

クラウドサービスを支える 通信ゲートウェイ技術

別所雄三*
鹿島和幸**
大塚貴弘***

Communication Gateway Technology to Support Cloud Services

Yuzo Bessho, Kazuyuki Kashima, Takahiro Otsuka

要 旨

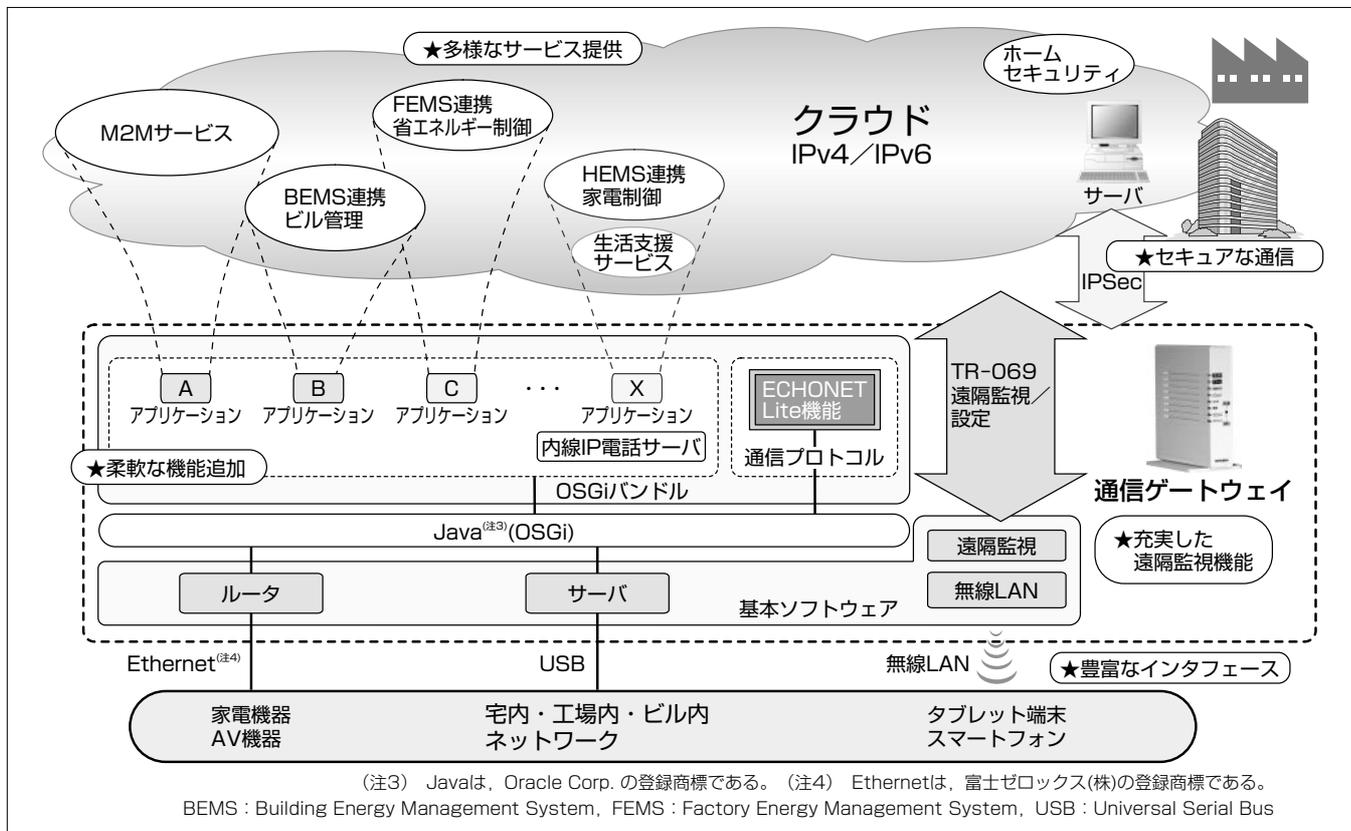
インターネット回線の高速化によって、様々な業種でクラウドサービスの利用が進んでいる。最近では東日本大震災を契機としてHEMS(Home Energy Management System)などのエネルギー管理サービスや宅内のデバイスからのデータ収集・蓄積と、蓄積データに基づく分析・制御を行うM2M(Machine-to-Machine)サービスなどが注目されている。こうした中、宅内ネットワークとクラウドをつなぐ通信ゲートウェイ装置は、機器を制御する様々なクラウドサービスのための中継機器として重要な役割を担っている。

多彩なクラウドサービスを提供するサービス事業者に向けて、三菱電機が開発した通信ゲートウェイ装置は、宅内機器との通信に国内ホームネットワークの標準規格であるECHONET Lite^(注1)を実装した。また、様々なネットワークインタフェースを収容する双方向1 Gbpsのルータ機能、柔

軟な機能追加を可能とするOSGi^(注2)(Open Service Gateway initiative)プラットフォーム、Broadband Forum(BBF)で規定されたTR-069ベースの遠隔監視機能を実装した。

ECHONET Liteによる機器の制御や、OSGiプラットフォームを利用したソフトウェアダウンロードによる機能追加で、家庭だけでなく、工場・ビルにおける多種多様な機器に向けた省エネルギーなど様々なクラウドサービスへの対応と、容易なシステム構築が実現できる。当社は、通信ゲートウェイの技術を通して、省エネルギーで、かつ安全・安心な社会づくりに貢献できる技術開発を推進していく。

(注1) ECHONET Liteは、エコーネットコンソーシアムの登録商標である。
(注2) OSGiは、OSGi Allianceの登録商標である。



クラウドサービス事業者と連携した通信ゲートウェイ装置の適用技術

通信ゲートウェイ装置は、基本機能として、豊富なネットワークインタフェースを収容する双方向1 Gbpsのルータ機能を搭載し、OSGiプラットフォームによって通信プロトコルやサービスの柔軟な機能追加が可能である。遠隔監視機能は、標準プロトコルTR-069に対応し、ゲートウェイ配下の機器が管理できる。また、有線及び無線の様々なネットワークインタフェースを収容し、M2Mゲートウェイへの拡張が可能である。

1. ま え が き

携帯電話や家電など、様々な機器がインターネット経由で接続可能となり、個人向け及び企業向けに様々なクラウドサービスが普及してきた。例えば、震災後の電力不足を受けて、センサや家電などの宅内機器とクラウドを接続し、データの連携・管理によって、エネルギー消費量の効率化を図るサービスが登場している。

このような背景から、多岐にわたるクラウドサービスへの柔軟な対応と、システム構築を容易にするサービス事業者向けの通信ゲートウェイ装置⁽¹⁾を開発した。

本稿では、通信ゲートウェイ装置によって実現できるクラウドサービスの適用例と、サービス適用に必要なアーキテクチャについて整理し、通信ゲートウェイ装置の機能や構成技術、新サービスに向けた検討技術について述べる。

2. クラウドサービス実現に向けて

2.1 適用サービス例

エネルギー使用量削減要求の高まりを受けて、家庭内や工場・ビル内の設備を制御することによって、電力利用の効

率化を実現するエネルギー管理システム(HEMS/FEMS/BEMS)の利用が広がってきた。

この節では、クラウドサービスと連携したエネルギー管理システムにおける通信ゲートウェイ装置を適用したサービス例について述べる。

(1) 家庭への適用

HEMSコントローラと通信ゲートウェイ装置を宅内に設置し、居住者の生活に基づいた家電機器の節電やピークシフト制御を可能とするサービスが家庭内向けに考えられる。

電力会社やハウスペンダー/機器ベンダーのクラウドと連携することによって、遠隔監視、消費電力の見える化、地域情報配信サービス等のサービスが実現できる(図1)。

(2) 工場・ビルへの適用

工場への適用では、FEMSマネージャーと通信ゲートウェイ装置とを連携したエネルギー管理サービスが考えられる。各機器からの電力検針データを収集することによって、企業の管理部門で管理する生産スケジュールに合わせ、エネルギー需要に応じた機器制御サービスが実現できる(図2)。

ビル管理でも、通信ゲートウェイ装置とBEMSマネージャーによって、同様のサービスが考えられる。例えば、

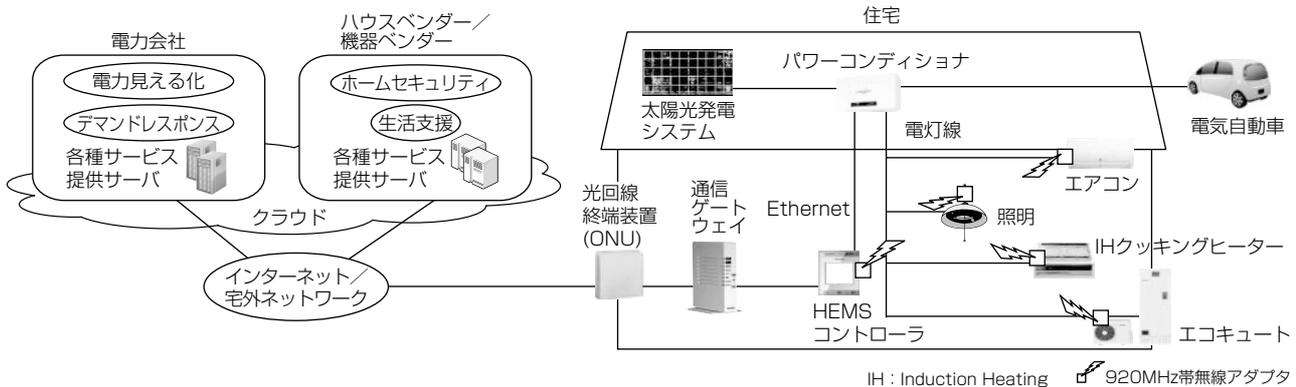


図1. HEMSコントローラ適用時の実現サービス

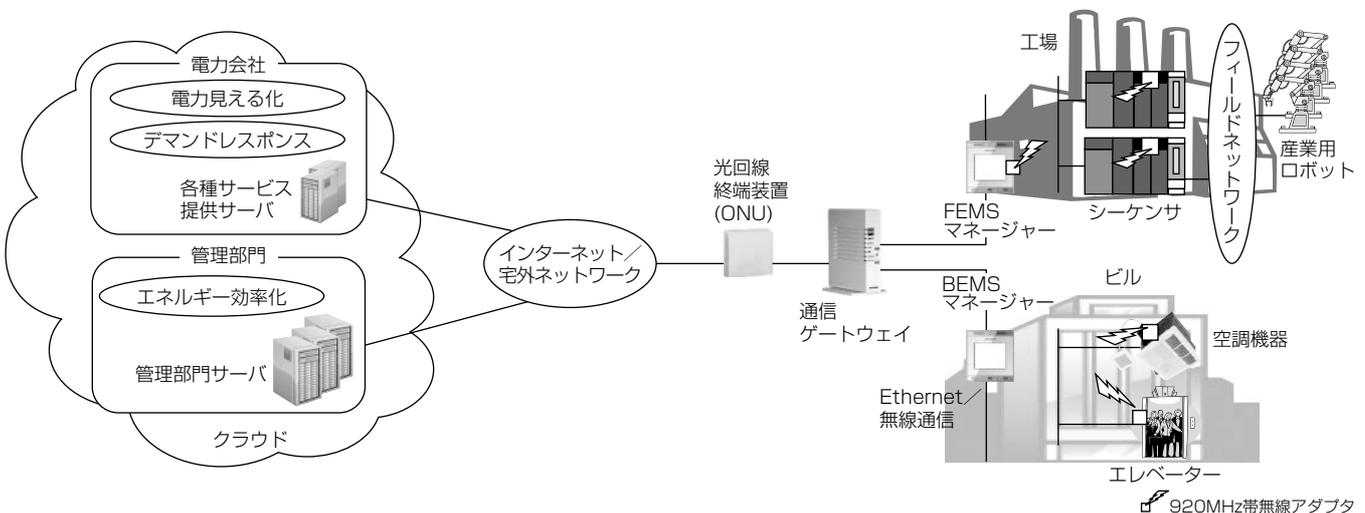


図2. FEMS/BEMSマネージャー適用時の実現サービス

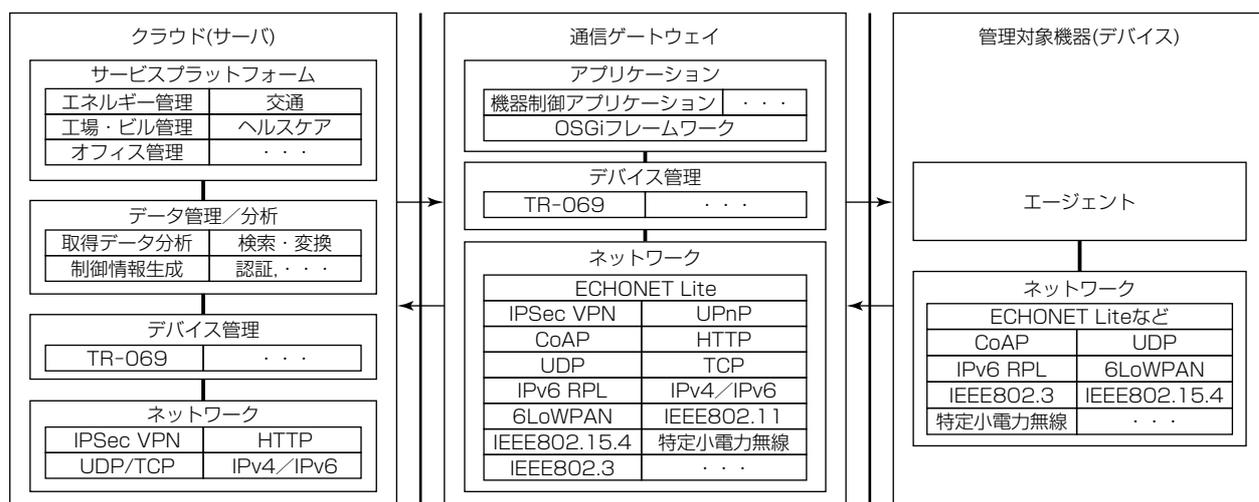


図3. クラウドサービス提供のアーキテクチャ

ビル内の空調, エレベーターなどの系統別制御, フロアごとの電力見える化, デマンドレスポンスによる電力消費抑制サービスである。

(3) その他のサービス

これらのサービスのほか, クラウドと連携し, 通信ゲートウェイ装置を介して, 多様な端末を収容した様々なサービスの提供も考えられる。例えば, 通信ゲートウェイ装置を列車内や駅内に設置し, サーバとの情報の受渡しによって, 列車の運行状況や駅のエネルギー最適制御, 道路監視を実現する交通向け管理サービスが挙げられる。また, 音声合成技術を活用し, 通信ゲートウェイ装置による機器の操作を補助する生活支援サービスなども提供できる。

2.2 クラウドサービスに必要となるアーキテクチャ

クラウド上のサーバと機器との連携に求められるアーキテクチャを図3に示す。

(1) 管理対象機器(デバイス)

管理対象機器は, 通信ゲートウェイ装置との接続のため, 920MHz帯などの無線通信技術が必要となる。また, 国内のホームネットワークの通信規格ECHONET Lite⁽²⁾のような通信プロトコルや, CoAP(Constrained Application Protocol), IPv6 RPL(Routing Protocol for Low power and Lossy Networks), 6LoWPAN(IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks), IEEE802.15.4を搭載し, M2Mアプリケーションへの適用が可能な軽量なプロトコルかつ低消費電力を実現する通信技術が求められる。

(2) 通信ゲートウェイ装置

通信ゲートウェイ装置は, 様々な機器を収容し, クラウドと連携したサービスを支援する。このため, デバイス管理機能及びUPnP^(注5)(Universal Plug and Play), CoAP, IEEE802.15.4の実装が必要となる。サーバとの通信のため, 端末との間の通信プロトコルからIPプロトコルへの変換機

能についても必要不可欠である。また, セキュアな通信や, 遠隔監視機能をサポートし, 安全な通信環境と, 自動メンテナンス機能の提供が必須となる。

様々なプロトコルへの柔軟な対応や各種アプリケーション実行のため, ソフトウェアダウンロードによる機能拡張のサポートは, 有効な手段であると考えられる。

(3) クラウド上のサーバ

サーバは, 管理対象機器から収集したデータの管理や分析する機能, 認証機能, 及び分析した結果をサービスとしてエンドユーザーに提供する。

(注5) UPnPは, UPnP Implementors Corp. の登録商標である。

3. 通信ゲートウェイ装置の構成と技術

3.1 通信ゲートウェイ装置の構成

2.2節で述べた必要条件を満たすため, 通信ゲートウェイ装置は, 有線及び無線の様々なネットワークインタフェースを収容する。

通信ゲートウェイ装置の外観を図4, 諸元を表1に示す。

表1に示すように, 通信ゲートウェイ装置は, 双方向1Gbpsのルータ機能, IPsec-VPN(IP Security-Virtual Private Network)や遠隔監視機能を実装し, 暗号化による安全かつ安心な通信環境と, 機器設定やファームウェア更新等, 充実したリモートメンテナンス環境を提供する。ルータ機能とサーバ機能, 遠隔監視等の共通機能は, 基本ソフトウェアとして実装している。

一方, ECHONET Liteや, 工場・ビル等で適用先ごとに異なる各種通信プロトコル, 及び多様なサービスへの適用が必要な機能は, これから述べるJavaによるアプリケーション(バンドル)として開発した(図5)。

3.2 アプリケーション実行環境

Javaに基づく汎用的かつオープンなソフトウェアコンポーネントであるOSGi⁽³⁾は, バンドルと呼ばれるJavaで



図4. 通信ゲートウェイ装置

表1. 通信ゲートウェイ装置の諸元

項目	内容
Ethernet	WAN : 1000BASE-T / 100BASE-TX x1 LAN : 1000BASE-T / 100BASE-TX x4
無線LAN	IEEE802.11b/g/n (2.4GHz)
Java VM/OSGi	CaffeineMark = 5,000以上
IP転送性能	IPルータ : 双方向 1 Gbps
セキュリティ	IPSec-VPN
遠隔監視	BBF TR-069
外形寸法(mm)	40(W) × 171(D) × 188(H) (突起部分を除く)

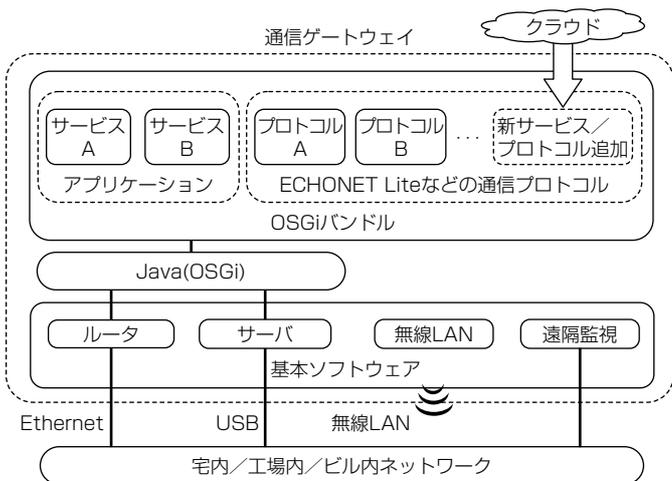


図5. 通信ゲートウェイ装置のソフトウェア構成

記述されたソフトウェアの実行環境によって、実行中にシステムを停止することなく、ソフトウェアが追加できる。この特長を活用し、通信ゲートウェイ装置では、適用先ごとに異なるサービスは、バンドルとしてダウンロードすることによって、連携動作させ、複数の機器を組み合わせた制御を可能とする。

3.3 機器との通信技術

エアコン、照明などの家電機器を制御するため、通信ゲートウェイ装置は、ECHONET Liteの通信プロトコルをサポートする。ECHONET Liteは、国内のホームネットワークの標準規格であり、複数ベンダーの機器との連携サービスに用いられる。

家電機器との通信に使用する通信プロトコルには、無線/有線、IP/非IP等のバリエーションが存在する。そこで、通信ゲートウェイ装置では、新たに設計した共通のインタフェースを利用することで、下位の通信方式に依存しない様々な通信プロトコルに対応可能なECHONET Lite通信バンドルを開発した。

3.4 サーバとの通信技術

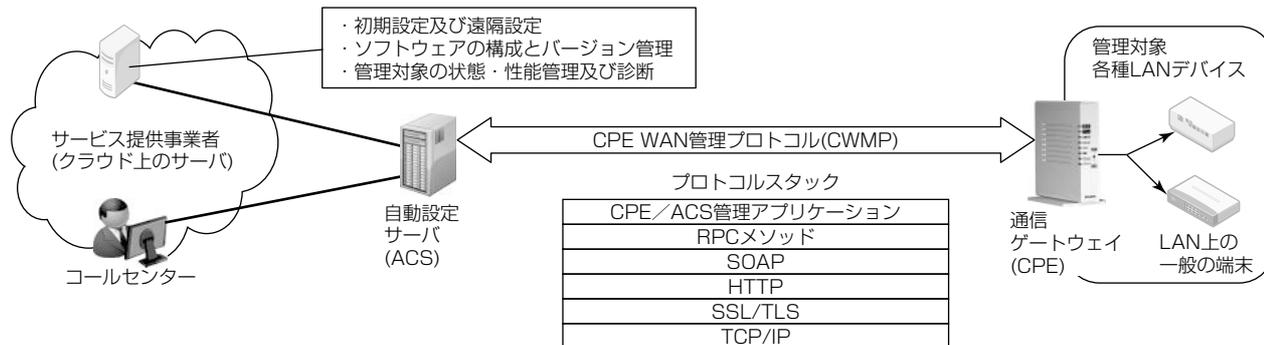
3.4.1 遠隔監視技術

通信ゲートウェイ装置は、BBFで規定された標準プロトコルのTR-069⁽⁴⁾を実装している。TR-069は、SOAP (Simple Object Access Protocol)/HTTP(S) (Hypertext Transfer Protocol(over Secure socket layer)) に基づくプロトコルであり、通信ゲートウェイ装置などの宅内機器と、自動設定サーバとの間の通信を規定している (図6)。

標準仕様として規定している機能は次のとおりである。

- (1) 初期設定及び遠隔設定
- (2) ソフトウェアの構成とバージョン管理
- (3) 管理対象の状態・性能管理及び診断

通信ゲートウェイ装置では、多岐にわたる機器の詳細情報の管理のため、適用する機器ごとにデータモデルを拡張し、2章で述べた幅広い適用領域への横展開を可能としている。



CWMP : CPE WAN Management Protocol, CPE : Customer Premises Equipment, ACS : Auto Configuration Servers, RPC : Remote Procedure Call, SSL : Secure Socket Layer, TLS : Transport Layer Security

図6. TR-069による遠隔保守の適用範囲

IP通信機能やTR-069通信機能をサポートしていないスマートメータなど非TR-069デバイス向けに、通信ゲートウェイ装置は、遠隔保守のための中継機能を実現している。

3.4.2 セキュア通信技術

外部ネットワークとの通信で、情報漏洩(ろうえい)や不正侵入による機器の乗っ取りの脅威がある。通信ゲートウェイ装置では、サーバとのセキュアな通信のために、L2TP(Layer Two Tunneling Protocol)/IPSecによるVPN接続をサポートする。暗号化によって、データ秘匿(ひとく)や改ざんの防止、接続時の認証機能を実現し、安全面でクラウドサービスを支える。

4. 通信ゲートウェイ拡張技術

4.1 音声合成技術による音声ガイダンス機能

クラウドサービスやホームネットワークの共通の受け口となる通信ゲートウェイ装置は、今後、多くのユーザーにとって欠かせない装置となり、モノとヒトをつなぐための誰にでもわかりやすいユーザーインタフェースの実現が強く望まれる。

また、24時間クラウドと接続して動作する通信ゲートウェイ装置は、クラウド内の情報を随時アクセスすることが可能であるため、ユーザーにとって有用な情報を、ユー

ザーのライフシーンに合わせたタイミングで、情報提供する装置としての期待も高い。

当社では、これらの要求に応えるため、音声合成技術を使ったナチュラルユーザーインタフェースを備えた通信ゲートウェイ装置を開発している。テキスト音声合成技術⁽⁵⁾によって、了解性の高い音声任意のテキストから作成できる。このため、様々な内容をユーザーに聞き取りやすい音声でガイダンスすることができる。

音声ガイダンス機能の応用例を図7に示す。ユーザーがスマートフォンなどによって読み上げる対象(特定地域の天気情報など)や条件(時間帯や照明の電源ON等)を設定すると、この対象・条件に応じてクラウドから取得したテキストを音声合成し、スピーカーから読み上げる。

また、遠隔機器の状態の変化(お風呂の湯沸かしの完了、電気自動車の充電完了)や、通信ゲートウェイ装置と各機器との接続で異常が発生した場合等、その機器の状態を音声ガイダンス機能によって具体的に音声で知らせる。

4.2 多彩な利用形態に応じた音声サービス

音声合成技術を用いて、ユーザーの利便性を向上させることによって、サービスの拡張も期待できる。

例えば、サーバ側の音声認識や音声合成のエンジンと、通信ゲートウェイ装置とを連携させることによって、機器の音声操作サービスが実現できる。スマートフォンやタブレット端末のマイク/スピーカー機能を利用して、通信ゲートウェイ装置からクラウドに音声情報を送信し、ユーザーである居住者(発声者)の意図を理解して宅内機器を操作するサービスや、居住者に対して応答・通知するサービスが考えられる。家電など機器の利用を快適にするホームネットワークサービスや、高齢者向けの宅内機器の操作をサポートする生活支援サービス等への適用が有望となる。

ネットワークが接続されていない環境での利用が必要な場合は、通信ゲートウェイ装置にサーバの機能を実装することでサービスの提供が可能となる。

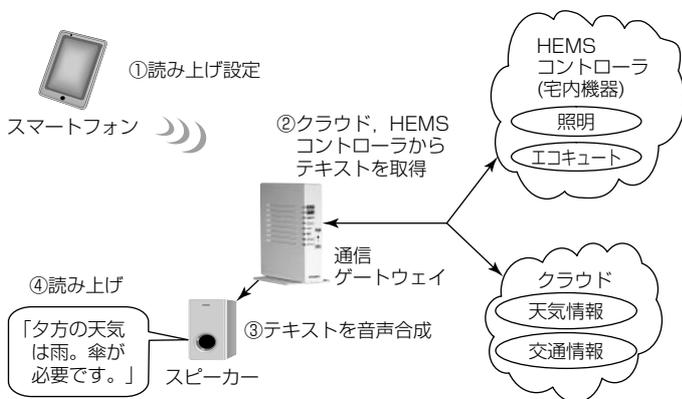


図7. 音声ガイダンス機能の応用例

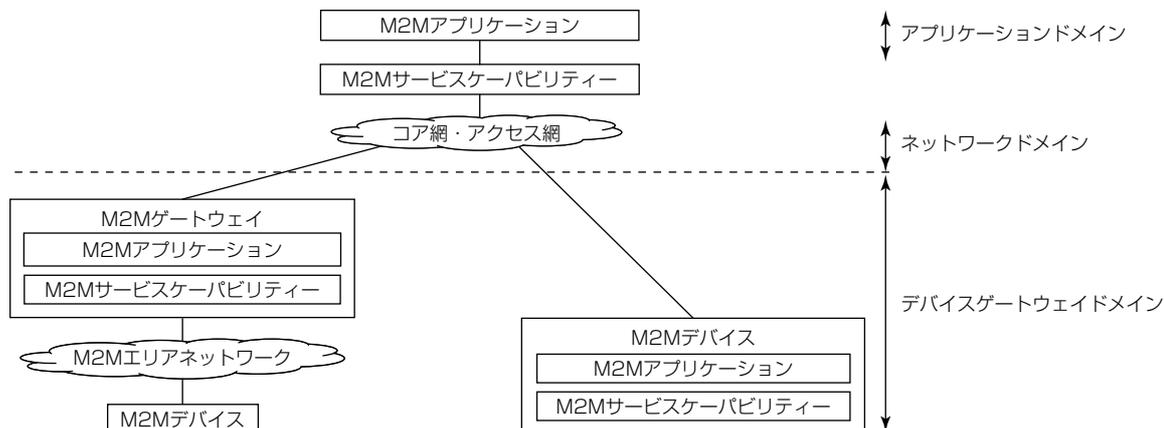


図8. ETSIの技術仕様でのM2Mアーキテクチャ

また、VoIP (Voice over Internet Protocol) / SIP (Simple Internet Protocol) 技術を活用し、複数の通信ゲートウェイ装置と連携して内線通話環境を実現する機能を搭載し、SIPサーバなどの上位機器を設置せずに、簡単に配下のIP電話端末間での通話サービスも提供可能である。

4.3 M2Mサービス

あらゆるモノとモノを接続し、クラウドサービスを活用するM2Mサービスの拡大が予想される。通信ゲートウェイ装置は、このようなサービスへの適用が期待できる。

M2Mの標準化は、欧州の標準化団体であるETSI (The European Telecommunications Standards Institute) が積極的な活動を進めていたが、2012年7月に(社)電波産業会 (ARIB)、(社)情報通信技術委員会 (TTC) を始めとする世界の標準化団体が協調した標準化の実現のため、oneM2M initiative を設立した。当社もARIB、TTCを通して活動に参画している。

ETSIの技術仕様でのM2Mアーキテクチャを図8に示す⁽⁶⁾。ETSIでは、M2Mの機能を、オープンインタフェースを介して提供するM2Mサービスケーパビリティ(プラットフォーム機能)と、M2Mアプリケーションを実行するM2Mデバイス、M2Mデバイスとネットワークドメイン間のプロキシとして動作するM2Mゲートウェイを検討している。

当社は、M2Mゲートウェイ実現のために、次の3つが重要であると考えている。

- (1) M2MアプリケーションとM2Mサービスケーパビリティのソフトウェアを配布・実行する環境提供
- (2) 遠隔からM2Mデバイスのアクセスを安心・安全に実現するアクセス制御
- (3) 多様なデバイスをM2Mエリアネットワークで接続するためのネットワークインタフェースの拡張

通信ゲートウェイ装置はM2Mゲートウェイとして機能し、ソフトウェアの配布・実行環境の提供については、OSGi上のM2M用拡張機能として実現する。また、遠隔ア

クセス制御のためのM2Mエリアネットワークでの接続認証機能や、プロキシ機能を提供する。

ネットワークインタフェースについては、USBによってインタフェースの種別を拡張することによって、特定小電力無線やZigBee^(注6)など様々な物理通信インタフェースを収容できる。

(注6) ZigBeeは、ZigBee Alliance, Inc. の登録商標である。

5. む す び

クラウドサービスの実現を可能とする通信ゲートウェイ技術として、提供可能なサービスとアーキテクチャ及び通信ゲートウェイ装置を構成する技術と当社の取組みを述べた。

家庭及び工場、ビル向けなど広範な事業向けのクラウドサービスに適用する通信ゲートウェイの技術開発によって、省エネルギーで、かつ安全・安心な社会の更なる発展に貢献していく。

参 考 文 献

- (1) 鹿島和幸, ほか: サービス事業者向け通信ゲートウェイ, 三菱電機技報, **86**, No.10, 548~551 (2012)
- (2) ECHONET Lite規格書Ver.1.00
http://www.echonet.gr.jp/spec/spec_v100_lite.htm
- (3) OSGi Release 4, Version 4.3
<http://blog.osgi.org/2012/05/compendium-43-and-residential-43.html>
- (4) BBF, CPE WAN Management Protocol v1.2 (2010)
http://www.broadband-forum.org/technical/download/TR-069_Amendment-3.pdf
- (5) 大塚貴弘, ほか: テキスト音声合成技術, 三菱電機技報, **85**, No.11, 641~644 (2011)
- (6) ETSI TS 102.690 V1.1.1 (2011)
http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102600_102699/102690/01.01.01_60/ts_102690v010101p.pdf