

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

岡村 雄敬[†] 井垣 宏^{††} 中村 匡秀^{††}

^{††} 神戸大学 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1
E-mail: †{okamura,igaki,masa-n}@cs.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ーに提供するホームネットワークシステム(HNS)の研究・開発が様々な機関で盛んに行われている。人々の生活が新しい家電機器やHNSで便利になるにつれ、家庭におけるエネルギー消費量が增大しつつある。現在、様々な企業や研究機関で省エネ家電が開発・実用化されている。本研究では、通常の家電機器操作をより省エネな機器操作へと変換する手法を提案する。家電機器操作の省エネ化を実現するために、我々は機器操作が室温や湿度等の環境に与える影響(環境相互作用)と消費電力の大きさに着目した。環境相互作用や消費電力にもとづき、特定の機器操作の代替機器や、補助的に利用することで効率が向上する機器を探索し、省エネ連携サービスとしてユーザーに提示する。実際にHNS内の複数の機器操作を対象として、省エネ化を実現し、提案手法の有効性を評価する。

キーワード ホームネットワークシステム, 省エネ, 環境相互作用

Energy-Saving Appliance Integration Services based on Environment Interactions in Home Network System

Takenori OKAMURA[†], Hiroshi IGAKI^{††}, and Masahide NAKAMURA^{††}

^{††} Kobe University Rokkoudaityou 1-1, Nada-ku, Kobe, Hyogo, 657-8501 Japan
E-mail: †{okamura,igaki,masa-n}@cs.kobe-u.ac.jp

Abstract Home Network System (HNS) connects several appliances and sensors to network, and provides more convenient and comfortable service for users. Various HNS services and appliances are being widely developed by various organizations. As quality of life becomes high, the energy consumed by networked appliances increases. Recently, energy-saving appliances are developed by various companies and research facilities and put in practical use. In this research, we propose methods to change usual appliance controls as HNS services into energy-saving HNS services. In order to save the energy of HNS services, we paid our attention to impacts (environment interaction) which services have on environment, such as room temperature and humidity, and power consumption. Based on environment interaction and power consumption, our method looks for an alternative appliance or an auxiliary appliance, and creates energy-saving services. We created some energy-saving HNS services with our proposed method.

Key words Home network system, Energy-Saving, Environment Interactions

1. はじめに

宅内の家電機器やセンサー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ーに提供するホームネットワークシステム(HNS)の研究が盛んである。[5][6] TVやDVDプレーヤー、エアコン、ライト、扇風機などの家電機器をネットワークに接続することで、宅内外からの監視や遠隔制御[8]、温度計・照度計などのセンサーや複数の機器を組み合わせた家電

連携サービス[13]などが実際にHNS上のアプリケーションとして開発されている。

宅内で利用される機器が増加しアプリケーションが普及して行くにつれて、人々の生活はより便利で快適なものに進歩していく。一方で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・省エネが課題の一つとなっている。実際に人感センサを利用して無駄な点灯を減らす照明機器[7]やユーザ不在時に画面をOFFにするTV[11]など、多

くの企業や研究機関において、省エネを意識した家電機器の開発が進められている。これらの省エネ家電と呼ばれる従来製品の多くは、既存の個別機器の利用効率の向上や不必要な利用の削減を家電の機能として実現することを目的としている。その他の家電機器における省エネの試みとして、省エネを意識した家電の使い方に関するガイドラインが公開されている。経済産業省資源エネルギー庁所管の財団法人である「ECCJ 省エネルギーセンター」では、扇風機を併用し、エアコンの設定温度を緩和することをや、カーテンや窓を空調管理時に開け閉めすることで、エアコンの代替機器とすることなどの省エネ機器使用に関するルールなどが説明されている [2]。

このように、他の機器の併用や代替機器による省電力化などによる省エネは、これまでの家電を省エネ家電に変更するだけでは必ずしも実現できない。そこで本研究ではまず、さまざまな組織によって提案されている省エネガイドラインの整理・分類を行った。以下に示す 3 つの分類が省エネ実現手法の大分類である。

- ECO1: ユーザによる我慢や妥協
- ECO2: 不必要な利用の削減
- ECO3: 利用効率の改善

ECO1 は家電機器を実行する目的そのものについてユーザが妥協することにより省エネを実現する手法である。ECO2, ECO3 の手法ではユーザの目的は変化させず、無駄を省いたり機器機能の効率改善によって省エネを実現する。これらの分類はさらにそれぞれ単独機器を対象として行うものと、複数機器を対象として行うものに分けられる。単独機器による省エネ手法ではユーザの意図する機器における利用制限や無駄の削減を実現する。複数機器を対象とした省エネ手法では、代替機器や補助的な機能を持つ機器実行による無駄の削減や効率の改善が行われる。例えば、ECO2-単には不在時の照明オフのような単独機器利用時の無駄を削減する方法が含まれるのに対し、ECO2-複には外が明るければカーテンを開けて照明をオフにする、といったような複数機器を利用した手法が含まれる。

これらの具体的な省エネ手法は、ユーザがいる家庭の機器構成や実行しようとする機器機能、実行時の室温等の環境によって異なる。そのため、省エネを実現したければユーザは機器機能を実行する際に、より消費電力を利用せずに済む選択肢が無いかをその都度調べる必要がある。そこで我々は特に複数機器を対象として実現される省エネ手法に着目し、機器構成や室内環境、ユーザの意図する機器機能といった状況下において実現可能な具体的な省エネ手法を抽出するための方法を提案する。

我々の提案方法ではまず環境に影響を与える機器の機能を環境相互作用と消費電力という二つの構成要素にもとづいてモデル化する。環境相互作用とは、その機器機能が環境に対して直接/間接的に与える影響の大きさや向きを表している。例えば、ある照明のオンという機能は、室内照度という環境プロパティに、直接的に + 方向の大きな影響を及ぼし、消費電力は 40W である。ユーザが照明のオンを実行したいということは、すなわち室内照度を明るくしたいと考えていると判断できる。元となる機器機能が持つ環境相互作用を利用することで、代替とな

る機器機能（例えばカーテンのオープン）の抽出が可能となる。抽出された機器機能の中から環境プロパティに与える影響がよりユーザの意図に近く、消費電力が少ないものを選択することで、具体的な省エネ手法の構築が可能となる。

以降ではまず、省エネ手法の分類について説明し、ユーザごとに異なる機器構成や環境から具体的な省エネ手法を構築するための提案法を述べる。さらに、具体的な機器や環境状態、実行する機器機能にもとづき、ケーススタディとして実際に省エネ手法を構築する例を示す。

2. 準備

2.1 ホームネットワークシステム (HNS)

近年、TV や DVD・エアコン・扇風機・ライトなどの家電（ネットワーク家電と呼ばれる）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が普及しつつある。例えば、携帯電話のインターフェースを通じて、消し忘れたテレビやエアコンの電源を OFF にしたり [8]、モーションセンサーとライトを連携して人が帰ってくると自動でライトを ON にする [7] などの操作が可能になっている。このような各種サービスを提供するための枠組みは「ホームネットワークシステム (HNS)」と呼ばれ、さまざまな企業や研究機関で開発が進められている。我々の研究室では、様々な家電やセンサを用いて実際の HNS (CS27-HNS) を構築している。CS27-HNS では家電機器を操作するための API を Web サービスとして公開している。本稿では、家電機器とそのメソッドを”.”で接続して表現するものとする。例えば「ライトの電源を ON にする」という機器操作は「Light.on()」、「カーテンを開ける」ならば「Curtain.open()」と表される。

2.2 省エネ

科学技術が進歩し、人々の生活が便利になるにつれて、エネルギー消費量は増加の一途を辿っている。図 1 の財団法人・日本原子力文化振興財団が発表したここ 30 年の日本における電力消費量の推移 [9] から分かるように、近年の電力消費量の増加傾向が顕著である。こういった状況が続くと、近い将来のエネルギー資源の枯渇や地球環境への影響など、様々な問題が発生することが予想される。この問題を解決するために、近年特にエネルギーの節約（省エネ）が叫ばれており、国や企業でも様々な対策が考えられている。多くの企業では、省エネを意識した家電機器の開発が進められており、すでに実用化されている物も多数存在する [7] [11]。また国では、かねてより制定されていたエネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネルギー法）が 2008 年に改正されるなど省エネへの意識がより強まってきた [4]。

その他の省エネ実現の試みとして、既存の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ガイドラインが様々な機関により公開されている。経済産業省の資源エネルギー庁所管の財団法人・省エネルギーセンターでは、家庭内で入る家電の省エネ手法を公開していて、各家庭に推奨している [2]。ガイドラインの中には「外が明るいときはライトは

家庭用電力の伸び

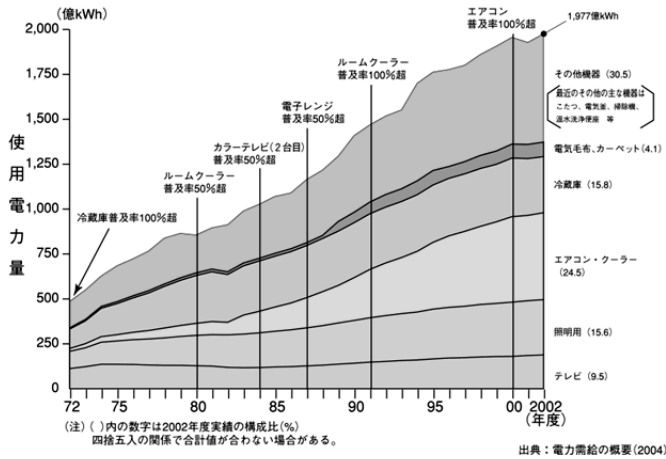


図1 日本における電力消費量推移

つけない」や「テレビは見ないときは消す」など一般的に知られているような内容から「冷房は28℃・暖房は20℃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)」のようにルールとして具体的数値や強度が固定されているものまで、多岐に渡っている。こういったガイドラインは国や企業だけではなく、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多い[1][3]。このようなガイドラインの一例を表1に家電機器ごとにまとめた。

2.3 HNSを用いた省エネの実現

前述のガイドラインでも述べられているような家電機器の省エネ使用は、これまでの家電を省エネ家電に変更するだけでは必ずしも実現できない。また、HNS環境で提供される多様な家電制御サービス全てについて省エネを考慮して再構築を行うことは非常に困難である。本稿では、家電制御サービス等の機器操作を省エネを考慮した機器操作に変化するための省エネサービス構築手法を提案する。

3. 省エネ連携サービス構築手法

3.1 省エネ手法のパターン考察

我々は省エネ連携サービスを構築するに当たって、2.2節で述べた省エネ手法ガイドラインを以下の3つのパターンに分類した。

ECO1:ユーザーによる我慢や妥協: 現在実行している(あるいは実行しようとしている)機器操作の設定を緩めるなどして、ユーザーの要求に満たない機器操作を実行し、ユーザー自身が我慢・妥協することで省エネ化をはかる。具体的には、「冷房の温度は27℃にする」や「ヒーターなどの機器は強運転を使わない」などが挙げられる。省エネを実現する結果として、変更後のサービスがユーザーの要求に対して十分で無い場合の機器使用がここに分類される。

ECO2: unnecessary利用の削減: 現在実行している(あるいは実行しようとしている)機器操作における、無駄な使用・効果の無い使用を削減することで省エネ化をはかる。具体的には、「冷蔵庫の開閉回数・時間を少なくする」や「人が居ない時は電源

を切る」などが挙げられる。

ECO3: 利用効率の改善: 現在実行している(あるいは実行しようとしている)機器操作を、設置場所を工夫したり利用効率を下げる要因になっているものを削減・緩和させることで、効率よく機器を実行させることで省エネ化を図る。具体的には、「エアコンのフィルタをこまめに掃除する」や「空気清浄機は窓際に設置して使う」などが挙げられる。

この3つのパターンそれぞれに対して、さらに

単独機器で実行する

複数機器にまたがって実行する

の2つのパターンに分類することができる。複数機器による省エネは省エネ度の高い代替機器を使用すると補助機器を併用して効率よく運転させるの二つに集約することができる。「代替機器の使用」は、消費電力や実行時間が少なく済む機器に切り替えて省エネを図る手法である。もし代替機器がユーザーの本来の要求を満たす場合、この操作は前述の「2. 不必要な利用の削減」に該当するが、代替機器がユーザーの要求を満たせない場合は「1. ユーザーが我慢・妥協」するに分類される。具体的には「ライトをつける」の代替操作として「カーテンを開けて明かりをとる」があげられるが、外部からの明かりが十分か不十分かによって、ユーザーの要求を満たすかどうかが決まるため、どちらに該当するかはその時の環境状態に左右される。「補助機器の併用」は、実行しようとしている機器操作に対して補助機器を併用することで効率良い運転を実現して省エネを図る手法である。例えば「エアコンの暖房をつける」というサービスが要求された際は、室内の空気が対流すると効率よく部屋が暖まるため「扇風機をつける」という機器操作が「暖房をつける」という機器操作に対する補助機器操作に該当する。

既存の省エネガイドラインが我々の分類に適用可能であるかどうかを示すため、表1に示したガイドライン例をECO1~3の単独機器/複数機器に分類した。例えば、番号7は「冷房は28℃推奨」というルールであるが、これはユーザーが我慢して実行するものであり、また冷房器具単独で行える操作であるため「1. ユーザーの我慢・我慢」の「単独機器操作」に分類される。番号9は「暖房使用時は同時に扇風機を回す」というルールでこれは実行中の機器操作の効率を上げるために暖房器具と扇風機という複数機器を利用するものであるので、「3. 利用効率の改善」の「複数機器」に分類される。表1で挙げられた全ての機器操作の分類結果を図2に示す。

ここで、番号8,12,15の機器操作は、そのときの室内外の環境状態によってユーザーの要求を完全に満たせるかどうかが決まる機器操作である。例えば、番号8「外が涼しければ冷房を消し窓を開ける」は外と室内の気温差でサービスの強さは変化する。こういった機器操作は、()をつけて1-複数と2-複数の両方に記述し、状況によって変化することを示す。

単独機器による省エネは、機器の性質に依存するものや手動での作業を必要とするものが多く、HNSでカバーするのは困難だが、複数機器による省エネは、前述の「省エネ度の高い代替機器を使用する」「補助機器を併用して効率よく運転させる」の二つに集約することが可能である。そこで本研究では、この

表 1 省エネ機器使用ガイドライン例

器具名	使い方	理由	出典
1 エアコン(冷房)	運転と同時にカーテンを閉める	直射日光・窓からの冷気の放出を妨げる	3
2	運転と同時に扇風機を起動する	扇風機の利用により冷房にかかる消費電力を軽減する	1
3	ドライ運転で数分運転後に冷房する	ドライ運転により湿度を下げ不快指数を減らす。	1
4	窓・ドアの開閉を減らす	冷房の効率を良くする	3
5	一定時間人がいない場合、自動でOFFにする	無駄な電力を削減(短時間の外出なら付けていた方がよい)	1
6	フィルターをこまめに掃除する	運転の効率を下げないようにする	3
7	推奨温度28℃	電力・電気代の削減になる	2
8	外が涼しければ窓を開ける	無駄な電力を削減する	1
9 エアコン(暖房)	運転と同時に扇風機を回す	部屋の空気をかき混ぜ、効率よく部屋を暖める	1
10	運転と同時にカーテンを閉める	窓からの熱放出を遮断し、効率よく部屋を暖める	3
11	フィルターをこまめに掃除する	運転の効率を下げないようにする	3
12	外が暖かければ窓を開ける	無駄な電力を削減する	1
13	推奨温度20℃	電力・電気代の削減になる	2
14 ライト	人がいない場合、自動でOFFにする	無駄な電力を削減する	1
15	外が明るければカーテンをあけて明かりをとる	無駄な電力を削減する	1
16	電球は蛍光灯に替える	消費電力、耐久性の面で効率が良い	1
17 冷蔵庫	扉の開閉を少なくする	無駄な電力を削減する	1
18	扉を長時間開けない	無駄な電力を削減する	1
19 ファンヒーター	お出かけ・睡眠の15分くらい前に電源を切る	無駄な電力を削減する(室温は急に下がらないため)	3
20	フィルターの掃除を行う	運転の効率を下げないようにする	3
21	推奨温度20℃	電力・電気代の削減になる	3
22 掃除機	畳・フローリングは「弱」モードで運転する	「強」でもあまり変わらないので、電力の節約になる	4
23	延長コードなどを用い、コンセントを付け替えない	起動時に最もかかる電力を削減する	4
24 窓	スタレや赤外線カットフィルムをぶらさげる	外へ漏れる熱を遮断する	1

省エネへのアプローチ

ECO1.ユーザーの我慢・妥協

- 単独機器...7.13.21.22
- 複数機器...(8).(12).(15)

ECO2.不必要な利用の削減

- 単独機器...4.5.14.15.17.18.19
- 複数機器...(8).(12).(15)

ECO3.利用効率の改善

- 単独機器...3.6.11.16.20.23.24
- 複数機器...1.2.9.10

図 2 省エネ手法パターンまとめ

二つに焦点を置き、HNS 内での省エネを実現するための構築手法を提案する。次節でキーとなるアイデアを示す。

3.2 キーアイデア

HNS 内において複数家電機器による省エネを実現するためには「省エネ度の高い代替機器」または「併用することで効率を上げる補助機器」を使用する必要がある。HNS 内の異なる機器はそれぞれ固有の機器メソッドを持っており、機器同士の共通性は少ない。結果として、サービス毎に代替機器や補助機器を見つけることは必ずしも容易では無い。そこで HNS 内の各機器メソッドを、環境に対してどういった影響を及ぼすのかという点で抽象化する。これにより全ての機器メソッドを機器の種類や機能によらず一元的に扱うことができる。ここでは各機器メソッドの環境状態へ及ぼす影響の度合いを環境相互作用と呼ぶことにする。

環境相互作用を利用し、HNS 環境に配置された全ての機器メソッドのなかから適切な代替機器や補助機器を検出することで、複数機器による省エネサービス構築を実現する。

3.3 環境相互作用

室内には、温度・照度・湿度などの環境状態を特徴付ける属性(環境プロパティ)が存在する。エアコンやライトなど室内環境に影響を与える機器は、実行することにより環境プロパティ

の何らかの変化を及ぼす。このような機器の各メソッドと環境プロパティとの間の関係を環境相互作用とする。ここで環境相互作用は直接作用・間接作用・強度・適用条件の4つの組で構成される。また、省エネサービスを実現するために不可欠なものとして機器を使用した際に生じる消費電力も機器メソッドごとに与える必要がある。以下でそれぞれの詳細を説明していく。

3.3.1 直接作用

「エアコンの冷房をつける」や「ライトをつける」といった機器操作は温度や照度などの環境プロパティに直接影響を与えるものである。こういった機器メソッドが持つ環境状態への直接的な影響の大きさと方向を直接作用として定義する。直接作用は「温度-」「照度+」のように、「環境プロパティ±」の形で表現する。この直接作用が同じ機器メソッドは、同じ目的を持つ機器メソッドであると言う事が出来る。例えば「エアコンの暖房をつける」と「カーペットをつける」はどちらも「温度+」という直接作用を持つので同じ目的を持つ機器メソッドであると定義することが可能である。

3.3.2 間接作用

機器メソッドによっては、その機器を実行するだけでは環境状態に影響は与えないが、環境状態の変化効率に対して何らかの影響を与えるものが存在する。例えば「扇風機をつける」という機器操作は、部屋の空気をかき混ぜる効果があるので、暖房器具や冷房器具と併用することで、単独で冷暖房をつけるよりも部屋の温度変化率は大きくなる。こういった、環境プロパティの変化率を上げる(または下げる)機器メソッドが持つ環境状態への影響を間接作用として定義する。間接作用は変化率の増加・減少を表すので、△記号を用いて「環境プロパティ△±」の形で表現する。先の扇風機の例ならば「温度△+」と定義でき、また「窓を閉める」という操作も外部への熱の流れを妨げるので、扇風機と同様に「温度△+」と定義できる。

3.3.3 適用条件

機器によっては、実行後に環境状態に及ぼす影響が、室内外

の環境状態によって変化するものが存在する。このような環境相互作用を表現するため、各機器操作に対して適用条件を付与することで、場合分けを実現する。例えば「窓を開ける」という機器メソッドが持つ直接作用は、「室外気温が室内より高い」という適用条件成立時は「室温を上げる」となるが、逆に不成立時の直接作用は「室温を下げる」という風に、変化させることが可能である。

しかし、機器によっては環境状態に関わらず環境相互作用が決まるケース（例えば「ライトをつける」は現在の環境状態に関わらず「照度を上げる」という直接作用を持つ）も多いため、そういった機器に対しては適用条件は与えず、環境相互作用を固定で与える。

3.3.4 強度

同じ環境相互作用を持つ機器メソッドでも、環境に与える影響の大きさは機器によって違う。例えば、「冷房をつける」と「窓を開ける（外気温 < 室温という条件が成立時）」は同じ「室温を下げる」という環境相互作用を持つが、温度変化の大きさは明らかに冷房の方が高いといえる。

これを、各機器メソッドが環境状態に与える強度という形で表現する。今回は簡単のために「強度:大」と「強度:小」の二段階で強度を付与する。

3.4 消費電力の考慮

省エネサービスを実現するためには、機器を使用する際の消費電力を考慮する必要がある。通常、家電機器の消費電力は機器の種類ごとに決まっているので、環境相互作用と同じように各機器メソッドに使用した際の消費電力を与える。この時「窓を開ける」などのように手動で実行する機器は消費電力を0として与える。

なお、消費電力も前述の強度や直接/間接作用と同じように環境に作用するものと考えれば環境相互作用のカテゴリにまとめることも可能だが、今回は消費電力の削減・省エネというところにポイントをおいてサービスを実現するため、環境相互作用とは別と考えるものとした。

3.5 省エネサービス発見・推薦アルゴリズム

こうして定義した環境相互作用を用いて、省エネサービス発見・推薦アルゴリズムを構築する。

ユーザーが何らかのサービスを要求したとする。まず各サービスに与えられた環境相互作用から、決められたサービスの要求を抽象化する。例えば「暖房をつけたい」という要求があった場合、このサービスの直接作用「温度+」から、サービスの要求を「室温を上げたい」という風に変更して抽象化を行う。HNS 内の機器の中で、環境相互作用が与えられている機器を抽出し、その中で現在要求されている環境相互作用（この場合なら「温度+」）と同じ直接作用を持つ機器を抽出する。ここで抽出された機器メソッドは、要求されたサービスに対する代替機器サービスとなり、これを提示することでユーザーは代替可能な機器を簡単に選択することができる。各機器メソッドには環境相互作用だけでなく、強度と消費電力、機器によっては適用条件を持っているため、これらを同時に提示することで、ユーザーの代替機器選択の際に幅を与え、省エネ機器使用を実

表 2 機器メソッド別環境相互作用・消費電力表

機器メソッド名	環境相互作用			消費電力(W)	
	直接作用	間接作用	強度		
Airconditioner.heating()	温度+		大	575	
Window.open()	温度+		小	外気温 > 内気温	0
Carpet.on()	温度+		小		50
Heater.on()	温度+		大		500
Airconditioner.cooler()	温度-		大		625
Window.open()	温度-		小	外気温 < 内気温	0
Light.on()	照度+		大		40
Curtain.open()	照度+		小	外照度 > 内照度	0
Fan.on()		温度 Δ+	大		40
Window.close()		温度 Δ+	小		0
Curtain.close()		温度 Δ+	小		0

現することができる。

機器メソッドによっては、直接作用では無く間接作用を持つ場合も考えられる。環境相互作用から代替サービスを抽出する際、要求されている環境相互作用の変化率を上昇させる間接作用が見つかった場合、そのサービスを代替サービスではなく、「併用サービス」としてユーザーに提示する。例えば要求された環境相互作用にける直接作用が「温度+」だった場合、「温度 Δ+」という間接作用を持つ「扇風機をつける」「窓を閉める」といった機器メソッドが併用サービスとしてユーザーに提示されることになる。併用サービスは、本となるサービスと併用することで効果が上昇するサービスであるので、消費電力や強度は本サービスと合計したものを提示する必要がある。

代替可能サービス・併用可能サービスを提示されたユーザーは、それら複数あるサービスの中から自身が使用したいサービスを、消費電力・強度や家庭内の機器状態などの諸々の情報から自由に選択することができる。ユーザーごとに省エネやサービス要求に対する意識はまちまちなので、一つのサービスを固定で与えるのでは無く、選択の余地をユーザーに与えることが重要である。表 2 に機器メソッドごとの環境相互作用と消費電力の一覧表を示す。

4. 実装・ケーススタディ

4.1 CS27-HNS への適用

2.1 節で述べた CS27-HNS 上に、提案手法に基づいた省エネサービス発見・推薦システムを実装した。実際に使用した家電は以下の通りである。

- エアコン:コロナ CWH-187R
- 扇風機:Pieria メタルリビング扇風機
- 電動カーテン:Navio Resite
- ライト:Kishima オープス

これらの機器メソッドについて環境相互作用をまず決定する。さらに、環境情報を取得するためのセンサーとして Wx Goos-1 [12] を室内と室外の両方に設置し、適用条件の条件判定に用いた。今回、システムの実装は Java(JDK1.5) を用いて行った。図 3 にシステムの実行画面を示す。システムを実行すると、まず現在の室内と室外の環境情報（気温、湿度、照度、風量）が表示され、ユーザーに要求 HNS サービスの入力を促す。ユーザーが要求する HNS サービスを入力すると、システム側は、要求された HNS サービスと同じ環境相互作用の家電機器メソッド、

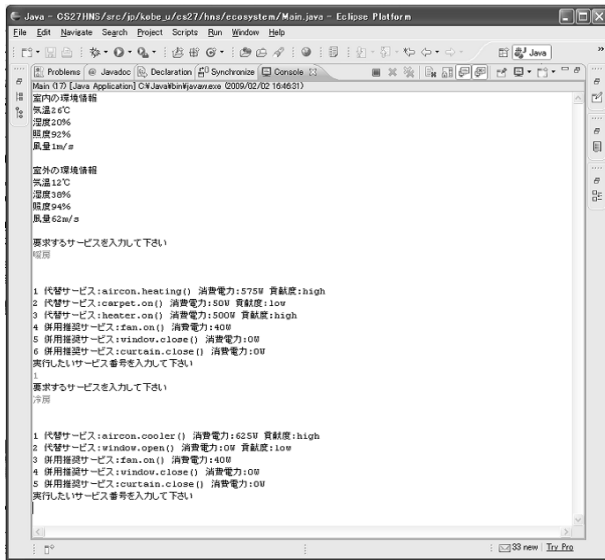


図 3 省エネサービス発見・推薦システム実行画面

または変化率を上げるメソッドを見つけ、代替可能機器・併用推奨機器として、番号・機器メソッド名・強度・消費電力の順に画面に一覧を表示する。この時、ウェザーグースによる環境プロパティの値が適用条件を満たさなかった場合は、環境相互作用に関わらず一覧には表示されない。2.1 節で説明した通り、HNS 内の機器メソッドは Web サービスとして API が公開されている。代替・併用機器一覧が表示されると、次に HNS サービス選択画面に移る。ユーザーが実行したい機器の番号を入力すると、対応する機器メソッドの API が呼び出されてその機器操作が実行される。HNS サービスを終了したいときは、要求 HNS サービス入力時に「終了」と入力すると、実行中の機器が全て電源 OFF になり、サービスを終了できる。

4.2 サービステスト・評価

実装したサービスが正常に動くかテストを行った。

- 省エネ暖房サービス サービス入力画面で「暖房」と入力すると、代替機器として Carpet.on() と Heater.on() が表示された。それぞれの操作を実行することにより、エアコンの暖房を使用した場合に対して Carpet.on() なら 525W, Heater.on() なら 50W の電力が削減できる。Window.open() も環境状態によっては暖房の代替機器と成り得るが、実験時の室温と外気温を比較すると、外気温 15 °C 室温 24 °C であり、室温が高くなっていた。適用条件より Window.open() は暖房の代替機器に適さないため代替機器としては表示されなかった。併用機器には Curtain.close() と Window.close(), Fan.on() が表示された。ここで Fan.on() を選択すると、エアコンの暖房が起動し扇風機が運転開始した。扇風機の併用により、消費電力はエアコンの暖房単独使用時の 525W に扇風機の消費電力 40W がプラスされ合計消費電力は 565W と大きくなってしまいが、温度変化率が上昇するため早く部屋を暖めることができるため結果として消費電力の総量は減らすことができる。最後に「終了」と入力すると、先ほど起動したエアコン、扇風機両方とも電源 OFF され、サービスは正常に終了した。

- 省エネ照明サービス サービス入力画面で「照明」と入

力すると、代替機器として Light.on() と Curtain.open() が表示された。このとき室内の照度は 50・室外の照度は 95 を示しており、Curtain.open() は照明の代替機器として適切である。Curtain.open() を実行するとライトが消えカーテンが開いた。Light.on() の消費電力 40W に対し Curtain.open() の消費電力は 0W であるため、40W の消費電力が削減できた。同様の実験を夜間に行ったが、Curtain.open() は代替機器として表示されなかった。このとき、室内の照度は 50・室外の照度は 18 を示しており Curtain.open() を実行しても明かりを取ることはできないため照明の代替機器としては適さないためである。

5. おわりに

本稿では、環境相互作用と消費電力を各機器に与えることにより省エネ機器連携サービスを構築する一手法を示した。今回、環境相互作用における直接作用・間接作用は、簡単のため単独の環境プロパティに対する影響に絞って各機器メソッドに付与したが、エアコンのドライ機能など、機器によっては「温度と湿度」など複数の環境プロパティに影響を及ぼす機器も存在する。そういった機器が持つ環境相互作用をどういった形で定義するかが今後の課題となる。また、現在の仕様では機器ごとの環境相互作用の強度は固定で与えているが、環境状態に応じて動的に強度を生成するなどより効率良い機器使用が可能になるような仕組みを作っていきたい。

謝辞 この研究は、科学技術研究費(若手研究 B 18700062, 20700027), および、日本学術振興会日仏交流促進事業(SAKURA プログラム)の助成を受けて行われている。

文 献

- [1] 誰でも出来る環境対策一覧
<http://www.cwo.zaq.ne.jp/rupisu/kan/kan600.html>
- [2] ECCJ 省エネルギーセンター, "家庭の省エネ大辞典",
<http://www.eccj.or.jp/dict/index.html>
- [3] ミヤア先生の生活マニュアル, "電気代の節約術",
<http://setuyakumanyuaru.com/kantansetuyaku/denki.html>
- [4] 経済産業省資源エネルギー庁, "平成 20 年度省エネ法改正の概要",
<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/080801/080801.htm>
- [5] パナソニック電工, "ライフニティ(くらし安心ホームシステム)",
<http://denko.panasonic.biz/Ebox/kahs/>
- [6] 東芝, "ホーム IT システム FEMINITY",
<http://www3.toshiba.co.jp/feminity/>
- [7] 丸善電機, "あんしんリモコン 人感センサー",
<http://www.maruzen-denki.co.jp/pickup01/feature/02.html>
- [8] 東芝, "フェミニティが実現する安心・便利な生活",
<http://www3.toshiba.co.jp/feminity/dekiru/indexh.html>
- [9] 財団法人 日本原子力文化振興財団, "日本のエネルギー消費",
<http://www.iae.or.jp/energyinfo/energydata/data1009.html>
- [10] ZOJIRUSHI, "みまもりほっとライン i-PoT",
<http://www.mimamori.net/>
- [11] SONY, "液晶テレビ BRAVIA(ブラビア)",
<http://www.ecat.sony.co.jp/bravia/lineup/series.cfm?series=v5>
- [12] 昌新, "ウェザーグース スーパーグース ネットワーク対応環境監視モニター",
<http://shoshin.co.jp/rugged/wduck/wxgoos1.html>
- [13] M. Nakamura, H. Igaki, H. Tamada, and K. Matsumoto, "Implementing Services of Networked Home Application Using Service Oriented Architecture", *Proc. 2nd International Conference on Service Oriented Computing(ICSOC2004)*, pp.269-278, NY, USA, Nov.2004