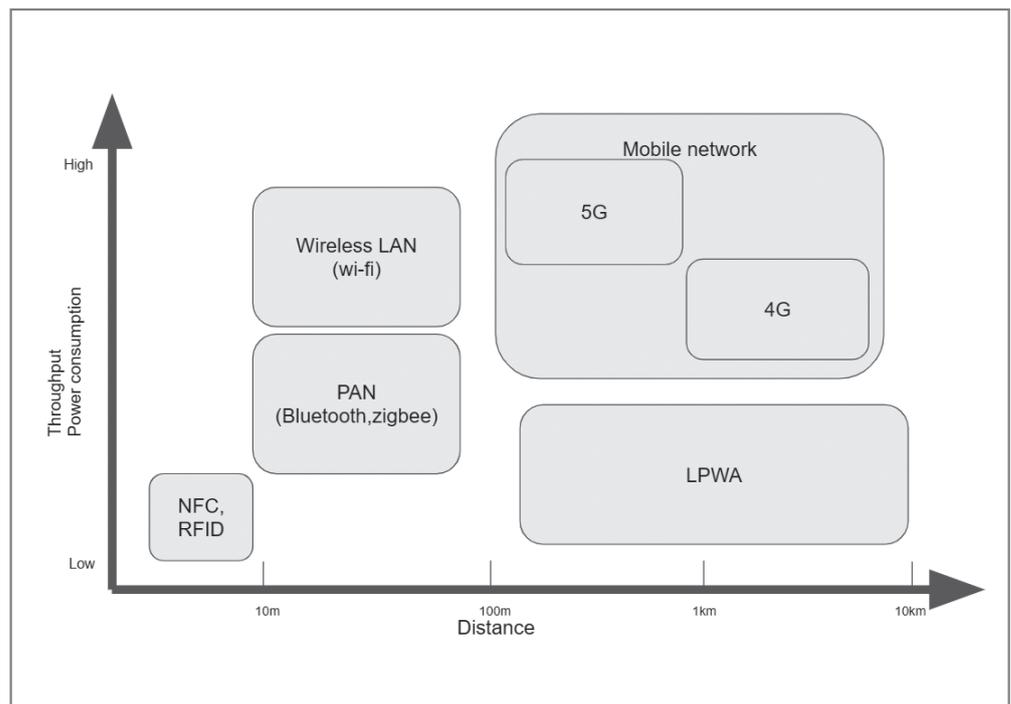
1. 遅延 (レイテンシ)
2. 処理に必要なデータ (量と種類)
3. 処理能力

レイテンシの要件とは、データを取得してからアクションまでに掛かる時間である。

処理に必要なデータとは、分析する際に必要なデータである。これには2つの観点があり、必要なデータ量と種類がある。処理能力とは、CPU等の分析を実施するために必要な演算力である。これ以外にも、価格、セキュリティ、消費電力、サービスの継続性など様々な要件が考えられるが本稿では取り扱わないこととする。

IoT社会におけるモバイルネットワークを中心としたインフラ

IoTデバイスの無線通信方式とそのデータを処理するためのインフラについて、前述した3つの要件に沿って説明する。無線通信方式とは、IoTデバイスを無線でネットワークにつなげるための方式のことである。IoTデバイスは必ずしも無線でつなげる必要はないが、移動体等幅広い利用を対象とするため無線に着目する。処理するためのインフラとは無線通信アクセ



【図3】 IoTデバイスを繋げる無線通信方式(x軸:距離, y軸:データ量と消費電力)

スできるネットワークとデータを処理するためのサーバである。

IoTデバイスをネットワークにつなげるための通信方式

【図3】にIoTデバイスを繋げる無線通信方式を2軸でまとめる。x軸は通信可能な距離であり、x軸が進むとその距離が長くなる。y軸はデータ量と消費電力である。データ量とは単位時間辺りに送信できる通信量のことを指しており、y軸が進むとそのデータ量が大きくなる。

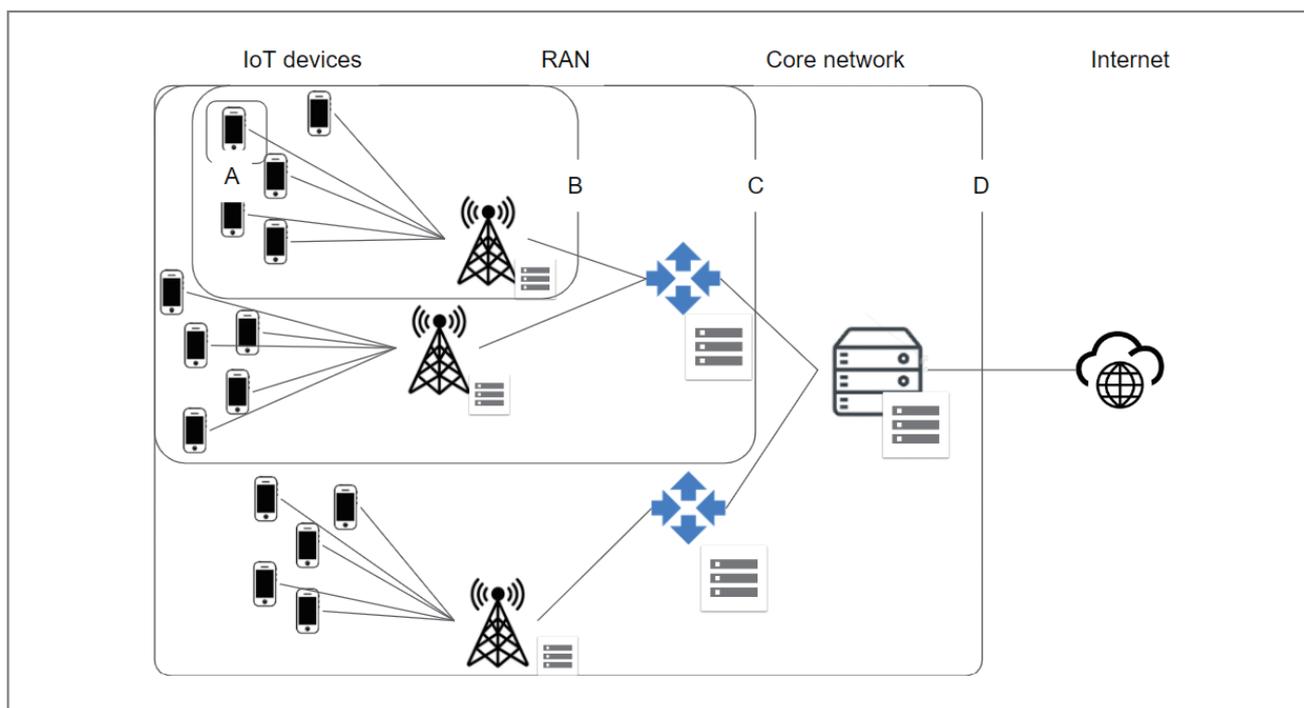
本稿で着目しているモバイルネットワーク（4G,5G含む）は通信可能な距離が長く、データ量も大きいいため有力な選択肢であることが分かる。一方で、データ通信量が増えると消費電力も比例して増えることから、データ通信量が少ない要件の場合は、LPWA（Low Power Wide Area）やNFC（Near Field Communication）/RFID（Radio Frequency Identification）などの通信方式が有力であることが分かる。WiFiやPAN（Private Area Network）は構築と接続性の手軽さから広く普及している。紹介した無線通信方式は、要件に応じて選択すべきだが、本稿では汎用的に提供されているモバイルネットワークに絞ってデータを処理するためのサーバについて説明する。

IoTデバイスのデータを処理するためのインフラ

【図4】にIoTデバイスのデータを処理するためのインフラをまとめる。図中の左側がIoTデバイスで、デバイスをつなげるためのRadio Access Network(RAN)、Core Network（コアネットワーク）、インターネットの順番でデバイスからの距離が遠くなる。処理サーバがデバイスに近いほど低レイテンシを実現できる可能性がある。

まず、最もレイテンシが低い処理サーバはそのデバイス自身である【図4A】。デバイスで生み出されたデータを自身で処理しそのデバイスにアクションを実施する。この場合は、3つの要件に当てはめると、最も低レイテンシでアクションに繋げることが出来る反面、データはそのデバイスでとれるものに限られる点と処理能力が低いという欠点がある。一般的に、IoTデバイスは消費電力が低いCPUが搭載されているため複雑な処理を実施するのは難しい。

次に、レイテンシが低い処理サーバはモバイルネットワーク上に配備されたマルチアクセスエッジコンピューティング（MEC）である【図4B,C,D】。MECは、配置できるレイヤがいくつか存在する。最もレイテンシが低いのはRadio Access Network（RAN）上の処理サーバ【B】、次にレイテンシが低いのはコアネットワークとRANの間の処理サーバ【C】、最後にコアネットワーク上の処理サーバ【D】である。MECは、インター



【図4】IoTデータを処理するためのインフラ

処理サーバ	レイテンシ (目安)	データ 量	データ 種類	処理 能力
IoTデバイス内	~1ms	少	当該デバイス のみ	低
MEC	~100ms	中	配下の デバイス	中
クラウド	100ms以上	大	全て	高

【表】各処理サーバが満たす要件

ネットに抜ける前に処理を実行できるため低レイテンシを実現出来る可能性がある。また、処理に必要なデータの種類においては、【B】では、同一基地局に繋がっているデバイスのデータを利用することができ、以降、同一地域【C】、同一コアネットワーク【D】のデバイスのデータを扱うことが可能である。

MEC以降はインターネットに接続され、AWSやAzure等のパブリッククラウド等が処理サーバになる。パブリッククラウド上では、レイテンシが高いという問題点があるものの、ネットワークなどの制限無しに全てのデータを使った処理を実施することができる。また、処理能力においても多量のサーバを使った処理等も出来るため現状ではメリットが大きい。インターネットと言っても、提供されるクラウドのサーバの配置場所によってレイテンシは異なる。例えば、日本から利用する場合は日本国内に設置されたサーバが最もレイテンシが低く、諸外国にサーバを設置した場合はレイテンシが高くなる。

【表】に各処理サーバが満たすことが出来る要件をまとめる。レイテンシは実現出来る時間の目安を記載している。

2022年の段階で普及している処理サーバは、デバイス自身で処理するものと、インターネット上のパブリッククラウドで処理されるものである。これは、MECのサービスが始まったばかりでパブリッククラウドのサービスほど手軽ではないことと、低レイテンシが要求されるアクションが少ないことが主要因と考える。MECも少しずつサービスが開始しており、筆者が知る限りでは2パタンのMECが主に利用され始めている。1つ目は、各モバイルキャリア（NTT docomoやKDDIなど）のコアネットワーク上に配備さ

れたMECである【図4D】。例えば、AWSが提供するWavelengthサービス[2]はKDDIのコアネットワーク上にAWSの処理サーバがあり、KDDIのモバイルネットワークからアクセスしたユーザはインターネットを経由することなく、KDDIのコアネットワーク上に置かれたAWSの処理サーバで処理が実行される。よってWavelengthサービスを使うことで低レイテンシで処理することが実現されている。2つ目は、Local 5G上に配備されたMECである【図4B,C】。Local 5Gとは、通信事業者ではない企業や自治体が、一部のエリアまたは敷地内に専用に構築した5Gモバイルネットワークである。Local 5Gは、スマートシティやスマート農業などの利用が期待されており、この

Local 5G環境の中にMECの処理サーバを配備することで低レイテンシを実現している。

このように、今まではデバイス内での処理とクラウドでの処理であったものが、MECなどの低遅延なサービスが提供され新たな研究やサービスの提供が期待される。今回は触れなかったが、モバイルネットワークは接続できるデバイスをSIMの認証を使って制限出来るため、セキュリティの面でもメリットが高い。また、インターネットを介さないため盗聴される危険性もきわめて低い。

さいごに

本稿では、IoT社会においてモバイルネットワークを活用するための最新動向を紹介した。特に無線接続方式、及びデータを処理するためのモバイルネットワーク上のインフラを具体的な事例に基づいて説明した。この中でモバイルネットワーク上のMECを活用することで低レイテンシサービスの提供が可能になる。MECに関する取り組みは、始まったばかりであり高価で使い勝手が悪い。例えば、Wifi6を使って同様のシステムを組む方が簡単かつ安価に類似インフラを構築することが可能である。しかしながら、スマートシティ、スマート農業などの大規模なエリアに展開が可能なモバイルネットワークが期待されている。今後このインフラを前提とした新しい研究やサービスが展開されることを筆者も心待ちにしている。

【参考文献】

- 1) <https://support.apple.com/ja-jp/HT208955>
- 2) <https://aws.amazon.com/jp/wavelength/>