



Title	情報家電システムの安全検証
Author(s)	松尾, 尚文; 土屋, 達弘; 菊野, 亨
Citation	日本信頼性学会誌 : 信頼性. 2008, 30(3), p. 243-251
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/51159
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

情報家電システムの安全検証

Safety Verification of Networked Appliance Systems

松尾 尚文* 土屋 達弘** 菊野 亨*³
Takafumi MATSUO Tatsuhito TSUCHITA Tohru KIKUNO

要 旨： 家電製品の発展は組み込みシステムの発展の歴史でもあり、システム LSI の高機能化と組み込みソフトウェアが基盤技術として支えてきた。一方で、家電製品に対するユーザからの利便性への声も大きな役割を果たしてきた。もう一つの基盤技術がネットワーク技術で、家電製品をネットワークに接続することで情報家電と呼ばれるシステムにまで発展させた。本稿では情報家電のこれまでの発展と今後の動向を、提供するサービスと利用形態に基づき 3 つの世代に分類して説明する。次に、世代が進むにつれて要求品質で扱うべき内容が広がりを見せてきている実態を紹介する。特に、ネットワークに接続されることによって、システムが複雑化しただけでなく、悪意あるユーザからの攻撃に耐えることが要求される。その上、複数の情報家電が同時に動かされることから、それらの競合が深刻な問題となりつつある。最後に、代表的な実際の事例研究についても紹介する。

1 はじめに

近年、システム LSI の高機能化、組み込みソフトウェア開発技術やネットワーク技術の発展と共に、家電製品の高機能化が進んできている。特に、インターネットに代表されるネットワーク技術の向上により、ネットワークに接続する機能を持った情報家電が開発されている。情報家電を接続することで情報家電ネットワークを形成し、家電機器が単体では考えられなかった様々な高度なサービスが提供され始めている。日常生活のあらゆる場面にコンピュータシステムが存在する、いわゆるユビキタス社会が情報家電の分野でも確実に近づいている。

図 1 に情報家電ネットワークによって実現された 2 つのサービスの例を示す。最初に図 1 の①で描くサービスはテレビとスピーカを接続することで、番組に合わせてスピーカのモードを自動設定する。次に図 1 の②で描くサービスはドアホンとテレビを接続し、来客情報をテレビに表示し、玄関のカメラの映像をテレビに映し出す。

本稿の構成について説明する。まず 2 章では、

情報家電システムのこれまでの発展と今後の動向を述べる。提供されるサービスやシステムの利用形態に基づいて、情報家電ネットワークを 3 つの世代へと分類し、説明する。

次に 3 章と 4 章では、世代の変化につれて要求品質として取り扱うべき内容が広がりを見せてきている実態を紹介する。特にネットワーク機能を持つことでシステムが複雑化するだけでなく、悪意あるユーザからの攻撃に耐えることも要求される。また、同一の機器が複数のサービスから同時に操作された場合には、競合問題が発生する恐れがある。より高度な便利さを提供するために、各サービスが多く of の機器の機能を利用するようになった結果、この競合問題が深刻になりつつある。

最後に 5 章では、高信頼な情報家電ネットワークを実現するために解決すべき課題を、実際に行われている研究事例と共にまとめる。

2 情報家電（発展の歴史）

家電製品はネットワーク技術を取り入れることで、多くの新たな機能を持つようになってきてい

* 大阪大学大学院情報科学研究科 e-mail:t-matuo@ist.osaka-u.ac.jp

** 大阪大学大学院情報科学研究科 e-mail:t-tutiya@ist.osaka-u.ac.jp

*³ 大阪大学大学院情報科学研究科 e-mail:kikuno@ist.osaka-u.ac.jp

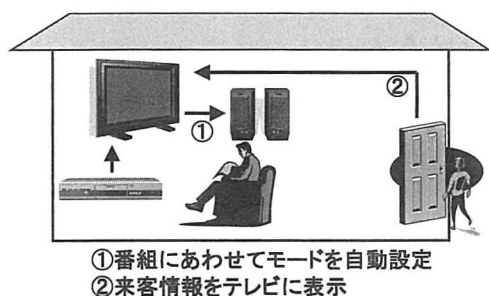


図 1: 生活に隣接する情報家電

る。このような家電機器は情報家電と呼ばれる。ここでは、この情報家電の利用法に注目し、情報家電システムの発展を大きく3つの世代に分類することを提案する。

まず、情報家電が開発された当初のシステムの形態である、ネットワークに接続された機器を独立して利用するものを第1世代とする。最近ではネットワークで接続されている機器の機能を協調させて、新たな機能を実現する情報家電システムが開発されてきた。この場合の新たな機能をサービスと呼び、情報家電システムを第2世代とする。更に、家電機器の製作会社等にとらわれず、ユーザが利用する機器やサービスを自由に追加、削除できるようなシステムの開発が進んできている。これを第3世代とする。

以下では、提案する世代の分類と、各世代における機器の利用法や代表的な製品を紹介する。

2.1 第1世代（単独利用）

第1世代では、ネットワークを通して得られる情報を利用したり、ネットワークを介して家電機器を操作するといった便利な機能が家電製品に追加される。第1世代の情報家電の特徴は、家電製品が本来持っていた利用方法についての利便性の大幅な向上が図られることである。第1世代に分類される例としては、DVDレコーダ（図2）やエアコンなどが挙げられる。

DVDレコーダをネットワークに接続することにより、図2中の①で示すように録画予約の操作を外出先から携帯電話を用いて行う機能が追加される。また、録画予約している番組に放送時間の変更があった場合には、放送時間の変更をメールで携帯電話に通知したり、変更にあわせて録画予

約の時間を変更するといった機能を持つものもある（図2中の②）。

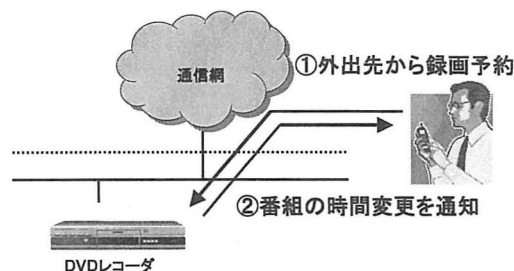


図 2: ネットワーク対応型 DVD

一方、エアコンに関しては、携帯電話やパソコンなどを介して遠隔操作する機能追加がよく知られている。具体的には、屋外からエアコンを操作出来る機能を持つものが多い。この機能により、帰宅した時に室温が快適な温度になるようにしておくことが出来る。

2.2 第2世代（複数利用）

第1世代の機能（利用方法の利便性の向上）に加え、他の機器が有する機能を組合せて（複合的に）利用することで、より高機能なサービスが提供され始めている。また、すでに直接接続することで利用されているテレビやDVDプレーヤ等の機器についても、それらを直接配線でつなぐに、無線化して管理することも出来る。これにより、さらに多くの機器を接続することも可能となり、極めて便利なサービスが実現可能になる。

第2世代での情報家電の特徴は各企業の自社製品同士を接続して、複合的なサービスを提供していることである。

第2世代の2つの例を紹介する。まず、松下電器はネットワーク対応ドアホンとテレビを接続して生まれる新しいサービスを開発している。来客の映像をテレビに映し出すことで、リビングに居ながら来客の確認が出来る「どこでもドアホン [1]」である（図3）。

次に、シャープはAV機器の操作とテレビを連動して、極めて便利で魅力的なサービス「ファミリンク [2]」を提供している（図4）。具体的には、図4中の①で示すように現在視聴しているテレビ番組をテレビリモコンを使って1ボタンで録画す

るサービスや、図4中の②に示すようにデジタルテレビの番組内容にあわせてスピーカーの設定を自動で行うサービスを実現している。



図3: どこでもドアホン

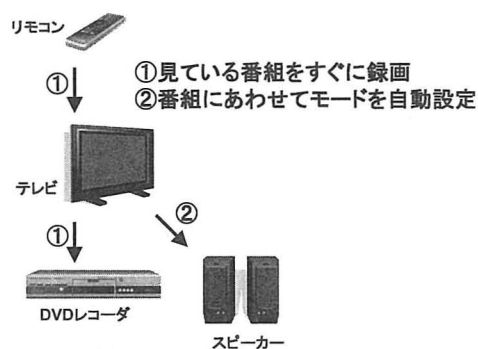


図4: ファミリンク

2.3 第3世代（動的利用）

上記のように、各企業が自社の家電製品を用いたネットワークシステムを作り、そのシステム上で実現可能なサービスの提供を行っているのが第2世代である。

今後、多くの家電機器がネットワーク機能を持つようになると、情報家電ネットワークに新たな機器やサービスの追加が強く求められてくる。現在の家電機器では通信方法等が各社独自仕様であるため、これらを接続することは困難である。そこで、ECHONET[3] や OSGi[4] などの統一規格化の動きもある。同時に、複数の規格が存在するため、それら規格間の管理をどうするかといった問題が指摘されている [5]。

そう遠くない将来に、異なった規格の機器についても接続が可能になり、利用者が自由に機器、サービスを選べるような情報家電システムの実現が期待されている。こうした情報家電をここでは第3世代の情報家電と呼ぶ。

第3世代の情報家電の特徴は、自社製品に限定することなく、ユーザの好みによって選択されたものが動的に接続された情報家電ネットワークの構成である。その上で、開発者では想定できなかったサービスが実現される可能性も高い。

第3世代の情報家電ネットワーク上でのサービスとしては次のようなものが考えられる。煙が発生した場合にテレビにその情報を表示すると共に、換気扇を自動で回すことが可能になる。更に「どこでもドアホン」サービスを利用して、テレビで来客の確認を行い、「ファミリンク」機能で現在の番組を録画してから、来客への対応を行うことも実現できる。

図5に第3世代の情報家電ネットワークの例を示す。図5のシステムはテレビ、DVDレコーダ、スピーカー、ドアホン、換気扇、ガスセンサー、電灯、照度計、エアコンから構成されている。ま

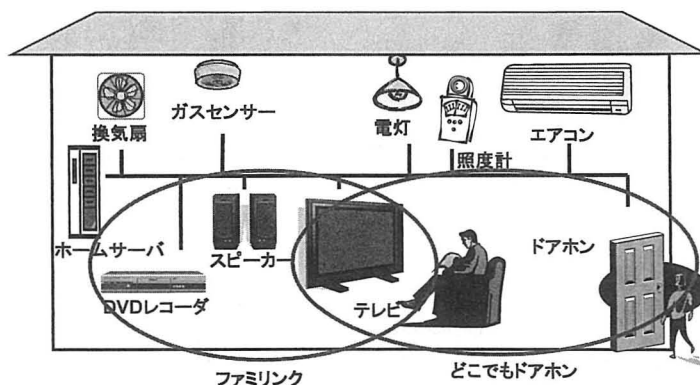


図5: 第3世代情報家電ネットワークの例

表 1: 情報家電の開発事例

世代	提供サービス	利用形態	製品例	年代
第 1 世代	・ 利用法の利便性の向上	・ 機器を個別にネットワークに接続	・ ネットワーク対応 DVD	2003 年頃
第 2 世代	・ 高機能化されたサービス	・ 特定の機器を組み合わせさせてネットワークに接続	・ どこでもドアホン ・ ファミリンク	2005 年頃
第 3 世代	・ カスタム化されたサービス	・ 利用する機器を自由に選択してネットワークに動的に接続	・ ECHONET ・ OSGi ・ UPnP[8]	2010 年頃

表 2: 情報家電の信頼性の阻害要因

世代	システム	ネットワーク	人間
第 1 世代	・ システムの故障	・ 機器との接続障害 ・ ネット経由の攻撃	・ 悪意あるユーザ
第 2 世代	・ システムの故障 ・ サービスの故障 ・ サービスの競合	・ 機器との接続障害 ・ 通信障害 ・ ネット経由の攻撃	・ 悪意あるユーザ ・ ユーザのミス (知識不足)
第 3 世代	・ システムの故障 ・ サービスの故障 ・ サービスの競合 ・ システム構成の動的変化	・ 機器の接続障害 ・ 通信障害 ・ ネット経由の攻撃	・ 悪意あるユーザ ・ ユーザのミス (想定外)

た、テレビ、DVD レコーダ、スピーカーを用いて「ファミリンク」サービスを、ドアホンとテレビを用いて「どこでもドアホン」を利用できる。

それ以外に音声入力によるインターフェースの研究 [6] や、ユーザの情報を読み取り、自動的に適切なサービスを選択するシステムの研究 [7] など進んでいる。

表 1 に、本章で説明した情報家電システムの世代とそれぞれの世代で提供されるサービス、機器の利用法、製品例、年代をまとめる。

3 信頼性から安全性へ

情報家電の世代が移り変わると共に、情報家電システムに求められる品質要求も変化している。基本的な流れとしては、第 1 世代ではいわゆる信頼性だけが強く求められていたが、ネットワークとの接続が深まるのに伴って安全性へと広がり

を見せている。ここではそれぞれの世代のシステムに対して求められる品質要求について説明する(表 2)。

第 1 世代のシステムに対しては、家電機器が仕様通りに正しく動作するといったことが品質要求の中核であった。あわせてネットワークに接続した結果、外部の悪意あるユーザからのアクセスが発生しうるので、それを防ぐことが求められるようになってきた [9]。

第 2 世代では、個別の家電機器の利用ではなく、情報家電システム上で実現される複合的なサービスが主体となる。そのため、文献 [10] で指摘されているように、信頼性の対象を、機器の利用からサービスへと拡張する必要がある。つまり、サービスが正しく提供されるかどうかが重要となる。

上記した様に、サービスが幾つかの機器の機能を複合的に組合せて作られているために、同一の

表 3: 情報家電の検証手法

世代	課題	手法	事例
第 1 世代	・ 機器単体のエラー検出	・ テスト ・ シミュレーション	
第 2 世代	・ 複数機器構成のエラー検出 ・ サービス競合の設計時検証	・ モデル検査	[12, 13]
第 3 世代	・ 可変な機器構成に対する サービス検証	・ モデル検査 ・ 競合の実行時検出・解消	[14, 15, 16]

機器を利用する複数のサービスが定義できる．そのために，新しい品質要求が生まれる．

単体では正常に動作しても，複数のサービスを並行実行すると問題が発生する場合がある．深刻な場合にはそれによって人命に係わる事態を引き起こす．この解決のためにはどちらか一方のサービスを優先させることになる．どちらのサービスを優先させることがユーザの安全の保証につながるかといった判断も求められる．

第 3 世代のシステムでは，第 2 世代とは異なり，システムを構成する機器やサービスのすべてが開発段階では決まっていないので，設計者が完全な保証をするのは困難である．そのため文献 [11] で指摘されているように，状況ごとにユーザがどのような判断を下すかが重要となる．実際に，ユーザがサービス設計者の意図しない利用をする可能性もある．そのため，ユーザがどのような機器を用いても，どのようなサービスを実行しても，ユーザに危険が及ばないようにする必要がある．

また，全ての機器がネットワークを通じて互いに接続できるため，セキュリティに問題のある機器が一つでも含まれた場合には，全ての機器が危険にさらされる．したがって，セキュリティに対する保証もより重要になる．

このように，情報家電は日常生活に強くそして深く結びついているので，システムの複雑化につれて，提供するサービスの信頼性に加えて，利用上の安全性もますます重要になってきている．特に第 3 世代においては，ガス検知や火災報知器といった人命に関わる機器が，システムの一部に組み込まれる可能性があるため，その安全性が非常に重要になる．

4 信頼性・安全性の検証

情報家電機器の利用法の変化に伴い，要求される品質も大きく変わってきたことを 3 章で述べた．ここでは，それぞれの世代の情報家電ネットワーク上で発生した，あるいは発生が予想される問題を具体的に挙げて，求められる信頼性，安全性の内容がどのように変化したかについて詳しく紹介する．また，信頼性，安全性を検証する方法についても議論する（表 3）．

4.1 第 1 世代（単独利用）

まず第 1 世代の情報家電において発生した典型的な問題を紹介する．ネットワークに接続された東芝製の DVD レコーダに，認証なしで接続できるという脆弱性が発見されたと 2004 年 10 月に発表された [17]．この DVD レコーダは proxy サーバ機能を持っていたため，スパムメールの踏み台とされることが起きた（図 6）．その原因は初期設定でパスワードが設定されていないということであった．

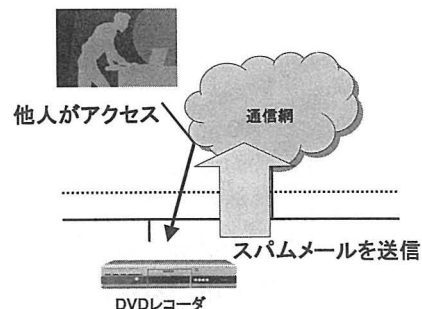


図 6: スパムメールの踏み台にされる DVD レコーダ

第1世代の情報家電では機器を単独で利用するため、基本的には機器の動作を調べることで安全性が検証できる。つまり機器が仕様通りに動作するか（エラー状態に陥らないか）についての検査が求められる。

したがって、第1世代の情報家電の信頼性と安全性を保証する技術としてテストやシミュレーションが利用されている。上記の東芝製のDVDレコーダの例にしても、「パスワード入力なしの状態アクセスできるか」を調べてさえいれば、十分に防ぐことが出来たであろう。

4.2 第2世代（複数利用）

第2世代の情報家電ではネットワークで接続された（基本的に同一企業で作られた）複数の機器を利用したサービスを提供する。このサービスが正しく機能するかどうかを調べる必要がある。サービスの動作を保証するには、各機器の動作に加え、それらが並行動作した場合を考慮しなくてはならない。並行動作した時のシステム全体での状態数は各機器の動作順序などに大きく依存し、機器を単独で操作させた場合の状態数に比べ膨大なものになる。

特に各機器の動作順序が決定的に確定しない場合、同一の入力に対してもシステム全体で見た動作が異なってくる。そのため、テスト、シミュレーションといった第1世代で用いられた技術だけでは、チェックされないシステム状態を残してしまう危険性がある。

また、複数のサービスを同時に実行する場合に、同一の機器に対して互いに矛盾する2つの命令が行われて、その結果として期待した動作をしないことがある。一般にサービスの競合問題と呼ばれるこの状況は、各サービスを単独に実行した際には支障のない場合でも発生する。なお、競合問題はサービス中の命令の実行順序によっては発生しないこともある。そのため、システムの全状態を網羅的に調べることが必要になる。

我々は、第2世代で用いる検証法として、モデル検査などに代表されるシステムの取り得る全状態を探索する技術が適していると考ええる。モデル検査は、複雑なソフトウェアの検証法として最近特に注目されている手法である [18, 19]。

競合問題の存在が検出された時の対応策について少し述べる。定義からも分かるように、競合の原因となったサービスのすべてを実現することは困難である。そのため設計段階において、競合を引き起こすサービスを特定し、どのサービスを優先させるかを決め、システムの動作を制御することが望ましい。

4.3 第3世代（動的利用）

第3世代の情報家電では、ユーザが自由に選んで接続した機器やサービスが利用される。従って第2世代とは異なり、どの機能やサービスが利用されるか、どのサービスが同時に利用されるかが予め特定できない。そのため、開発段階の検証だけでは必ずしもすべての問題には対応できない。

例えば、ガス漏れを検知して換気扇を回すサービス（図7中のガス漏れ検知サービス1）と効率的な冷暖房を実現するためにエアコンと換気扇を協調して運用するサービス（図7中のHVACサービス2）を同時に利用することを考える。

室温が外気よりも暖かいなら、暖房をかける場合は換気扇を止めて、外気の進入を防ぐ（図7の下の状態）。その状況でガス漏れが発生すると、ガス漏れを検知したガス漏れ検知サービスが換気扇を回そうとする（図7の上の状態）。しかし、冷暖房を行うHVACサービスは換気扇を止めようとしている。換気扇に対して異なった（互いに矛盾した）2つの操作が行われようとするため、これはまさに競合の発生である。この状況では、ガス漏れ検知サービスを優先的に動作させることが必要である。それが出来なければ室内にガスが充満してしまう（図7）。

もし、ガス漏れ検知サービスとHVACサービスが異なる企業で開発されるなら、開発段階でガス漏れ検知サービスの操作が優先されるように設定しておくのは困難である。

第3世代の情報家電における競合を解消するには、ユーザがシステムを設計あるいは構成した時点で競合を特定し、優先度の設定を行う。そして、システム運用中に競合の発生するサービスの組合せが実行された場合に、事前に設定された優先度に従って、サービスを制御していく。

図7の例の場合には、サービス実行前にガス漏

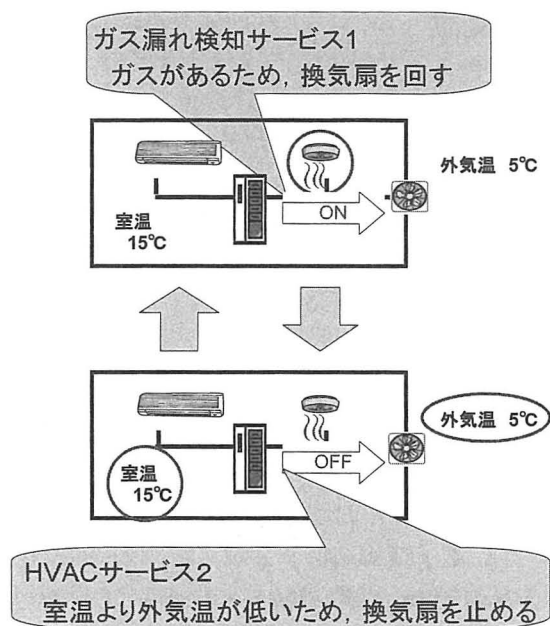


図 7: 競合例

れ検知サービス 1 の換気扇に対する操作が正しく反映されない可能性があること（つまり、サービス 1 とサービス 2 との間の競合）を特定し、ガス漏れ検知サービス 1 の方に優先権を持たせる。それにより、両サービスが換気扇を操作しようとした場合には、ガス漏れ検知サービス 1 の実行が優先され、室内にガスが充満するのを防ぐことが出来る。

そこで、第 3 世代で採用する検証法としては、既存サービスと新たに開発したサービスの間で競合が発生しないかを動的に確認すること、そして発生するならそれを解消できることが重要である。それには競合検出手順のフレームワーク化や、実行時に競合の発生を監視し、ユーザの設定に従って競合を解消する手法などが必要になってくる。

5 研究事例

ここでは第 2、第 3 世代のそれぞれの典型的な課題の解決に取り組んでいる事例研究の主なものについて紹介する。表 3 に各世代における主な検証課題、検証手法、そして主要な研究事例を示す。

5.1 第 2 世代

長野ら [12] は、テレビや DVD のネットワーク家電の設計段階での検証法を議論している。特に、ソフトウェア設計の曖昧さや、設計誤りの排除を目的としている。つまり、表 3 中の複数機器構成のエラーの検出に取り組んでいる。さらにハードディスクレコーダと DVD レコーダ間でデータのコピー操作を行う制御ソフトウェアに対し、実際に提案手法を適用して設計検証を行っている。

また、Metzger ら [13] はインテリジェントビルで実装されている空調管理システムに対して、競合問題の設計検証に取り組んでいる。具体的には複数のサービスが同一機器の機能を利用しようとした結果、いずれかの機能が利用できなくなる競合が発生するかどうかを特定する手法を提案している。サービスが利用する機器と機器の持つ機能を木構造で表現し、複数のサービスから到達可能な機器の機能が存在する場合には、その機能の利用において競合が発生する。

5.2 第 3 世代

筆者ら [20] は、動的に機器構成が変わる情報家電システムの競合検証をする研究を行っている。具体的には、機器、サービスの情報をもとにサービスレベルの競合検出を行う。モデル検査を用いて、機器、サービスの簡単な記述から自動的に検証を行うフレームワークを提案した。この手法を用いれば、検証に関する知識を持たない人でも簡単に情報家電システム上での競合の検出が可能になる。

中村ら [14] は、可変な機器構成に対する競合検出方法を提案している。ここでは、機器を状態変数と機器の動作（メソッド）を用いて定義している。メソッドには事前条件と事後条件を定めている。2つのサービスに含まれる全メソッドの組について事前条件と事後条件、あるいは事後条件と事後条件の間に矛盾があるなら、そのサービスの組が競合を起こす。

Kolberg ら [15] は、発生する競合を実行時に検出、解消する方法を提案している。つまり、可変な機器構成に対する競合の実行時検出・解消に取り組んでいる。具体的には、システムをサービス、機器、環境の 3 層からなるものと見なし、サービ

スが機器を利用し、機器が環境に影響を与える。そして、機器、環境をリソースとして扱い、サービス、機器がそれぞれリソースの取得に失敗することを競合としている。つまり、サービスが利用しようとする機器が他のサービスによって利用されている場合に競合とする。機器については、影響を与える環境が他の機器からの影響も受けている場合を競合とする。

更に、競合が検出された場合、事前に設定された優先度を用いて競合を解消する。複数のサービスが一つの機器を操作する場合は、優先度の高いサービスを優先する。複数の機器から同一の環境に対して影響がある場合、優先度の高いサービスが操作する機器を優先する。他のサービスによる機器の操作を中断し、矛盾する影響の発生を防ぐ。

これらの手法はシステム管理に必要な情報のみを利用して検証を行うため、必要な情報が容易に収集できる。また、検証自体も自動で行われるため、検証に関する知識がないユーザでも利用可能である。

また、Mingkhan ら [16] は、競合の解消を実現するために、文献 [15] と同様に、実行時に機器の利用状況を確認し、利用できる機器から最適なサービスの組を判断することで、競合を発生させないサービスの実行を実現している。

6 おわりに

本稿では、情報家電を用いたシステムにおいて求められる代表的な品質であるシステムの信頼性、安全性について議論した。具体的には、情報家電ネットワークをその利用形態から3つの世代に分類した。そして、それぞれの世代の特徴をもとに、求められる信頼性、安全性について議論した。さらに信頼性、安全性を保証するために必要となる手法を研究事例を示しながら説明した。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省グローバル COE プログラム「アンビエント情報社会基盤創成拠点」の研究助成によるものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] Panasonic. どこでもドアホン. <http://panasonic.jp/door/>.
- [2] シャープ. ファミリンク. <http://www.sharp.co.jp/familink/>.
- [3] ECHONET Consortium. <http://www.echonet.gr.jp/>.
- [4] OSGi Appliance. The osgi service platform. <http://osgi.org>.
- [5] 依田育生, 川村龍太郎. ホームネットワーク管理. 電子情報通信学会論文誌, Vol. 87, No. 12, pp. 1029–1035, 2004.
- [6] 橋本政明, 泉田大宗, 森彰. リビングから始めるユビキタス-情報家電インタフェース-. 情報処理学会誌, Vol. 48, No. 1, pp. 53–58, 2007.
- [7] 小林英嗣, 小河原成哲, 依田育生. ホームネットワークにおける複数サービスの統括的制御システム (IP ベースネットワーク・サービスにおける品質と管理, 及び一般). 電子情報通信学会技術研究報告. TM, テレコミュニケーションマネジメント, Vol. 103, No. 701, pp. 25–35, 2004.
- [8] UPnP Forum. <http://www.upnp.org/>.
- [9] 村瀬一郎, 土居範久. 情報社会の脆弱性について. 情報処理学会誌, Vol. 46, No. 6, pp. 619–624, June 2005.
- [10] 益田昭彦. サービスへの信頼性概念の拡張. 電子情報通信学会論文誌, Vol. 89, No. 12, pp. 1032–1039, 2006.
- [11] 福田収一. 大きく変る信頼性. 電子情報通信学会論文誌, Vol. 89, No. 12, pp. 1022–1025, 2006.
- [12] 長野伸一, 吉岡信和, 田原康之, 本位田真一. ソフトウェア設計に対するモデル駆動型検証プロセス. 情報処理学会論文誌, Vol. 47, No. 1, pp. 193–208, 2006.

- [13] A. Metzger and C. Webel. Feature interaction detection in building control systems by means of a formal product model. *Feature Interactions in Telecommunications and Software Systems VII*, pp. 105–122, June 2003.
- [14] M. Nakamura, H. Igaki, and K. Matsumoto. Feature interactions in integrated services of networked home appliance. In *Proc. of Int'l. Conf. on Feature Interactions in Telecommunication Networks and Distributed Systems (ICFI'05)*, pp. 236–251, June 2005.
- [15] M. Kolberg, E. H. Magill, and M. Wilson. Compatibility issues between services supporting networked appliances. *IEEE Communications Magazine*, Vol. 41, No. 11, pp. 136–147, 2003.
- [16] A. Mingkhwan, P. Fergus, O. Abuelmaatti, and M. Merabti. Implicit functionality: Dynamic services composition for home networked appliances. In *Proc. of 2004 IEEE International Conference on Communications*, Vol. 1, pp. 43 – 47, June 2004.
- [17] JVN. 東芝製 HDD&DVD ビデオレコーダへ認証なしでアクセス可能. <http://jvn.jp/jp/JVN23E7DDE712/index.html>.
- [18] 青木利晃. 形式的手法による高信頼性組み込みソフトウェア開発. 情報処理学会誌, Vol. 47, No. 5, pp. 491–497, 2006.
- [19] 岸知二. モデル検査技術による UML 設計検証. 情報処理学会誌, Vol. 47, No. 5, pp. 498–505, 2006.
- [20] 松尾尚文, パッタラーラーブルット, 土屋達弘, 菊野亨. ホームネットワークシステムにおける競合問題の検証. 情報処理学会論文誌 (条件付採録), 2008.

(まつお たかふみ／大阪大学)
 (つちや たつひろ／大阪大学)
 (きくの とおる／大阪大学)



松尾 尚文

平成 18 年 3 月大阪大学大学院情報科学研究科博士前期課程修了. 平成 18 年 4 月大阪大学大学院情報科学研究科博士後期課程入学, 現在に至る.



土屋 達弘

平成 7 年大阪大学大学院基礎工学研究科前期課程修了. 博士(工学). 現在, 大阪大学大学院情報科学研究科准教授.



菊野 亨

昭和 50 年大阪大学大学院基礎工学研究科博士後期課程修了. 工学博士. 広島大学工学部助教授, 大阪大学基礎工学部教授を経て, 現在, 大阪大学大学院情報科学研究科教授. 情報処理学会フェロー. 電子情報通信学会フェロー.