



SEMINAR REPORT

ホームネットワークの「今」を考える



北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科
教授
丹 康雄 氏

はじめに

本日は、ホームネットワークを取り巻く状況についてお話しします。いま私は、新世代ネットワーク推進フォーラム・レジデンシャル ICT SWG を中心に、本日もお話しするような活動をしています。レジデンシャル ICT SWG の全体のリーダーが私で、サブワーキングの中で実質的に議論を進めているタスクフォースの方は、基盤技術のタスクフォースが近藤様、戦略ビジョンのタスクフォースが松倉様ということで、まさしくこのレジデンシャル ICT で議論をしている内容が今日の話の中心となります。

日本国内には、ホームネットワークを継続的に議論する場が幾つかあります。ECHONET コンソーシアム (Energy Conservation and HOmecare NETwork Consortium) という団体は、白物家電、エネルギー関連機器の通信インタフェースを決めることなどを行っています。私自身もフェローという立場で、ECHONET のメンバーとして活動しています。

ECHONET のように特定の分野について実際の規格をどんどんつくるような場とは別に、特定のアプリケーション分野によらずホームネットワーク全体としていかに立ち上げていくかを議論する場もいくつかあり、レジデンシャル ICT SWG もそうした位置づけにあります。レジデンシャル ICT SWG は会費無料の会合で広くご参加頂くことができ、ここでの議論の結果は情報通信技術委員会 (TTC) の場で国内文書としてまとめ、さらに情報通信審議会を経て ITU-T などに国際標準として持ち

込むような手順を踏んで、様々な議論を国際標準にしたり、実際の産業に結びつけたりすることができるようになっていきます。

スマートグリッドの観点ではスマート・コミュニティ・アライアンスという団体があり、これは総務省と経済産業省の両方に関係していて、総務省に関係する分は通信インタフェース SWG という場で議論されています。

一方で、宅内直流給電アライアンスというのがあります。ここでは情報ネットワークの議論ではなく、電気をどう送るかの家庭内ネットワークについての議論がなされています。日本では、宅内に 150V 以上の対地電圧を有する電線を引いてはいけないことになっていて、太陽電池や燃料電池で逆潮流を伴うような電圧は概ね 400V 前後が必要で、これらを宅内配線で相互接続することは法律上できません。逆に低電圧の方に目を向けると、60V 以下は extra-low voltage ということで、様々な規制がとても緩くなっていますが、同時に非常に多くの規格が乱立しています。給電 USB の 5V、上の方は 24V 系、36V 系、あるいは 48V 系と色々あり、我々の身の回りの電気機器は増えていますが、同じような電圧であっても、なぜか電気仕様が違うという問題が多く存在しています。これを解決すべく活動しているのが、この宅内直流給電アライアンスです。例えば、ITU-T L.1001 は AC アダプタの標準規格であって、これに準拠しているものであればメーカーを問わずどれでも繋げられます。このインタフェースを活用しつつ、家の壁のインタフェースをどのような形状に作るべきか、さらには、電力の供給と通信を同じケーブルで実現する USB 給電、パワー・オーバー・イーサネットなど色々種類があり、今後これらをどのように整理していくかという話です。直流給電アライアンスではこのようなことを行っています。

大きな意味でホームネットワークの構築という大きな目的を持ちながら、似ているものの少しずつ立場の違う団体が多数あるというのが、この分野の特徴の一つです。

本日はレジデンシャル ICT SWG の話が中心になります。実を言うと、この会は月に 3 回以上は会議を開いています。無料で登録できるので、もしご興味があれば、「レジデンシャル ICT SWG」でネット検索していただいて、加入をご検討いただければと思っています。

ホームネットワークとは

さて、それでは話は本題の方に移ります。

ホームネットワークという分野は、今日まで様々な呼ばれ方をしてきました。最初の頃は、家庭内機器にマイコンが組み込まれるようになってきて、通信（シリアルケーブルという意味ですが）を導入することで家庭内の自動化を実現したいというところから始まっています。それで、昔はホームオートメーションという呼び方が使われていましたが、時代を経ることでホームネットワークという呼び方に変わり、その後スマートハウスなどの色々な呼び方をされてきましたが、我々はホームネットワークという呼び方を使い続けています。

また、このホームネットワークの中身に関しても色々あり、ホームネットワーク関連でお仕事をされている方々でも、家の中でもパソコン中心にプリンタやストレージなどで会社のLANに類したシステムを構築し、アプリケーションとしては、ウェブ、メール、それにストリーミングなどを対象とするようなホームネットワークに取り組んでいる方もおられれば、一方では、オーディオビジュアル機器間の接続、ビデオ・オンデマンド・サービスを楽しむためのホームネットワークを開発されている方もおられます。他方、ECHONETのような白物家電や住宅設備は、今説明したようなネットワークとは全く性質が異なるもので、ホームネットワークという同じ呼ばれ方をしている、意図しているものが違っているという状況は本当に珍しいことなのです。

ホームネットワークでできること

ホームネットワークではどのようなことができるのか、幾つかご紹介したいと思います。

(1) お母さん編

適当な時間になったら、寝ている人の様子を見ながら、カーテンを開けたりテレビをつけたりする。こういうことは、気のきくお母さんが普段しているようなことですが、これはホームネットワークでも実現ができます。具体的に言うなら、寝ている間の人の寝返りの状態から、その人のレム睡眠の状態が分かるので、そろそろこれが今日の最後のレム睡眠かな？という状況になったとき、周囲をまず光で明るくする。このときにカーテンを開けてもいいし、明かりをつけてもいいです。そして然るべき時間の後に、テレビのような音の出るもので聴覚に働きかけるようにする。そうすると、とてもすっきりと朝に目覚めることができます。これはまさに技術的に可能な話です。

他には、外の空気が気持ち良さそうなときに窓を開けてくれる、澁んだ部屋の風通しを良くしてくれるなどです。どこがポイントかと言うとセンサです。どのようなときに、窓を開けて風通しを良くするべきかは、今までは生活習慣、先人の知恵として行ってきましたが、そうではなくセンサを配置することで、屋外の方が閉め切った屋内より環境が良さそうだと判明すれば、積極的に窓を開けることができます。澁んだ空気は、センサできちんと測れば、例えばそこだけ局所的に湿度が上がっている場合でも分かります。

そういうことで、今までお母さんがしてきたことを、色々な

技術を使って実現できます。

(2) ものぐさ編

実はこれが本命だと思っています。人間は本質的にものぐさなので、一度これに慣れてしまうと元には戻れないです。色々と実証実験をしてみました、キラーアプリケーションはこれです。

布団に入ってから家をコントロールできる。一度手に入れたら絶対にこれは手放したくないアプリケーションです。極端な例で言うと、スマートフォンを手にして布団に入ると、その部屋の天井の照明を消すのに、スマートフォンで消せるのがとても幸せと感想を述べられる方が多い。それ以外では、2階で寝ているときに1階の照明が全て消えているか？、鍵が締まっているか？を確認できるので、「ほんの足動けば良いのだけれど...」というような動作を自動でしてくれるアプリケーションです。多分このようなことが積み重なると、かなり生活は変わってくるのではないのでしょうか。恐らくこれが一度体験したら止められなくなる重要なアプリケーション群だと考えています。

(3) シリアス編

一方で、予算取りするときには、まともな根拠に基づくものでなければ獲得などできません。それで、「伸び幅が他部門に比べて最も大きくなっている家庭部門のエネルギー消費を抑制する」、「実質的に独居老人を減らす」というのを根拠に掲げています。この二つに関しては、皆さんもよくご存じだと思います。

それから、「災害時の支援」というのは、2011年の東日本大震災のことではなく、1995年の阪神淡路大震災のときにかかなり語られた話です。あの時間問題になったことの一つが、倒壊した家の中に本当に人がいるのか？例えば、直前まで生活していた情報を家自身が倒壊した後に周りに伝えてくれさえすれば、頑張って倒壊家屋の中から助け出さねばいけないことが分かります。もう一つが、阪神淡路大震災のときには一週間経った頃に火事が多発しましたが、あれは電源が復旧すると通電して、電熱器具などが再び作動して火災を発生させていたのです。故に、ブレーカーを落とすことがシステムのできていれば、発生しない事故だったのです。

災害時の問題というのは、古くから語られていながら、残念ながら東日本大震災には間に合わなかったということです。もちろん、これはホームネットワークが活躍できる範囲です。

ホームネットワーク開発の経緯

以上、ホームネットワークというのは、オーディオビジュアルや暮らし環境系など、色々な分野が入り混じっているの、定義しようと思えば、家庭の活動を支援するICTネットワークシステムという分類しかできないことが分かると思います。

多くの機器や多様なサービスが混在しているので、これらをきちんと整理して、アーキテクチャを作っていく必要があり、カテゴリーとしては図1に示すように、たくさんあるということです。ここに挙げたAV、情報、コミュニケーションなどの分野は、技術的な違いによるものではありません。それぞれの分野は、業界として異なっているということです。故に、同じロゴのついた製品を出している大会社であっても、オーディオビ

ジュアル機器を製造しているセクションと白物系や住設系を手がけているセクションでは、カルチャーも違うし、物のコスト計算の考え方なども大きく異なっていて、その違いを乗り越えて全体が連携できるような仕組みを作り上げないといけないというのが、ホームネットワークの難しさということになります。

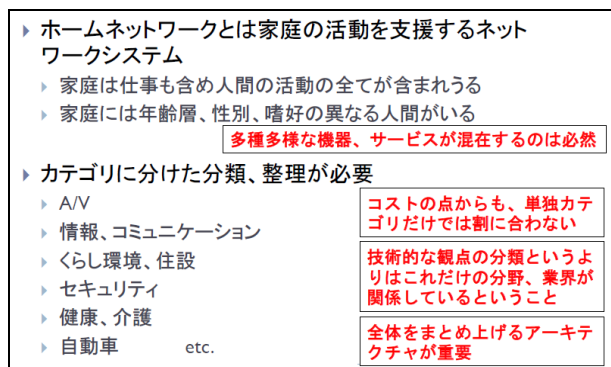


図1 ホームネットワークとは

このような認識は、概ね1999年から始まった宅内情報通信・放送高度化フォーラムの場からであって、フォーラムが活動して早々に1年かそこらで言われ出した話です。2000年前後ぐらいに、それぞれが余りにも話が合わないで、全体を統合するような概念が必要ということで作ったのが、図2のホームネットワーク全体を説明するアーキテクチャです。

ここで一つポイントとなるのは「固有プロトコルドメイン」です。ちょうど1990年代末頃は現実的には全ての白物家電やテレビなどに、イーサネットのインタフェースを装備して同じIPプロトコルで全てを制御するのは、コスト的にも余り現実的ではないということで、例えば、オーディオビジュアルに関してはIEEE1394、暮らし環境のところは日本で言えばECHONETというように、それぞれ違う技術があって、それぞれ独自にグループを形成し、その中でそれぞれ違うプロトコル、違う伝送媒体を使うことをそれぞれが容認しようとしたのが出発点です。

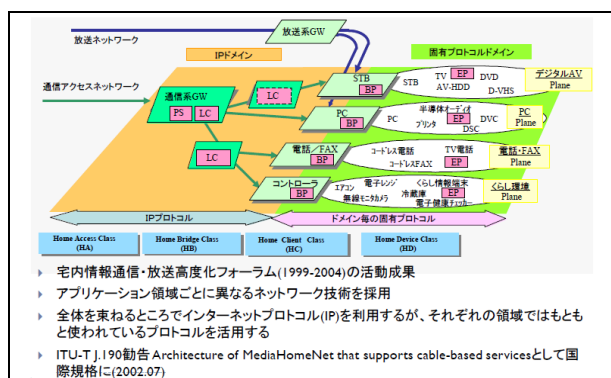


図2 ホームネットワーク

この当時の社会状況としては、IPv6 というのが一つ大きなキーワードでした。IPv6 という新しい技術が世の中を席卷すれば、魔法の杖のように全部が繋がるということが、真面目に新聞に載っていた時代です。

ところが、ホームネットワークを実際に手がけている現場の

者は、そのようには全く思っていませんでした。実際十数年経った今でも、そのようにはなっていません。家電機器でIPv6に対応しているものの中にはありますが、誰も積極的に対応したくないものの筆頭に挙げられるのがIPv6です。同じプロトコルで全部を覆いつくすのは、それほど良い話ではないのです。それぞれのカテゴリごとに要求が違うので、それぞれ別の方式を使うことをしっかりと直視しなければいけないというのが、今でも真理なのだと思います。

こういったバラバラのものを家の中で束ねるものが必要で、ここで使われるのはやはりインターネットプロトコルになるだろうということです。2000年前後はインターネットもまだダイヤルアップの時代であって、我が国では、概ね2004年に常時接続インターネットと利用者数が逆転しています。故に、まだダイヤルアップが主流だった頃に家の中がインターネットプロトコルで機器が繋がると唱えたことも一つの特徴です。

それぞれのグループごとにインターネットと独自の両方のプロトコルを扱える機器が存在し、それがプロトコル変換している。例えば、洗濯機の現在の状況や電子レンジの料理のでき具合をテレビに表示するときには、コントローラからLC (Layer1/2 Converter)、STB (Set-top Box) へと経路をたどって通信する。LCのところはIPベースなので、2000年前後頃からはバイナリエンコードのメッセージではなく、XML記述した標準的なメッセージでやり取りして、STBにてテレビで扱えるようなデータに変換して、テレビ画面に映し出されるという構想を描いていたわけです。概ねこの考え方は今もそれほど変わっていないと思います。

このとき、整理する上での名前のつけ方として、ホームゲートウェイに相当する部分をHA (Home Access Class)、無線LANのアクセスポイントやPLCモデムのようなものをHB (Home Bridge Class)、クライアント機器をHC (Home Client Class)、そしてデバイス部分をHD (Home Device Class)と整理しました。

その上でITU-Tの場に持って行き、J.190というリコメンデーションになりました。一番最初が2002年7月、その後2007年に1回改訂しました。今のテレビは直接DNLA (Digital Living Network Alliance) インタフェースが付いているので、ここにも手を加えました。

ところで、このホームネットワークアーキテクチャは整理をする上でなかなか便利ですが、実はこれには大きく抜けているところがあります。というのは、2000年前後にはホームネットワークは家の入り口のところで終わっていました。ところが、今は家の向こう側がより重要になってきています。今の言い方ではクラウドですが、こういったところが2000年頃にはまだスコープに入っていなかったということです。

以上の経緯も含めて時代背景を見ると、1980年代はそれこそニューメディアの時代であって、ニューメディアの一つのアプリケーションとしてホームバスがありました。これはN-ISDNそのものです。サブアドレスを有しているので、宅内にて互いに通信できます。現在の映像系以外のほとんどのサービスは、当時の電電公社が主導していたホームバスのアプリケーションの中に入っています。極めて古くから、各社で色々と試行されていましたが、この当時はネットワークインタフェースが本体価格よりも高い時代でしたので、さすがにホームバスが普及するような状況ではありませんでした。

一方、1990年代は、70年代末から80年代にかけてとは別の流れがあり、IEEE1394 やプラスチック・オブティカル・ファイバーなどが、どちらかというと機器メーカーの方から提案されています。ご存知のように、アップルとソニーが作ったのがIEEE1394 です。ソニーがデジタルハンディカムをIEEE1394 のデジタルインタフェースとして搭載し売り出したのが1995年です。1990年代はボトムアップ的にデジタルインタフェースが付いた機械が出てきて、これらを繋げていけばネットワーク化できるのではないかと思います。

それに加えて1990年代に入ると、学生時代からTCP/IPに慣れ親しんでいて、オブジェクトオリエンテッドなプログラミングをしていた人材が社会に送り出されてきました。そうなると、物の作り方も少しずつ変わってきます。今でも生き延びているECHONETは、実はかなりオブジェクトオリエンテッドな考え方を取り入れて設計されています。今は使われなくなってしまったHAVi (Home Audio/Video Interoperability) というオーディオビジュアルの規格も、オブジェクトオリエンテッドなものでした。

そういうことで、この時代はどちらかというと、機器側の方から発展したものが多かったのですが、残念ながらシステム化して全体として動作させるところまでは至りませんでした。IEEE1394に関しては、異なるメーカー間の相互接続にて仕様通りに動作させるのは、ほとんどできませんでした。というのは、他社の製品まで含めた相互接続を組込系ソフトウェアにて実現するのは、現実的にはかなり難しかったわけです。

1990年代のやり直しをしたのが2000年代です。DLNAが開発されていて、でき上がったDLNAが実際問題としてどの程度使えるかというと、IEEE1394に比べて大いに見劣りしました。IEEE1394は非常にハイクオリティで、レスポンスよく動いたのが、この当時のDLNAはバッファリングでも十数秒も待たされて、いつまで経ってもデータ落ちするような代物でした。クオリティはIEEE1394の方が良かったのですが、DLNAとの間ではコストが二桁違いました。なぜなら、IEEE1394のプログラミングが組めるとも優秀な組込みプログラマを開発に割り当てる必要がなく、それこそ大学を出たてのIPのプログラミングならできるような人材でも、UPnP (Universal Plug and Play) ベースで動くDLNAなら何とかなるようなものだったのです。それで、この時代にIP化がとて大きく進展しました。社会インフラ、テレビ、電話などもIP化が内部的に浸透していて、ホームネットワークもその時流に乗ったということです。それで、全てをIP化すれば済んだのかというと、実はそうではありません。この時代に新たに始まった規格があり、例えば、HDMI (High Definition Multimedia Interface) やZigBeeなどです。

HDMIはテレビ・レコーダ間を接続するのによく使われている規格で、伝送帯域は最初のバージョンでも2.5Gbpsほどあり、ギガビットイーサより数倍速いものです。10ギガイーサのインタフェースを家電につけるとなるとコスト的に全く釣り合わないで、必要最小限の能力を有し、AVの場合だとコンテンツプロテクション機能も搭載したHDMIを新しく出さざるを得なかったわけです。

ZigBeeも同様に、電池で何年も稼働し、マルチホップで通信エリアを広げられるという今までの通信システムではできないもので、全く新規に出現したという位置づけになります。

また、2005年頃からウェブの世界は、Web2.0によりクラウ

ド時代に入っていきます。これが今のネット家電の流れを形成していて、製品レベルでいえば、単発的に製品を出している企業はありましたが、昨年あたりから明らかにこの方向を打ち出している企業もあります。

他には、スマートハウス、特にオバマ政権が掲げたグリーン・ニューディールでスマートグリッドの話が盛んになり、その後日本は震災に見舞われたことで、様々な意味でブームになっているのが今の状況です。

この盛り上がりの裏には、創エネ機器ができ上がってきたことが関係しています。今から10年前までは、燃料電池はありませんでした。このことは忘れられがちですが、蓄電池にしても、リチウムイオンにしても、家庭にドンと据え置きできるような電池を安全に作る技術は、当時は世界中どこにもありませんでした。創エネ機器の太陽電池パネルは何十年も前から存在しているのに、10年前の蓄エネ機器は鉛蓄電池でした。家庭で使うような何kWhもの鉛蓄電池は、マンションのベランダが崩れてしまうので設置できません。

創エネ機器、蓄エネの機器ができ上がってきたという事情は確かにありますが、日本の場合はそれ以上に、震災以降のエネルギーの逼迫を受けてホームネットワークのアプリケーションの中ではエネルギー関連に注目が集まり過ぎていると感じています。

本来であればエネルギーに偏るのではなくて、センサや色々なデータベースの情報を使って、自分の心がけではできないような健康管理サポートをするような仕組みができてしかるべきだと思います。

センサネットワークを組む目的のマルチホップの無線技術は、ようやくここ数年脚光を浴びるようになりましたが、本来であれば独立した一個のセンサであるというのではなく、センサ群が一体となって動くようなものが、もう少し増えてきてもよいように思います。ロボットは、少しずつ姿を現しつつありますが、本来であればもう少し家の中で使われるようなロボットが出てきてもよいはずですが。

そういう意味で、ホームネットワークがエネルギー関係の影に隠れてしまっているようで、今後はこのようなキーワードが前面に出てきてもおかしくない時代になると思っています。

最近のスマートなシステム

ここで、ホームネットワークのような「スマート」なシステムの構成要素について少し立ち返った話をしたいと思います。ホームネットワークがどのような性質を持っているかというと、実世界の物体であるリアルな物体と、コンピュータが中に入っていてコンピュータが実世界の物体を模擬しているようなもので、例えば、ホワイトボードに見せかけておいて、それが実はコンピュータの画面だったというようなものがあつたとき、人間はそれを区別することなく、インタラクションして使うような人とシステムの位置関係にあります。故に、これはコンピュータが実世界とやり取りするということで、センサ・アンド・アクチュエータが必然的にあるということの意味しています。さらに、コンピュータを内蔵しているものは互いにネットワーク経由で連携しているので、M2M (Machine to Machine) の通信が生じます。更に現在のシステムでは、背後にビッグデータ

を抱えたクラウドが存在しています。概ね図3のような構図をしています。

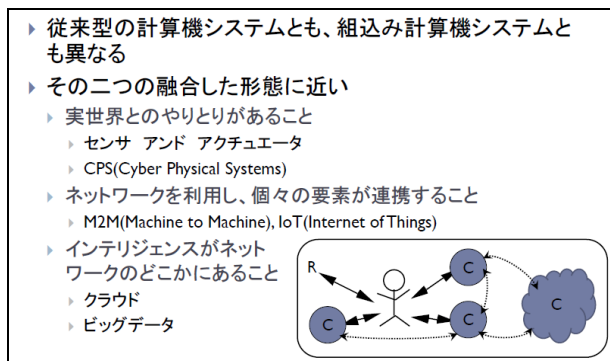


図3 最近のスマートなシステム

図の左半分は、その昔 1980 年代に、マーク・ワイザーという人が唱えたユビキタスコンピューティングそのものです。ユビキタスコンピューティングでは、どちらかというと背後の巨大なインテリジェンスは否定していたので、そのような事までもなく身回りの物が連携すれば我々は幸せになれるという話が根本思想にありました。故に、いま我々が推し進めているような背後にクラウドがあるパターンは、ワイザーのユビキタスとは少し異なるものの、同じ延長線上にあるような形になっています。

M2M はスマートなシステムを理解する上で一つのキーポイントになります。昔からある通信システムでは、端末がいかにも高度化して黒電話からテレビ電話となろうとも、その背後には人間が存在している。故に、最終的には人間がインテリジェンスを持っていて、その指示通りに動くものに過ぎないというのが今までの端末でした。ところが今は、典型的なものとしては、温度センサがあつて、それでエアコンをコントロールすることを考えると、どこにも人間は介在していません。機械と機械の間で通信が完結していて、システムが動作しています。これが M2M ということになりますが、どこに人間が存在しているかというと、温度計がセンスしている温度であったり、その結果としてエアコンが冷やしたり暖めたりする温度であったり、それを人間も同じ場所で享受しているところです。人間と同じ空間、同じ時間にこのシステムが動作していて、間接的に人間に対してサービスを提供していることです。このイメージを示しているのが図4です。

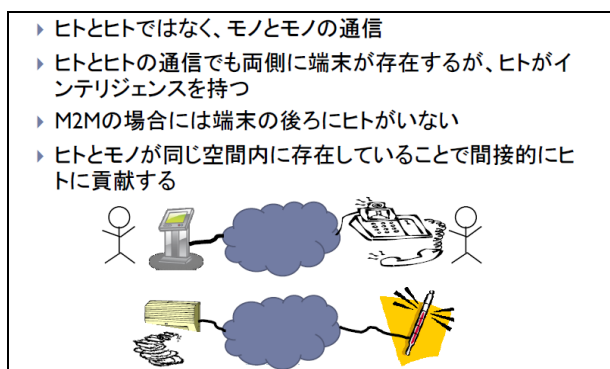


図4 Machine to Machine の通信

M2M というと P2P (Point to Point) 的なイメージがととても強くなってしまっていますが、必ずしもそうではなく、M2M で動くものでもシステム構成はクライアント／サーバで階層化されています。

スマートなシステムを実現するには、5 つの要素が必要であると考えています(表1)。まずは、とにかく色々なものをシステムの中に取り込む、即ちネットワークに繋げる手段である(1)コネクティビティを確保する必要があります。コネクティビティを確保したデバイスの中には、(2)センシングするデバイスがあり、(4)アクチュエーションするデバイスがあります。そして、センシングした情報に基づいてどのようにアクチュエートするかを判断する(3)コントロール機能が間に挟まります。

表1 スマートなシステム実現の5要素

1. つなげる
 - ▶ 使える道具(情報)を確保する [コネクティビティの確保]
2. 感じる
 - ▶ 様子をみる、空気を読む [センシング、物理情報の取得]
3. 判断する
 - ▶ 知識に基づいて何をするか決める [制御、ビッグデータ]
4. 動かす
 - ▶ 手を出す、働きかける [アクチュエーション、物理的な作用]
5. 記憶する
 - ▶ 知識を蓄える [データベース化]

ここで、従来型のシステムは、センシングして、コントロールして、その結果でアクチュエータが動くというサイクルで回る構図になっていますが、現在のスマートなシステムは、これまでとは違って、コントロールするときに何か別の知識に基づいて、つまりセンシング値だけでなく、他から得た知識に基づいてコントロールします。この知識が今日ビッグデータと呼ばれている類いのもので、どこかに(5)データベースとして過去の動作事例などが蓄積されている必要があります。これらの蓄積された知識も活用して制御することになるので、センシングした結果が同じであっても、動作が異なるということにもなってきます。

このビッグデータを集めるには、誰かがデータを予め意図的に集めてくるのではなく、Web2.0 のケースと同じように、動作結果を全て蓄積しておいて、その中からマイニングして必要なルールなり何なりを取り出す方法となるので、一連の動作の最後に結果のデータベース化という動作が追加されます。

以上のことから、今日のスマートなシステムは、(2)から(4)で終わるのではなく、(2)から(5)までを順繰りに回して、システムの成長に応じて繋げるデバイスが増えていくような性質を持っています。

この5つの要素に関して、現在どのような状況にあるのかを簡単に説明します。

(1) つなげる技術

まず、1970 年代、80 年代においては、繋げる技術がホームネットワーク研究の中心でした。長い開発期間を経て、この要素技術については成果が積み上げられています。伝送線としては、専用の線を RS-485 のようなシリアルケーブルで引き回す、あるいはイーサネットケーブルで引き回すのが技術的には最も簡単ですが、利用を考えると新規配線技術が望まれます。具体

的には、電力線、アンテナ線、電話線、そして無線などです。

例えば、電力線通信 (PLC :Power Line Communications) という夢の技術、電力線の上で通信も一緒にできる技術を開発すること自体が、昔はホームネットワークの研究と位置づけられていました。今日、PLC は色々なバリエーションがあります。以前は低周波帯域を使って数 kbps 程度の速度しか出せなかったものが、より上の周波数帯域を使って、今日我々がパソコンに繋いで使うような数百 Mbps が出せるようになっていきます。あるいは、低周波数帯域を使うが OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) のような技術を使って、数百 kbps の性能が出せるバリエーションもあります。G3-PLC と呼ばれている技術は、スマートメータなどで取り沙汰されています。

アンテナ線は同軸ケーブルなので、ギガビットのスピードが出せます。電話線もきちんと張り巡らせば、実はかなりスピードが出て、ギガビット近く、少なくとも 500Mbps 超は出せますが、残念ながら日本の家庭では、この 2 種類は全ての部屋に張り巡らされていないので、電力線ほど使い勝手が良いわけではありません。

無線に関しては、現在 Wi-Fi はついにギガビットを超えるとても高速な通信手段となりました。その一方で、ZigBee に代表される IEEE802.15.4 ファミリーのセンサネットワークは、電池で何年も動作するような無線です。無線通信規格としては、ZigBee、Z-Wave、Wi-SUN などがあります。これらではペイロードの長さがとても短くなるので、その上で IPv6 のパケットが乗せられるように 6LoWPAN (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks) のようなプロトコルスタックが開発されて、現在はかなり落ちついてきている状況です。

更に、Bluetooth というものもあります。元々、Bluetooth は Frequency Hopping という技術を使ってきました。同じ 2.4GHz 帯で Wi-Fi、Bluetooth、ZigBee などを混在して使うと、最初に障害が発生するのが ZigBee などのカテゴリで、混信するとリトライの間隔が非常に長いので、速度低下はかなり厳しくなります。Wi-Fi は元々速度が速いので、例えば 54Mbps の通信能力があれば、大きく落ち込んだとしても 1Mbps ぐらいは出せるので、ちょっとした制御やコンテンツは送れます。一方で、Bluetooth は本当に何事もなかったかのごとく、Frequency Hopping で動き続けます。故に、CEATEC のような場で展示動作させるときは、この違いがすぐに実感できます。今ではこのあたりの性質の違いで使い分けするようにしています。

ホームネットワーク通信インタフェース実装ガイドライン (TR-1043) は、TTC で文書化しましたが、これは ECHONET Lite の規格を載せることを前提に様々な伝送技術についてレジデンシャル ICT SWG で色々と論議したものをまとめたものです。TTC のホームページからダウンロードできるので、ご興味があればどうぞご参照ください。

(2) 感じる、動かす

センシングとアクチュエーションに関しては、センサやアクチュエータそのものを作る技術は、ケミカルやメカニカルなデバイスの領域であり、情報通信という観点では、通信プロトコルやデータ構造ということになります。我が国ではこの分野で大きく貢献してきたのが ECHONET コンソーシアムです。ECHONET コンソーシアムでは、色々なデバイスにアクセスす

る方式を ECHONET プロトコル、ECHONET プログラミングの API という形で提供すると共に、各社製品を一元的に扱えるように製品が持っている機能のスーパーセット的なモデルである機器オブジェクトを作る作業も行っています。

去年 10 月段階の Rel.D ドキュメントで標準化されているデバイスは、表 2 に示すほどあります。センサの類いは本当に多数あって、これでもまだ随分と足りないという感はあるのですが、これだけの種類が定義されています。家庭用エアコン、スマートメータ類、ブラインド・日よけ、電動シャッターなどの住宅設備機器あたりもきっちりとモデル化されています。

表 2 ECHONET にみるセンサ、アクチュエータオブジェクト

クラスグループ	機器	13.10.31 Appendix Rel.D
センサ関連機器クラスグループ	ガス漏れセンサ、防犯センサ、非常ボタン、救急用センサ、地震センサ、漏電センサ、人体検知センサ、来客センサ、呼び出しセンサ、結露センサ、空気汚染センサ、騒音センサ、湿度センサ、音センサ、投函センサ、置電センサ、温度センサ、湿度センサ、雨センサ、水位センサ、風呂水位センサ、風呂沸き上がりセンサ、水漏れセンサ、水あられセンサ、火災センサ、タバコ煙センサ、CO2センサ、ガスセンサ、VOCセンサ、差圧センサ、風速センサ、臭いセンサ、炎センサ、電力量センサ、電流値センサ、水流量センサ、微動センサ、通過センサ、在床センサ、開閉センサ、活動量センサ、人体位置センサ、音センサ	
空調関連機器クラスグループ	家庭用エアコン、換気扇、空調換気扇、空気清浄器、加湿器、電気暖房機、ファンヒーター、業務用パッケージエアコン室内機、業務用パッケージエアコン室外機	
住宅・設備関連機器クラスグループ	電動ブラインド・日よけ、電動シャッター、電動雨戸・シャッター、電動ゲート、電動窓、電動玄関ドア、引込戸、放水器(使用)、電気温水器、電気便座(温水洗浄便座・暖房便座など)、電気給湯機、給湯機給湯機、浴室暖房乾燥機、住宅用太陽光発電、冷暖水熱源機、床暖房、燃料電池、蓄電池、電気自動車充電器、エンジンコージェネレーション、電力量メータ、水流量メータ、ガスメータ、LPガスメータ、分電盤メータリング、スマート電力量メータ、スマートガスメータ、一般照明、プザー	
調理・家事関連機器クラスグループ	電気ポット、冷凍冷蔵庫、オーブンレンジ、クッキングヒーター、炊飯器、洗濯機、衣類乾燥機、洗濯乾燥機	
健康関連機器クラスグループ	体重計	
管理・操作関連機器クラスグループ	スイッチ(EFMAHHA端子対応)	
AV関連機器クラスグループ	ディスプレイ、テレビ	

この表は製品を出しているメーカーが集まって、これで問題ないか議論した結果が反映されたもので、今後もリバイズされるし、新たに追加もあります。

健康系などが手薄なのは、コンティニュー・ヘルス・アライアンスと重複するからで、既にこのオブジェクトを使用しているメーカーもあったので、あえて消さずに残してあるということです。

スイッチは結構使い出があって、JEM-A 規格で動作するとてもシンプルなものが住設系には多いですが、これもアダプタを介して ECHONET オブジェクトとして扱えるような仕組みが用意されています。

ECHONET の規格は主に日本語で書かれていますし、ここまで広範な種類の機器を統一的にモデル化した規格は国際的に見ても珍しいものといえます。もっと活用しても良いのではないかと考えているしだいです。

(3) 判断する、記憶する

これが大きな問題として残っています。

2000 年以前は、図 5 に示すように、家の中に大きなスタンダアロンのコントローラがあって、それがマルチプロトコルで動作していて、AV 機器や白物家電などを制御する。必要であればインターネットに、以前ならダイヤルアップで、今日ならウェブサイトを参照して、あしたの天気予報など必要な情報を取りに行く。これで家の中を制御して、全てのアプリケーションが構築可能です。

しかし、これは実験的に構築できても、あまねく一般家庭に広めるのは極めて難しいです。というのは、屋内の機器は家庭ごとに違っています。また、各家庭が求めるアプリケーションも違うし、同じアプリケーションであっても、どのように動いてほしいかも違います。コントローラのソフトウェアで違いを全て吸収することになるので、ソフトウェアは各家庭向けにテラーメードしたものにならざるを得なく、富裕層向けのソリ

ユーシオンとして使える以外にそうそう応用例を見出しにくくなります。

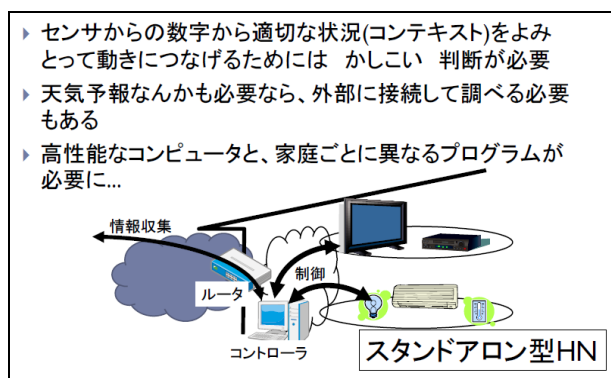


図5 スタンドアロン型のコントローラ

そこで国内ではどうしているかというと、サービスと屋内の機器、その間を接続する接続装置をセットで開発して売っている垂直統合を行っています。エアコンとかテレビとかは家の中にあるが、屋内にあったコントローラの機能をネットワークの向こう側に持って行って、図6の様なアプリケーションサービスプロバイダ的な方法で制御やサービスを提供します。

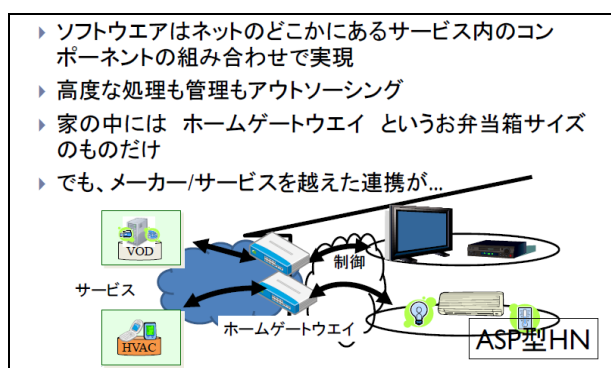


図6 ASP 型のコントローラ

ところが、これの問題点は横連携が難しいことにあります。横連携するには、ネットワークの向こう側の連携を始めとして、かなり大々的な情報のやり取りが必要になります。家の中には目の前にテレビがあって、エアコンがあるから、エアコンのメッセージはテレビ画面に映し出せばよいということになります。これを実現するためにはどうしたら良いかというと、サービス間が完全に垂直で切れていたら具合が悪く、間に統合するような部分が入らないと家の中を細かくコントロールできません。

図7が間にもうワンクッション入れたサービスプラットフォーム型になります。

サービスプラットフォーム型の場合、家の中には概ね1台のホームゲートウェイのような機器を設置します。この機器はマルチプロトコルで動作し、ECHONET も使えるし、DLNA も使えます。通信インタフェースも 920MHz 帯の電波が使えたり、Wi-Fi が使えたり、イーサネットが使えたりとなります。このホームゲートウェイは、サービスプラットフォームを設置している会社のいわば家の中の出島の様な位置づけであって、この動きはサービスプラットフォームがしっかり面倒見しています。

サービスを提供している会社は、プラットフォーム会社が提供する API を使って、B2B インタフェースで色々なサービスを実現します。一方、このサービスプラットフォームは家庭ごとに異なる家電の状況、機器の種類の違いを API で隠蔽して、抽象化した形で受け渡すことで、機器を提供する側とサービスを提供する側とを分離しています。

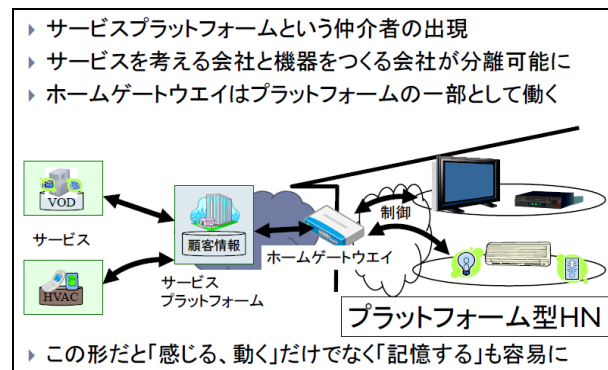


図7 サービスプラットフォーム型のコントローラ

この考え方は、IT 分野では特段珍しい話ではなく、身近なところでは、フィーチャーフォン時代の携帯ではこれに近いようなサービス形態でした。故に、ホームネットワーク分野でも、将来的には間にサービスプラットフォームを挟んだ構図になるのではないかと思います。もっとも、ECHONET でやっていることは、家の中の製品レベル統一の段階ですが、そこでも色々めめることはあるので、一気にこの構図とはならないと思います。

このとき一つポイントとなるのは、制御だけでなく、情報をきちんと蓄えておくことが、この構図ではとても実現しやすいことです。サービスに基づいて具体的なコマンドは ECHONET から出ますが、ECHONET コマンドに落とすに当たって、家の中にはこういう機種の ECHONET エアコンがあるというのをサービスプラットフォームが顧客情報として持っているからです。顧客情報として持っていた上で、API から伝えられた、例えば、温度を何度に設定する、高めに設定するというのを ECHONET コマンドに翻訳して、家庭向けのプログラムとして屋内の機器に渡しています。人が暑いと思ってローカルで設定を変えてしまったことも、逆にフィードバックすることもできます。家の中がどのように変動しているかの情報を蓄積できる可能性が出てきたという意味合いでも、この構図は非常に重要なのです。

無論、集めた情報を使うには、プライバシーがとても大きな問題です。例えば、省エネ目的で集めたデータを見守りに使うのは、果たして許されるかどうか。昨年あたりから政府でもパーソナルデータの取り扱いの議論があるように、これから社会でも議論を深めていく必要があると思います。

現状のホームネットワーク

何となく今の位置づけが少しは見えてきたかなと思います。表1の1から5までの要素の中で、3や5はこれから推し進めていかなければいけない状況にあるにせよ、現状としては

ECHONET Lite、TTC の文書としてまとめた上げた TR-1043 という HEMS (Home Energy Management System) の制御系ネットワークは、かなり現実的なもので商用化されています。特に、経済産業省の HEMS の補助金は、とても大きく世の中の流れを変えました。様子見だったメーカ各社が、補助金による上乗せ分があるということで、見える化などの製品を市場に送り出すようになりました。

来年度以降も補助金額は減りますが、その分はメーカ各社が努力して製品価格を下げるので、同じ構図が続きます。後追いするように、各市町村が独自財源で同じようなことを実施する例が見受けられます。

これを受けてデータが蓄積されるということが、本当に現実的なものになってきます。そこで、新しいビジネスを立ち上げるためには、各社があまりリスクを負わないで済むような体制作りが必要で、どのようにして国民の合意を得ていくか、これからは検討が必要な段階に入ってきたという気がします。

それと同時に、サービスプラットフォーム型のアーキテクチャを使い回しできるように、標準化なり、少なくともここだけは合意できるというインタフェースなりを策定していく必要があります。また、運用・管理技術は、世の中に機器が出回っていない間はあまり話題になりませんが、最近は機器が増えてきたので、どうやって管理していくかが問題となってきました。

そろそろホームネットワークは実用化が見えてきたのではないかと考えられなくもないですが、図 8 に示すような研究分野がまだ多く残されています。

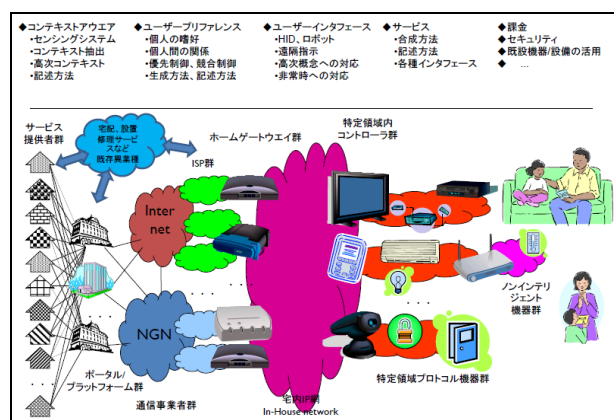


図 8 ホームネットワーク関連研究分野

ホームネットワークによるサービスを提供しようとしたとき、個人が今のような状況にあり、例えば、エアコンなり、照明なり、テレビなりがどのような動作しないといけないかを認識するコンテキスト・ウェアネスをシステムが持つ必要がありますが、今これは全く実現できていません。また、ユーザー個々

の嗜好をどのように反映させるかという問題、例えば、1軒の家に4人いて、家族が同じリビングに集まっているときに、誰の嗜好を優先させるかという課題は、人間でもなかなか答えが出せそうもない話ですが、そういうことも考慮する必要があります。それに、ヒューマンインタフェースが相変わらずリモコンというのも、些かいただけない話です。

さらに、あるサービス提供会社が他社の機能を使ってサービスを提供する可能性もあり、ウェブの世界でいうところのマッシュアップが起こります。あるサービスを家庭向けに提供しているけれども、その裏では、複数の会社のデータベースを使ってユーザーに提供するというサービス合成の仕組みを作る必要があります。これはセマンティックウェブで語られているように、ウェブ空間で自動生成されてしかるべきと思いますが、このようなこともできていません。また、プラットフォーム提供会社が持つべき機能の中には、少額課金の機能、セキュリティを担保する機能などもあります。

家の中には、ネット非対応の古い家電がたくさんあります。価格が安ければ機能を度外視して家電機器を買うという人は常にいるもので、ネットに対応しない家電は永遠に家の中に残ります。そのような機器をどのように連携させていくのか、この問題は全く解決していないといえます。

以上述べたように、ホームネットワーク実用化は必ずしも終わりが近づいたということではないのが今の実情かと思います。大局的に見れば、現状はようやく足元が固まってきたという段階です。

共通で使う参照モデル、OSIの7レイヤのようなものが、この分野では固まっていません。例えば、今後策定されてきます oneM2M の標準化の話も参考になるのではないかと思います。

高度なサービスに関しては、ほとんど実現できていません。家の中は、特に日本の家庭というのは、ふすまを開けると1つの部屋で、閉じると2つの部屋になり、両部屋にエアコンが取り付けられていた場合、両方のエアコンが協調していないと、とても無駄な動きになります。ふすまが開いているのか否か、ユーザーがどこにいるのか、空間的な位置関係を把握した上でシステムが動作する必要があります。今は全くと言っていいぐらい実現できていません。

現状は、はるか昔の PC-8001 や Apple II のような 8bit マイコンを動かしているようなものだと感じています。安心してプログラムできるような、例えば、プログラミングに問題があっても、OS 側がそれを停止してくれるような仕組みは一切入っていないし、複数のアプリケーションを同時に走らせるには、最初からそれに合わせてプログラミングしなければいけない時代だということです。今後もやるべき事は多々ある状況だといえます。

本講演録は、平成 26 年 3 月 14 日に開催された SCAT 主催「第 93 回テレコム技術情報セミナー」のテーマ、「ホームネットワークの「今」を考える」の講演要旨です。

*掲載の記事・写真・イラストなど、すべてのコンテンツの無断複製・転載・公衆送信等を禁じます。