解説

情報セキュリティに関する取り組みについての最新動向†

武田 圭史*1・Nicolas CHRISTIN*1*2・Davar PISHVA*1

概要

これまで情報セキュリティの分野は、暗号学と混同されることが多く、特に暗号は軍事的応用に関連して発展してきた歴史的経緯や高度な数学を必要とすることから、一般に知られることは少なかった。結果として、つい最近まで一般の人々が情報セキュリティに関する十分な知識や意識を持つ機会は少なかった。しかしながら昨今ではこの状況は大きく異なってきている。誰もが、インターネットへ接続するだけで、脅威やその対策についての理解の有無にかかわらず様々なセキュリティリスクに直面するようになっている。その結果、セキュリティ工学(Security Engineering)と呼ばれる分野は、純粋な技術分野から人間的要素そして政策などを総合的に考慮しなければならない分野に変化している。この論文では、利便性を備えたセキュリティ、ピアツーピアネットワークのセキュリティ、情報家電のセキュリティなどの分野における研究の概要を説明し、進化するセキュリティ工学の実践的な研究事例を紹介する。特に安全なシステムデザインの過程において人間の振る舞いなどを考慮することがどのように技術的な解決策に制約を与えるかなど、技術以外の要素を考慮することの重要性について述べる。

1. はじめに

ここの10年の間に情報セキュリティ研究は大きく変化している。かつては数学のエリートが政府または軍の機関の下で研究を行っているというイメージが強かったが、最近では情報セキュリティは非常に学際的な領域であると認識されるに至っている。この背景にある主な要因はセキュリティの脅威の本質にあると考えられる。

通信ネットワークの急激な普及、オンライントラン

ザクションの増加及びコンピュータシステムの小型化は情報セキュリティの分野を大きく二つの方法で変化させた。まず第一に、我々が日常生活の中で直面する情報セキュリティのリスクが過去に比べて高いものとなっている。例えばアイデンティティ盗難(identity theft)などは、かつてはそれほど見かけることのないマイナーだった問題だが、現在においては多くの人にとって無視することのできない大きな問題となっている。第二に攻撃を受ける可能性のある対象の数や種類が大きく増加していることがあげられる。今日ネットワークに接続するあらゆるコンピュータ機器がリスクにさらされており、携帯電話からインターネットに接続されたコンピュータまで、ほとんどすべての人が攻撃対象となる何らかの機器を保有している。これら多くの潜在的攻撃対象のユーザは直面している脅威や可能な防御策について限られた理解しかしていない。このような状況がセキュリティ技術者の取り組みを困難なものにしている。

本稿では、情報セキュリティ技術者がいかに学際的な領域で問題に取り組んでいるかを紹介することによって、情報セキュリティという分野が人間科学(例：心理学等)、技術そして政策の相互作用に関わる問題であることを述べる。

以下、第2章では心理学とセキュリティの融合領域において我々が行っている研究事例の概要を示す。第3章ではネットワーク・セキュリティのピアツーピアネットワークに関する取り組みを説明する。第4章では情報家電におけるセキュリティのあり方を通じて、再度情報セキュリティとユビキタスコンピューティングの「使いやすさ」の位置づけについて考える。最後に第5章においてこれらの結論を述べる。

2. 使いやすいセキュリティ

「安全なユーザ認証」ほど情報セキュリティにおけるヒューマンファクターの重要性を示す事例はないだろう。フィッシング[2]やスパイウェア[3]そしてオンラインでのアイデンティティ盗難(identity theft)といった脅威の出現は、システムセキュリティと“心理的な

† Recent Trends in Information Security Challenges
Keiji TAKEDA, Nicolas CHRISTIN and Davar PISHVA

*1 カーネギーメロン大学日本校

Carnegie Mellon CyLab Japan

*2 カーネギーメロン大学情報ネットワーク研究所
INI/CyLab, Carnegie Mellon University

受容性”[6]との関係を示している。あるシステムが安全な部品を使って構築されたとしても利用時におけるヒューマンエラーへの対応ができていなければ安全とは言えない。例えば、コンピュータ上でのユーザ認証を行う場合に、暗号を適切に利用しているので安全であると考えられているかもしれない。しかし、もしユーザがパスワードを紙に書いてコンピュータに貼っていたとしたら、そのシステムのセキュリティは極端に弱いということになってしまう。

特に携帯電話のようなポータブルデバイスに関してはユーザの振る舞いを充分考慮する必要がある。携帯電話は単なる通信デバイスよりもずっと多くの機能を提供するようになっており、鉄道の電子チケット(例：日本におけるSuica, Icoca, PiTaPa 等)、デビットカード(例：香港におけるオクトパスカード)、音楽やビデオのダウンロードなど直接料金請求を伴うオンラインサービスなどがあげられる。さらに、携帯電話はシステムやセキュリティといったものについてほとんど知識や経験のない広い範囲の人々に利用されている。

現在利用されている大半の携帯電話の認証スキームはユーザが知っている何かを認証のトークンとして提示することでユーザ自身を認証する知識ベースのアプローチである。知識ベースのような認証方式を選択し利用する理由は他の方法(例：スマートカード、バイオメトリクス認証)が考えられているほど安全ではないからである。人々は深く考えることなく携帯電話機のロックを解除するためのスマートカードを携帯電話機の近くに置き、結果として盗難に対して無防備になってしうだろう。いくつかの携帯電話(例：DoCoMo 902iS シリーズなど)にはバイオメトリクス認証が搭載されるようになっているが、製造コストの増加に対する効果が上がっているとは言いがたい。主要な課題の一つはバイオメトリクスが、対象となるバイオメトリクスの模造(例：. 携帯電話に付着する指紋から作成された“グミ指”[5])をコストをかけずに見分けることが困難なためである。

残念なことに、パスワードベースの認証はさらに問題を抱えている。小さなキーパッドからテキストを入力することは容易ではなく、携帯電話においては、何度かの誤りを入力した場合に電話を利用不可能にするようなロック機構を用いた上で、暗証番号(PIN)のような短いパスワードに頼らざるを得ない。携帯電話がロックされた場合の不便さや販売店でロックを解除してもらう手間を避けるためユーザはパスワードや暗証番号として覚えやすいものを選択するようになってしまう。誕生日のような覚えやすい暗証番号やパス

ワードは、ソーシャルエンジニアリングを使った攻撃などに対し極端に弱いものとなる[4]。

簡単に言えば知識ベースの認証スキームは

a) 非常に使いやすいが非常に脆弱

(例：ユーザは任意に選択した暗証番号を使用)

b) 攻撃に対して強いが使いにくい

(例：ユーザはランダムな暗証番号を使用)

のどちらかである。我々の使いやすいセキュリティの研究は使いやすさとセキュリティを再構築することで知識ベースの認証スキームにおける新しいデザインを提供することである。

2.1 提案のアプローチ

心理学分野における研究[7]では画像はテキストと比べ大変記憶しやすいことが分かっている。グラフィカル・パスワードのような画像ベースの認証スキームはテキストのパスワードによる認証に対するより安全な代替手段として考えられる。しかしながらCranorとGarfinkel [1]が概要をしめしている従来のグラフィカルパスワードのスキームでは、非常に限定された適用しか行われていない。画像ベースの認証スキームを適用するにあたっての主な障害はその適切な実装が困難であるところにある。実際現存するグラフィカルパスワードについては以下にあげる問題がある。

- ・ 正当なユーザに対する無視できない誤認識率
- ・ 正当なユーザに成りすまそうとする不正なユーザに対する無視できない誤認識率

したがって我々は従来のグラフィカルパスワードで利用された認知プロセスから前進する必要がある。我々が適用する認知プロセスは、人間の自身が選択した画像に関してその低品質化(degraded)された画像を認識する能力である。

人は見る画像から主要な特徴を抽出する能力を持っており、画像がかなり低品質化されたとしてもその特徴を容易に抽出することが可能である。その一方で、元画像をみていない場合には心理的に低品質化された画像から元の画像を再構築することは困難である。例として図1をとりあげる。両方の画像を見た場合に図1(b)は図1(a)が加工されたバージョンであることは明らかであるが、図1(a)を見ることなくして図1(b)から図1(a)を推測することは困難である。

我々の認証の問題を当てはめると、画像のセットを選択した正当なユーザは、低品質化された画像セットのなかから自分が選択した画像の低品質化されたバージョンを選択することは難しくはないはずである。しか

図1 オリジナルと加工された画像の関係の例

し、他人になりすましシステムに対して不正なアクセスを試みようとするものに対しては、低品質化された画像しか見ることができないので元画像が持つヒントを得ることができない

例えば正当なユーザは犬を飼っていてレースカーの愛好者だと想定する。例えばソーシャルエンジニアリングによってその知識を持つ攻撃者は、犬とレースカーに関するチャレンジ画像セットが認証の組み合わせるかもしれないと考える。そして、この情報はシステムのセキュリティを突破するために利用することができる。一方、もしチャレンジ画像のセットが全て低品質化された画像のみ(ユーザによって選択されたもの及びダミー)が提示された場合には、正当なユーザに対しては犬や車を識別するために十分な情報を提供しながら、同じ画像は攻撃者にとってはランダムかつカラフルなシミとしか見えない。

2.2 実装と結果

Hayashiらは提案するグラフィカル認証スキームをNokia N70携帯電話上に実装した[8]。実装の目的は二つあった。第一に、我々のスキームが非常に限られたディスプレイのサイズ、キーパッドといくらかのファンクションキーという最小限のキーボードという一般的な携帯電話の物理的制約条件下でも使いやすことを示す。第二に適用している新たな認知プロセスの有効性を評価するというものであった。

この実装ではユーザは27個の画像によるチャレンジセットから3つの画像を正しく選択することで認証を受けることとした(ユーザポートフォリオ)。ユーザは電話機がロックされるまでに3回の認証の試みを行うことが許可される。画像が選択される順序については認証プロセスとしては考慮されないものとした。

チャレンジセットの画像は9個の画像からなる3つの異なるスクリーンに表示される。提示された1つのスクリーンにはユーザのポートフォリオから0, 1, 2または全ての画像が表示されることになる。図2はこれら3つのスクリーンを示したものである。各画像に対するキーバインドは携帯電話のキーに対応してお

り、ナビゲーションは携帯電話のファンクションキーを通じて行われる。ショルダーハッキング(覗き込み)を避けるために、フィードバックは全ての画像の選択が終わるまで表示されない。つまり、画面にはどの画像が選択されたか決して表示されないこととなる。

実験では54名の参加者を3つのグループに分け使いやすさに関するテストを実施した。数分間のトレーニングフェーズを実施した後、最初のグループの全ての参加者は、加工された画像を使って認証を行うことができた。加工された画像であっても記憶に残りやすく、2日後、1週間後および4週間後に施したテストにおいてもグループの全ユーザが認証を行うことに成功した。これらのユーザは記憶しやすいがソーシャルエンジニアリング攻撃に対して脆弱な加工していない画像を使ったグループと同じ(完全な)成功率で認証を行うことができた。3つ目のグループはランダムな画像(ソーシャルエンジニアリング攻撃に対して有効だが記憶しにくい)を使用した。特に一定時間経過後において認証を成功させるには困難を伴った。例えば第3グループの89%のユーザが1ヶ月後に認証を成功させることができなかった。

「使いやすさ」に関するテストの結果は、提案するスキームは、加工をしない画像を使った場合と同等の使いやすさを持つことを示した。さらに同時に、なりすましをしようとする攻撃者にとっては、どの画像がユーザの選択によるものかを推測するのが困難になり、安全性が高まったといえる。

まとめると、加工された画像をグラフィカルユーザ認証に使用することは使いやすさとセキュリティを両立する上で非常に有効な手法であることが言える。

図2 チャレンジセットの例

完全なチャレンジセットはユーザが自由にナビゲート可能な同様の3つのスクリーンにより構成される。

3. ピアツーピアネットワークのセキュリティ

1990年代後半に出現したNapster[9]に代表されるピアツーピア(P2P)ネットワークのうち、特にファイル交換・共有を目的としたソフトウェアは、インターネット上での音楽や映画などの不正な著作物の交換などに使用されることが多い。日本においては、近年のブロードバンドや常時接続環境の普及に伴い、ピアツーピアネットワークの利用が広まった。しかし、著作権法違反による取り締まりの限界や、ピアツーピア・ファイル共有ネットワーク上にコンピュータ内の情報を漏洩させるコンピュータウィルスの出現により被害が続出し、社会問題となっている。

ピアツーピアファイル共有ネットワークにおける情報セキュリティについて2つの大きな課題がある。一つ目は著作物の違法に交換・共有行為であり、本来の著作権者が十分実効性のある対応をとることが困難な点である。二つ目は特に日本で発生した多くの情報漏洩事故において、一旦漏洩した情報の拡散を止めることができず漏洩した情報はいつでも誰でもダウンロードできる状態になってしまうことである。このため個人情報などが漏洩した場合などは被害の回復が困難である。ここでは情報セキュリティの観点からこれらの課題に対する取り組みについて記述する。

3.1 ピアツーピアネットワークにおける著作権管理

ピアツーピアファイル共有ネットワークを利用することで、音楽や映画などの他人の著作物を含むデータを違法に公開することが、重大な罪の意識を持つことなく行われている。著作権者の立場からは、これらデジタルコンテンツに対して本来得るべき対価を失うことになり、その被害金額は単一のソフトウェアだけを見ても100億円にも上ると言われている[10]。ネットワーク上で流通される著作物を管理するための技術を"network-DRM(Digital Right Management)"と呼び、その目的はデジタルコンテンツのコピーを作成できなくするものではなく、デジタルコンテンツのピアツーピアネットワーク上などでの拡散を防止することである。基本的な考え方としては、大量の無用なファイルや検索情報をネットワークに配布し、ネットワークユーザが該当するコンテンツを発見することを困難にするというものである。

ここでは上記のような特定ファイルを発見しにくくするために偽のデータ／情報を拡散させる行為のことをポイズニングと呼んでいる。ピアツーピアソフトウェアなどでのポイズニングについては、米国の娯楽

産業によって実際に実施されている。

LiangらはFastTrack(KaZaA)上での情報拡散の様子などについて最初の分析を行った[11]。これに続きChristinらはさまざまなピアツーピアネットワークに対して計測を行いポイズニングが著作権侵害等の事例への対策として有効であることを示した[12][13]。最近の研究[14]では、人間によるユーザを対象とした実験により、ピアツーピアネットワークにおけるポイズニングに対するユーザの行動に関する分析も行われている。

ポイズニングの技術としては、ファイル共有ソフトウェア上に実際には利用できないダミーファイルを送出するアイテム・ポイズニングという方法と、ファイル検索等に使用するインデックスに関して虚偽の情報を作成し、ファイル共有ソフトウェア上に送出するインデックスポイズニングという手法が存在する。

3.2 ピアツーピアネットワークにおける情報漏洩への対策

日本においては、特に強い匿名化の機能を備えたWinny[15]などの匿名ファイル共有ソフトが広く利用されており、他人の著作物を公開したユーザやプログラムの開発者が著作権法違反ならびにその幫助で逮捕されるなどの事件が起こっている。2005年から2006年にかけては、Winny上で感染を広げるコンピュータウィルスが多数出現し、デスクトップの画像や電子メール、コンピュータ上に保有されたユーザデータなどの情報をWinnyネットワーク上に流出させるという事故が多発した。官公庁からも国民の個人情報を含む多くの重要情報が漏洩し事態を重く見た政府が国民にWinnyの不使用を呼びかけるなど社会問題に発展した。

著者らは、前項で紹介したポイズニングという技術がWinnyネットワーク上でも有効に機能するかを検証するため以下の実験を行った[16]。実験にあたっては、まずWinnyプロトコルにより通信を行うことのできる互換プログラムWinny Analyzerを用い、Winnyネットワーク上で流通されるインデックス情報(あるファイルがどのノードで公開されているかを知らせるキー情報)を収集・分析した。また、ポイズニングデータをWinnyネットワーク上に送出するためのツール、Winny Poisoning Toolを用いてアイテムポイズニング及びインデックスポイズニングの効果を確認した。

Winny Analyzerによる収集データの分析では、Winnyを運用しているノードの約98%が日本に所属するIPアドレスを使用していることや、Winny上で流

通されるデータの多くが、アニメやポルノ動画などに関する名称を付けられたものであることが確認されている。また、コンピュータウイルスによる漏洩ファイルと思われる名称を持つファイルは共有されている全てのファイルのうちの1%程度しかないことが確認された。

また、十分なサンプル数が得られておらず統計的な検証は行われていないものの、企業等の漏洩データの名称を持つものについては、企業が漏洩事故について記者発表を行った場合の漏洩データと、記者発表を行っていない漏洩事故による漏洩データでは、記者発表を行っていないケースの方がデータの拡散が少ない傾向があることが確認された。

図3にアイテムポイズニングによるダミーファイルの拡散状況を示す。

図3 アイテムポイズニングによるダミーファイルの拡散状況

図3のアイテムポイズニングにおいては、ウイルスによる漏洩ファイルと同様に似せたファイル名を持つファイルをネットワーク上に公開し、Winnyネットワーク上に送出したダミーファイルがいくつ存在するかを時系列にプロットすることでポイズニングファイルの分散の過程を追った。観測期間は7月12日から同月27日の間でA～Hはそれぞれ異なるファイルの種類を示している。7月24日の時点でファイルの公開を停止したがその後もファイル数の増加を示していることからWinnyにおいてアイテムポイズニングは有効に機能する可能性が高いことが明らかになった。

一方図4は期間7月21日から同月27日の間で虚偽のインデックス情報を公開し、その虚偽の情報に関するインデックス情報の広がりを確認したものである。同様にA～Gはそれぞれ個々のファイルを識別するものである。

アイテムポイズニングが一旦他のノードに情報が格納されればそのノードから新たにインデックス情報が作成されファイルがダウンロードされる毎に情報が増

図4 インデックスポイズニングによる虚偽インデックスの拡散状況

えることになるが、図4に示すインデックスポイズニングにおいては、7月24日にポイズニングを停止するとただちに虚偽インデックス情報の流通がなくなり、ポイズニングの効果がなくなることが確認された。したがってWinnyネットワークにおいてインデックスポイズニングを行うためには永続的に虚偽インデックスを提供し続けるホストを維持する必要があることが明らかになった。

本実験を通じWinnyのような匿名ピアツーピアファイル共有ソフトに一旦情報が漏洩すれば、その情報の拡散を停止することは不可能と言われてきたが、ポイズニングを適切に実施することで、漏洩情報がそういったものを収集するユーザの手に入りにくくすることができ、被害の軽減に繋がることが確認された。

4. 情報家電におけるセキュリティ

現在我々は自動車、電話、娯楽や家電などコンピュータを搭載した様々な技術に取り囲まれて生活をしている。様々な電気製品をインターネットに接続して利用することは技術の進歩における新たな局面をもたらしている。

4.1 セキュリティの必要性

情報家電をインターネットに接続することは、悪意のある攻撃に対して我々を脆弱にする危険性もはらんでいる。侵入者は住所、購買や飲食の嗜好、ライフスタイルや娯楽、そのようなサービスを受けるために使用されたクレジットカード番号などといった個人情報を盗むかもしれない。情報家電機器が他の攻撃のための踏み台として使用される可能性もある。

例えば日本においては、デフォルト設定で認証なくアクセス可能なWebプロキシの機能を備えたDVD/HDDビデオレコーダがスパムメッセージの送信のための踏み台として使用されるという事件が発生している[17]。他の事件では、製造工程でコンピュータ

ウィルスが混入された音楽プレーヤーが出荷され、ユーザのコンピュータに感染を広げる危険性があったことが確認されている[18]。プライバシー侵害の問題に関しては、携帯電話で使用するブラウザが送信するリファラ(referer)機能が適切に実装されていなかったために、新しいWebページにアクセスする毎、(ハイパーリンクのクリックでなく)直接アドレスを指定した場合でも、直前に閲覧していたページの情報が送信されるという事例が発生している。このブラウザの欠陥は、直前にアクセスしていたページを送信することでユーザの嗜好を第三者に暴露しているとともに、前のページにアクセスする際必要とされたプライベートな情報(ユーザ名、パスワード等を含む)が、次に表示したサイトに対して送信される危険性もあった[19]。また、家庭用ルータの組み込み機器のパフアオーパフローの脆弱性を攻略し周辺機器への完全なアクセスを取得することに成功したという報告も行われている[20]。

4.2 実装上の取り組み

多種多様な情報家電の普及と新たなネットワーク技術の開発は、図5に示すとおりユーザ及びサービス提供者の双方に対して、ホームネットワークのサービスとセキュリティの管理を複雑なものにしている。

これらのデバイスについてセキュリティを実装することは、利用可能なリソース(例: 複雑な計算を要する暗号処理などが困難な限られたCPU能力、長時間高いピークが必要な計算が制約されるバッテリーによる給電など。)

さらに、ネットワーク全体のセキュリティ強度はその最も脆弱なリンクに依存するため、ネットワーク接続された情報家電ネットワークのセキュリティ強度は、最も脆弱な小規模な情報家電機器によって決定されると言える。さらにこの問題を難しくする要素は、家電機器ユーザは、情報システムに関するスキルを持った管理者ではなく、むしろ技術に関する知識を持たないことを前提としなければならないことである。

図5 ヘテロジニアスなホームネットワークと関連するサービス提供者についての概観

4.3 セキュリティモデル

情報家電のセキュリティ要件に対応するためのモデルを構築するために、まず最初に情報家電機器を表1に示す8種の異なる機能区分に分類した。次に、インターネットに機器を接続した場合に想定される脅威を列挙した(表2)。さらにその脅威に対抗するために必要な対策について可能な対抗手段を検討した(表3)。

表1 情報家電機器の機能分類

No	Function	Example of Product or Usage
1	Content Retrieval	Broadband TV, Microwave Oven, HDD Recorder (for TV program, etc)
2	Content Storage/Usage	HDD Recorder (for TV program, etc), MP3 Player
3	Communication /Messaging	VoIP, IP-TV Phone, All kinds of Emails System, Healthcare System
4	Remote Surveillance	Security Camera, Gas/Fire Sensors, Refrigerator, Lighting Fixture, Door Lock
5	Remote Control	Air Conditioner, Lighting Fixture, TV, TV Program Recording
6	Remote Maintenance	Firmware Update, Trouble Report
7	Instrument Linkage	Networked AV Equipments
8	Networked Game	Family Type.g.ame Machine

上記においては、情報家電機器に必要となるセキュリティ対策はそれらの機器が提供する機能により決定されると考えている。対策を考える上では対象となる家電機器がスタンドアローンの形態で利用されるのか、家庭内ネットワーク(FAN: family area network)環境において相互に接続されて利用されるのかを区別する必要がある。

我々は、スタンドアローンで利用される機器についてはオープン・サービス・ゲートウェイ(OSGi)の仕様に基づき、中央サーバに格納されたセキュリティ機能を実行する[21][22]のに対し、ネットワークに接続

表2 情報家電機器について想定される脅威

No	Common Threat	Example of an Attack
1	User Impersonation	Impersonation using password
2	Device Impersonation	Impersonation of a device using its faulty certificate
3	Service Interruption	Distributed Denial of Service (DDOS)
4	Data Alteration	Data alteration of transmitted or stored data
5	Worm/Virus Infection	Infiltration and/or damaging of a computer system
6	Phishing /Pharming	Impersonation of users' destination
7	Data Wiretapping	Information leakage through wiretapping
8	Firmware Alteration	Replacing of firmware at will
9	OS/Software Vulnerability	Launching of worms and attacks using such vulnerabilities

表3 対策案の概要

No	Common Threat	Proposed Countermeasure
1	User Impersonation	Introduce a certificate mechanism through memory card like devices.
2	Device Impersonation	
3	Service Interruption	Control through network and access mechanism to outside world.
4	Data Alteration	Introduce access control and certificate mechanism.
5	Worm/Virus Infection	Use virus protection software and prepare to handle new vulnerabilities.
6	Phishing /Pharming	Consider using SSL to assure genuineness of displayed sites.
7	Data Wiretapping	Protect communication via IPSEC, SSL/TLS.
8	Firmware Alteration	Use physical access control for update procedure.
9	OS/Software Vulnerability	Educate R&D people on security and conduct product test.

される家電機器をユニバーサル・ホームサーバと呼ぶ機器によって管理するモデルを提案している[21].

4.4 新たなセキュリティ・アーキテクチャ

スタンドアローンで利用される機器のセキュリティ要件を満たすことはシンプルではあるが、実際には多くの機器が相互に接続された形態で利用されると考えられる。この点を考慮すれば、前述のセキュリティ要件及び情報家電機器に関連するセキュリティ上の課題についての最も効率的な方法は以下のとおりである。

1. ホームゲートウェイを介して信頼に足るネットワークオペレータがセキュリティ管理の支援サービスを提供する
2. インターネットに接続可能な機器の製造業者に對しそのようなユニバーサルゲートウェイを利用した遠隔での操作と管理を可能とするドライバやアプリケーションの開発を促す。

本方式の概要を図6に示す。ネットワークオペレータにより操作されるユニバーサルホームゲートウェイはネットワーク家電機器への接続点として利用される。本アーキテクチャでは情報家電機器に対する全てのトランザクションはローカル、リモートに関わらず全てこのユニバーサルホームゲートウェイを通じて行われることを想定している。

ここでは3つの基本的な使用シナリオを取り上げる。1つ目はFANのユーザによるローカルサービスに対するアクセス(例：.他の部屋に設置されたビデオレコーダに格納された映画の鑑賞)、次にリモートサービスのダウンロード、そして3つ目がFAN環境において相互接続された情報家電機器のリモートユー

図6 ネットワークオペレータによる情報家電のセキュリティ管理

ザによる操作である(例：.勤務先からの空調の操作など)。

FANの内部においてはユーザはパスワードによるログインを行うことができ、ユニバーサルホームゲートウェイに格納された各ユーザのアクセス制御情報(例：.18歳未満に対するアダルトビデオの閲覧禁止、学校に通う子供達に対する11時以降の動画の閲覧禁止など)に基づきアクセス制御が行われる。

FAN内のリモートサービスサイトへアクセスする際にはユニバーサルホームゲートウェイが認証サーバ機能によって各ユーザを認証しアクセス権限を設定するとともに、リモートサービスサイトとユーザ間に要求されたサービスを保護するための安全な通信経路が設定される。家電機器に対するリモートアクセスはユニバーサルホームゲートウェイがリモートユーザのアクセス権限を確認・検証しデータ転送の際の安全な通信によって実現される。

このアーキテクチャはセキュリティ上の問題についてはユニバーサルホームゲートウェイを通じてネットワークオペレータが製品ベースで管理される必要がある。使用しやすい認証メカニズムは幅広い範囲で受け入れられるための重要な要素である。我々は製造業者やサービスプロバイダに個々の情報家電機器のリソースの制限を克服しそれらのセキュリティの問題を通常の一般のユーザが容易に解決できるようにするために本技術の適用を推薦する。PKIも本アーキテクチャの重要なセキュリティ・コンポーネントであり、実装や運用にあたっては製造業者や、ネットワーク運用者、サービス提供者などの協力が必要である。

5. おわりに

本論文では、利便性を備えたセキュリティ、ピアツーピアネットワークのセキュリティ、情報家電のセキュリティに関する研究を事例としてとりあげ、安全なシステムの設計や実装において、人間の振る舞いや使いやすさなど技術以外の要素を十分に考慮することの重要性を示した。

情報セキュリティにおいては守るべき情報資産の重要度はユーザの振る舞いや認識によって変化し、また

それらに対する脅威についても意思を持った人である場合が多いと思われる。そのため今後情報セキュリティ技術がさらに有効な対策として利用されるためには、行動科学や社会学、政治学や法律学など人文社会系の学問領域と技術の融合領域において研究活動が活発に展開されることが望まれる。

参 考 文 献

- [1] L. Cranor and S. Garfinkel, editors. Security and Usability: Designing Secure Systems That People Can Use. O'Reilly Media, Sebastopol, CA, 2005.
- [2] R. Dhamija, J. D. Tygar, and M. Hearst. Why phishing works. In Proc. 2006 ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'06), pages 581-590, Montreal, QC, Canada, April 2006.
- [3] N. Good, R. Dhamija, J. Grossklags, D. Thaw, S. Aronowitz, D. Mulligan, and J. Konstan. Stopping spyware at the gate: A user study of notice, privacy and spyware. In Proc. 1st Symposium on Usable Privacy and Security (SOUPS), pages 43-52, Pittsburgh, PA, July 2005.
- [4] D. Klein. "Foiling the cracker": A survey of, and improvements to, password security. In Proceedings of the USENIX Security Workshop, 1990.
- [5] T. Matsumoto, H. Matsumoto, K. Yamada, and S. Hoshino. Impact of artificial gummy fingers on fingerprint systems. In Proceedings of SPIE: Optical Security and Counterfeit Deterrence Techniques IV, 2002, volume 4677, pages 275-289, San Jose, CA, January 2002.
- [6] J. Saltzer and M. Schroeder. The protection of information in computer systems. Proceedings of the IEEE, 63(9):1278-1308, 1975.
- [7] RN Shepard. Recognition memory for words, sentences and pictures. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 113(1):95-121, 1967.
- [8] E. Hayashi, N. Christin, R. Dhamija and A. Perrig. For your eyes only: A novel user authentication system for small mobile devices. Working paper. 2007
- [9] C. Bengt and G/ Rune. The Rise and Fall of Napster - An Evolutionary Approach. Proceedings of the 6th International Computer Science Conference on Active Media Technology. 2001.
- [10] 永沢 茂. Winny上の著作権侵害ファイル, 被害額は100億円相当~ACCSとJASRACが試算, インターネットウォッチ, December 2006
- [11] J. Liang, R. Kumar, Y. Xi, and K. Ross. Pollution in P2P file sharing systems. Proc. IEEE Infocom 2005.
- [12] N. Christin, A. Weigend, and J. Chuang. Content availability, pollution and poisoning in file sharing peer-to-peer networks. In Proc. 6th ACM conference on Electronic commerce (EC'05) .
- [13] N. Christin. Macrovision interdiction patent applications. May 2005.
part I: <http://groups.sims.berkeley.edu/pam-p2p/index.php?p=108>
part II: <http://groups.sims.berkeley.edu/pam-p2p/index.php?p=109>
- [14] U. Lee, M. Choi, J. Cho, M. Sanadidi, and M. Gerla. Understanding Pollution Dynamics in P2P File Sharing. Proc. IPTPS 2006.
- [15] 金子勇. Winnyの技術, アスキー, 2005.
- [16] T. Niiyama, H. Miwa, N. Chrisin and K. TaKeda. Thwarting information security threats in modern anonymous P2P software. Working paper. 2007.
- [17] 鷹木 創, "東芝, HDD搭載DVDレコーダ「RD」シリーズが「踏み台」になる危険性", インターネットウォッチ, October 2004
<http://internet.watch.impress.co.jp/cda/news/2004/10/06/4882.html>.
- [18] クリエイティブメディア株式会社, "Creative Zen Neeon デジタルオーディオプレーヤーの問題に関するお客様への報告と対応について", プレスリリース, September 2004
<http://jp.creative.com/corporate/pressroom/releases/welcome.asp?pid=12181>.
- [19] KDDI, "auからのお知らせ, au携帯電話, TU-KA携帯電話におけるEZWebブラウザのホームページURLの送出について", KDDI ニュース, December 2005
http://www.au.kddi.com/news/topics/au_topics_index20051209.html.
- [20] Ukai, Yuji. "Exploiting Real-Time OS Based Embedded Systems Using the JTAG Emulator", PACSEC-JP, 2005.
- [21] D. Pishva, K. Takeda, "A Product Based Security Model for Smart Home Appliances", 40th Annual IEEE International Carnahan Conferences on Security Technology, pp. 234-242(2006).
- [22] OSGi Alliance <http://www.osgi.org>.
(2007年4月18日 受付)

[問い合わせ先]

〒650-0044 神戸市中央区東川崎町1丁目3-3

神戸ハーバーランドセンタービル17F

カーネギーメロン大学日本校

(財団法人ひょうご情報教育機構)

武田 圭史

TEL: 078-360-6311(代表)

FAX: 078-360-1617

E-mail: tkeiji@cmu.edu

—— 著 者 紹 介 ——

たけだ けいじ
武田 圭史 [非会員]

慶応義塾大学大学院政策・メディア研究科後期博士課程修了。防衛庁・航空自衛隊、アクセンチュア(株)、カーネギーメロン大学情報ネットワーク研究所客員教員を経て、同大学日本校教授。この間情報セキュリティ分野における研究開発・運用・人材育成・コンサルティング等に従事。博士（政策・メディア）。

Nicolas CHRISTIN [非会員]

カーネギーメロン情報ネットワーク研究所教員, CyLabシステムサイエンティスト及びカーネギーメロン大学日本校常駐教員。1999年フランスのEcole Centrale Lilleにて工学学士号を取得後、バージニア州立大学においてコンピュータサイエンス分野の修士号(2000年)及び博士号(2003年)を取得。2002年から2003年までノーテルアドバンスドテクノロジーグループにて勤務し、その後2年間、カリフォルニア州立大学バークレイ校の情報管理およびシステム学部において博士研究員として勤務。

Davar PISHVA [非会員]

フィリピンのAteneo de Manila Univ.で修士号, 三重大学大学院で情報工学博士号を取得。大阪大学工学研究科に客員講師として来日し、その後、日本企業に勤務。三重大学工学部の非常勤講師等を経て、CMU日本校教員に就任。博士（工学）