

映像を利用した直感的な操作による コンテキストウェアサービスの制御条件設定方法

小林 英嗣, 依田 育生

日本電信電話株式会社 NTT サイバーソリューション研究所

近年, コンテキストウェアサービスシステムに関する様々な研究が行われている。これらのシステムの多くは, ユーザや状況の特徴付ける情報(コンテキスト)に基づいて, サービスを提供したり, サービスを自動制御するものである。今後, センシング技術の発達により, 様々なコンテキストが取得可能となり, ユーザや周囲の様子を詳細に把握できることで, よりきめ細かいサービス制御が実現できると考えられる。しかし, 取得できるコンテキストの種類や数が多くなるにつれて, サービスの制御条件を単純なルール(if-then)にて記述することは困難となり, さらには, 制御条件をユーザが設定することは非常に煩雑で, 面倒な作業となることが懸念される。本研究では, これまでユーザ操作履歴を用いたコンテキストウェアサービス制御方法を提案し, ユーザの設定を一切必要とせずに, ユーザの行動をシステムが学習していくことで, ユーザや状況に適応したサービス制御の自動化を実現してきた。しかし, サービスや状況によっては, ユーザの行動を学習させることが困難となる場面が存在する。そこで, 本稿では, 本制御方式に対して有効となる, 映像を利用した直感的な操作によるユーザ操作履歴の追加手法(制御条件の設定方法)を提案する。さらに, 提案手法に基づいて構築したプロトタイプシステムの動作検証および効果について述べる。

Setting control rules for context aware services based on user's daily routines using archived images

Eiji Kobayashi and Ikuo Yoda

NTT Cyber Solutions Laboratories, NTT Corporation

Recently, much research has been done on context-aware systems. Most of this research is focussed on automatically providing and controlling services based on contexts, which are comprised of information about the users in a limited range of specific situations. In the future, many new contexts will be available over networks because of the improved sensing technologies. Therefore, it will become feasible for even more context-aware services to be adapted to individual situations or user preferences. However, as the number of contexts increases, it will be more difficult to describe the control conditions using simple if-then rules, thus making the system even more complicated for users to set themselves. To solve this problem, we proposed a service control method based on contexts and personal history and implemented a prototype system that enables users to automatically manage services without having to set the control rules in advance. This is accomplished by training the system to respond to the user's actual use patterns or personal habits. However, we discovered that there are some situations in which the users cannot accumulate the usage history by themselves, in spite of the requirement for autonomous and automatic control of the services. In this paper, we describe a tool that enables users to intuitively edit their own history in problem situations and discuss the tool's efficiency.

1. はじめに

近年, ホームネットワークの進展と共に, 様々な家庭内機器(AV 機器, 白物家電など)は, ネットワークを介して可制御, 可観測となり, さらにセンシング技術(近距離無線技術, RFID タグなど)の利用によって, ユーザやその周囲の状況を詳細に把握できるようになってきた[1, 2, 3].

我々は, 家庭でのユーザの生活をより快適にするサービスの実現を目指し, ホームネットワークを利用した状況適応型(コンテキストウェア)サービス制御システム(Home

Service Harmony)の開発を進めている[4, 5]. Home Service Harmony では, ホームネットワーク上にて利用可能な様々な機器や機能を組み合わせてホームネットワークサービス(以下, サービスと呼ぶ)を構築することができる。さらに, ユーザが通常行う操作を学習していくことで, ユーザに複雑な設定を要することなく, 状況に応じてユーザが行うであろう操作内容を推測し, ユーザに家庭内機器の操作を促したり, 家庭内機器を自動制御することで, ユーザの生活支援や忘却防止が実現できる。

しかし、サービスや状況によっては、ユーザが必要であると考えるようなサービス制御を、実際のユーザの操作により、システムに学習させることが困難となる場面も存在する。そこで本稿では、ユーザ操作履歴を用いたサービス制御方式に対して有効となる、ユーザ操作履歴の追加手法(サービス制御条件の設定方法)について検討する。

本稿の構成は以下の通りである。まず2節で、本研究におけるコンテキストを定義し、従来提案しているユーザ操作履歴を用いたサービス制御方式について説明する。そして3節で、本制御方式における問題点を示し、4節で、システムに対する機能要件についてまとめる。そして5節で、本稿にて提案する、映像を利用したユーザ操作履歴の追加手法の概要とプロトタイプシステムについて述べる。そして最後に6節で、本稿をまとめる。

2. コンテキストウェアサービス

2.1 コンテキスト

本研究では、ネットワークを介して、センサや機器などから、リアルタイムに自動取得可能な情報のひとつひとつをコンテキストと定義する。つまり、図1(右上)のように、ある時点において、複数の種類のコンテキストが存在する。コンテキストの種類には、ユーザに関する情報(位置情報など)、環境に関する情報(温度、照度など)、利用しているサービスに関する情報(機器やネットワークの利用状況など)などが挙げられ、ユーザや状況を特徴づける情報をコンテキストとして扱う。また、コンテキストの値には、連続値を取るものや離散値を取るものがあるが、連続値を取るコンテキストに対しても、ユーザがコンテキストの種類に応じて予め設定した間隔(粒度)により、離散的に扱う。そして、ある種類のコンテキストの値の変化に応じて、サービスを再構築したり、自動制御するサービスをコンテキストウェアサービスと呼ぶ。

2.2 ユーザ操作履歴を用いたコンテキストウェアサービス制御方式

Home Service Harmony におけるサービス制御方式として、ユーザの操作履歴を用いたサービス制御方式を提案している[3]。本制御方式では、図1に示すように、ユーザ

がサービスに対して行った操作内容とネットワークを介して収集される様々なコンテキストとを関連付けて操作履歴を蓄積する。そして、ある時点において収集されるコンテキストの集合に対し、操作履歴に基づいて計算される条件付確率値を用いて、制御内容(図1(左上))を決定し、サービスを自動制御する。そのため、利用できるコンテキストの種類や数が多くなっても、制御条件(コンテキストの組み合わせに対する制御内容)といった、複雑で面倒な設定を一切必要とせず、ユーザが実際にスイッチやリモコンなどを使ってサービスを制御するという、通常の操作を繰り返していくことによって、サービスが自動制御されるようになる。つまり、ユーザの嗜好や習慣が反映された制御条件を自動生成していくことができる。

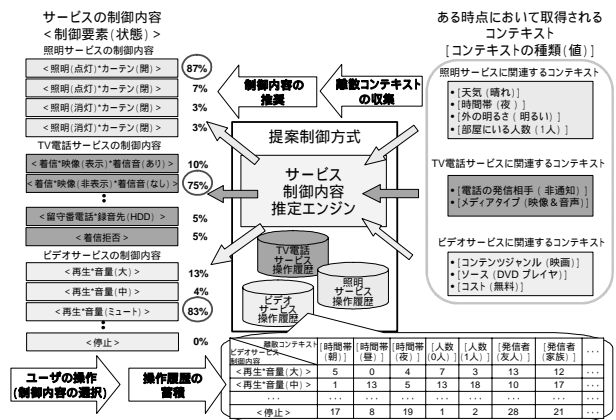


図1 ユーザの操作履歴を用いたコンテキストウェアサービス制御方式

これまで、Home Service Harmony において、ユーザが同じ状況にて同じ操作を繰り返していくことによって、以下のようなサービスシナリオを実現している。(表1参照)

- ・ サービスシナリオ 1: ユーザが在室中に、外が明るいときは、照明は消灯され、電動カーテンが開き、室内が明るくなる。その後、外が暗くなってきたときは、照明は全灯され、電動カーテンは閉まる。
- ・ サービスシナリオ 2: ビデオで映画を見始めると、大音量で再生され、照明はシアタモードになる。そして、アニメに切り替えると、中音量で再生され、照明は全灯されて、室内は明るくなる。
- ・ サービスシナリオ 3: ユーザが映画を見ている最中に、来客があり、呼び出しボタンが押されると、映画の音量はミュートされ、ユーザの近くの電話機を鳴らし、TV画面にド

アに設置されたカメラの映像を表示して、ユーザに通知する。

・ サービスシナリオ 4: ユーザが映画を見ている最中に、発信者が非通知である電話が着信すると、映画の音量はそのまま、TV 画面に「非通知者からの電話です」というメッセージのみを表示して、ユーザに通知する。

表 1 各サービスシナリオにおける制御条件
(取得されるコンテキストとサービスに対する制御内容)

サービスシナリオ	取得されるコンテキスト	サービスに対する制御内容
1	[部屋に居る人数(1人)] [外の明るさ(明るい)]	照明サービス: <照明(消灯) * カーテン(開)>
	[部屋に居る人数(1人)] [外の明るさ(暗い)]	照明サービス: <照明(点灯) * カーテン(閉)>
2	[部屋に居る人数(1人)] [外の明るさ(暗い)] [コンテンツジャンル(映画)]	照明サービス: <照明(シアタ) * カーテン(閉)> ビデオサービス: <再生 * 音量(大)>
	[部屋に居る人数(1人)] [外の明るさ(暗い)] [コンテンツジャンル(アニメ)]	照明サービス: <照明(点灯) * カーテン(閉)> ビデオサービス: <再生 * 音量(中)>
3	[部屋に居る人数(1人)] [外の明るさ(暗い)] [コンテンツジャンル(映画)] [ドアフォン来客(あり)]	照明サービス: <照明(シアタ) * カーテン(閉)> ビデオサービス: <再生 * 音量(ミュート)> TV電話サービス: <着信 * 映像(表示) * 着信音(あり)>
4	[部屋に居る人数(1人)] [外の明るさ(暗い)] [コンテンツジャンル(映画)] [電話発信相手(非通知)]	照明サービス: <照明(シアタ) * カーテン(閉)> ビデオサービス: <再生 * 音量(大)> TV電話サービス: <着信 * 映像(なし) * 着信音(なし)>

3. 問題点

2 節で述べた、サービスシナリオ 1, 2 に関しては、状況に応じて、ユーザは各種リモコンを使って、照明機器や電動カーテン、TV、ビデオを実際に操作して制御することで、システムに対して学習させ、制御条件を生成することができる。

しかし、サービスシナリオ 3, 4 における、ドアフォンや電話のサービスに対して、ユーザは通常、着信手段を変更するような操作は行っていない。これまでの実験では、着信時(もしくは通話中)に、ユーザに対して、現在の状況における着信方法の妥当性や最適な着信方法の選択肢をディスプレイに表示し、ユーザに対応させてシステムに対して学習させてきた。そのため、表示媒体や応対手段がない場所では、システムに学習させることは困難となる。さらに、電話などの着信については、発信者が誰であるかに気付いた後や通話が終わって、サービスを終了させた後でないと着信方法に関して厳密には判断することはできないため、着信時や通話中におけるユーザの操作により、システムに学習させることは困難となる。

その他にも、ユーザが外出中に必要とするようなサービ

ス制御(家に居ないときには照明を消す、家に居ないときでも天気の良いときの日中はカーテンを開ける)や、ユーザがその場には居るが操作できない状況に必要なサービス制御(照明や TV をつけたまま眠ってしまったときには照明や TV を消し、さらには玄関や窓の鍵をかける、寝ているときには電話の着信は、ある相手以外は電話機を鳴らさず、留守番電話に切り替える)などに関しても、ユーザの実際の操作により、システムに学習させることは困難となる。

つまり、以下のような状況下では、各状況を詳細に表す様々なコンテキストを取得することができるようになったとしても、本制御方式において、実際に行うユーザの操作によって操作履歴を蓄積して、制御条件を生成していくことはできないという問題が生じてしまう。

- ・ ユーザがその場に居ないとき
- ・ ユーザが操作できない、操作する手段がないとき
- ・ ユーザが必要とする制御内容が事後にならないと判断できないとき

上述した問題点に対して、状況を表すために利用するコンテキストの種類が少ない、つまり状況識別が単純で、ある特徴的なコンテキストの値に対してのみサービス制御を必要とする場合には、ユーザが手動でひとつひとつ制御条件を設定することで解決することは可能である。しかし、実際には、複数のコンテキストが相互に関係しているため、ユーザにとって状況は複雑に異なると考えられる。また、ユーザに複数のコンテキストを用いてサービス制御条件を設定させることを考えた場合でも、ユーザにコンテキストの集合を表示して、その状況を把握させたり、ユーザがコンテキストを選択して、サービス制御が必要となる状況をシステムに対して正確に提示することは容易ではない。

4. 機能要件

ユーザ操作履歴を用いたサービス制御方式において、実際に行うユーザの操作によって操作履歴を蓄積することができないような状況にて、事後に、ユーザが必要とするサービス制御に関して、操作履歴に追加できる機能、手段が必要となる。ただし、より詳細な状況に応じたサービス制御を実現するために、その状況においてネットワークから収

集可能な、あらゆるコンテキストを過不足なく操作履歴の蓄積対象とできる必要がある。そのため、操作履歴の追加手法に関して、必要とされる機能要件は、以下のようなものとなる。

- ・ 事後において、ユーザがサービス制御を必要とする状況を、容易に把握でき、かつ正確にシステムに提示することができる。
- ・ 簡単な操作で、状況を表す様々なコンテキストとユーザが必要とする制御内容を関連付けて操作履歴に追加することができる。

本稿では、これらの機能要件を満たすような、映像を利用したユーザ操作履歴の追加手法を提案する。

5. 映像視聴によるユーザ操作履歴追加手法の提案

5.1 提案手法の概要

提案するユーザ操作履歴追加手法の概略図を図 2 に示す。提案手法では、ビデオカメラやマイクロフォンなどを利用して常時、ユーザや周囲の様子を、映像や写真などとして、時刻情報を付与して記録する。さらに、ネットワークを介してセンサや機器から取得できるコンテキストも、値とともに時刻情報を付与して記録する。このように、時刻情報に基づいて、各映像シーンとその時点にて収集されていた様々なコンテキストを関連付けておく。そして、事後に、ユーザが映像を視聴しながら、サービス制御を必要と考える映像シーンを探し出し、必要とするサービスの制御内容を選択する。この操作により、映像シーンの時刻情報に基づいてコンテキストを収集し、ユーザが選択した制御内容と関連付けて操作履歴に蓄積する。

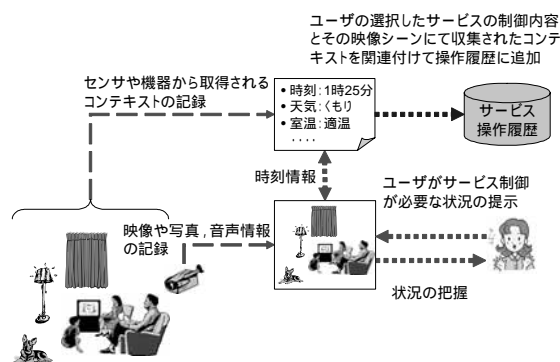


図2 映像視聴によるユーザ操作履歴追加手法

このように、映像を利用することで、ユーザは状況を容易に把握することができるとともに、サービス制御を必要とする状況をシステムに対して正確に提示することができる。さらに、ユーザは映像を視聴しながら、各映像シーンにて必要とするサービスの制御内容を選択するという操作を行うだけで、コンテキストなどを特に意識することなく、その状況を詳細に表す複数のコンテキストを、選択した制御内容に関連付けて操作履歴に蓄積することができる。

5.2 プロトタイプシステムの設計と実装

本研究では、提案手法に基づいてプロトタイプシステムを構築した。プロトタイプシステムは、図 3 に示すように、USB カメラを利用して、ユーザや周囲の様子が、時刻情報を付与して、映像や写真などの映像情報として記録されている映像情報アーカイブと、ネットワークを介してセンサや機器から取得できるコンテキストが、時刻情報を付与して記録されているコンテキストデータベースを有する。そして、映像を再生し、ユーザに対してサービスの制御内容を選択させる GUI を生成し、選択された制御内容とその映像シーンの時刻情報に基づいてコンテキストを収集し、操作履歴

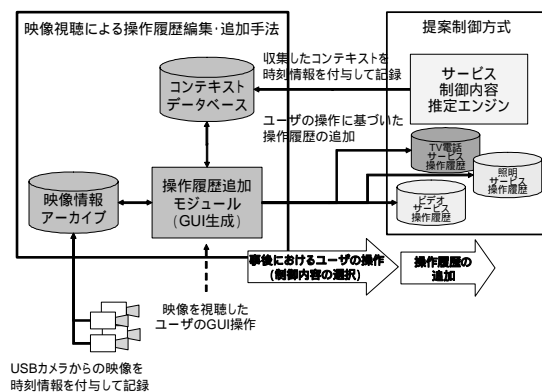


図3 プロトタイプシステムの概要

に蓄積する操作履歴追加モジュールから構成される。

プロトタイプシステムは、Java (J2SE1.4)を用いて OSGi [6]をプラットフォームとして構築した。また、映像処理については、Java Media Framework (JMF2.1.1)を用いて、4カ所に設置した USB カメラからの映像を記録し、ユーザの操作によって、各映像を時刻情報に基づいて同時に再生させるようにした。図 4 に構築したプロトタイプシステムにおける GUI のスクリーンショットとその概要について示す。

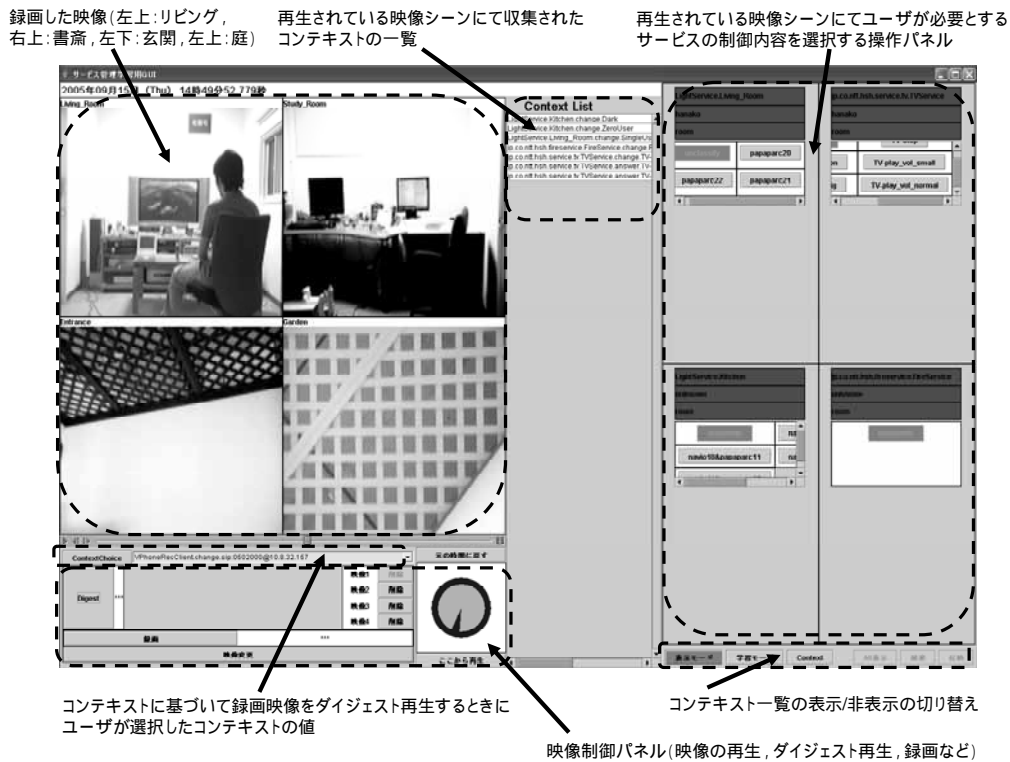


図4 プロタイプシステムにおける GUI のスクリーンショット

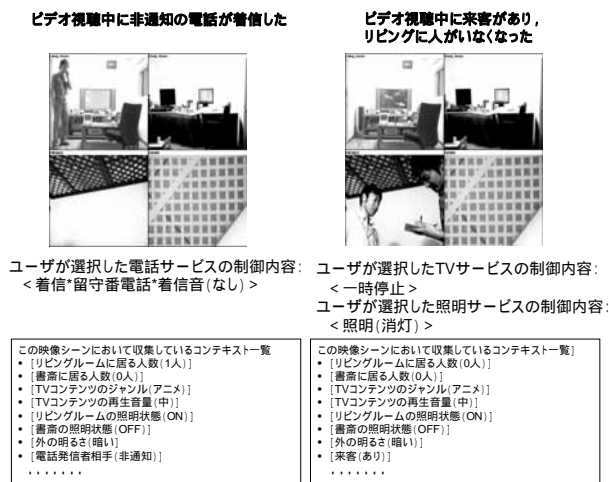


図5 プロタイプシステムの動作検証における映像シーンと ユーザが選択した制御内容およびコンテキストの一覧

5.3 動作検証, 効果

構築したプロタイプシステムの動作検証として, 事前に想定した状況を含むように映像を撮影し, 事後に, 映像を視聴しながら, ユーザの GUI による操作により, 各映像シーンにおいて, 必要とするサービスの制御内容を選択した。そして, これらの操作を何度か行った後, その状況を実際に再現し, ユーザが選択した制御内容が自動的に実行さ

れることを確認した。図5に, 想定した状況(ビデオ視聴中に電話が着信した, ビデオ視聴中に来客があった)における映像シーンとユーザが選択したサービスに対する制御内容, および, その時点においてシステムにて収集されていたコンテキストの一覧を示す。

これらの動作検証により, ユーザは図5(上)のような映像シーンで一時停止して, サービス制御を必要とする状況を提示し, 必要とするサービスの制御内容を選択することで, 図5(下)のような, その時点にて収集されていた様々なコンテキストと選択した制御内容とを関連付けて操作履歴に追加させることで, 実際に行われるサービスの自動制御内容に反映できることを確認できた。

つまり, 提案手法を用いることで, 3節にて述べたような, 外出先から戻ってきて, 照明やエアコンがつけっぱなしであったことに気付いた後に, 「家に居ないときには照明を消す」という制御内容や, 寝ているときに電話が鳴り, 起きてしまった後に, 「寝ているときには電話の着信は, 電話機を鳴らさず, 留守番電話に切り替える」という制御内容に関して, 事後に, 簡単な操作によって, 操作履歴に追加していくことで, 制御条件を生成することができる。

もちろん、システムに対して学習させることが困難となる状況だけでなく、通常の操作により学習させられるような制御内容に対しても提案手法を適用することは可能であるため、事後に、提案手法を用いて操作履歴をまとめて追加することで、詳細な状況に応じた制御条件を容易に設定することができる。また、遠隔地に住む、お年寄りや体の不自由な人の介護として、信頼のおける家族や介護士などの別の人が、被介護者にとって必要であると判断した制御内容に関する制御条件を設定する、というような提案手法の利用も考えられる。

5.4 コンテキストに基づいた映像再生機能

提案手法では、カメラやマイクロフォンからの視聴覚情報を、ネットワークを介して機器やセンサから取得できる、様々なコンテキストを付与して記録している。そのため、ある種類のコンテキストの値に変化があった時点に基づいて映像を再生したり、ユーザが注目しているコンテキストの値が取得された時点の映像のみを再生するというように、コンテキストに基づいて映像をダイジェスト再生することが可能となる。そこで、プロトタイプシステムには、ダイジェスト再生の機能も合わせて実装した。

この機能により、プロトタイプシステムを用いてユーザが必要とするサービス制御をシステムに対して学習させる際に、適切な映像シーン(リビングルームに誰も居ないときだけ、外出中のときだけ、寝ているときだけ、など)をダイジェスト再生することで、記録されている映像を全て視聴することなく、効率良くシステムに対して学習をさせていくことができる。(図6はリビングルームに誰も居ないときに関するダイ

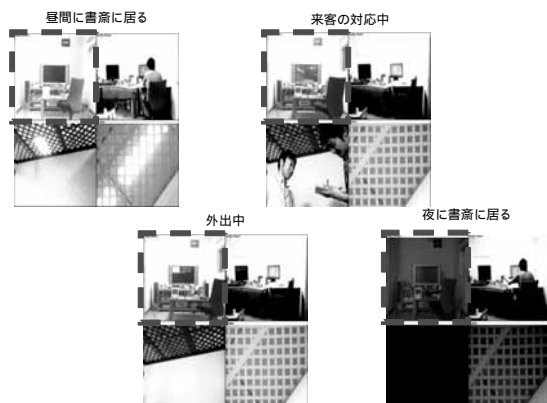


図6 リビングルームに誰も居ない状況に基づいたダイジェスト再生

ジェスト再生)

さらに、ユーザ操作履歴を用いたサービス制御方式において、サービスを自動制御する際に、決定された制御内容に対して計算される確率値が低い状況(その状況においてユーザが必要とするサービス制御に関して、システムに対する学習が足りない、決定される制御内容が不確定となる状況)における時刻情報を記録し、それに基づいてダイジェスト再生することで、システムに対する学習をユーザに促すことができる。つまり、本制御方式における、システムに対する学習を強化させ、ユーザ適応性を高める手法のひとつとして利用できると考えられる。

6. おわりに

本稿では、ユーザ操作履歴を用いたサービス制御方式に対して有効となる、映像視聴によるユーザ操作履歴の追加手法を提案した。そして、提案手法に基づき、プロトタイプシステムを構築して、動作検証を行った。その結果、提案手法を用いることで、映像を利用した直感的な操作により、様々なコンテキストとユーザが必要とするサービス制御内容を関連付けることが可能となり、コンテキストアウェアサービスの制御条件を容易に設定できることを確認した。

参考文献

[1] <http://www.upnp.org/>
[2] <http://www.echonnet.gr.jp/>
[3] 森, “生活パターンを覚えて助ける知能住宅 センシングルーム 2005,” 電子情報通信学会ネットワーク・ロボット研究会(NR-TG)技術研究報告, 2005.
[4] <http://www.ntt.co.jp/news/news04/0403/040308.html>
[5] E. Kobayashi, M. Ogawara, and I. Yoda, “Context aware service control based on personal history,” 1st Korea-Japan Joint Workshop on Ubiquitous Computing & Networking Systems, pp. 181-186, 2005.
[6] <http://www.osgi.org>