

情報家電とホームネットワークにおける知的性の進化

Progress in intelligent characteristics of information appliances and home networking

西村 晶子

Akiko Nishimura

Abstract: In these days, sensors are being built into household electric appliances, and new paradigm and technologies such as information appliances and home networking are being established. However, there are still many problems. In this paper, after clarifying their intelligent characteristics and their problems, the state of household electric appliances and home networking in few years to come from the perspective of intelligent system is proposed.

1 はじめに

最近、家電にも次々とセンサが組み込まれ、機能や性能を高めた「情報家電」が登場している。また、それらの情報家電をネットワークでつないだ「ホームネットワーク」の概念や技術も確立しつつある。しかしその実現にはまだ多くの課題が存在する。

そこでまず家電の変遷をたどり、現在の情報家電やホームネットワークの知的性について調査する。それらの課題を明らかにした上で、知的化から見た数年後の情報家電、そしてホームネットワークのあり方を提案する。

2 知的人工物

2.1 知的人工物の定義と構造

人工物におけるパラメータを環境に合わせて変化させ、人間にとってより高い効用をもたらすための人工物に寄与される属性である知的性質を持つ人工物のことを知的人工物と呼ぶ。

知的人工物はその知的性質の発現機構として、Sense, Judge, Act の 3つの要素を持つ。また知的人工物の構造とは、知的な性質が発現する総体を作り上げている種々の要素の相互関係を意味する。また、その構造の解析とは、それらの要素や相互関係の解明および検討をさす。

多くのシステムではその構造がその働きや振る舞いを規定している場合が多い。知的な性質もその構造に大きく依存しているものと考えられる。

2.2 知的性質の水準

知的性質の水準を判断動作のための基準の設定の階層構造で表すと、判断のための基準を人工物の設計者もしくは利用者が与えるものを「レベル1」、設計者や利用者が下位の目標を与えれば自動的に判断基準を導出するものを「レベル2」とする。レベル1の知的人工物でもその判断基準の与え方によってその種類を考えると、以下になる。(Fig.1)

- レベル 1.1：人工物設計の際に設計者が組み込んでしまうもの
- レベル 1.2：後から記憶させるもの
- レベル 1.3：自律的に記憶するもの
- レベル 1.4：自律的に何が判断基準となるかを探して、適切な判断基準が見つければそれを取り込むもの

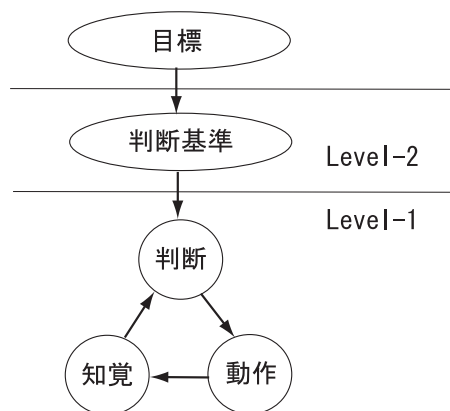


Fig. 1 知的性質の水準

人間が新しい機能などを人工物に寄与することによって、人工物の能力を上げることを人工物の進化と定義する¹⁾。また、人工物が認知・判断・動作を自動的に行うという進化を知的化という。これらのことを前提として、情報家電やホームネットワークについて、どれほど知的化が進んでいるかを調査、検証する。

3 家電の変遷

3.1 家電の歴史と進展

- 1890 年代～ 初の家電登場。家電の増加
- 1970 年代 家電製品へのマイコンの導入
- 1976 年～ デジタル・コントロール家電：マイコン制御による快適性や効率性の向上
- 1985 年頃～ デジタル・メディア家電：AV メディ

ア、情報のデジタル化

- 1995 年頃～ デジタル・ネットワーク家電（＝情報家電）：ネットワークへの接続開始

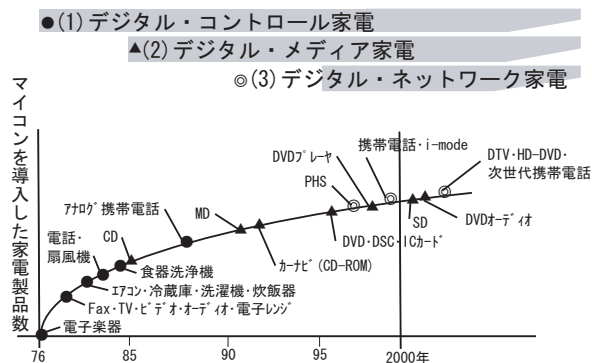


Fig. 2 家電の進展（松下電器産業）

今ある電化製品を「デジタル化」,「ネットワーク化」したものが「情報家電」である。まず単体として動作する情報家電の知性的性について検証する。

4 情報家電

情報家電は、家電、コンピュータ（デジタル）、通信（ネットワーク）が融合したものと考えることができる。具体的には以下のようなものがある。

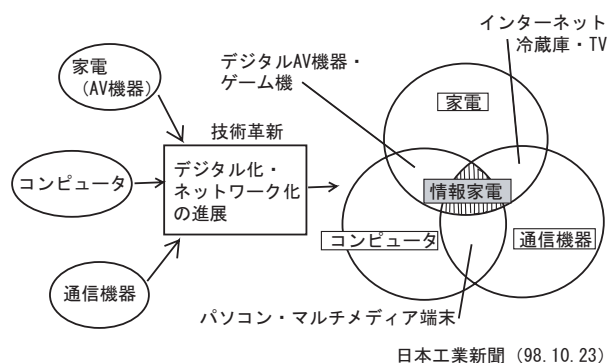


Fig. 3 情報家電の概念図

4.1 情報家電の知性的性

情報家電の主なキーワードである「デジタル化」と「ネットワーク化」,そして1998年に近藤が「知的人工物の目的・目標」³⁾において行った知的人工物の目的分類9つのうち、特に最近の知的化の目的の傾向として見られた「エキスパート性」と「省エネルギー性」の計4つの視点から知性的性を考える。

4.1.1 デジタル化

たとえば今までただ情報を受信するだけであったTVをデジタル化すると、双方向サービスが可能となり、自らも情報を発信することができる。また、情報を冗長的に蓄積することができるので、Sense, Judge, Act のた

めに使用できる可能性のある情報やデータ量を多く得ることができ、ユーザに対してきめ細やかな対応が出来るようになる。

例：『BSデジタル放送』

- 高画質・高音質：デジタルによる一貫システム
- 多チャンネル：アナログ放送の4～6倍の番組多重化
- 高速データ伝送：大量の付加情報の伝達、高速なデータ放送
- 双方向性：一方通行から双方向サービスへ、番組への参加可能
- 蓄積性：大容量メモリー機能、映像番組、文字放送、静止画等の情報蓄積可能
- 多様性：多種映像フォーマット、映像、文字、音声の統合

その他の例：『HDD 家電』：デジタルコンテンツの蓄積と利用

4.1.2 ネットワーク化

家電のネットワークへの接続や遠隔操作が可能になることである。ネットワークを介して、知的性質はその本体内の動作にとどまらず、遠隔でもその機能を発現させることができる。たとえば次の「iポット」において、Actは本体外でも機能している。

例：象印『みまもりホットライン i-Pot』⁴⁾

無線通信機を内蔵した電気ポット「iポット」の使用情報をメールやWeb上で通知する (Fig.3)。離れて暮らす大切な人の安否確認をサポートするサービスである。

- Sense: 「iポット」の使用状況
- Judge: 「iポット」の利用、電源のON/OFF
- Act: 使用情報をメールやWeb上で通知する

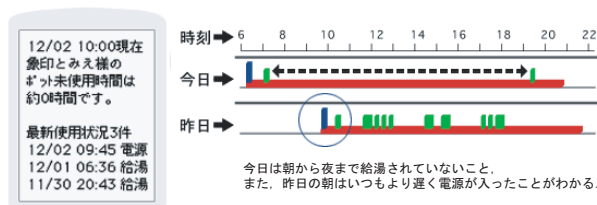


Fig. 4 使用情報のメールやWeb上の表示

その他の例：三菱重工『e-@ir(イーエア)』⁵⁾

4.1.3 エキスパート性の強化

エキスパート性により、利便性に比べ、手間が省けて便利になったという段階を超えて、従来は一般の人がいくら努力してもできなかった細かい調節を知的機構が行う。

例：National『いっしょにチン!』⁶⁾

温度が違うものも、大きさが違うものも、2品でも3品でも、同時に適温に温めることができる。(Fig.4)

- Sense：ワイド赤外線センサー・重量センサーで食品をリアルタイムにチェックする。
- Judge：最も冷たい食品を検知する。
- Act：最も冷たい食品を電波の強いところに誘導する。出力を制御してスピード加熱を行う。



Fig. 5 ねらって加熱システム

その他の例：三菱電機『4 センサー炊飯・保温制御』²⁾

4.1.4 省エネルギー性

省エネルギー性とは電力や燃料の省エネルギーを目的とした知的化である。センサーの搭載によって、使用状況や環境を Sense し、消費エネルギーを Judge して消費エネルギーが出来るだけ低くなるように調節することで、省エネ運転を行うことができる。

例：三菱電機『全室センサー搭載 & 3WAY 冷却』²⁾

6つのセンサーで部屋別に温度を見張り、すばやく元の温度に戻す。冷やし無駄を大幅にカットし、冷やしたい部屋に冷気を集中できる。3WAY 冷却では、「省エネ」と「ハイパワー」の2つの冷却サイクルを自動的に切り替えて効率的に冷やす。

その他の例：National『ソーラー節電機能』⁶⁾

他の家電製品についても同様に調査を行った。その結果、上記のようなことが言えるので、情報家電は知的性質を備えている、すなわち知的人工物であるといえる。

5 ホームネットワーク

ホームネットワークとは、情報家電同士を更にネットワークで接続することによって、機器単体としては不可能だったことを実現しようすることである。

5.1 背景

ホームネットワークの考え方は、1980年代アメリカでの配線のスマート化、万能コンセント、セキュリティの強化を目的としたスマートハウス構想⁷⁾に始まる。日本においても、2005年には全家庭に光ファイバーの敷設が予想される。また少子高齢化社会を迎えるにあたって、ホームネットワークへの関心が強まっている。家庭内もブロードバンド時代へ、更にはユビキタスネットワークへと向かいつつある。

5.2 求められる機能・利点

- プラグ&プレイ機能：ネットワークへの介入・離脱が容易であること

- 省エネルギーの実現
- セキュリティ・メンテナンスの強化
- 家事の軽負担化・健康管理
- 配線のスマート化（無線化）

5.3 ベースとなる技術

日本では特に ECHONET と HAVi といったミドルウェアを中心に開発が進められている。

- Jini（米 Sun Microsystems 社）⁸⁾：Java 技術に基づき構築した分散オブジェクト技術。
- HAVi⁹⁾：家庭内ネットワーク対応 AV 機器の仕様。
- UPnP（Microsoft 社）¹⁰⁾：家庭内の電化製品とコンピュータと接続するための技術仕様。
- ECHONET¹¹⁾：複数の白物家電の統合的制御により省エネルギーを図る。

5.4 ホームネットワークの知的性

情報家電同様、ホームネットワークの知的性についても考える。

5.4.1 知的人工物の構造の進化

ホームネットワークについてはまだ十分な実証実験等が行われていない。そこでホームネットワークにおける知的人工物としてのさらなる進化を、その構造である Sense, Judge, Act それぞれに着目して考えてみる。

Sense の拡張

センサーの種類や数が多ければ多いほど Sense の幅が広がる。また、音声認識などインターフェースの進化により Sense 情報を更に多く、細かく収集できる。そして、それらがネットワークを介することで、Sense 情報の共有が可能となる。

ネットワークを介して Sense 情報を受け取ることにより、その機器自体がセンサーを備えていなくても、Sense することが可能となり、知的人工物となりうる。たとえば、エアコンに人感赤外線センサーが搭載されていて、人がいるかどうかという Sense 情報が得られたならば、たとえ照明機器に同様のセンサーが備わっていなくてもネットワークに接続可能なら、ネットワークを介して Sense 情報を得ることができる。その情報から Judge, Act を行うことができれば、その照明機器は知的人工物となる。

Judge の進化

デジタル化、そしてネットワークにより蓄積された莫大な量の情報やデータをもとに判断基準を取得して、Judge することが可能となる。また知的化のレベルについては2.2節で述べたが、従来の家電については判断基準を設計者もしくは使用者が設計時に、または後から記憶させるタイプ、つまりレベル 1.1, 1.2 のものが圧倒的に多かった。

しかしたとえば冷蔵庫の中にある材料の組み合わせで調理可能なもので、電子レンジが自律的にその最適な調理方法のレシピやプログラムを、ネットワークを介して決まったサイトからダウンロードしてそれを取り込むならレベルは 1.3 に、検索をかけるなどしてどこかから自律的に探し最適なものを判断基準として取り込むことができればレベル 1.4 となる。

このようにネットワークを介することで、知的性質のレベルアップを実現し、Judge の幅を広げることができる。

Act の進化

Sense 情報、Judge 情報はネットワークを用いることで共有可能であり、他の Act 部分と協調動作を行うことで、ユーザに対してよりきめ細やかな対応が可能となる。

たとえば照明がある人の動きを Sense し、寝たと判断とすれば、照明が落ち、エアコンは冷えすぎないようにおやすみ運転に切り替え、戸締りをチェックする、というようなこともできる。

5.4.2 知的人工物としてのホームネットワークの有効性

情報家電単体からネットワークが家庭へ拡張されたように、将来的には家庭から社会へとネットワークが拡張されると考えられる。これによりホームネットワークが構築された家庭全体として Sense, Judge, Act を行うことができ、社会から様々なサービスを楽しむことができるだろう。(Fig.5)

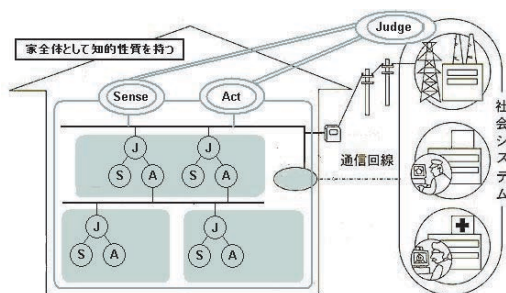


Fig. 6 家全体としての知的人工物

このように情報家電（知的人工物）をネットワークで接続することによって、ホームネットワーク全体としても知的人工物としての機能を発現することができ、知的人工物単体より更に大きな機能を果たすことができると考えることができる。

5.5 実証実験の一例

四国電力（株）の OpenPLANET¹²⁾ を取り上げる。2000 年に全国で初めて屋内電気配線を利用した家庭向けネットワークの大規模なフィールドテストを実施した。

たとえば、消し忘れ防止機能による省エネルギー実験結果によると、機器毎の省エネ効果は、エアコンで約 700Wh/日、リビング照明で約 100Wh/日、テレビで

約 100Wh/日となった。住宅内の全ての照明、エアコン、テレビ等に適用した場合、今回の実験値以上の省エネルギー効果が期待できると考えられる。

これらの実証実験の結果から、知的化からのアプローチも有効であると考えられる。

5.6 現在のホームネットワークの課題

現地点でホームネットワークの課題として考えられるものをいくつか挙げる。

- デジタルデバイドの拡大
- コンテンツの著作権管理
- 信頼性・安全性の確保
- 機器インターフェース規格の統一
- プライバシーの確保とセキュリティ強化
- 環境低負荷であること
- 使用者から見た環境の標準化と特殊化（ユーザカスタマイズ）
- コスト削減
- 使用者の心構え

6 結論と今後の課題

知的人工物の観点から、現在の家電の調査を進めた結果、情報家電やホームネットワークにおける知的化はかなり進んでいることがわかった。しかし、今後一般家庭に普及・浸透していくためにはまだ課題は多く残っている。

今後は、前節で示したような課題を解決すべく、次世代の情報家電並びにホームネットワークに必要とされる機能を、知的人工物の進化の観点から設計し提案する。

参考文献

- 1) 三木光範, 松原恒介. 人工物の進化におよぼす知的性質の役割. 同志社大学理工学研究報告, 1998.
- 2) 三菱電機 <http://www.national.co.jp/>
- 3) 近藤健一郎. 知的人工物の目的・目標—知的化のメリット・デメリット. 卒業論文. 1998
- 4) 象印『i-Pot』 <http://www.mimamori.net/>
- 5) 三菱重工 <http://www.mhi.co.jp/>
- 6) National <http://www.national.co.jp/>
- 7) スマートハウス <http://www2b.biglobe.ne.jp/atias/smart/smarbook.htm>
- 8) Jini <http://www.sun.com/jini/>
- 9) HAVi <http://www.havi.org/>
- 10) UPnP <http://www.upnp.org/>
- 11) エコネットコンソーシアム <http://www.echonet.gr.jp/>
- 12) OpenPLANET <http://www.openplanet.co.jp/>
- 13) システム制御情報学会セミナー 2001「スマートハウスの現状と将来— 21世紀家庭はこうなる—」テキスト
- 14) 三木光範.『進化する人工物』. 1999