

マルチベンダサービスを実現するクラウド型ホームネットワーク システムの提案

鷹取 敏志[†] 杉本 真佑[†] 佐伯 幸郎[†] 中村 匡秀[†]

[†] 神戸大学 〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

E-mail: [†]takatori@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ^{††}{shinsuke,masa-n}@cs.kobe-u.ac.jp, ^{†††}sachio@carp.kobe-u.ac.jp

あらまし 宅内の家電機器やセンサをネットワークに接続し、より便利で快適なサービスをユーザに提供するホームネットワークシステム (HNS) の研究・開発が盛んである。従来の HNS では、宅内に設置される HNS と HNS 上で動作するサービスが密結合している。そのため、ユーザは自分の好きな機器やサービスを自由に選ぶことが難しい。本稿では、複数ベンダの HNS を収容できるクラウド型ホームネットワークシステムのアーキテクチャを提案する。提案アーキテクチャでは、HNS の操作やデータを標準的なサービスとしてクラウド上で管理する。ベンダの提供するサービスはクラウドを介してのみ HNS にアクセスできるようにする。これにより、HNS とサービスの疎結合が実現され、ユーザやベンダにとってより選択肢が多く柔軟な HNS が実現される。

キーワード ホームネットワークシステム, クラウドコンピューティング, スマートシティ, マルチベンダシステム, ホームネットワークサービス

A Cloud-Enabled Home Network System for Multi-Vendor Services

Satoshi TAKATORI[†], Shinsuke MATSUMOTO[†], Sachio SAIKI[†], and Masahide NAKAMURA[†]

[†] Kobe University Rokko-dai-cho 1-1, Nada-ku, Kobe, Hyogo, 657-8501 Japan

E-mail: [†]takatori@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ^{††}{shinsuke,masa-n}@cs.kobe-u.ac.jp, ^{†††}sachio@carp.kobe-u.ac.jp

Abstract A home network system (HNS) provides value-added services for home users by networking household appliances and sensors. In the conventional architecture, the HNS appliances and services are tightly coupled. It is therefore difficult for users to freely choose their favorite appliances and services. In this paper, we propose a new HNS architecture that accommodates multi-vendor services by extensively using cloud technologies. The new architecture manages individual HNS operations and data as standard services within the cloud. The vendor services must go through the cloud to access the HNS. Thus, loose coupling among the HNS and services can be achieved. As a result, the proposed architecture realizes more flexible HNS beneficial for both users and vendors.

Key words home network system, cloud computing, smart city, multi-vendor system, home network service

1. はじめに

家電やセンサを家庭内のネットワークに接続することで、多種多様なサービスを提供するホームネットワークシステム (HNS) に注目が集まっている。HNS では、ネットワークに接続されたテレビやエアコン、扇風機、照明機器、温度計などの機器を使用することで、複数機器の連携制御 [1] や、状況に応じたコンテキストウェアサービス [2] 等の付加価値サービスを提供できる。最近では、HNS を利用したアプリケーションが市場に登場している。例えば、宅内のエネルギーの最適化を目指す HEMS (House Energy Management System) [3] に対して政府が補助金を出すなど、新しい産業として期待されている。

これまで長期にわたって研究開発が進められてきた HNS であるが、一般家庭への幅広い普及にはいたっていない。その要因のひとつとして、現状の HNS では、HNS の構成要素 (家電機器、センサ、サーバ、通信プロトコルなど) と、ベンダが提供するサービスとが密結合していることが考えられる。これは、一般的な HNS サービスが宅内の既設機器を利用して提供されるのではなく、そのサービスに適合する機器を導入してサービスを受けるといったビジネスモデルに起因している。この密結合のため、ひとつの HNS 上で複数ベンダの HNS サービスを提供することがほぼ不可能である。これにより、ユーザは好きな機器を使わず、高い導入コストを強いられ、利用するサービスも自由に選ぶことができなくなっている。その結果、HNS の

導入が進まない状況に陥っている。

我々のグループでは、HNSの構成要素とサービスとの密結合をサービス指向アーキテクチャ(SOA)で解消し、マルチベンダなHNSを実現する研究を行ってきた[4][5]。しかしこれらの従来手法は、HNSが宅内のHAN(HomeAreaNetwork)内に閉じたアーキテクチャを想定しており、ユーザは宅内にホームサーバを導入し自らサービスを管理しなくてはならない。これにより、サーバの導入コストとサービス管理コストがかかってしまい、コスト面で現状のHNSと変わらなくなる。

そこで本研究では、クラウドを活用してマルチベンダHNSを実現する新たなクラウド型ホームネットワークシステムのアーキテクチャを提案する。提案アーキテクチャは、宅内のHNS構成要素の基本的な操作や登録情報へのアクセスを、サービスとして抽象化してクラウド上で管理し、各ベンダのサービスはクラウドを介して機器の操作や情報取得を行う。

具体的には、従来のHNSからホームサーバを取り除いたHNSLite, SOAに基づき各家庭の機器や登録情報をクラウドで管理するHouseCloud, 様々なHNSサービスを提供するASP(Application Service Provider)の3レイヤで構成する。宅内の物理的な機器操作と情報収集はHNSLiteで、標準化された機器操作や宅内情報を提供するサービスはHouseCloudで、付加価値サービスの開発や運用はASPで、それぞれ分担して実施する。これにより、ユーザは宅内のHNS構成に関わらず、マルチベンダサービスを低コストで利用可能となる。

本稿では、提案アーキテクチャの構成を説明した後、3つのレイヤのそれぞれについて、要件や役割を整理する。またケーススタディとして、HEMSをクラウド型ホームネットワークシステムに基づいて提供する方法について考察する。

2. 準備

2.1 ホームネットワークシステム(HNS)

HNSは、TVやDVD・エアコン・扇風機・ライトなどの家電や、温度計・照度計などのセンサーをネットワークに接続し、宅内外から遠隔制御・監視したり、連携制御するといったサービスを実現するシステムである。スマートフォンを用いてシャッターを遠隔開閉したり[6]、エアコンを自動的に節電運転するサービス[7]が存在する。HNSはスマートシティ、エネルギー、防犯、医療・介護等様々な分野で応用が期待されており、いくつかのサービスは市場に登場している。本稿では、HNS上で動作するサービスのことをHNSサービスと呼ぶことにする。

現状のHNSの全体アーキテクチャを図1に示す。各家庭にはHNSが構築されており、家電、センサ、電力量計などのメータ類の他、ホームサーバが存在する。ホームサーバは室温や湿度といった、各センサから取得したデータ及び、機器の操作履歴などを住宅ログとして蓄積する。また、集めたデータから家電機器を制御する方針を立て、動作命令を各家電機器に出すことによりHNSサービスを実現する。電力量計などのメータ類から集められる情報は、各インフラ事業者のもとに収集される。電力事業者から公開されている電力使用状況などの一部の情報は、ホームサーバに蓄積され、省エネサービスなどのHNS

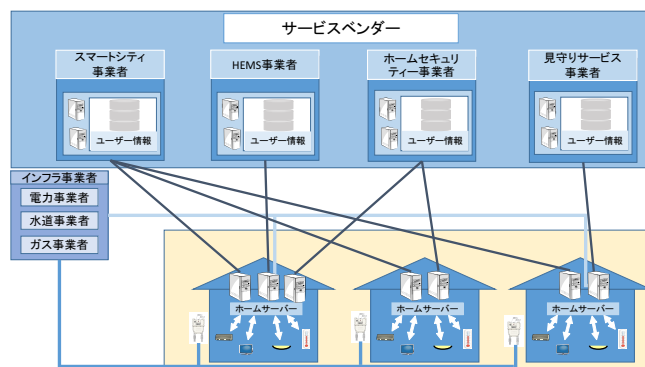


図1 従来HNSの全体アーキテクチャ

サービスに利用される。

ユーザにHNSサービスを提供するために、各サービスベンダは、各家庭にHNSを構築し、ホームサーバを設置する。HNSサービスはホームサーバ上で処理されるため、ベンダはホームサーバを設置後、基本的に保守のみを行ない、運用はユーザに委ねられる。ホームサーバだけでは実現できないサービス処理は、サービスベンダが行なうこともある。例えば、ホームセキュリティサービスにおいて、HNSサービスがセンサデータから侵入者を検知した場合、サービスベンダは宅内機器から通知を受け、ガードマンの派遣を行う。また、各サービスベンダは契約やサービス提供に必要な、氏名、住所等のユーザ情報を管理するデータベースを持つ。

現状のアーキテクチャでは、1つの宅内で複数ベンダのHNSサービスを利用する場合、ベンダ毎に独立したHNS(家電、センサ、ホームサーバ)を構築する。例えば、あるHNSサービスが使用しているセンサの値はそのサービスのみから利用され、他のサービスは参照することができない。

2.2 クラウドコンピューティング

クラウドとは、ネットワーク上に存在する様々なIT資源を、その実態を意識せずにサービスとしてユーザがオンデマンドに調達できる新しいコンピューティング形態である[8]。ソフトウェア環境やネットワーク環境などのインフラ設備そのものを仮想サーバといった形でユーザに提供するIaaS(Infrastructure as a Service)、アプリケーションソフトが稼働するためのハードウェアやOSなどの基盤一式をインターネット上のサービスとして遠隔から利用できるようにしたPaaS(Platform as a Service)、出来合いのアプリケーション、ソフトウェアをサービスとして利用可能にしたSaaS(Software as a Service)がある。

2.3 スマートシティ

スマートシティ[9]とは最新のIT技術を駆使し、エネルギーをはじめとする生活インフラ全体の高度な効率化を目指した次世代の都市のことである。スマートシティでは都市中に設置されたセンサにより、エネルギーの使用手法や、交通量などの環境情報が計測される。計測されたデータは、広帯域のネットワークを通じて収集・統合され、リアルタイムでのデータ処理技術により社会サービスとして住民に還元される。

3. 現状のHNSにおける課題

現状のHNSが抱える課題として、本稿は特に次の3つの課題に注目する。

3.1 課題 P1: 機器とサービスの密結合

現状では、各サービスベンダが提供サービスに適合した機器を用いて、ユーザの家庭にHNSを構築する仕組みになっている。そのため、宅内の機器、準拠する通信プロトコル、サービスをすべて統一せねばならず、ユーザのサービスに対する選択肢を非常に狭めている。

宅内にある家電やセンサ等、HNSを構成する機器は、基本的にベンダ専用のものであり、他のベンダのサービスに流用出来ない。それゆえ、ユーザは他のベンダのサービスを利用したい場合に、再び他のベンダと契約を結び、そのベンダが提供するサービス用のHNSを構築しなければならない。サービスごとにベンダとの契約を結び、HNSを構築する手間が必要であることは、ユーザの負担となり、サービスの利便性を低下させる。

さらに、何らかの理由でベンダがサービスを継続できなくなった場合、直ちに他のベンダのサービスで代替することや、ベンダが異なる複数のサービス間の連携が難しいといった問題も存在する。サービス連携の例として、A社のスマートシティサービスがB社のHEMSサービスを利用して各家庭の消費電力量を取得し、最も効率的なエネルギー配分を計算するといったことは、技術的なハードルが非常に高い。

3.2 課題 P2: 導入コストおよび管理コスト

HNSの導入には、ホームサーバや機器を設置する初期コストが必要となる。ユーザにとって、サービスを利用するために、本来宅内に存在しないホームサーバなどの機器を購入しなければならないことは、導入を踏みとどまる要因となる。また、課題P1で述べたように、機器とサービスが密結合しているため、ユーザがサービスを利用したい場合、そのサービスに適合する機器を同時に購入しなければならない。既に宅内HNSが構築されている場合でも、既存のセンサや機器を再利用出来ない。

導入後もサーバの管理コストが発生する。ホームサーバの運用や故障時の修理依頼はユーザに多大な負担を与える。また、ユーザ個人で対処できない問題には、サービスのベンダが対応することになり、人員を派遣するなど、多大な費用が発生する。よって、ユーザとベンダの両方にコストが発生してしまう。また、情報がホームサーバ内にしか無い場合、サーバ故障時に情報がすべて消失してしまい、復旧に手間がかかる可能性がある。さらに、課題P1により、ユーザが複数のサービスを利用している場合、家庭内に複数のHNSが存在することになり、ユーザは全てのHNSを管理する必要に迫られる。例えば、家族構成の変化や新しい機器の導入などユーザの家庭環境に変化があった場合、すべてのサービスに反映する必要がある。これは、利用するサービスが増加するほど大きな問題となる。また、故障時にどのベンダの責任範囲なのかはつきりわからなくなってしまい、ユーザがすべてのベンダに連絡をしなければならない事態になりうる。

3.3 課題 P3: 情報の分散

現在のアーキテクチャでは、各サービスベンダが独立にユーザの情報を保存するので、情報の管理が困難である。そのため、ユーザは新しいサービスを導入するたびに、同じ情報を繰り返して提供する手間が発生する。

各家庭の情報は、契約したサービスベンダが所有するデータベースで管理される。そのため、利用するサービスが増え、関わるベンダが増えれば増えるほど、ユーザの情報が様々な場所に分散されてしまう可能性がある。このような場合、すべてのベンダのセキュリティが強固である必要がある。ユーザにとってはセキュリティリスクが増加するとともに、ベンダにとってはセキュリティ対策を講じるコストが発生する。

また、ユーザの情報が分散管理されている状況では、スマートシティ用のサービスの開発が困難である。スマートシティ用のサービスは各家庭のエネルギー使用状況、家電機器の利用状態など多種多様な情報を集める必要がある。しかしながら、各ベンダに情報が分散している状況では、すべてのベンダの情報を参照する必要があり、現実的ではない。

4. クラウド型ホームネットワークシステム

4.1 研究の目的とアプローチ

本研究の目的は、ユーザが家庭内のHNS構成にかかわらず、柔軟にマルチベンダのHNSサービスを利用できる枠組みを提供することである。そのためのアプローチとして、クラウドコンピューティング技術を利用した、クラウド型ホームネットワークシステムを提案する。提案システムでは、HNSサービスをHNSから分離してクラウド上に置くことにより課題P1の解決を試みる。クラウドの活用によって家庭内からホームサーバを撤去する。これにより課題P2の解決を図る。また、提案アーキテクチャでは、ユーザの情報をクラウド上で一元管理する。これにより課題P3に対応可能となる。

4.2 提案アーキテクチャ

提案システムの全体アーキテクチャを図2に示す。提案アーキテクチャは、HNSLite、HouseCloud、ASP (Application Service Provider) の3つのレイヤから構成される。

HNSLiteは従来のHNSからホームサーバを取り除いた軽量のホームネットワークシステムである。各家庭の機器状態やセンサデータ等の住宅ログを取得する。住宅ログはネットワークを通じてHouseCloudのデータベースに蓄積される。また、HouseCloudからの命令に従って機器制御を行う。

HouseCloudは、各家庭の機器操作やユーザの情報、機器や環境の情報を特定の用途に依らないサービスとして提供する。また、各家から収集された住宅ログの蓄積や、ASPが提供するHNSサービス情報を管理する。HouseCloudのサービスは、ユーザの要求によって必要な部分だけASPに公開される。

ASPはHNSLite用のHNSサービスを提供する。HNSサービスに必要な情報や操作は全てHouseCloudから取得する。家庭内の機器を操作する場合は、HouseCloudに依頼する。HNSサービスが直接ユーザの宅内機器を操作することはない。

特定の用途に依らない中立的なサービスクラウドを間にはさ

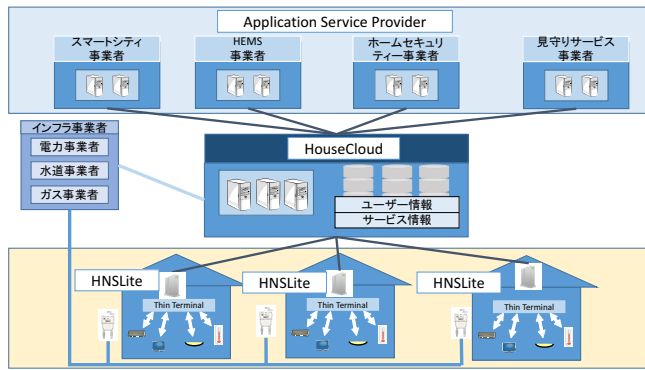


図2 クラウド型 HNS の全体アーキテクチャ

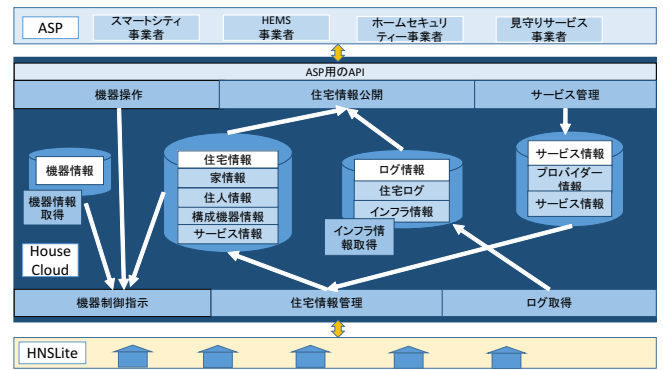


図3 HouseCloud の処理内容

むことで、サービスと HNS の疎結合を実現している。

4.3 HNSLite

HNSLite は、従来の HNS からホームサーバを取り除き、宅内の機器構成を必要最低限にしたものである。HNSLite では、ホームサーバの代わりに ThinTerminal を設置する。ThinTerminal はインターネットと宅内ネットワークとのゲートウェイとなり、宅内の機器と通信する最低限の機能だけを持つ。従来のホームサーバで行っていたログの収集・蓄積や機器の連携制御等の高級なサービスは ThinTerminal では実行しない。あくまで、HNSLite と HouseCloud の通信をつなぐアダプタの役割のみを担う。これにより、宅内には物理空間との境界になる低レベルなデバイスしか存在しないことになる。宅内にあるすべての機器は ThinTerminal を通じて、クラウド上の(仮想)サーバに接続される。従来のホームサーバで行われていた高級なサービスは、全てクラウド上で実行される。

HNSLite では宅内からホームサーバを取り除いたことにより、ユーザは初期導入コストを抑えることができる。また、ホームサーバの管理コストも削減することができる。

ThinTerminal には家電やセンサとの通信プロトコルに縛られずにサービスを利用できるようにするために、様々なプロトコルに対応した機器を用いる。こうすることで、TV に対しては DLNA を用いて通信し、エアコンに対しては ECHONETLite で通信を行うといったことが可能になり、ユーザは家庭内の機器を通信プロトコルを意識せずに選択できるようになる。将来的に通信プロトコルが統一された場合にも特別な作業をせずに対応できる。

4.4 HouseCloud

HouseCloud はクラウド型 HNS の中心的な役割を果たすレイヤである。HouseCloud の処理内容を図3に示す。HouseCloud は HNSLite 内の機器操作や住宅データ(ログ、構成情報)を、特定の用途や目的に依らない HNS の標準的なサービスとして ASP に提供する。HouseCloud は以下の3つの機能を持つ。

- 構成情報の管理
- 住宅ログの収集
- 機器制御

4.4.1 構成情報の管理

HouseCloud は接続される HNS の様々な構成情報(静的なマスタ情報)を管理する。構成情報の最も代表的なものは**住宅**

情報である。住所や家の間取りなどの家情報、住人の氏名や家族構成などの住人情報、宅内の機器の種類や配置されている場所などの構成機器情報、利用しているサービスとその設定などのサービス情報である。ユーザは家族構成や機器構成の変化など、家庭環境に何らかの変更があった場合、HouseCloud で管理されている住宅情報を更新する。こうすることで、一度の更新ですべてのサービスに変更が反映される。ユーザは利用しているサービスすべてに対して変更を加えなくてもよい。

セキュリティ上の理由から、住宅情報の生データは HouseCloud だけが参照できるようにし、ほかのレイヤからは完全に隠蔽して、厳重な管理を行う必要がある。ASP が提供する HNS サービスが、ユーザ名や住所などを必要とする場合、ユーザの公開許可があれば、HouseCloud は許可された情報のみを ASP に公開する。

そのほか、HouseCloud は**機器情報**の管理も行う。機器情報とは、HNS に対応する全機器(のクラス)に関する情報である。機器の種類、名称、型番、仕様、ユーザが使用可能な操作などが管理される。この情報は宅内の機器制御に使用される。各機器メーカーは HouseCloud に機器情報を登録することで、そのメーカーの機器が HNS に收容可能となる。

また、利用可能な HNS サービスをユーザ検索できるように、HouseCloud は**サービス情報**の管理を行う。サービス情報はプロバイダ情報とサービス詳細情報から構成される。プロバイダ情報は、サービスを提供する ASP の名前や連絡先、提供サービスの種類等の情報である。プロバイダ情報は、ユーザによるサービス管理(登録、更新、削除)に利用される。サービス詳細情報は、サービスの名前、サービスの内容、使用する機器やログデータなど、サービスの実行に必要なリソース情報が記載される。さらに、料金、期間など契約に関する情報も含まれる。ユーザはサービス情報に基づいて、ASP が提供する HNS サービスを様々な観点から比較・評価し、自分に合うものを選ぶことができる。

4.4.2 住宅ログの収集

HouseCloud は**住宅ログ**を蓄積し管理する。住宅ログとは、HNSLite 内のセンサによって取得される環境ログと、機器の操作や状態から取得される機器ログがある。室内の気温や湿度などは環境ログ、エアコンのオン、オフなどは機器ログである。

HouseCloud は HNSLite 内のセンサや機器にアクセスして状態や操作を取得し、時刻情報と紐付けてログにしてデータベースに蓄積する。HouseCloud はこれらの住宅ログをサービスとして ASP に提供する。ASP は API を通して住宅ログを取得し、HNS サービスに付加価値をつける情報として利用する。

HouseCloud は、住宅ログの他に、水道、ガス、電気などのインフラ使用料などの情報についても、各企業から公開されているものを取得して、蓄積する。住宅ログデータと同様にこれらの情報も各 HNS サービスから参照される。

4.4.3 機器制御

HouseCloud は、HNSLite にある機器の操作を、抽象化したサービスとして ASP に提供する。HNS サービスから機器操作の要請があった場合に、操作対象の機器を特定し、具体的な操作コマンドに変換して HNSLite に指示する。抽象化された機器操作サービスは、機器操作 API を通じて HNS サービスから利用される。この API が呼び出された場合、HouseCloud は住宅管理情報のサービス設定情報に基づいて、機器操作を実行してよいかを判断する。このとき、ユーザがそのサービスに対して機器操作を許可していなければ実行しない。機器操作が許可されれば HNSLite 内の機器に具体的な制御の指示を出す。

4.5 ApplicationServiceProvider(ASP)

ASP は HNS を利用した様々なサービスの開発・提供を行う。サービス例として、HEMS、ホームセキュリティ、見守り、スマートシティサービス等が挙げられる。ASP は HouseCloud にサービス情報を登録する。ユーザは HouseCloud に登録された様々なサービスから自宅の HNS に適したものを自由に選ぶことができる。

ASP がサービスの提供を行う際に、サービスの開発、HouseCloud への登録、サービスの運用の三つの段階を踏む。サービスの開発において、従来 ASP はサービスの開発と共にそのサービス用のデバイスの開発が必要であった。しかしながら、クラウド型 HNS では宅内の既設の機器を利用するためソフトウェアの開発のみを行えばよい。

次に、ASP は HouseCloud へ開発した HNS サービスの登録を行う。ユーザがサービスを選ぶ基準となる、サービスの内容、サービス提供に必要な最低限の機器構成、使用するユーザ宅内の情報の種類、料金等の情報を登録する。

HouseCloud への登録が完了すると、HNS サービスの運用が開始される。ASP は開発したサービスを自社のサーバで管理する。ユーザや住宅の情報は HouseCloud 上で管理されるため、ASP はセキュリティ対策のコストを削減できる。運用中の HNS サービスは、サービスを利用しているユーザ宅の消費電力量や室温などの情報を HouseCloud から取得する。この際、取得する情報はユーザがサービス利用に当たって許可した情報に限られる。ASP は取得した情報を利用して、各家庭の状況に応じた付加価値サービスを実行する。宅内機器を制御必要がある場合、HouseCloud が提供する API を通じて機器を操作する。

5. ケーススタディ

本章では、ケーススタディとして HEMS を提案するクラウ

ド型ホームネットワークシステムで実現する方法を考察する。図 4 に 1 つの実現例を示す。

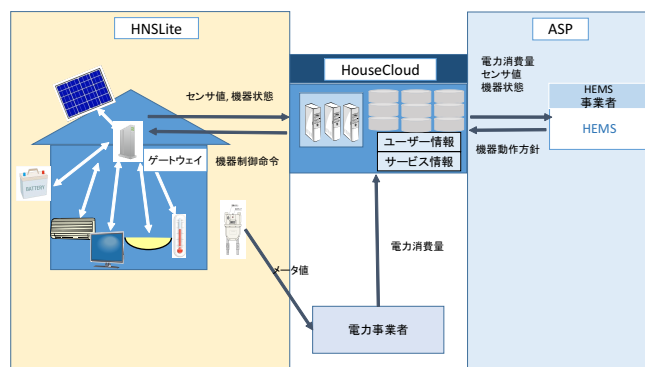


図 4 クラウド型 HNS による HEMS サービス

はじめに、ユーザは ASP が提供する HEMS サービスの中から、自らの目的や機器構成にあわせて、好きなサービスを選ぶ。選択肢となる HEMS サービスの例として、消費電力を見える化するサービス、家電制御を組み合わせる家全体の省エネ運転を実行するサービス、太陽光発電システムと蓄電池を利用し創エネまで行うサービス、といったものが考えられる。

ユーザがどの HEMS サービスを利用しているかは HouseCloud で管理されている。また、ユーザが利用サービスに対して設定した、構成情報や機器操作の許可範囲も管理されている。例えば上記の省エネ運転サービスでは、消費電力量の公開と省エネのための家電操作の許可が必要となる。許可範囲もユーザ側で自由にコントロールできる。例えば、省エネ運転サービスは使いたい、テレビはサービスから操作してほしくないような場合、テレビ操作を許可しない設定にすればよい。

ユーザによるサービスの選択、情報・操作の公開設定が決まり、利用登録が完了すれば、サービスの提供が始まる。HouseCloud は、HNSLite 内のセンサや機器のログデータを取得し、HouseCloud の所有するデータベースに蓄積する。これは、ユーザが選んだサービスに依らず、HouseCloud の利用を開始した時点から収集される。太陽光発電システムや蓄電池が存在する場合には、発電状況や充電状況を蓄積する。さらに本実現例では、電力会社から入手した電力使用状況も収集している。

HEMS サービスは HouseCloud の API を通して住宅ログや構成情報を取得する。これらの情報に基づき、どのような処理を行うべきかを決定する。省エネ運転サービスでは、人がいない場所で照明が点灯していた場合、照明を消すという動作方針を立てる。機器の動作方針が決定すれば、サービスは HouseCloud の API を呼び出し、機器制御を依頼する。HouseCloud は API の呼び出しに応じて、宅内の機器に制御命令を出す。この例の場合、宅内の照明に消灯のコマンドを発行する。

本ケーススタディで見たように、提案アーキテクチャはユーザの HNS と ASP が提供する HNS サービスとが疎結合となり、ユーザが自由にサービスを選択できる構造になっている。また、ASP も個々の HNS 内の細部を意識する必要がなく、HNS にアクセスする標準的な操作は、HouseCloud にサービスとして

表 1 従来 HNS とクラウド型 HNS の比較

		従来HNS	クラウド型HNS
ユーザー	サービス選択の自由度	低い(契約したベンダのサービスのみ)	高い(クラウド上の全サービス)
	機器の再利用性	低い	高い
	導入コスト	高い(サービスとHNSを同時に購入する必要がある, ホームサーバも必要)	低い(ThinTerminalのコストのみ)
	サービスの管理コスト	高い(ユーザが自身で管理)	低い(HouseCloudがすべて管理)
	ネットワーク切断時のサービス利用	可	不可
	サービスの応答速度	速い	遅い(通信のための時間がかかる)
ベンダ	サービス運用コスト	高い(ユーザの宅内に人員を派遣するための費用がかかる)	低い(社内のサーバのみを管理すれば良い)
	個人情報の管理コスト	高い(各ベンダがそれぞれ管理)	低い(HouseCloudで一元管理)
	異なるベンダ間のサービス連携	困難	容易
	事業拡大のリスク	高い(サービスと共に機器も生産しなければならないのでリスクが大きい)	低い(サービスの開発費用のみ)
	スマートシティサービスの開発	困難(情報が分散しているので開発が困難)	容易(HouseCloudで一元管理されている情報を利用できる)
	サービス開発の自由度	高い	低い(HouseCloudの提供するAPIに依存)

依頼することで、個々の HNS との接続が容易となっている。

6. 考察

6.1 従来 HNS と提案 HNS の比較

従来型 HNS とクラウド型 HNS との比較を表 1 に示す。

まず、表の上半分、ユーザ視点からの比較を述べる。ユーザが享受できる利点として、クラウド型 HNS はサービス選択の自由度や機器の再利用性が高いことがあげられる。ユーザはクラウド上の多種多様な HNS サービスを複数同時に利用することができる。他に、導入コストや管理コストが低いことも大きな利点である。一方でクラウド型 HNS では、ネットワーク切断時にサービス利用が出来なくなる問題がある。クラウド型 HNS ではインターネット上の資源を利用するため、サービスの可用性がネットワークの状態に依存する。したがって、ネットワークの輻輳が発生すると、応答速度が遅くなる問題もある。

次に、表 1 の下半分、ベンダ視点からの比較を述べる。クラウド型 HNS では、サービス運用及び個人情報の管理コストが削減できる。各 ASP は開発した HNS サービスのみ責任を負えば良く、ユーザの機器や情報を管理する必要がなくなる。また機器の故障対応などのコストを削減できる。異なるベンダのサービスを連携したマルチベンダサービスも容易となり、事業拡大のリスクも軽減される。分散した HNS の情報をクラウドで集約するというアーキテクチャの構造上、スマートシティサービスの開発も容易になる。一方、クラウド型 HNS のデメリットとして、サービス開発の自由度が低くなる可能性がある。ASP の各サービスは、HouseCloud が用意した API の範囲で、かつユーザが許可したデータのみを用いてサービスを実現しなくてはならない。そのため、従来の HNS より柔軟なカスタマイズは出来なくなる。これは HNS に限らず一般のクラウドサービスにも当てはまることである。

6.2 関連研究

クラウド型 HNS に関連する製品のひとつにスマートサーブがある [10]。スマートサーブは家庭内のネットワークに接続された機器や家電を外先から操作できるネットワークサービスであり、サービスアダプターと呼ばれる機器を LAN につなぐだけで利用できるサービスである。本研究とスマートサーブとの違いは、HNS がマルチベンダのサービスから利用できるかどうかである。スマートサーブはこれを提供するベンダの機器遠隔操作サービスしか利用できない。しかしながら、提案アーキテクチャでは HNS を構築したベンダのサービス以外のサービスも含めた多種多様な HNS サービスを利用可能である。

7. おわりに

本稿では、HNS と HNS サービスとの密結合を解消するために、HNS における基本操作や構成情報をサービスとしてクラウドで管理する新たなクラウド型 HNS のアーキテクチャを提案した。また、提案手法を HEMS に適用するケーススタディを行った。さらに、ユーザ、ベンダの各視点から、クラウド型 HNS の利点と限界について考察した。今後、提案アーキテクチャを実現するための具体的なデータモデルやサービス API を設計・実装し、HouseCloud を実現していく予定である。

謝辞 この研究の一部は、科学技術研究費（基盤研究 C24500079, 基盤研究 B 23300009）、及び、積水ハウスの研究助成を受けて行われている。

文 献

- [1] M. Nakamura, H. Igaki, H. Tamada, and K.-i. Matsumoto, "Implementing integrated services of networked home appliances using service oriented architecture," Proceedings of the 2nd international conference on Service oriented computing, pp.269-278, ICSOC '04, ACM, New York, NY, USA, 2004. <http://doi.acm.org/10.1145/1035167.1035206>
- [2] 高塚広貴, 佐伯幸郎, まつ本真佑, 中村匡秀, "異種分散 web サービスに基づくコンテキストウェアサービスの管理フレームワークの提案," 電子情報通信学会技術報告, 第 113 巻電子情報通信学会, pp.1-6 Oct. 2013.
- [3] 石田健一, 佐藤誠, "Hems による家庭用冷暖房・照明エネルギーの削減効果の検証," 日本建築学会環境系論文集, no.595, pp.57-64, sep 2005. <http://ci.nii.ac.jp/naid/110004787990/>
- [4] 福岡佑介, 西岡隆司, 中村匡秀, 井垣 宏, 松本健一, "動的サービスバイディング機構を用いたマルチベンダホームネットワークシステムの一実現手法," 電子情報通信学会技術研究報告, 第 107 巻電子情報通信学会, pp.295-300 March 2008.
- [5] 江上公一, 井垣 宏, 中村匡秀, "ホームネットワークシステムにおけるサービス開発を容易化するネット家電標準データモデル," 電子情報通信学会 OIS 研究会, 第 OIS2008-75(2009-3) 巻電子情報通信学会, pp.75-80 March 2009.
- [6] "iTamaHome," <http://www.tamahome.jp/i-tamahome>.
- [7] "スマート HEMS," <http://www2.panasonic.biz/es/densetsu/aiseg/features/index.html>.
- [8] 直彦浦本, "クラウド・コンピューティング: 動向と今後の展望 (<特集>クラウドとアナリティクス)," オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, vol.56, no.6, pp.305-310, jun 2011. <http://ci.nii.ac.jp/naid/110008662086/>
- [9] A. Mahizhnan, "Smart cities: The singapore case," Cities, vol.16, no.1, pp.13-18, 1999. <http://www.sciencedirect.com/science>
- [10] "SmartServ," <http://smartserve.nifty.com/>.