

知っておきたいキーワード

エッジコンピューティング

干川尚人[†][†] 国立高等専門学校機構 小山工業高等専門学校 電気電子創造工学科

"Edge computing" by Naoto Hoshikawa (National Institute of Technology, Oyama College, Tochigi)

キーワード: エッジコンピューティング, クラウドコンピューティング, IoT

まえがき

IoT (Internet of Things) は人間の仕事を代替するスマート社会実現に必

要な技術として盛んに研究開発が行われています。このイノベーションを支える基盤ネットワークアーキテクチャとして、近年エッジコンピューティン

グが注目されています。本稿では背景となるネットワークサービス技術の発展を交えてその技術の特徴と展開状況を解説します。

クラウドサービスの隆盛

コンピュータのダウンサイジング技術の進歩は、人間が利用するモバイル端末を発展させましたが、これは電力、計算能力、保存容量など、性能面に制約があり、高機能なアプリケーションは実行できませんでした。そこで、インターネットを經由して外部の計算機リソースを活用する手法、クラウドコンピューティングが考案されました(図1)。インターネットでサービスを提供するサーバは一般に場所や電力などに制約がないデータセンター(DC)に置かれます。クラウドコンピューティングではこのDCに高性能なコンピュータを集中配備して、分散処理とサーバ仮想化によるシステムを構築します。利用者はこの強力な計算機リソースを、場所、時間に依らず必要な分だけ利用することで、端末の処理性能に依存せずに高度な機能が利用できるようになりました。さらに、サーバ

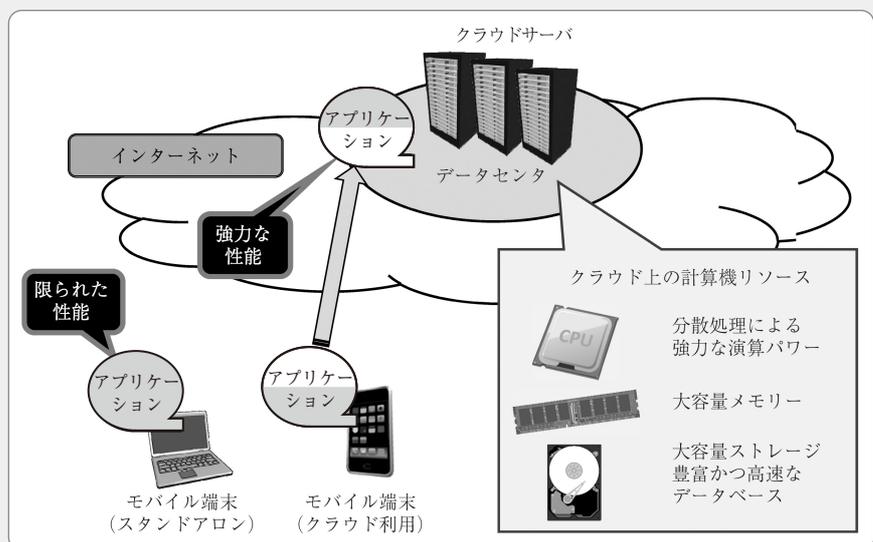


図1 クラウドコンピューティング

(以下クラウドサーバ)も、世界中に広がる計算機リソースへの接続性を利用することで、ビッグデータによるサービスが実現し、その提供機能がますます高度化しました。

このようなアプリケーション利用形

態はクラウドサービスと呼ばれ、これを支えるクラウドコンピューティングは現代の情報サービスインフラにおいて欠くことができない技術となっています。

IoTの登場とクラウドの限界

クラウドサービスはインターネットにつながっている、いわゆるサイバー空間上のデータを扱いますが、IoT機器はこれを物理空間に拡張し、人間の物理的な活動に直接干渉することを可能にしました。IoT技術で人間の労働を代替・自動化(スマート化)する社会の実現を日本ではSociety 5.0と呼んでおり、将来少子高齢化が避けられない我が国において特にそのイノベーション実現が期待されています。

初期のIoTサービスは、センサを搭載したIoT機器の生成するデータをクラウドサーバが収集・分析する、クラウドコンピューティングの形態で始まりました。しかし、より人間の社会活動と密接に連携が必要なIoTサービス

の実現ではクラウドコンピューティングはいくつか課題が見えてきました。

(1) 通信の応答遅延

クラウドサーバはネットワーク通信の応答遅延が大きく、リアルタイム性が担保できません。例えば、インターネットサービスでは100~200ms程度の遅延はほとんど問題になりませんが、高速移動する自動車やドローンの安全判断、人間の反射的な認知反応では数ミリ秒以下の応答性が必要です。

(2) 膨大なデータ転送量

IoT機器数の増加に伴いデータ転送に必要なネットワーク帯域があふれることが予想されています。現在市中で設置されている監視カメラは、そこで生成されるデータの大半が保存されることなく消されています。将来IoT化した膨大なカメラなどの機器の生成

データをすべてクラウドへ転送できるのでしょうか？

(3) データ保護(セキュリティ)

クラウドサービスはサービス処理に必要なかどうかに関わらず、すべてのデータをクラウド上で処理します。しかし、公共の物理空間で生成されるデータはサービス利用に無関係な人のプライバシー情報も含まれている可能性があります。産業用途でも、工場などの製造現場では機密情報があるでしょう。これらの情報すべてをクラウド上へ送信してもリスクはないのでしょうか？

以上の諸課題解決に有望な仕組みとして、新たなネットワークアーキテクチャが求められました。

エッジコンピューティング

エッジコンピューティングは機器が生成する膨大なデータを、生成源に近いネットワークの端に配置したエッジサーバで処理する分散型アーキテクチャです(図2)。両者の主な違いは計算機リソースの配置場所で、クラウドサーバはインターネット内、エッジサーバはインターネットの手前のネットワーク内に置かれます。この機能配備の違いが三つの課題解決につながる理由を以下に詳しく述べます。

まず、応答遅延の課題ですが、これは機器と計算機リソースの物理的なネットワーク距離を近づけることで改善できます。そもそも端末がインターネットへ通信するとき、さまざまなネットワークを経由しています。例えばスマートフォンならば、まず近場の無線基地局やWi-Fiアクセスポイントにつながり、次に通信事業者(キャリア)へ続くアクセスネットワークへ入り、その後、インターネット接続事業者(ISP)のネットワークを経由して、はじめてインターネットにつながります。そのインターネットは世界中にあるさまざまな組織のネットワークのつながりで構成されており、インターネットはこれらのネットワークの集合体として、雲(クラウド)として例え

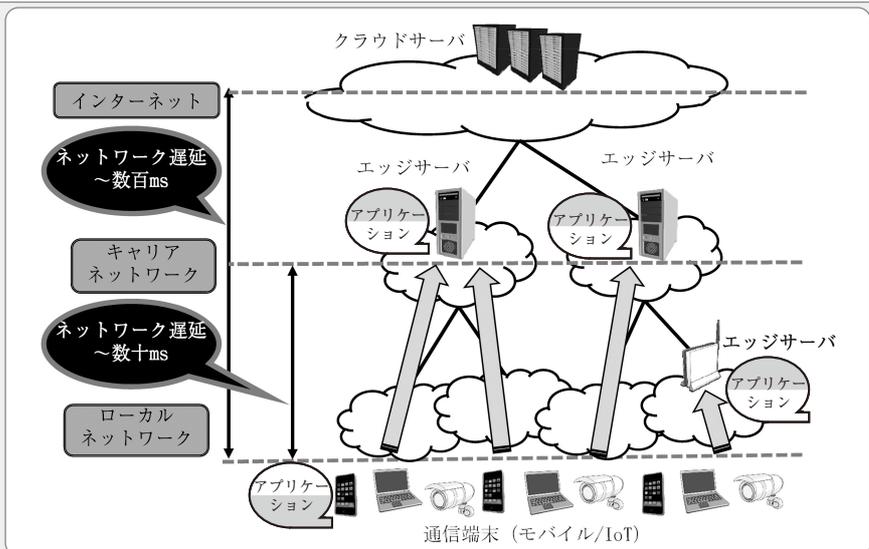


図2 エッジコンピューティング
計算機リソース(エッジサーバ)はさまざまなネットワーク上に分散配備される。

られます。ところで、一つのネットワーク内ならばその応答遅延は数ミリ秒以下で済みますが、クラウドサーバは多数のネットワークを経由するため、必然的に遅延が大きくなります。そのため、経由するネットワークが少ないエッジサーバは相対的に高速な応答が可能になります。

データ転送量の課題は、データ発生源の近傍でデータを分散処理する仕組みで解決できます。一般にデータの価値密度は一様ではなく、例えば監視カメラの映像も、「誰も映っていないもの」と「頻繁に人が動くもの」がありま

す。このとき、分析して前者の情報を除外できればデータ量を削減できます。エッジサーバはデータを生成する機器とネットワーク距離的に近い場所へ分散配置されるため、クラウドのようにデータ通信のトラヒックは一箇所に集中しません。

データ保護に関わるセキュリティ課題もまた、データ発生源の近傍でデータを処理する仕組みで解決できます。例えば、エッジサーバで受け取ったデータの内容を解析して、あらかじめセキュリティリスクとなる部分を削除・加工して

送信できれば、クラウド側の情報管理への心配は不要になります。

以上のように、エッジサーバが配置されるネットワークには、接続する機器の場所と強い関連性があり、場所に

依存しないクラウドサーバと大きく異なります。そして、この特徴が物理空間に置かれるIoT機器と高い親和性を生むのです。ただし、エッジコンピューティングはクラウドコンピューティングと相反する仕組みではなく、得意・不得意な点をお互いに補完し合う技術であることに注意して下さい。

ティングと相反する仕組みではなく、得意・不得意な点をお互いに補完し合う技術であることに注意して下さい。

エッジ技術の展開状況

計算機リソースとなるエッジサーバはさまざまな場所に配置することが検討されています(図3)。まず、標準化の取り組みがもっとも進んでいる規格として、欧州電気通信標準化機構(ETSI)によるMEC(Multi-access Edge Computing)があります¹⁾。これは第5世代移动通信システム(5G)を構成する技術の一つと位置づけられており、スマートフォンなどの移動体通信端末の無線基地局にエッジサーバを配備することで、極めて低遅延(0.5ms以下)な応答処理を目指しています。

固定通信事業者が持つキャリアネットワーク内に配置することも考えられます。例として、NTT東日本では同社が通信サービスを提供している地域内にあるおよそ700の通信局ビルにエッジサーバを配置し、映像のような大容量データのリアルタイム処理サービスを検討しています²⁾。

Wi-Fiアクセスポイントなどで接続される末端のローカルネットワークも有力な候補です。同ネットワーク内に配備した計算機リソースにアプリケー

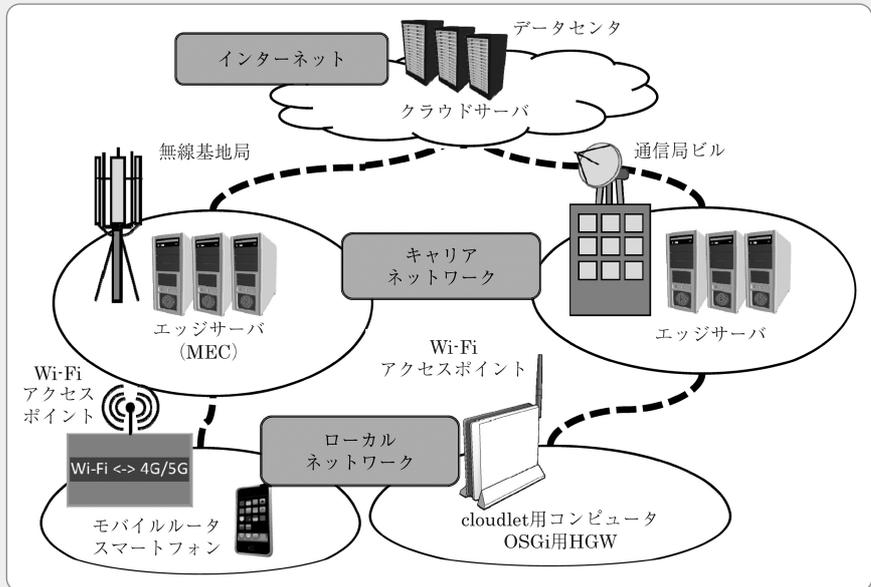


図3 エッジサーバ(計算機リソース)の配置場所

ションを動的に組み込み、エッジサーバとして利用する仕組みはcloudlet³⁾、OSGi⁴⁾などが知られています。

最後に類似する用語としてしばしば登場する、フォグコンピューティング⁵⁾について補足しておきます。フォグコンピューティングではクラウド(雲)の手前のネットワークをフォグ(霧)と捉え、その中に配置した計算機リ

ソースでデータを処理します。これはエッジと極めて似ていますが、標準化を推進しているOpenFogコンソーシアムでは「フォグはエッジを包含するより広い概念」としています。もっとも、エッジコンピューティングにおけるネットワークの範囲も幅広い解釈が可能のため、用語として両者を区別せずに使うことが多いようです。

むすび

エッジコンピューティングは通信インフラの機能分担と密接に関わるため、通信キャリアや事業者や通信機器ベ

ンダなどの業界関係者を中心に実用化を踏まえた標準化仕様の検討が進められている状況です。市中にインフラやプラットフォームが登場した後は、具体的なサービスとエッジサーバへ組み

込む機能の開発が本格化していくでしょう。そのときクラウドサービスのように、IoTによるスマート社会を実現する「エッジサービス」が開花するかもしれません。(2019年3月29日受付)

参考文献

- 1) ETSI: "MEC Deployments in 4G and Evolution Towards 5G", ETSI White Paper, No. 24 (2018), https://www.etsi.org/images/files/ETSIWhitePapers/etsi_wp24_MEC_deployment_in_4G_5G_FINAL.pdf
- 2) 藤井宏治: "NTT東日本のエッジコンピューティング戦略-「電話局」は最適な設置場所", businessnetwork.jp, <https://businessnetwork.jp/Detail/tabid/65/artid/6028/Default.aspx>
- 3) M. Satyanarayanan, P. Bahl, R. Caceres and N. Davies: "The case for vm-based cloudlets in mobile computing", IEEE Pervasive Computing, 8, 4, pp.14-23 (2009)
- 4) OSGi Alliance: "OSGi and the Enterprise Business White Paper Revision 1.3" (2011), <https://www.osgi.org/wp-content/uploads/OSGiAndTheEnterpriseBusinessWhitepaper2.pdf>
- 5) OpenFog Consortium: "OpenFog Reference Architecture" (2017), https://www.openfogconsortium.org/wp-content/uploads/OpenFog_Reference_Architecture_2_09_17-FINAL.pdf



ほしかわ なおと
平川 尚人

2009年、名古屋大学大学院情報科学研究科博士課程中退。同年、東日本電信電話(株)入社。2013年、NTTネットワークサービスシステム研究所。2018年、小山高専電気電子創造工学科助教。2019年より、講師。IoTサービスのネットワークシステム研究に従事。博士(情報科学)。