

無線対応スマートアプライアンスサービス

Wireless-Enabled Smart Appliances Service

増田 健司
Kenji Masuda

要 旨

各家庭のインターネットと、家電間の通信（制御コマンド）を接続する無線ゲートウェイ（GW）を設置し、無線GWを通じてインターネットへ常時接続する家電と、携帯端末、クラウドサーバが連携することで家電情報サービスを提供する無線対応スマートアプライアンスシステムを構築した。

本システムでは無線GWとクラウドサーバ間との通信において、非同期に複数発生する通信を制御単位ごとにまとめて送信する機構の導入や、UPnP（Universal Plug and Play）を活用した宅内での制御の高速化を実現することで、家電の応答性を確保しつつ宅内外問わず統一的なUI（User Interface）で家電を制御できるシステムを実現する。

Abstract

As part of a cloud service for constant connection between electrical appliances and the internet, a Wireless-Enabled Smart Appliances Service has been constructed by installing a Wireless Gateway that can function as a bridge between the IP packet and the wireless packet.

For multiple connections that asynchronously occur between the cloud server and the Wireless Gateway, a mechanism to maintain a connection with the same cloud server for each control unit has been developed. Also, in the case of indoors control, Universal Plug and Play (UPnP) is used for direct appliance control without going through the internet. This system provides the function of electrical appliance remote control in a uniform User Interface (UI) with good appliance response.

1. はじめに

コンピュータ処理の結果をサービス利用者に提供する情報サービスにおいて、ネットワーク経由でサービスを提供するクラウドコンピューティングシステムがさまざまな分野に広がっている。当社においても、クラウドサービスを通じて、単品売り切り型の収益構造から、継続的な機能進化やサービス提供といった、新たなビジネスモデル創出につなげるために、スマートアプライアンスシステムの構築を推進している。自社製品にスマートアプライアンスシステムを適用することにより、商品力強化を図りつつ、多様な商品群からユーザーの生活情報を集約・蓄積し、顧客の生活を多面的に把握することで、ユーザーへ新たな価値を提供可能なシステムの構築を目指す。

スマートアプライアンスシステムは、必要なタイミングで運転状態やエラー状況といった情報を家電本体から取得・把握する仕組みである。無線通信機能を備えた家電と、クラウドサーバ群と、携帯端末、および各機器間のデータの橋渡しを行う無線GWが連携することで、次に示す4つの価値提供を目指すものである。

- (1) 家電の省エネ管理や遠隔操作による“便利な家電”の実現
- (2) カスタマーサポートとして機器状態やメンテナンス情報を伝える、“安心な家電”の実現

- (3) 消費電力の見える化、使用履歴の参照による“省エネ行動を促進する家電”の実現

- (4) ユーザーひとり一人の好みに合わせた機器設定情報を提供する“カスタマイズ可能な家電”の実現

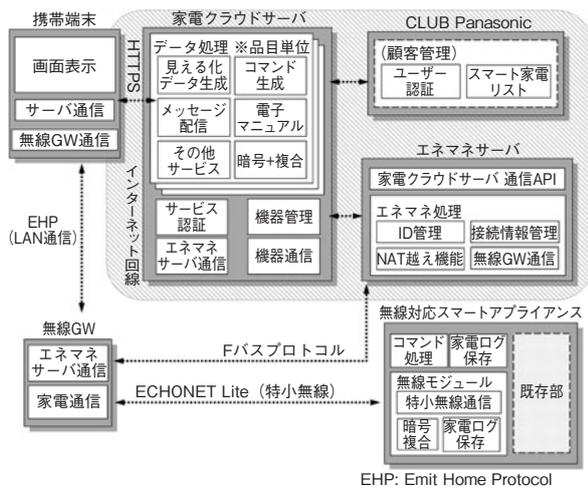
本稿では、上記のようなサービスを実現する無線対応スマートアプライアンスシステムにおいて、無線GWを中心に開発に伴う課題とその対応策について説明する。

2. システム構成

第1図に、無線対応スマートアプライアンスシステムの構成を示すとともに、各サブシステムの主要な機能を説明する。

2.1 携帯端末

携帯端末は、ユーザーにおける無線通信に対応した白物家電（無線対応スマートアプライアンス）の制御コントローラを担う。具体的には、携帯端末は無線対応スマートアプライアンスシステム専用のアプリケーションをインストールしたスマートフォンである。スマートフォンの表示・操作機能を利用することで、家電本体や赤外線リモコンよりも、リッチなグラフィックスや視覚効果をUIとしてユーザーに提供することが可能となる。



第1図 スマートアプライアンスシステム構成図
 Fig. 1 Smart Appliance System configuration diagram

2.2 クラウドサーバ

クラウドサーバは、家電クラウドサーバとエネマネサーバから構成される。家電クラウドサーバは、サービスを利用するユーザーへのインターフェースを提供する役割を担い、入力・管理・出力の3つの機能を有する。入力に関する提供機能には、携帯端末の要求に基づき制御データの生成や読み取りを行うデータ処理や、ユーザーID (CLUB Panasonic ID) に基づくユーザー認証機能などがある。管理では、家電から収集した情報を管理する機器管理や、家電種別ごとの取説データなど各種コンテンツを保持するサービス運用の機能などがある。最後に出力には、無線対応スマートアプライアンスから収集した各種情報のビジュアル化や、ユーザーが保有する家電の操作方法を示すコンテンツ提供機能などがある。

エネマネサーバは、各家庭にある無線GWを通じて、無線対応スマートアプライアンスとのインターフェースを担う。このサーバは、家電や無線GWのIDや接続情報などの機器管理を行うことで、無線対応スマートアプライアンスの情報の収集を行う。また、携帯端末からの家電制御要求を家電クラウドサーバ経由で受け取り、ルータやファイアウォールの内側にある家電へ伝える、いわゆるNAT (Network Address Translation) 越えの機能を有している。各サーバが提供するサービスはWebAPI (Web Application Interface) としてアクセスすることが可能であり、携帯端末や、無線GWへの任意のタイミングでの各種サービス提供を実現している。

2.3 無線GW

無線GWは、家庭内LANとインターネット回線および

無線対応スマートアプライアンスの間に介在して情報の橋渡しを行う機能を提供する。また、家電を制御するための制御データをIPパケットから無線対応スマートアプライアンスを動作させるための制御コマンドへブリッジすることにより、家電のネットワーク常時接続を実現している。

2.4 無線対応スマートアプライアンス

無線対応スマートアプライアンスは、特定小電力無線回路を有する無線アダプタを接続するための有線インターフェース (I/F) 端子を有する家電である。無線対応スマートアプライアンスは、無線GWとの間で制御コマンドを送受信することにより家電情報通知や、コマンド制御を提供する。また、制御コマンドの形式には、ECHONET Lite^(注) に準拠したデータを用いることで汎用的な家電制御を実現している。

以上のような構成をとることで、無線対応スマートアプライアンスのインターネット常時接続を実現する。また、無線GWがクラウドサーバや無線対応スマートアプライアンスと連携することにより、携帯端末から家電情報の収集や制御を実現する。

3. 無線GWの通信方式

本章では、無線GWの通信方式についてさらに詳しく説明することで、無線対応スマートアプライアンスシステムにおける無線GWの役割について明確にする。無線対応スマートアプライアンスシステムでは、家電制御や、家電情報を収集することでユーザーにサービスを提供する。家電情報は顧客情報となるため、通信に伴う安全性確保は必須のシステム要件となる。また、ユーザーが見たいときに見たい情報を受け取れるサービスを実現するためには、通信トラフィックが集中する時間帯などでも動作するように、システムの安定性も重要な要素となる。よって、本システムでは当社の既存サービスである「ライフニティ」を提供するエネマネサーバと連携することにより、資産活用による開発コスト軽減とともに、安全性や、可用性を確保する。また、無線GWは、「ライフニティ」を構築するFバスプロトコル^[1] / Emit Home Protocol (以下、EHPと記す)^{[2][3]}をサポートすることにより、無線対応スマートアプライアンスとクラウドサーバとのデータの橋渡しを実現する。

(注) エコネットコンソーシアムの登録商標

3.1 Fバスプロトコル

Fバスプロトコルとは、HTTP (HyperText Transfer Protocol) ポーリングをベースとした当社独自の通信方式である。本方式により、各家庭の内側にある家電とエネマネサーバ間の双方向通信を実現するものである。エネマネサーバは、無線GWからのポーリングを受信するポーリングサーバと、パケットの送受信を行うMI (Machine Interface) サーバから構成され、おのおのを分散させることで冗長性と可用性を確保している。

3.2 EHPとトンネリング方式

EHPは、サーバと家電間での状態参照、制御、事象の通知の要求・応答をバイナリ形式で表現した当社独自の通信プロトコル方式である。「ライフニティ」対応機器は、MIサーバからEHP形式のデータを受け取ることで、ユーザーからの制御要求を受け付けることが可能となる。

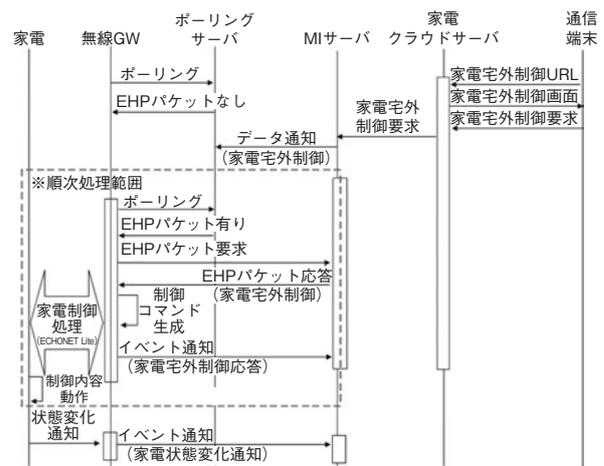
EHPで規定されるバイナリデータで無線対応スマートアプライアンスと通信する場合、各家庭内に施工される無線GWは、EHP形式をECHONET Lite形式に変換し、家電へ制御要求を通知する必要がある。この場合、新しいサービスを備えた無線対応スマートアプライアンスが発売された場合や、サービス追加により家電機能が進化した場合、無線GWのソフトウェア改変が必要になり、顧客によるファームアップデートの実施が必要となる。

そこで、本システムでは家電間への要求・応答をECHONET Lite形式で透過することができるようにEHPを拡張するトンネリング方式を導入した。本方式を用いることで、無線GWは家電との送受信にほかのプロトコルを使用できるようになる。つまり、無線GWの新規ソフトウェア開発なしに、新たなサービス追加に対応することができ、家電ごとのすべての制御コマンドを無線GW内に記憶しておく必要がなくなる。

無線GWは、トンネリング方式によるEHP通信をエネマネサーバと行うことにより、省メモリーかつ、ほかの家電展開による改変が最小限となる安価なシステムとなっている。

3.3 無線GWシステムにおける通信シーケンス

上記に説明した既存技術の活用や、プロトコル拡張を統合することで、無線対応スマートアプライアンスサービスを実現している。第2図に、携帯端末上の操作要求が家庭に設置された無線対応スマートアプライアンスに到達するまでのシーケンス例を示す。家庭に設置された無線GWは一定間隔でポーリングサーバに対しポーリングを行い、無線対応スマートアプライアンスサービスへ



第2図 シーケンス図

Fig. 2 Sequence diagram

の要求を監視する。携帯端末から宅外制御が発生した場合、携帯端末はクラウドサーバよりUIを取得し、ユーザー操作により家電宅外操作を要求する。家電操作要求は、MIサーバ経由で、ポーリングサーバにデータ通知が行われる。次に無線GWがポーリングをしてきた時点で、EHPパケットが存在していることがポーリングサーバより伝えられ、無線GWはMIサーバに家電への制御データが含まれるEHPパケットを取得するためにMIサーバに要求を行う。無線GWはEHPパケットを取得すると制御データを抜き出し、制御コマンドを生成する。この制御コマンドは、無線GWから無線対応スマートアプライアンスに送信される。制御コマンドを受けた無線対応スマートアプライアンスは、制御コマンドに従った動作を行う。その結果、同家電の内部状態が変化したときには、状態変化通知を無線GWに送信し、無線GWは同通知をイベントとしてMIサーバに送信する。

4. 宅外からの制御

前章の処理フローに沿って、宅外から無線対応スマートアプライアンスを制御する場合、無線GWの構成上の制約により処理遅延が発生した。本章では、この課題を解決するために導入した通信方式について説明する。

4.1 サーバラウンドロビン手順の工夫による高速化

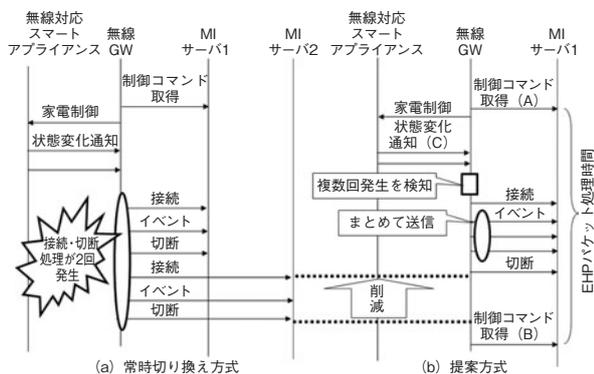
無線GWは無線対応スマートアプライアンスの制御コマンドを取得するため、MIサーバと通信を行う。本システムにおいてMIサーバは複数台動作しており、無線GWは自身が保持する設定ファイルの記載順に沿って、接続先を切り換えながらサーバアクセスを行っている。

このとき、サーバへの接続の成功・失敗にかかわらず順次異なるMIサーバに接続を試みることで、特定サーバへの負荷集中を回避する構造となっている。

一方、無線GWでは機能の省メモリー化を実現するため、スマートアプライアンスからの状態変化通知を一時格納するメモリーとMIサーバから取得するEHPパケット格納用のメモリーを共有化している。しかし、状態変化通知が複数回発生するケースにおいては、同通知が発生するたびに接続先のサーバを切り換え、エネマネサーバの負荷分散を実現しようとするため、接続・切断処理が複数回発生してしまう。第3図(a)に、その処理シーケンスを示す。

結果として、この処理がボトルネックとなり、携帯端末から送信される制御コマンドの処理遅延が発生し、ユーザビリティが劣化するということが課題になった。そこで、宅外制御における携帯端末の操作応答性劣化を防ぐため、エネマネサーバの負荷分散を担保しつつ無線GWのパケット処理を高速化する同時処理方式を検討した。本方式の処理シーケンスを、第3図(b)に示す。

第3図(a)のように、無線対応スマートアプライアンスからの通知が複数回発生する状態変化通知の場合は、状態変化通知を監視し、まとめて一度に同一サーバへ送信する。この同時処理方式により接続先の切り換えがなくなり、発生していた遅延を削減することができる。また、無線対応スマートアプライアンスへの制御コマンド取得時には、従来どおりアクセスするMIサーバを切り換えながら通信を行うことで、サーバへの負荷分散効果を維持することができた。



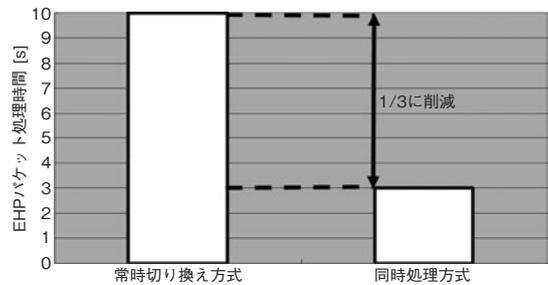
第3図 同時処理方式適用による通信処理時間の削減
Fig. 3 Reduction of communication time by simultaneous method

4.2 性能評価

状態変化通知を送信するたびに接続先を切り換える常時切り換え方式と同時処理方式のEHPパケット処理時間

について評価を行った。ここで、EHPパケット処理時間について、第3図(b)を用いて説明する。携帯端末から続けて無線対応スマートアプライアンスへの制御を行った場合に、図中の(A)に示すように、無線GWが制御コマンド取得を行う箇所から、図中(B)に示す次の制御コマンドを取得するまでの時間をEHPパケット処理時間とする。この区間には、図中のCにあたる1つ目の制御コマンドによる状態変更通知の処理が含まれることになり、以降に通知される複数の状態変化を検知し、まとめて一度のサーバ接続で送信されることになる。第4図に、測定結果を示す。

提案方式は、常時切り換え方式と比較して処理時間が約1/3となっており、同時処理方式の正当性を確認することができた。



第4図 EHPパケット処理時間の比較
Fig. 4 Compare with EHP packet processing time

5. 宅内からの制御

宅外からの無線対応スマートアプライアンス制御では、携帯端末からインターネット回線を利用して、クラウドサーバおよびエネマネサーバを経由して家電制御を実現した。宅内からの無線対応スマートアプライアンス制御の場合、ユーザー視点では目の前の家電を制御しているつもりだが、実際はインターネット網経由でデータが流れることになる。本章では、宅内からの制御の場合に起こるインターネットを介した通信における課題について説明する。

5.1 インターネット網経由における応答遅延

インターネット網を利用することにより経路上必ずタイムラグが生じる。例えば、エネマネサーバと無線GW間の通信におけるNAT越えが該当する箇所として挙げられる。NAT越えを行うことにより、少なくとも、無線GWとポーリングサーバ間のポーリング周期分のタイムラグが発生し、そのタイムラグは、ユーザー操作から家電が動作するまでの応答時間に含まれることになる。宅

外制御の場合、クラウドサーバでUIを取得した時点で、ポーリング周期を変更することで応答性の改善を行っている。しかし、宅内では通常赤外線リモコンとの併用などが想定され、赤外線リモコンと家電間ではおよそ1秒の応答性であり、改善実施後のポーリング周期で比較した場合でも、ユーザビリティの低下の原因となっていた。

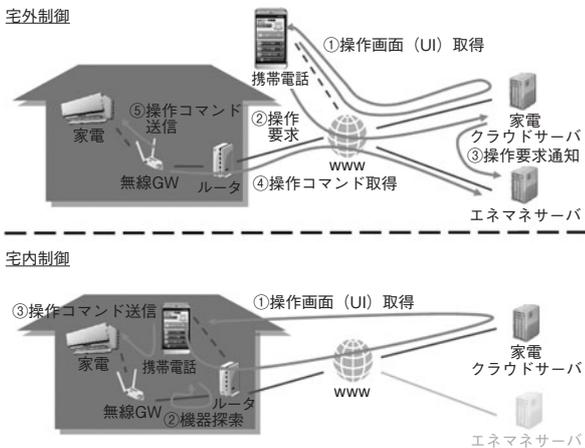
5.2 宅内制御における操作応答性の向上

宅内制御の場合は、無線対応スマートアプライアンスの操作性を向上させるために、宅外と異なりインターネット網を介さず直接家電を制御する経路をとる必要がある。宅内制御時の通信経路を、第5図に示す。

携帯端末はWi-Fi (Wireless Fidelity) 通信による宅内制御用のモード (ダイレクトモード) を保持する。

ダイレクトモードでの動作時は、ユーザー操作による制御に応じたパケットを携帯端末内で生成し、無線GWに送信する。無線GWは、宅外制御と同様に制御コマンドを生成し、無線対応スマートアプライアンスに送信する。このとき、携帯端末は無線GWとの通信を確立するために無線GWのIPアドレスを指定する必要がある。ダイレクトモードでの動作時は、Web標準規格のUPnPを活用することで、IPアドレスを特定する。無線GWにWebサーバ機能とSSDP (The Simple Service Discovery Protocol) を実装することで、ダイレクトモード起動時にLAN内に存在する無線GWを携帯端末が発見し、そのIPアドレスを特定することが可能となる。以降、ユーザー操作が行われるたびに、携帯端末内でトンネリングプロトコルに即したパケットを生成し、特定した無線GWに送信する。

このようにダイレクトモードを用いることでインター



第5図 宅外制御と宅内制御時のデータの経路
Fig. 5 Data route of inside control and outside control

ネット網を介さず、直接無線対応スマートアプライアンスに制御パケットを送信することで赤外線リモコンと同等の反応速度を実現した。

6. エアコンシステムへの適用

無線対応スマートアプライアンスシステムをエアコンシステムへ適応することで当社が推進するクラウドサービスの具現化を行った (第6図)。

無線対応スマートアプライアンスシステムを適用したエアコンシステムでは、下記4つのサービスを宅内外問わず統一されたUIでユーザーに提供することができる。

- 1) 見える化
ユーザーに対して、機器の電気代を見える化する。
- 2) コンシェルジュ
家電に不具合が発生したとき、簡単に対処法を把握できるようにする。
- 3) カスタマイズ
ユーザーひとり一人の好みに合わせた機器設定情報を提供する。



第6図 サービス提供画面
Fig. 6 Service screen

4) コントロール

ユーザーに対して、リッチなGUI (Graphical User Interface) での操作を提供する。

7. まとめ

本稿では、IPパケットと無線対応スマートアプライアンスを制御するための制御コマンドをブリッジする機能を有する無線GWを介することで、家電とクラウドサーバおよび携帯端末と連携する無線対応スマートアプライアンスシステムの構築について説明した。その中で、非同期に複数発生する無線GWと家電クラウドサーバ間との通信において制御単位ごとに同一サーバとの接続を維持する機構や、宅内制御時にUPnPを活用しインターネット網を経由することなく直接家電に制御コマンドを送信することで、家電の応答性を確保しつつ宅内外問わず統一的なUIで家電を制御できるシステムを実現した。

またエアコンシステムに適応することにより、携帯端末をデジタルハブとし、各家電が保持する生活情報の見える化や制御を実現するクラウドサービスの基盤技術を確立した。

今後は本技術をベースに、さらに複数の家電をつなげ、多様な生活情報を有機的に連携・活用することを目指す。そして情報連携より、例えば、さまざまな状況に応じた家電一括制御といった新たなユーザー価値を提供する情報サービスシステムを構築することで、顧客の安心・安全・便利・快適な生活の実現に寄与できれば幸いである。

参考文献

- [1] “住宅設備向けインターネットサービス用センタサーバ,” 松下電工技報, vol.55, no.1, 2007.
- [2] “ホームコントロールシステム向け高拡張性通信プロトコル,” 松下電工技報, vol.52, no.4, 2004.
- [3] “IP通信機能搭載の住宅設備ネットワークシステム,” 松下電工技報, vol.55, no.1, 2007.

執筆者紹介



増田 健司 Kenji Masuda
アプライアンス社 技術本部
先行技術開発センター
Advanced Technology Development Center,
Corporate Engineering Div., Appliances Company