

## テレビ視聴者モデルに関する一検討 — ネットワークコンシェルジュの利用者モデル構築の可能性 —

大野邦夫, 柴田靖明, 須藤僚

職業能力開発総合大学校

ネットワークコンシェルジュの利用者モデル構築のためにデジタルTVの操作履歴の活用が基本的に重要であり、そのためのアーキテクチャを検討した。リモコンとしてWindows Mobileで動作するPDAを用い、ホームサーバーとの基本的なインタフェースを開発した。さらにホームサーバー上でユーザモデルを構築するための環境をCommon Lispで構築し、そのシステム上にTV視聴プリファレンス評価のプロトタイプシステムを構築し、アンケート調査の結果を分析し、その有効性を確認した。

## A Study on Television Audience Modeling — Possibility in Network Concierge User Model Construction —

Kunio Ohno, Yasuaki Shibata, Ryo Suto

Polytechnic University

Operation history of digital TV is essentially important for network concierge user model construction. To realize a system an architecture has been studied. Remote console system based on Windows Mobile operating system has been developed and implemented on a PDA connected to the home server. User model environment was developed by Common Lisp, and prototype for TV program preference system has been developed. The prototype system was evaluated through a survey.

### 1. はじめに

デジタルテレビがネットワークを利用するサービスを提供しつつあるが、操作時にトラブルが起きると対応できない利用者が増えると思われる。そのときに利用者の操作状況を把握しサポートする必要がある。このような支援システムを、本研究ではネットワークコンシェルジュと呼ぶ。ネットワークコンシェルジュを実現させるためには、操作履歴を管理することが必要で、ネットワークコンシェルジュが利用者の操作状況を把握し、それに基づいて利用者へのサービスを高度化させることが可能となる[1]。

ネットワークコンシェルジュのサービスにおいては、利用者のプロフィールや嗜好を有効に活用することが重要になると考えられる。利用者のプロフィールや嗜好を活用する技術を確認するためには、具体的に利用者からそのような情報を収集し、実際の利用場面で検討することが望まれる。TVの視聴データは、リモ

コンの操作履歴から機械的に取得可能である。従って操作履歴から視聴番組を取得することを想定し、それをプロフィールや嗜好に関係付けられれば、その利用者に対する個人化（パーソナライズ）サービスの提供が可能となる。さらにこのデータを利用者の許諾の下にビジネスに適用することも可能となる。そこで機械的に取得される視聴データの活用に関する検討を試みた。なお当然のことであるが、このようなデータは個人情報保護法などへの配慮も必要であるため、その面については別途検討を必要とする。

### 2. 視聴者のモデル化

#### 2.1 視聴データの事例

テレビの視聴データは、リモコンの操作結果から機械的に得られるので、ネットワーク・コンシェルジュとして個人プロフィール抽出に活用すべき最適データ

の一つである。図1は、Webから得た比較的最近の動画配信サービスのデータである[2]。

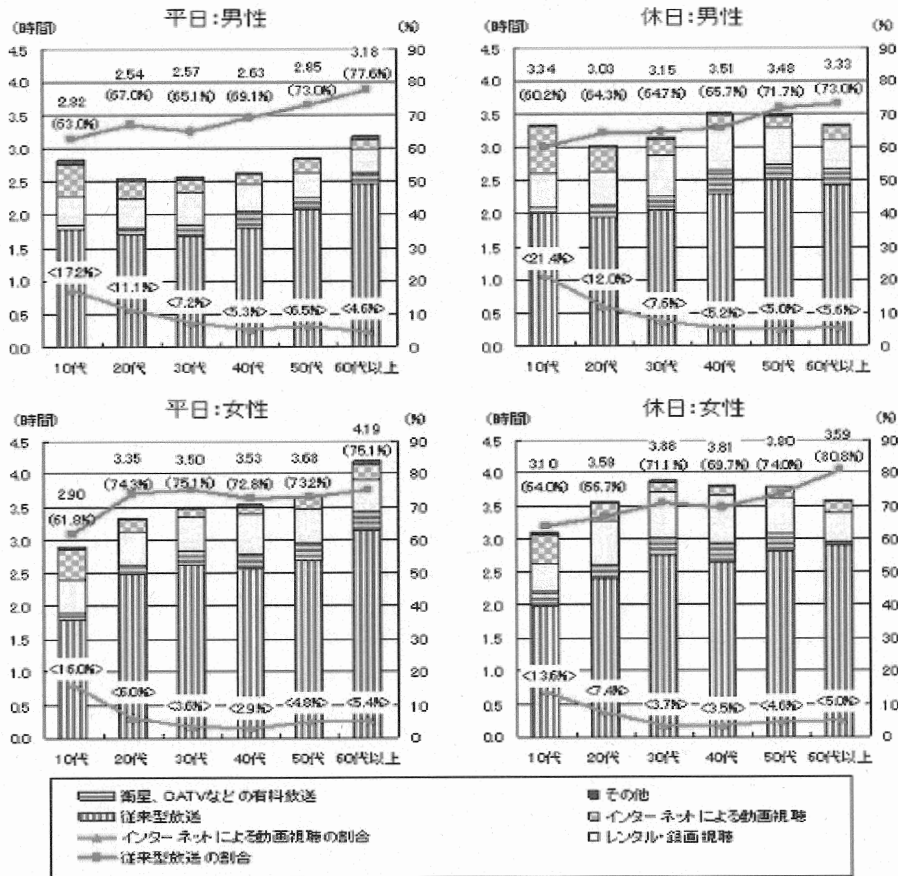


図1 動画配信サービスに関する調査結果

これはNTTレゾナントと三菱総合研究所によって行われた放送とインターネットによる配信に関する動画視聴調査結果である。それによるとネット動画の利用頻度はまだ低いものの若年層ほどその割合が大きく、その分一般テレビ放送をリアルタイムで視聴している割合が低下していることが明らかになった。この調査はインターネット経由で2007年6月7日から13日の間に行われたもので、有効回答者数は38017名。年齢層は10代から70代で、30代がもっとも多く36.0%、次いで40代24.6%、20代18.3%。男女構成比は男・女が48.0対46.8(未回答5.2)であった。

好まれるジャンルは、全般的には映画、音楽、アニメ、ニュースや天気予報で、男性の場合若年層はアニメや音楽、お笑い、バラエティを好み、中高年層は

ニュース、映画を好む。女性の場合、若年層は音楽、アニメ、映画、ドラマ、中高年層は映画、ドラマを好むとのこと。

テレビ放送とネット動画をあわせた一日の「映像」視聴時間は男性よりも女性の方が長い。女性は平日でも休日並に長い傾向にある(専業主婦などもデータの対象だから)。テレビ放送の視聴率(リアルタイム放送のみでレンタルや録画分は除く)が映像視聴時間全体に占める割合は男女共に若年層ほど低い。10代では6割程度にまで下がる。年齢、性別を問わず「レンタル・録画した映像視聴」の時間はほぼ一定である。一方で「ネット動画」の視聴時間は若年層ほど長く、10代男性の休日では映像視聴時間全体の21.4%に達している。「ネット動画」は若年層の場合動画共有サイト

によるものが多く、中高年層では無料動画配信サービスの利用が多い。無料、有料を問わず動画配信サービスをテレビで見たい人の割合は多く、特に無料ですでにしている人が9.7%、今後そうしたいという人が48.4%にも及ぶ。というような結果が判明している。

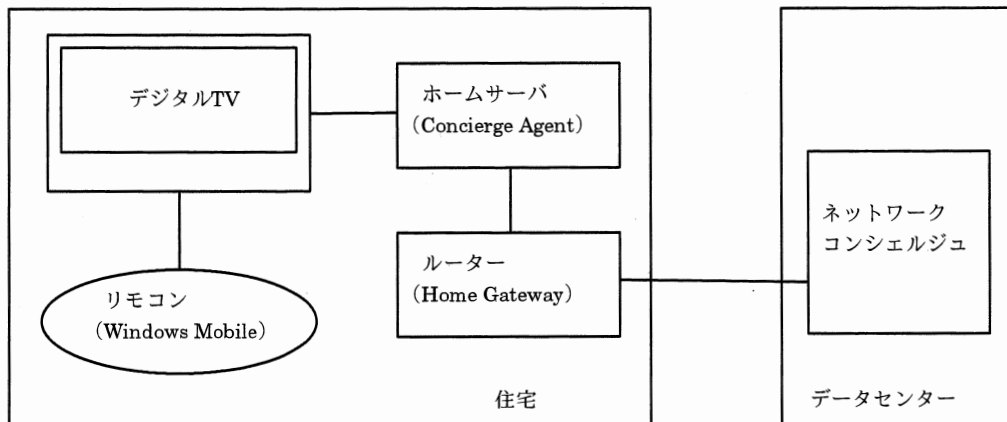


図2 対象システムモデル

なおこのシステム構成は、ネットワークコンシェルジュのアーキテクチャ、ネットワーク構成のオブジェクト分析設計に基づいている[3]。個々の要素について説明する。

### 2.2.1 リモコン

リモコンは、デジタルTV付属のものがあるが、カスタマイズ出来ないで、PDAまたは携帯電話を用いることとする。昨年の蓮尾の研究[4]によると、今後のリモコンは、日本語入力機能に優れたタッチスクリーン方式が望ましいとのことであったので、iPhoneとWindows MobileのPDAを候補として検討したが、開発の容易さからWindows MobileのPDAを用いることとした。

### 2.2.2 デジタルTV

デジタルTVはDLNA (Digital Living Network Alliance) を使用可能な市販品である。

### 2.2.3 ホームサーバ

デスクトップPCをホームサーバとして使用する。DLNAを用いてデジタルTVとのインターフェースを取り、ネットワークコンシェルジュとの通信を仲介する。その仲介ソフトを、Concierge Agentと呼び、リモコンやTVとのプロトコル、ネットワークコンシェルジュとのプロトコルを実行・管理する。DLNA的に

## 2.2 検討対象システム

以上のデータは、インターネットによるアンケート調査であるが、このようなデータをリモコンの操作履歴から得られると便利である。そのようなねらいで、図2に示すシステムを検討している。

は、ホームサーバのPC本体はDLNAサーバとして位置づけられる。それに対して、TVやPCのディスプレイは、DLNAプレイヤーとして位置づけられる。

### 2.2.4 ルーター

自宅内の機器のプライベートアドレスをグローバルIPアドレスに変換する (NAT越え) 機能を持つホームゲートウェイである。

### 2.2.5 ネットワークコンシェルジュ

データセンターのサーバ上のアプリケーションとして位置づけられるが、ネットワークが機能の構築段階なのでアプリケーションは未実装。

## 3. システム構築

### 3.1 リモコン操作プログラムの開発

JavaのSwingを用いて、Windows MobilePDAでタッチスクリーン方式により操作したボタンの時系列データをXMLデータとして格納するプログラムを作成した。

Eclipseによる開発環境を図3に示す。矢印の先のSwing.javaが作成したプログラムである。

このプログラムをWindows Mobileで動作するPDA (ヒューレットパッカード製HP500型) 上で実行する

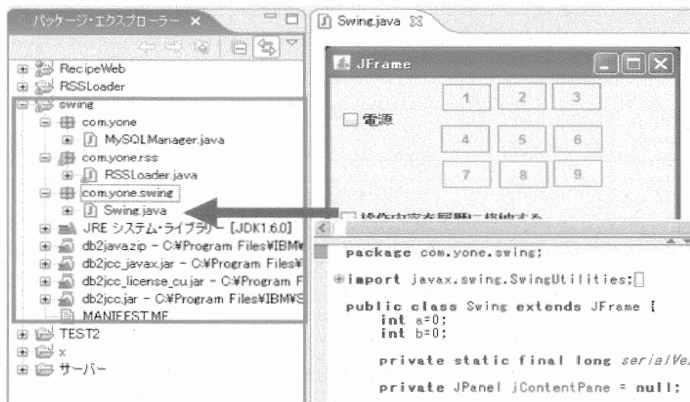


図3 Eclipseを用いた開発環境

と、図4の画面がPDA上に出現する。電源をタッチするとプログラムが起動し、数字ボタンをタッチすると、そのボタンの番号と、操作した時の時刻が記憶さ

れ、「操作内容を履歴に格納する」ボタンをタッチすると、ボタンデータと操作時刻がXML形式で出力される。

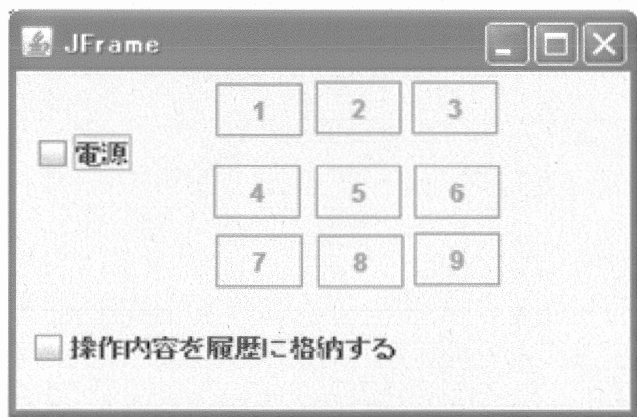


図4 試作したリモコン画面

### 3.2 ホームサーバー

ホームサーバーは、PCであり、デジタルTV、およびルーターとは、LANで接続される。外のネットワークから見ると、ホームサーバーは、デバイスやユーザーインターフェースを管理するエージェントとして位置づけられる。そのことから、ホームサーバーは、ネットワークコンシェルジュからはコンシェルジュ・エージェント (Concierge Agent) として位置づけられる。

ネットワークコンシェルジュは、SNMP (Simple Network Management Protocol) の代わりにNETCONFを用いるネットワーク管理システムであり、

SNMPのMIB (Manage Information Base) の代わりにXMLによるデータモデルを用いる。しかしながら、NETCONFデータモデルは現在YANGとして定義されているが、そのXMLデータモデルはYINとしてデータ形式は定められているが、その枠組みは確立しているわけではなく検討途上にある。

従ってホームサーバーにおける基本データ形式はXMLであり、Windows MobileリモコンのデータもXMLにしている。

XMLデータを処理するには、DOMやSAXを用いるが、データモデルやユーザモデルとして扱う場合は、DOMが用いられる。モデルの構築にはUMLが用いられ

れ、クラス図からモデルを構築する必要がある。そのためのプログラム言語は、JavaやC++が一般的である。しかしプロトタイプ的なモデルのためにはスクリプト言語が好ましく、Rubyあたりが有力な候補となる。しかし、ここではCommon Lispを用い、Lisp処理系のS式の世界でモデルを構築し、XMLとの双方向インタフェースで対処することとした。

Common Lispは、CLOS (Common Lisp Object System) と呼ばれるオブジェクト指向プログラミングの世界があり、クラス定義、メソッド定義、インスタンス生成といったオブジェクト指向システムを柔軟に構築することが可能である。しかもオブジェクトの呼び出しは、一般の関数呼び出しと同じ文法で処理することが可能であり、ポリモルフィズムを効果的に使うことができる。さらに、人工知能的な推論としてのパターン照合も容易なので、OWLによるオントロジ構築と類似のモデルを容易に実現できる。なお、同様な考え方で、履歴書作成・管理システムを構築して、妥当な結果を得ている[5][6]。

Common Lispの処理系としては、Franz社のAllegro CL8.1を用いており、CLOSによるオブジェクト指向モデルとAllegro Graphによるパターン照合を用いて、データモデル、ユーザモデルを構築する。

## 4. テレビ視聴データの取得と分析

### 4.1 テレビ視聴データの取得

本来であれば、リモコンのデータを用いてテレビ視聴データを取得すべきであるが、その実験が可能な状況には至らなかったため、当大学の通信システム工学科3年生にアンケート調査を行い、データを取得した。2009年1月14日(水)から18日(日)までの、テレビを視聴した時間と視聴したテレビ番組、さらに趣味を書いてもらった。男性24人、女性3人分の資料が集まった。収集したデータは、番組表と対応させてスプレッドシート(Excel)で整理した。データの一例を図5に示す。

1趣味	日にち	放送時間	タイトル	局	ジャンル
基本的に色々見るけど、最近ではニュースやドキュメンタリーを多く見るようにしている	1月14日	9:55~12:00	ラジかる☆	日本テレビ放送網	情報/ワイドショー
		19:30~19:45	クローズアップ現代	NHK総合	ニュース/報道
		22:00~22:54	久米寛のテレビってヤツは?	TBS	その他
		23:00~23:58	ワールドビジネスサテライト	テレビ東京	ニュース/報道
	1月15日	22:58~00:12	メガスポ!	テレビ東京	スポーツ
		00:35~00:45	カトバン	フジテレビ	バラエティー
		21:00~21:54	特命係長 只野仁	テレビ朝日	ドラマ
		21:54~23:10	報道ステーション	テレビ朝日	ニュース/報道
	1月16日	23:15~00:10	西上がり決死隊の100番組アタック!	フジテレビ	バラエティー
		02:15~02:40	FNS地球特捜隊ダイバスター	フジテレビ	バラエティー
		02:59~03:34	女子大生会計士の事件簿	TBS	ドラマ
		21:00~23:24	金曜ロードショー	日本テレビ	映画
	1月17日	00:15~00:45	タモリ倶楽部	テレビ朝日	バラエティー
		01:10~01:53	パフューム・20歳の挑戦〜	NHK	ドキュメンタリー/教育
		01:53~02:35	ミヒルMGT- 成道館へのキズナ	NHK	ドキュメンタリー/教育
		23:15~23:45	恋からの騒ぎ	日本テレビ	バラエティー
	1月18日	00:00~00:45	Jスポーツスーパーサッカー-PLUS	TBS	スポーツ
		00:55~01:40	CO UNT DOWN TV	TBS	音楽
		11:45~12:54	アッコにおまかせ!	TBS	バラエティー
		18:00~18:30	ちびまる子ちゃん	フジテレビ	アニメ/特撮
	18:30~19:00	サザエさん	フジテレビ	アニメ/特撮	
	19:00~20:00	さんまのスーパーからくりTV	TBS	バラエティー	
	22:00~23:11	サキヨミLIVE	フジテレビ	情報/ワイドショー	
	23:15~23:45	堂本兄弟	フジテレビ	バラエティー	
	23:45~00:15	やべっちFC〜日本サッカー応援宣言〜	テレビ朝日	スポーツ	
	00:35~01:00	アナ★ババ!	フジテレビ	バラエティー	
	01:00~02:30	「Acミラン」のオフレコインタビュー」	フジテレビ	スポーツ	

図5 視聴データの例

### 4.2 TV視聴データの分析

スプレッドシートは、視聴者、視聴日、時間、タイトル、カテゴリの項目で整理した。スプレッドシートデータを、CSV形式でテキストファイル化すると、上記区分がカンマで区切られた形式でテキストエディタ(メモ帳)で参照できる。このデータに基づき、LispのS式のデータとした。一例を図6に示す。

以上は、m6というID (Lispのスペシャル変数)の視聴者が見たテレビ番組のリストである。このリストは視聴した個々の番組ごとに、視聴日、視聴時刻、番組タイトル、番組カテゴリ1、番組カテゴリ2が文字列型のデータとして入っている。

同様に、趣味についてもLispのS式データとした。一例を示す。

```
(setf m6
'(("14" "21:00~22:00" "ザ・ベストハウス123" "フジテレビ8" "バラエティー" "トークバラエティー")
 ("14" "22:00~23:00" "爆笑レッドカーペット" "フジテレビ8" "バラエティー" "お笑い・コメディ")
 ("15" "19:00~20:00" "全国一斉！日本人テスト" "フジテレビ8" "バラエティー" "クイズ")
 ("15" "20:00~21:00" "奇跡体験！アンビリバボー" "フジテレビ8" "バラエティー" "その他")
 ("16" "21:00~23:24" "金曜ロードショー L change the World" "日本テレビ4" "映画")
 ("17" "20:00~21:00" "世界一受けたい授業" "日本テレビ4" "バラエティー" "トークバラエティー")
 ("17" "21:00~22:00" "世界・ふしぎ発見！" "フジテレビ8" "バラエティー" "クイズ")
 ("18" "19:00~20:00" "大胆MAP" "テレビ朝日" "バラエティー" "お笑い・コメディ")
 ("18" "21:00~23:00" "日曜洋画劇場007ゴールデンアイ" "テレビ朝日" "映画" "洋画")))
```

## 図6 視聴データのS式による定義

```
(setf m6-hobby '(("お笑い" "クイズ" "歴史" "映画")
))
```

m6のリストから番組を個別に取り出すにはLispの標準的な関数、first, second, . . . を用いれば良い。個別の番組の要素も、同様にしてfirst, secondといった関数を用いて取り出せる。

```
(defun tvprogram-time (s) (second s))
(defun tvprogram-title (s) (third s))
(defun tv-station (s) (fourth s))
(defun tv-category1 (s) (fifth s))
```

といった定義である。

m6が視聴したすべての番組のカテゴリを抽出するには、

```
(defun categ (x) (mapcar #'fifth x))
```

多様なカテゴリ情報を、優先度を付けて管理する必要がある。そのためには、カテゴリのリストを種類ごとに分類しその頻度を出すようにすれば良い。まず、カテゴリ項目を抽出するためには、リストの中の重複要素を削除する必要がある。そのための関数remove-duplicatesが用意されているのでそれを用いる。

```
(defun diff-category (x)
(remove-duplicates x :test #'string-equal))
```

リスト（厳密には列の関数で、リストは列の1種）の中で特定の項目の個数を数え上げる関数にcountがある。mapcar関数にこの関数を適用すると、diff-categoryで抽出される、異なる個別の要素毎にリスト全体中の個数が算出される。

```
(defun category-count (s)
(mapcar #'(lambda (x)
(count x s :test #'string-equal))
(diff-category s)))
```

この関数と、diff-categoryを組み合わせることで、要素とその個数を対の形式で得ることが可能である。

```
(defun category-dist (s)
(mapcar #'(lambda (x y) (list x y))
(diff-category s) (category-count s)))
```

大きい順に並べるほうが見やすいので、sort関数を用いて並べ替えることにする。

```
(defun s-category (s)
(sort (category-dist s) #'> :key #'cadr))
```

全体を一括して処理するために、視聴データ、趣味を図7のようにlist関数を用いて統合する。

変数、tvprogから、m1、m2 . . . のデータを取り出すには、先に述べたfirst、second . . . といった関数を用いれば良い。他方、全員の情報から特定の項目を取り出すためには、やはりmapcarを活用すると便利である。たとえば、全員の視聴履歴のカテゴリを抽出するには、下記のようにすれば良い。

```
(setf category (mapcar #'categ tvprog))
```

次に、趣味とカテゴリにおける全体の頻度分布を求める。そのためには、変数hobbyとtvprogとについて、個人毎にくらわれている括弧を外して、関数s-categoryを用いれば良い。括弧を外す関数flatを再帰的手法を用い以下のように定義する。

```
(setf tvprog
  (list m1 m2 m3 m4 m5 m6 m7 m8 m9 m10 m11 m12 m13
        m14 m15 m16 m17 m18 m19 m20 m21 w1 w2 w3))

(setf hobby
  (list m1-hoby m2-hoby m3-hoby m4-hoby m5-hoby m6-hoby
        m7-hoby m8-hoby m9-hoby m10-hoby m11-hoby m12-hoby
        m13-hoby m14-hoby m15-hoby m16-hoby m17-hoby m18-hoby
        m19-hoby m20-hoby m21-hoby w1-hoby w2-hoby w3-hoby))
```

図7 全員のデータの統合

```
(defun flat (s)
  (cond ((null s) nil)
        ((atom s) (list s))
        (t (append (flat (car s)) (flat (cdr s))))))
```

これを、hobbyに適用しs-categoryを用いて分布を得ることができる。

```
(setf hobby-dist (s-category (flat hobby)))
```

Toplevel> hobby-dist

```
((("映画鑑賞" 6) ("映画" 5) ("スポーツ" 4) ("音楽" 3)
  ("ニュース" 3) ("面白い" 3) ("読書" 3) ("パソコン" 2)
  ("マンガ" 2) ("no hobby" 2) ...)
```

今回の視聴者の趣味は、映画好きが圧倒的に多かったようである。次にカテゴリについてフラットにして分布を求める。

```
(setf categ-dist (s-category (flat category)))
```

Toplevel> categ-dist

```
((("バラエティー" 77) ("ニュース/報道" 30) ("映画"
  24) ("情報/ワイドショー" 17) ("ドラマ" 16) ("スポーツ"
  13) ("アニメ/特撮" 10) ("音楽" 4) ("ドキュメンタリー/教養"
  4) ...)
```

カテゴリは、バラエティー、ニュースといった生の報道が多く、次に映画が多いのは趣味に対応している。以上のようにLisp関数を定義することにより、ランダムに得られたテレビ番組視聴データを、統計的に順序付けて、全体の傾向、個人々の傾向を抽出することが可能になる。

今回はアンケートデータから個人の趣味と視聴TV番組の関係性を抽出することを狙ったが、リモコンのデータを機械的に抽出することが可能になれば、視聴時間

帯、放送番組対ネット番組、放送番組対記録番組など、図1のようなデータを機械的に得ることが可能になる。

## 5. まとめ及び考察

ネットワークコンシェルジュは、NETCONFのデータモデルと利用者の操作履歴、プロフィールで構成されるユーザモデルから構成されるが、ユーザモデルの基本的要件である操作履歴として、TVの視聴履歴を管理活用する手法について検討した。要約すると以下のようになる。

(1) デジタルTVがネットワークコンシェルジュにアクセスするシステム構成を図2のように想定し、各々のコンポーネントの役割を明確化した。

(2) リモコンの操作履歴をXML形式で記録し、蓄積するサブシステムをWindows Mobileが動作するPDA上に構築し動作を確認した。

(3) XML形式でデータ交換可能なホームサーバー (Concierge Agent) をCommon Lispで構築し、CLOSによるオブジェクト指向とAllegro Graphによるパターン照合でデータモデル、ユーザモデルのプロトタイプを構築可能とした。

(4) ユーザモデルの事例としてTV視聴情報の活用システムをCommonLispで構築し、アンケートによるデータとTV番組表から、視聴プリファレンスを統計的に抽出するプロトタイプシステムを作成した。

今回の検討は、ホームサーバー上で視聴データを処理してしまうモデルであるが、本来はデータセンターのネットワークコンシェルジュが処理するモデルとなる。その場合には、ホームサーバ上のシステムは、単にリモコンデータをデータセンターに送信するプログ

ラムとなり、ユーザモデルとして処理するアプリケーションはデータセンター上のサーバー上のシステムになる。今回のCommon Lispの処理系が直接データセンター上で使えるわけではないが、そのアルゴリズムやオブジェクトモデル自体は同様となるであろう。

ホームサーバー上の処理言語として、Lispを用いたが、その理由はOWL処理系の重さにある。OWLによるオントロジ記述を処理するには、Jenaのような処理系を必要とするが、Jenaはかなりの規模のシステムであり、使いこなしにもかなりのスキルを必要とする[7]。

他方、OWLが記述するオントロジは基本的に、クラス階層の定義とプロパティの関連付け、プロパティのパターン照合であり、その機能についてはCommon Lispがカバーする。エージェント通信言語が、KQMLからFIPAに移行した際に、コンテンツ言語がS式からXMLに移行したのであるが、そのオントロジ記述の到達点がOWLである[8]。だがその使い勝手は煩雑で、本研究のような簡単なプロトタイプ開発に向いているとは言えない。

オントロジは意味的な概念であり言語には依存しない。意味的な概念はチョムスキーの言語モデルから類推されるとおり、深層の深い知識であり、集合論に基づく分類概念、属性概念である。それに対し、言語（文法）やルールは表層の情報伝達概念であり、深層概念に比べると普遍性に乏しい。そのような観点から考えると、OWLのクラス、プロパティの定義や継承は、言語に依存するものではなく意味概念そのものである。異なる言語で表現されて然るべきものである。

## 6. 今後の課題

Windows MobileのPDFによるリモコンと、Common Lisp処理系を連携させることが次の課題である。これが実現すれば、アンケートの回答により行う処理を機械的、自動的に行うことが可能になる。この機能は、ネットワークコンシェルジュの利用者履歴を得るという基本的な効果だけでなく、図1に示した最新の市場データの取得などにも適用可能となるであろう。

## 7. おわりに

本検討は、職業能力開発総合大学校における卒業研究として行われた結果に、周辺動向などを追記してま

とめたものである。本研究の関連研究として、株式会社インターネットイニシアティブと共同で進めている情報家電利用シナリオの研究があり、ネットワーク構成並びにホームサーバーに関してはその検討結果を使用した。

本検討と同様なネットワークコンシェルジュのユーザモデルに関する研究として、履歴書モデルの研究があり、本研究と同様にCommonLispでシステムを構築している。本検討が、時・分レベルのデータを扱うのに対し、履歴書は、年・月単位の情報を扱う。時間のスパンは異なるが、利用者データの管理という基本的な枠組みは類似な技術となっている。

最後にネットワークコンシェルジュに関する共同研究で常時ご協力いただいているIJJ研究所の新麗主任研究員ならびに関係各位に謝意を表します。

## 参照情報および文献

- [1] 大野邦夫, 須藤僚, 新麗; “ネットワークコンシェルジュの検討 ～ 利用者モデルとデータモデルによる遠隔からのネットワーク機器設定管理～”, 情報処理学会デジタルドキュメント研究会研究報告, DD67-3 (2008.7)
- [2] Garbagen.com ブログ, “若年層ネット動画の普及でテレビ放送からの脱却進む・10代のテレビ視聴時間は6割まで低下”, [http://www.gamenews.ne.jp/archives/2007/07/106\\_2.html](http://www.gamenews.ne.jp/archives/2007/07/106_2.html)
- [3] 二宮 恵, 新麗, 加藤 雅彦, 松尾 広大, 亀崎 真弓, 大野 邦夫; “ネットワーク機器連携による情報家電利用シナリオの設計”, 画像電子学会VMA研究会報告 (2009.1)
- [4] 蓮尾篤史; “デジタルTVのユーザインタフェースに関する研究”, 職業能力開発総合大学校通信システム工学科平成19年度卒業研究論文 (2008.2)
- [5] 大野邦夫, デウィヘラワティ, 須藤 僚; “情報社会における職業能力開発, 情報処理学会デジタルドキュメント研究会研究報告, DD69-11 (2008.11)
- [6] 大野 邦夫, デウィヘラワティ, 須藤僚, 柴田 靖明; “履歴書情報の電子化とその活用に関する検討”, 画像電子学会VMA研究会報告 (2009.1)
- [7] “Jena : A Semantic Web Framework for Java”, <http://jena.sourceforge.net/>
- [8] FIPA コンソーシアム ホームページ (<http://www.fipa.org/>)