

スマートハウスにおける 家庭内ネットワークシステム

神戸大学大学院システム情報学研究科

中村 匡秀

1. はじめに

ホームネットワークシステム(Home Network System、以下HNS)は、宅内の家電機器やセンサ、住宅設備をネットワークに接続し、様々な付加価値サービスを実現するシステムである。テレビやDVD、エアコン、照明、カーテン、ドアといった宅内の様々なモノが、ホームサーバからネットワーク越しに監視・制御される。家電や設備のネットワーク化によって、宅内外を問わない家電制御、環境のモニタリング、複数機器連携、生活状況(コンテキスト)推定、省エネ制御等が可能になる。HNSは次世代スマートハウスにおけるキー技術として注目されている。

本稿では、HNSの現状と技術的課題を踏まえたうえで、筆者らの研究グループが取り組んでいる最新の研究成果を概説する。具体的には、(a)サービス指向に基づくHNS(SOA-HNS)、(b)SOA-HNSを用いたサービス、アプリケーション、(c)HNSの省エネへの応用について紹介する。

2. ホームネットワークシステム(HNS)

2.1. 全体構成

図1にHNSの構成図を示す。ネットワークに接続された

家電や設備をネットワーク・アプライアンス(またはネット家電)と呼ぶ。各ネット家電は外部のソフトウェアから制御可能なインターフェース(API)を持つ。ホームサーバはネット家電を統合管理し、外部ネットワークへのゲートウェイとしても働く。

ネット家電を用いた様々なアプリケーションや付加価値サービスは、ホームサーバ上のプログラムとしてインストール、実行される。ワンタッチで映画館の雰囲気DVDを視聴できるシアターサービス、外出時に全ての電源を切るおでかけサービス、くらしみまもりサービス、省エネサービス等、様々な付加価値サービスが想定される。

2.2. 現 状

現在、ネット家電間の通信には、様々なプロトコルが規格化されており、情報家電用のDLNA、UPnP、白物家電用のECHONE等が存在する。また、ホームネットワーク用のミドルウェア・プラットフォームとしてOSGiが有名である。

また、国内大手の電機メーカーはHNSを実際に商品化している。例えば、パナソニック電工のライフィニティ [1] や東芝のFeminity[2]などが知られている。

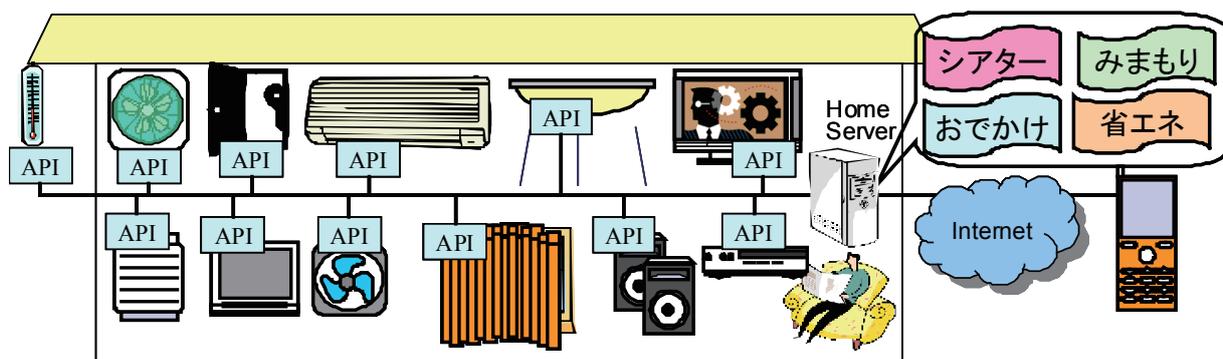


図1:ホームネットワークシステムの構成図

さらに近年のエコブームに乗り、HNSとの連携・活用が可能な省エネサービス、デバイスの研究・開発も盛んである。一例として、スマートタップ、スマートグリッド、HEMS、BEMS等が存在する。

2.3. 課題

HNSの研究は比較的歴史が長く(十数年)、技術的には成熟しつつある。しかしながら、まだまだ一般家庭に十分普及しているとはいえない。普及を妨げる原因として、筆者は以下の3つの課題に注目している。

- A) まだまだぜいたく品
- B) 対応機器、サービスが限定的
- C) アプリケーションレベルの相互接続性

まずA)について、ホームサーバやネット家電等HNS導入にかかる初期コストと、月々のサービス料が一般家庭の家計には少し厳しい見方がある。サービス提供者とエンドユーザが共に利益享受できるようなビジネスモデルの確立が必要である。B)については、HNSへの対応機器が情報家電に偏っており、白物や生活家電への対応が遅れている。また、付加価値サービスも特定メーカーの特定機種のみ組み合わせに限定されることが多く、ユーザが本当に欲しいサービスを網羅しにくい。最後にC)について、ネット家電のアプリケーションレベルでの相互接続性がほとんどなく、現行のHNSのほとんどはシングルベンダ家電と専用制御端末の組み合わせとなっている。マルチベンダおよび異種プロトコルを跨いだ連携サービスは、これからの大きな課題である。

3. サービス指向に基づくホームネットワーク基盤 (SOA-HNS)

3.1. サービス指向アーキテクチャ (SOA)

サービス指向アーキテクチャ (SOA)[3]は、ネットワーク上に分散する複数のシステムを柔軟に連携・統合するためのシステムアーキテクチャであり、主に企業システムを対象に研究・開発が進められている。SOAでは、各システムの機能をサービスという単位でくりだし、これらの組み合わせでより高度なサービスを組み上げていく。SOAにおける各サービスは、

自己完結: 他のサービスに依存せず単独で実行可能。

オープンインターフェース:

内部実装やプラットフォームに依存せずにご利用可能。

粗粒度: 単体でビジネスの価値がある粒度の処理

という性質を持っている。図2にSOAを用いた企業内システム統合の例を示す。図中の4つのシステムは内部実装や特定の業務に依存しない、標準的なサービスを公開している。業務プロセスはこれらの既存サービスを疎結合することで実現される。

SOAサービスの代表的な実装手段としては、Webサービス[4]が用いられる。Webサービスとは、Webの標準的なプロトコル(HTTP, SMTP等)を用いてプログラム内から(ブラウザを介さず)直接外部システムの機能呼び出ししたり、データ交換をする枠組みである。サービスのインターフェース記述にはWSDL、データフォーマットにはXML、プロトコルにはSOAPやRESTが用いられる。

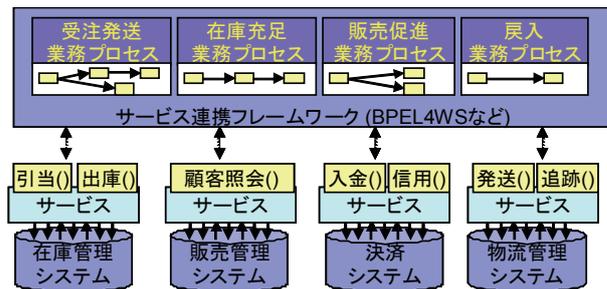


図2:SOAを利用した企業内システム統合

3.2. SOAのHNSへの適用

HNSは、機能や用途の異なる様々な機器が、ネットワーク内に混在する異機種分散システムといえる。したがって、各機器の実装や家電プロトコル等に依存した形でそれらを連携しようとする、機器の組み合わせが限定的になり、相互接続性の問題が発生する(2.3 課題B)およびC))。そこでSOAの考え方をHNSに導入することで、これらの課題を解決する。

図3にSOAに基づくHNS(SOA-HNSと呼ぶ)を示す。SOA-HNSでは、テレビや照明、カーテン、エアコンといったネット家電は、それぞれの機能をベンダや機種によらない「サービス」としてネットワークに公開する。例えばテレ

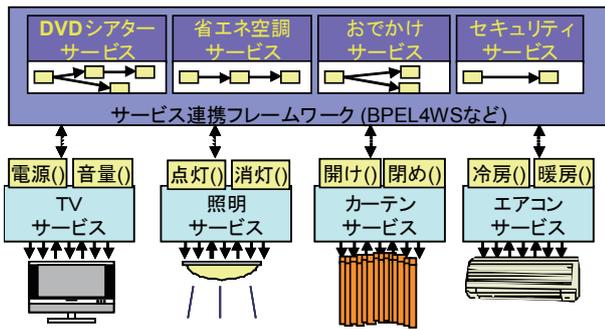


図3:SOA-HNS

ビを考えると、電源オン・オフ、チャンネル変更、音量変更、入力切替といった操作は、おおよそどのベンダのどの機種にも備わった、テレビの標準的なサービスと考えることができる。サービスは、機種に依存する操作やプロトコルを隠蔽し、そのネット家電が提供する論理的な機能を抽象化して公開する。公開されたサービスはWebサービスとして利用される。

ネット家電が公開するWebサービスを連携することで、様々な付加価値サービスを迅速に開発可能である。例えば、TV. オン();カーテン. 閉め(); 照明. 消灯();を順に実行することで、TVシアターサービスを容易に実現できる。ネット家電を別の機種に入れ替えても、サービスのインターフェースを変更しない限り連携サービスには影響することはない。アプリケーションレベルの相互接続性が保証される。また、下位のプロトコルにも依存しないため、異種

プロトコルを跨いだ機器連携も可能になる。サービスの連携には、BPEL4WSといったサービス連携フレームワークも利用できる。

3.3. SOAを用いたレガシー家電のHNS適応

HNS-SOAの下位プロトコル非依存の性質を利用して、筆者の研究グループでは赤外線で作る従来型の家電(レガシー家電と呼ぶ)をHNSに收容するアーキテクチャを提案している。

図4に従来型TVに提案アーキテクチャを適用した例を示す。レガシー家電をHNSに收容するために、レガシー家電とネットワークとの間に、PC、赤外線リモコン、制御ソフトウェアからなるアダプタを実装する。このアダプタは、下位から赤外線デバイス層(IR Device Layer)、サービス層(Service Layer)、Webサービス層(Web Service Layer)の3層構造になっている。

まず、赤外線デバイス層では、PCに接続可能な学習リモコンまたは家電リモコンの赤外線信号を送出可能なデバイスを用意する(このリモコンをIrRCと呼ぶ)。次に、このIrRCをPCから制御するドライバを準備しこれら呼び出すための汎用的なインターフェース(Ir-API Libraryと呼ぶ)を実装する。これにより、上位層からIrRCを用いて機種に応じた赤外線信号を自由に送出できるようになる。

次に、サービス層では、Ir-APIの呼び出し系列を、ベ

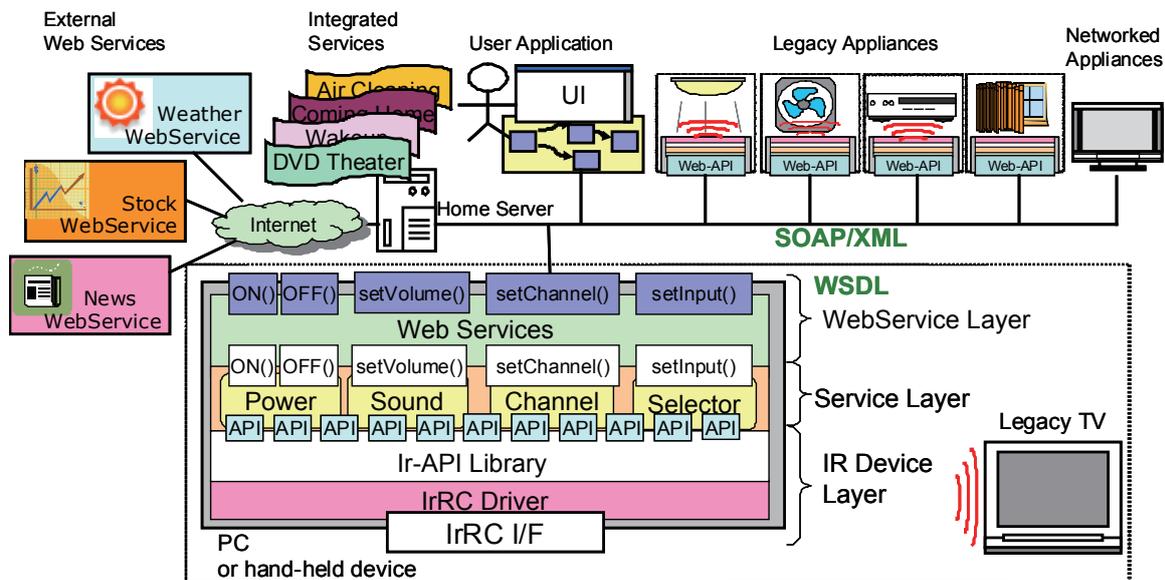


図4:SOAを用いたレガシー家電のHNS適応

ンダや機種に依存しない標準的なサービス単位でまとめ、自己完結したサービスメソッドとする。ここで自己完結というのは、それ単独で完結したサービスを達成するという意味である。つまり、各サービスメソッドは、他のメソッドに依存せず常に単独で実行可能であり、かつ、機器の1つの論理機能を実現するように設計・実装されることが望ましい。

最後に、Webサービス層では、サービス層の各メソッドをWebサービスとしてネットワークに公開する。この時点で、従来家電はWeb越しに利用可能な、自己完結したコンポーネントとなる。連携サービスやアプリケーションは、公開されたWebサービスのメソッド(Web-APIと呼ぶ)を呼び出すクライアントアプリケーションとして実装される。機器の種類やベンダ毎に異なるリモコン実装は、サービス内にカプセル化される。サービスの利用者は、単純にWeb-APIを任意の制御フローに基づいて実行するだけで、機器の様々な論理機能を組み合わせて実行できる。また、ニュースや天気予報といったインターネット上の様々なWebサービスと連携することも容易である。

3.4. CS27-HNS

上記の手法を用いて、筆者らは研究室内に実際のHNS (CS27-HNS)を構築している(図5参照)。赤外線デバイス層には、スギヤマエレクトロン社製Crossam2USBおよびパナソニック電工社製ネットリモコンMKN501を用いている。サービス層はJavaを、Webサービス層はTomcat

とApache Axis2ミドルウェアを用いている。現在CS27-HNSに収容済みの家電は以下の通りである。

- ・プラズマテレビ:Panasonic VIERA TH-58PZ800
- ・AVコンポ:ソニー NETJUKE NAS-M75HD
- ・DVDレコーダ:東芝 RD-S601
- ・扇風機:ドウシシャ GIR-350
- ・室内センサ:Phidget Sensor Kits
- ・空気清浄機:象印 PA-QC13
- ・加湿空気清浄機:日立 EP-CV60
- ・天井エアコン:ダイキン
- ・ウィンドエアコン:コロナ
- ・天井照明:コイズミ BHN5104M
- ・天井照明:Panasonic HHHFZ5810
- ・電動カーテン:NAVIO パワートラック
- ・ホットカーペット:Panasonic DC-3G3
- ・センサーカメラ:Panasonic VL-CM160KT
- ・PS3リモコン:リンクス LX-SP3001
- ・アロマディフューザ:スターリングホワイト6640
- ・ワイヤレスセンサーノード:Sun SPTI9-300-TE99
- ・パソコン用学習リモコン:BUFFALO PC-OP-RS1
- ・スピーカー:BOZE SoundDock
- ・宅内プラネタリウム:セガトイズ HOMESTAR Extra
- ・デジタルフォトフレーム:フジフィルム DP-7V

また、Webサービス化された家電は、ブラウザやFlash等のリッチクライアントから容易に呼び出すことが可能である。現在、テレビ画面、携帯電話、任天堂DS、Wiiコントローラ、PCでそれぞれ操作できるアプリケーションを開発している。

4. SOA-HNSを用いたアプリケーション、サービス

我々がCS27-HNSで研究・開発している様々なアプリケーションやサービスを紹介する。

4.1. インターネット情報資源とHNSの連携

これまでのHNSにおけるサービスは宅内の家電やセンサのみを対象とするものが主流であった。しかしながら、家庭内の機器連携のみにとらわれず、Web上の情報資源とも連携することにより、サービスの付加価値をより高め



図5:CS27-HNS

ることが期待できる。

SOA-HNSにおいては、各家電がWebサービスとして抽象化されており、Web上の情報サービスと同等に扱われることが可能である。このことを利用して、我々は文献[7]において、RSS形式でWebに公開されている各種情報と家電操作とを容易に連携可能な手法を提案している。

4.2. 家電連携サービス作成支援システム

HNSにおける付加価値サービスは現状、HNSのベンダによってソフトウェアとして開発され、エンドユーザは与えられたサービスを利用するという形態をとっている。一方で、HNSが配置される環境やユーザの趣味・嗜好、生活スタイルは家庭ごとに異なるため、ベンダ作成の既製サービスが、全てのユーザの要求を完全に満たすとは限らない。

そこで、文献[8]において我々は、PCやプログラミングの知識を全く持たない一般家庭のエンドユーザでも、家電連携サービスの作成・編集・削除・動作テストを行える、サービス開発環境BAMBEEを開発している。図6に示すように、BAMBEEは簡単かつ直感的な操作を第一の要件としており、タッチパネルを用いたボタン操作のみで複数の家電を連携した連携サービスを容易に作成可能である。

非専門家24名による評価実験の結果、22歳から72歳までの幅広いユーザが、家電連携サービスの作成を行えることを確認している。



図6: 連携サービス作成インターフェースBAMBEE

4.3. 時間駆動型HNSサービス

家庭内のユーザの日常生活は、一般に生活リズムとよばれる周期的な行動パターンに基づいて行われている。また、その行動パターンに基づいて、様々な家電も利用され

ている。例えば「6:50 カーテンを開ける」、「7:00 テレビのニュースを見る」といった家電の操作は、このユーザが規則正しい生活をしていれば、毎日ほぼ同じ時間に行われることが予想される。こうした定例の家電操作をあらかじめHNSに登録しておき、リアルタイム制御できれば、ユーザの生活を効率的にサポートできるだけでなく、規則正しい生活リズムを維持するにも役立つ。

そこで我々は、家庭内のHNSユーザが、自らの生活リズムに合わせたリアルタイム家電制御サービスを、容易に作成、実行できるための環境TD-HNSを構築している[9]。TD-HNSを利用することで、内部にタイマー機能を持たない家電でも、運転スケジュールを登録できる。また、Googleカレンダー等の外部アプリケーションとの連携も可能となっている[10]。

4.4. サービス指向センサーフレームワーク

HNS内のセンサーを用いることで、宅内の状況情報(コンテキスト)を収集することができる。コンテキストとは、ユーザ、機器、場所等の実体の状況の特徴付けるのに用いられる情報である。コンテキストとHNSの機器操作を関連付けることで、「状況に応じた」(コンテキスト・アウェアと呼ぶ)HNSサービスの提供が可能となる。例えば、人が入室したら自動的に照明をつけるサービスや、室温が高くなったら自動的に冷房を付けるといったサービスが考えられる。

従来のコンテキストアウェア・アプリケーションの開発では、アプリケーションとセンサデバイスを密結合させる場合が多く、任意のアプリでセンサデバイスを共有したり、制御ロジックを再利用するといったことが困難であった。

そこで我々は文献[11]において、センサデバイスをアプリケーションから独立したSOAサービスとして公開するためのアプリケーションフレームワークを提案している。サービス化されたセンサはデバイス固有の制御ロジックおよび値解釈を内部に隠蔽して抽象化する。また、コンテキスト推定のための条件判定器をセンササービスに委譲し、登録された条件が満たされたときのみアプリケーションに通知する、Publish/Subscribe型メッセージ交換を行うサービスも備えている。

さらに、複数のセンササービスを統合してより高度なコンテキストを推定するプラットフォームの提案も行っている[12]。

4.5. Sensor Service Binder

前述のサービス指向センサーフレームワークによって、センサから得られるコンテキストとHNS内のサービスを容易に関連付けることができるようになり、コンテキストウェアサービスを容易に構築することが可能となった。しかしながら、プログラミングの知識や高度なPC操作スキルを持たない一般のエンドユーザーがセンサ駆動サービスを開発するには、まだまだハードルが高い。

そこで我々は文献[13][14]において、エンドユーザーでも簡単に、HNSにおけるコンテキスト・ウェアサービスを構築できるようにする、サービス構築支援GUI「Sensor Service Binder(SSBと略す)」を提案している。

SSBのユーザは、まず初めに希望するコンテキストをセンササービス上の条件式で登録する。次にコンテキストウェアサービスで使用したいHNSサービスのAPIを登録する。最後に、登録した各コンテキストとそれが成り立ったときにトリガされるべきHNSサービスのAPIの紐付け(バインド)を行い、コンテキストウェアサービスを作成する。

図7にSSBのバインド画面を示す。ユーザは左の枠から登録したコンテキストを、右の枠から対応する家電APIを選び、中央のボタンでバインドする。SSBを用いることで、エンドユーザーは好みのコンテキストウェアサービスを数分で新規構築することが可能となっている。



図7:Sensor Service Binderのバインド画面

5. 省エネサービスへの応用

5.1. HNSと省エネ

家庭における家電等の電力消費量は近年増加の一途を辿っており、エネルギーの節約・省エネが大きな課題となっている。現在、市場には様々な省エネ家電や省エネ素材、スマートグリッドといったインフラが続々と登場してきている。

HNSを利活用することで、宅内の複数機器の状態監視、運転制御が可能となる。そのため、HNSは家庭における省エネを推進する強力なソリューションとして期待されている。本稿で見てきたように、HNSの用途は省エネに特化するものではない。一方で、家庭内機器の省エネ監視・制御システムを指す言葉としてHEMS(Home Energy Management System)が用いられる。したがって、HEMSは省エネに特化したHNSと見ておむね問題無いであろう。

以降では、我々の研究成果の中から特に省エネに関連するHNSサービスを2つ紹介する。

5.2. 電力消費振り返りサービス

家庭における省エネを促進する方法として、消費したエネルギーを「見える化」し、ユーザに省エネにつながる行動を促すというアプローチがある。市場にはスマートタップといった消費電力を計測するデバイスや、消費電力や電気代を可視化してユーザに提示するシステムが続々と登場してきている。消費の現状を可視化することで、ユーザの省エネ意識が高まることがわかっている。

一方、既存システムは電力消費のみを可視化するものがほとんどであり、電力消費結果(effect)とその原因(cause)の因果関係が分かりにくい。例えば「先月の消費電力量が〇〇kWhでした」とシステムに言われても、ユーザは「なぜこのような消費電力量になったのか?」を振り返ることは難しい。また、「先月の電気代はいつもと比べて高めでした」と言われても、ユーザはどこがどう悪かったのか、具体的に改善すべき点はどこなのか?ということの後から振り返ることは困難である。

つまり、消費電力のみを対象とした可視化では情報粒度が粗すぎるため、ユーザが家庭における過去の生活行動を

振り返ることが難しくなっている。

そこで我々は、HNSで取得可能な複数のログを集約して、ユーザが日々の電力消費を細かく振り返ることが可能なサービス「電力消費振り返りサービス」を開発している[15][16]。具体的には、従来の消費電力のログに加えて、HNSにおけるユーザの機器操作ログ、および、環境センサのログを日時で統合して可視化する。これにより、ユーザは電力消費の原因と結果を分析しながら、消費の実態を振り返ることができる。

図8に電力消費振り返りサービスの画面を示す。画面中央上部には、機器ごとの消費電力のログ、中央下には環境センサのログ、右側に機器操作のログが表示されている。

機器操作のログはHNSにおけるユーザの行動を性質づけるもので、当該時刻における電力消費が、なんの操作によるものなのかを振り返ることができる。一方、環境センサのログは、温度や明るさ、在室状況といったHNSにおけるコンテキストを性質づけるもので、その機器操作がなぜ行われたか、本当に必要な操作だったかを評価するために利用できる。

提案システムを用いて電力消費の振り返り実験を行ったところ、(C1)つけっぱなし、(C2)環境状態の無視、(C3)併用不能機器の同時使用、(C4)併用不要機器の同時使用という4種類のエネルギー浪費行動を、客観的な根拠に基づいて発見することができた。

5.3. HNSを用いた省エネ行動推薦サービス

家庭における省エネの実践法として、家電機器の効率の良い使い方や省エネを意識した家電の使い方に関する「省

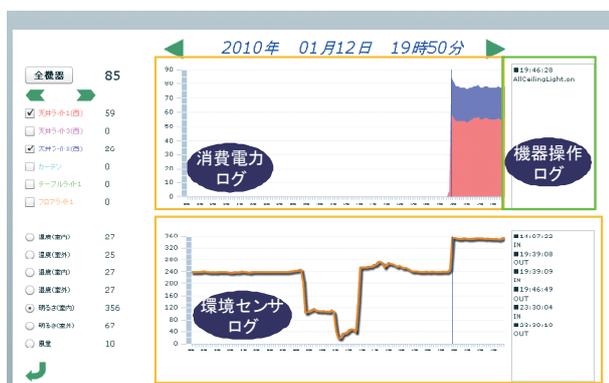


図8:電力消費振り返りサービスの画面

エネ行動ガイドライン」が様々な機関により公開されている。省エネ行動には「外が明るいときはライトはつけない」や「テレビは見ないときは消す」など一般的なものから、「冷房は28° C・暖房は20° C推奨(冷暖房は設定温度の変化が大きいほど電力を消費するため)」のように具体的な数値や強度がルール化されているものまで多岐にわたる。またこういったガイドラインを個人が”生活の知恵”や”節約術”として一般に公開していることもある。こうした省エネ行動は従来ユーザが主体的に行うものであり、省エネ意識の低いユーザが継続して行うことは簡単ではない。

そこで我々は、文献[17]において、その時々にあった省エネ行動をHNSを使ってユーザに推薦する手法を提案している。本手法では、HNS内の各機器が環境(温度、湿度、明るさなど)に及ぼす影響を環境相互作用としてモデル化する。より具体的には、まず、各機器の操作が環境に与える直接的な作用(直接作用)と、環境への影響効率を間接的に上げる作用(間接作用)とを数値化する。次に、ユーザが要求した機器操作pに対し、pと同じ直接作用を持ちかつpより消費電力の少ない別の機器操作qを「代替機器」として推薦する。また、pの作用を補助するような間接作用を持つ別の機器操作rを「併用機器」として推薦する。

図9に例を示す。いまHNSにおいて、ユーザが照明を点けようとする場面を仮定する。HNSは照明を点ける操作(Light.on())が照度を上げる直接作用(照度+)を持っていることを知っている。次に、HNSは同じ直接作用を持つ機器操作で、Light.on()より消費電力の少ないものを探す。ここでは、カーテンを開ける(Curtain.open())が見つかる。よって、「現在外が明るいので、照明を点灯する代わりに、カーテンを開けませんか?」という省エネ行動を推薦する。

一般に、与えられたシーンごとに、実行可能な省エネ行

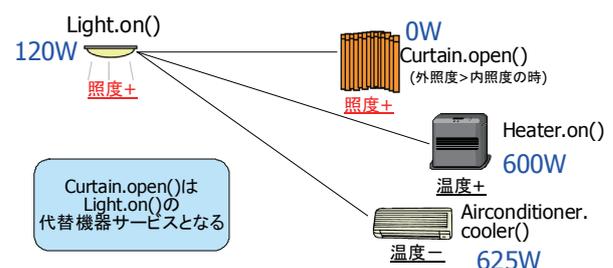


図9:環境相互作用を利用した省エネ機器操作の推薦

動は複数存在し、どれを選ぶべきかはユーザによってまちまちである。そこでユーザの要求を踏まえたうえでどの省エネ操作が最適なのかを、最適化問題によって求解する手法も提案している[18]。

6. おわりに

本稿では、スマートハウスにおけるネットワークシステム、ホームネットワークシステムについて、アカデミックな視点からの研究成果を紹介した。まず、サービス指向アーキテクチャに基づくHNS(SOA-HNS)を紹介した後、SOA-HNSを利用した様々なアプリケーション、サービスを概説した。さらに、省エネへのHNS利活用の研究についても述べた。

HNSが一般家庭に広く普及するには、技術的課題のみにとどまらず、ユーザがぜひとも使いたいと思うサービスやインテンシブの具現化、および、それに見合うビジネスモデルの考察が必要になってくるであろう。本解説記事がHNSに関連するあらゆる社会活動に対して、何らかのヒントになれば幸いである。

また、本稿で紹介した文献はほぼ全て、筆者の研究室のホームページからダウンロード可能である。

<http://www27.cs.kobe-u.ac.jp/>

研究室では、現在もHNSをメインテーマの一つにすえて研究継続中である。読者の方々に、HNSに関する共同研究や技術コンサルティング、実システムの見学希望等、興味をお持ちの方はぜひご連絡いただきたい。

最後に本解説記事を書く機会を与えてくださったKEC 関西電子工業振興センターの皆様へ深謝いたします。

文 献

- [1] パナソニック電工ライフィニティ、
<http://biz.national.jp/Ebox/kahs/>
- [2] 東芝ネットワーク家電フェミニティ、
<http://femininity.toshiba.co.jp/femininity/9>
- [3] M. P. Papazoglow, D. Georgakopoulos, "Service Oriented Computing", Communications of the ACM, Vol.46, No.10, pp.25-28, 2003.
- [4] W3C Web Service Activity,

<http://www.w3.org/2002/ws/>

- [5] M. Nakamura, A. Tanaka, H. Igaki, H. Tamada, and K. Matsumoto, "Constructing Home Network Systems and Integrated Services Using Legacy Home Appliances and Web Services", International Journal of Web Services Research, Vol.5, No.1, pp.82-98, January 2008.
- [6] 田中 章弘、中村 匡秀、井垣 宏、松本 健一、"Web サービスを用いた従来家電のホームネットワークへの適応"、電子情報通信学会技術研究報告、vol.105, no.628, pp.067-072, March 2006.
- [7] 坂本 寛幸、井垣 宏、中村 匡秀、"RSSを利用した Web上の情報資源とホームネットワークシステムの連携"、電子情報通信学会技術研究報告、vol.108, no.136, pp.47-52, July 2008.
- [8] 中村 匡秀、関本 純一、井垣 宏、松本 健一、"家庭のエンドユーザを対象としたホームネットワーク機器連携サービス作成支援システム"、ヒューマンインターフェース学会論文誌「ユニバーサルデザイン」特集号、vol.11, no.4, pp.369-379, November 2009.
- [9] 福田 将之、井垣 宏、中村 匡秀、"ホームネットワークシステムにおけるリアルタイムな家電制御サービスの実現"、電子情報通信学会技術研究報告、vol.108, no.136, pp.041-046, July 2008.
- [10] 福田 将之、井垣 宏、中村 匡秀、"他サービスとの連携を考慮した時間駆動型ホームネットワークサービス基盤の改良"、電子情報通信学会技術研究報告、vol.108, no.458, pp.433-438, March 2009.
- [11] 坂本 寛幸、井垣 宏、中村 匡秀、"コンテキストウェアアプリケーションの開発を容易化するセンササービス基盤"、電子情報通信学会技術研究報告、vol.108, no.458, pp.381-386, March 2009.
- [12] 坂本 寛幸、井垣 宏、中村 匡秀、"センササービスのマッシュアップを実現するサービス指向基盤の提案"、電子情報通信学会技術研究報告、vol.109, no.276, pp.23-38, November 2009.
- [13] 松尾 周平、井垣 宏、中村 匡秀、"エンドユーザーによるセンサー駆動サービスの構築支援環境の提案"、

電子情報通信学会 OIS研究会、vol.OIS2008, no.82, pp.043-048, March 2009.

[14] 松尾 周平、瀬戸 英晴、坂本 寛幸、井垣 宏、中村 匡秀、
“場所情報を用いたセンサ検索と類似条件提示による
コンテキスト構築支援環境:Sensor Service Binder
2.0”、電子情報通信学会技術報告、vol.109, no.327,
pp.59-64, December 2009.

[15] Hiroshi Igaki, Hideharu Seto, Masayuki Fukuda,
and Masahide Nakamura, “Mashing Up Multiple
Logs in Home Network System for Promoting
Energy-Saving Behavior”, In Proc. of 8th
Asia-Pacific Symposium on Information and
Telecommunication Technologies(APSITT2010),
vol.CDROM, June 2010.(Kuching, Malaysia)

[16] 福田 将之、瀬戸 秀晴、坂本 寛幸、井垣 宏、中村 匡
秀、“ホームネットワークシステムにおける電力消費
振り返りサービスの提案”、電子情報通信学会技術研
究報告、vol.109, no.272, pp.029-034, November
2009.

[17] 岡村 雄敬、井垣 宏、中村 匡秀、“ホームネットワー
クシステムにおける環境相互作用を利用した省エネ
機器連携サービスの一構築手法”、電子情報通信学
会 OIS 研 究 会、vol.OIS2008, pp.013-018, March
2009.

[18] Takenori Okamura, Masahide Nakamura, and
Hiroshi Igaki, “Finding Optimal Energy-Saving
Operations in Home Network System Based on
Effects between Appliances and Environment”,
In Proc. of 8th Asia-Pacific Symposium
on Information and Telecommunication
Technologies(APSITT2010), vol.CDROM, June
2010.(Kuching, Malaysia)



中村 匡秀(なかむら まさひで)

1999年 大阪大学大学院基礎工学研究科博士後期
課程修了

1999年 カナダ・オタワ大・ポスドク、2000年大
阪大学・助手、2002年奈良先端大助手を
経て、2007年より神戸大学・准教授

主にソフトウェア工学に関する教育、研究に従事。

現在、サービス指向アーキテクチャ、クラウドコン
ピューティング、ホームネットワークに関する研究
に興味を持つ。