

家電環境で状況に応じた連携サービスを提示する インタフェースエージェント

武田 有志*, 大津 金光†, 横田 隆史†, 馬場 敬信†

概要 インターネットの普及とブロードバンド化に伴い、家電のネットワーク化が進行しているが、アプライアンスの連携によって高度かつ柔軟なサービスを提供できること、さらに、初心者でも簡単な操作でサービスを利用できることが要求されている。そこで我々は、アプライアンスを指差すだけで、アプライアンスが持つサービスを容易に連携するためのインタフェースエージェントを提案する。本エージェントは、ネットワーク上のアプライアンスに対する指差し操作からその行為の意味を判断し、連携サービスの検索およびサービスを提示することを可能にする。実装には Jini を用い、エミュレーションによってその動作を確認した。

An Interface Agent for Providing Combinational Services in Home Appliances Environment

Yuji Takeda*, Kanemitsu Ootsu†, Takashi Yokota† and Takanobu Baba†

Abstract In this paper, we propose an interface agent for supporting the use of combinational services in home network appliances by simple pointing operations. The network of home appliances is advancing with spreading the internet and its broadbandization. In such environment, it is required that flexible services can be offered by combining appliances and beginners can use them by easy operations. This agent can search and provides combinational services for the user after recognizing meaning of pointing operations for appliances on the network. We implemented the system by Jini, and confirmed its works by emulation.

1 はじめに

近年、インターネットの一般家庭への普及とブロードバンド化に伴い、HAVi[1] や ECHONET[2] など、家庭内の家電製品や情報端末（以下、アプライアンス）のネットワーク化が進行している。提供するサービスも多種多様化しており、アプライアンスの連携によって高度かつ柔軟なサービスを提供できること、さらに、これらのサービスを初心者や高齢者でも簡

単な操作で利用できることが要求されている。この要求に対し、家電におけるヒューマンインタフェースには、低コストかつ複雑な操作を覚えることなく感覚的に扱えるデバイスと、システムにおいては簡略化された操作からユーザが求めている連携サービスを推定するための機構が不可欠である。

家電ネットワークにおいて連携サービス利用を支援するためシステムとしては、IHome (Intelligent Home project) [3], VNA (Virtual Network Appliance) [4] などが提案されている。前者は、家庭環境をインテリジェント化することを目指しており、マルチエージェント技術を用いて、生活スタイルに合

*宇都宮大学サテライトベンチャービジネスラボラトリー
Satellite Venture Business Laboratory, Utsunomiya Univ.

†宇都宮大学工学部情報工学科
Department of Information Science, Faculty of Engineering,
Utsunomiya Univ.

わせたサービス資源のスケジュール管理を自動化している。また後者は、アプライアンスが扱えるデータ形式を軸に、XMLで記述された抽象的な機能のテンプレートを適用することで、サービスの仮想ネットワーク化を可能とし、さらにアプライアンスの仮想的なプラグ&プレイを提供するアーキテクチャである。しかし、これら多くのシステムにおいて、ユーザが自由にカスタマイズするためには、ある程度の知識を必要とし、ユーザの操作を容易化するためのインタフェースに関する研究は見当たらない。

そこで我々は、感覚的な操作と実現性の面で指差しに着目し、アプライアンスを指すだけで、アプライアンスが持つサービス同士を連携できるインタフェースエージェントを提案する。本エージェントは、アプライアンスを指したかどうか、つまり、ON/OFFのみが認識できる状況下で、指したアプライアンスにおけるサービスの利用状況からネットワーク上の連携可能なサービス群を取得し、その関連属性とユーザの利用履歴を保存したユーザプロファイルからサービスを絞り込み、仮想ネットワーク化を実現する。本システムの実装には、ネットワークサービスの基盤技術である Jini を用い、エミュレーションによってその動作を確認した [8][9]。

2 想定する家電環境

本論文では、指差しによって感覚的な操作を損なわずに、ユーザの意思によってサービスを利用することを目的としており、2アプライアンスを指すことによって生じる方向性を有する連携サービスを実現すること、そして、1アプライアンスを指すことによる遠隔サービスの利用を実現することを対象とし、プラグ&プレイや定義済みの連携、そして、自動的に稼動するサービスについては対象外とする。

図1は想定している家電ネットワーク環境、および、その操作概念を示している。ネットワーク上には、ユーザIDと指されたことを識別できるアプライアンスが多数接続されており、(1)ユーザがphoneで通話している状況を示している。ユーザが相手の声を文章に記録するため、(2)接続元アプライアンスphoneと接続先アプライアンスdisplayを順に指していく。すると、(3)phoneの通話サービスとdisplayの映像出力サービスとが連携し、声が文字となってdisplayに表示される。

この場合、通話サービスでは音声データを出力し、

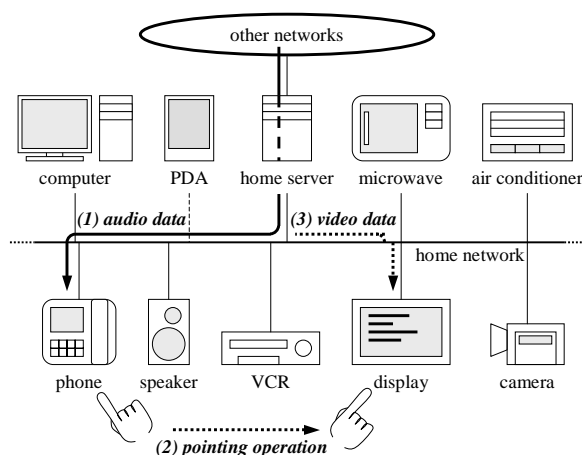


図1: 想定する家電ネットワークと指差し操作

映像出力サービスではビデオデータを入力するためデータ形式が異なるが、音声から文書に変換したり、音声を視覚的に表現するなどといった変換サービスを自動的に埋め込むことで連携を可能にする。

従来このような連携には、phoneやdisplayが持つサービス群と、変換サービス群から連携させるサービスを選択し、計算機上でそれぞれを接続する作業が必要であったが、それぞれの選択と接続する作業とを2回の指差しで完了するため、ユーザの操作量を大幅に軽減させることが可能になる。

2.1 指差しインタフェース

家電分野におけるヒューマンインタフェースには、

- (a) 複雑なプロトコルを必要とせず実装が容易
- (b) 初心者でも複雑な操作を覚えずに利用可能
- (c) 低コストで実現可能

であることが要求される。

指差しとして利用できるインタフェースには、従来のIrDAデバイスを用いた指向性のあるリモートコントローラによるもの、さらに高度な技術を取り入れたカメラ認識 [5] によるもの、専用のモーションキャプチャデバイス [6] によるものがある。しかし、カメラ認識やモーションキャプチャは、上記の要求事項 (b) に対して有望であるが、指差し操作を認識するためにすべての機器や部屋に備えることを考えると (c) に対して不利である。

そこで、本論文で扱う指差しインタフェースには、上記3要求を満たすため、次のような1ボタンコントローラの使用を前提とする。1ボタンコントローラ

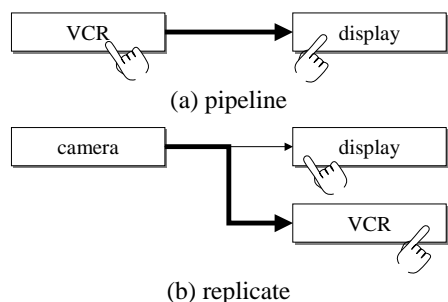


図 2: 2 アプライアンス指しによるサービス連携パターン

ラは指向性を持ち、ボタンを押すことによって指したことを意味し、指されたアプライアンスは、ユーザ ID とその ON/OFF 状態だけを受信できる。

非常に限定された単純なコントローラであるが、この状況下で自由にサービスを利用できれば、非拘束に近い状態においてあらゆる場所で情報を受け取ったり、遠隔制御も可能となり、非常に柔軟性の高いサービス利用が可能になる。

2.2 サービスの連携パターン

感覚面で操作を捉えると、2 アプライアンスを指しただけでも、図 2 に示すように複数の連携パターンが考えられる。ここで、細い矢印は操作前の接続状態、太い矢印は操作後の接続状態を示している。(a) では、単に両方を接続しているだけだが、(b) では、display がユーザ側へ出力しているデータを意味するものと捉えることができ、この場合は、その出力元である camera を接続元の対象として接続することも必要である。

また、1 アプライアンスだけを指した場合、遠隔サービスを連携することを意味するが、これは図 2 における片方だけの指差しに相当し、例えば display を指した場合、連携すべき遠隔サービスは VCR と camera の双方のサービスとなる。しかし、連携サービスの候補は非常に多くなり、指差しによって全候補の中から選び出すのは非常に困難になる。そのため、ユーザの利用履歴を考慮し、指差しによる選択が容易な提示方式が必要になる。

3 システム構成と動作概念

前章で述べたシステムの実現には、アプライアンスが持つサービスを単に接続するだけでなく、ユーザの利用履歴などを考慮して、目的とするサービス

を選び出す機能が必要になる。そのため、

- (a) ユーザの指差し操作とサービスの利用状況の監視
- (b) 接続元、接続先指定による連携サービスの検索
- (c) (b) の結果から (a) やユーザの利用履歴を考慮したサービスの評価

の 3 つ機能が不可欠である。そこで我々は、図 3 に示すように、(a)、(b)、(c) それぞれに対し、Appliance Management Agent (AMA)、Virtual Network Management Agent (VNMA)、Personal Interface Agent (PIA) を割り当てることで本システムを構成した。

各エージェントは次のような機能を有する。

- (a) **AMA**: 各アプライアンスに割り当てられ、表 1 に示す情報を VNMA に登録する。また、ユーザが現在、自身のどのサービスを利用しているのか、そして、指差し操作を常に監視する。
- (b) **VNMA**: ネットワーク上のすべての AMA の存在を管理し、また、接続元と接続先の AMA 指定による連携サービスの候補を検索し、仮想ネットワーク化を行う役割を持つ。
- (c) **PIA**: ユーザの AMA への指差し要求をもとに、指された AMA 間を結ぶ連携サービスの検索と、ユーザの利用履歴によるサービスの評価を行う。

表 1 に示す AMA のサービス情報は、(1) 設置場所、(2) 提供するサービス、(3) その入出力データ、(4) 変換サービスかどうか、(5) サービス自体の入力/出力データを直接人間に対して出力/入力するかどうか、(6) 他のサービスとの関連性を表す関連属性で構成される。この中で、(5) は図 2 で示したパターンにおいて、(a)、(b) のいずれかであるかを判定するために必要とする。例えば 1 つ目に指したサービスが out であれば、パターン (b) のように当該サービスに対する接続元サービスの out が接続元であると判別できる。これらのエージェントはネットワーク上に分散して存在し、互いに協調して連携サービス利用を支援する。

図 4 は、2 AMA を指したときのエージェント間のメッセージ通信フローを示している。各エージェントは以下の順序でメッセージ通信を行う。

表 1: AMA のサービスと関連属性

AMA (location)	service	I/O data type	conversion	human I/O	related attr.
VCR (living)	Play	video/video	no	—	movie
	Remote	ctrl/video	no	—	movie
display (living)	Display	video/—	no	out	movie, pic.
speaker (living)	Speaker	audio/—	no	out	music, movie
phone (living)	Talk	audio/audio	no	in/out	voice
	Fax	image/—	no	out	pic.
	Remote	ctrl/video	no	—	voice, pic.
audio player (bedroom)	Play	audio/audio	no	—	music
	Remote	ctrl/video	no	—	music
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
computer (—)	VoiceText	audio/text	yes	—	voice
	TextBrowse	text/video	yes	—	viewer
	AudioVisual	audio/video	yes	—	music
	Notepad	text/video	yes	—	editor
	TextVoice	text/audio	yes	—	voice

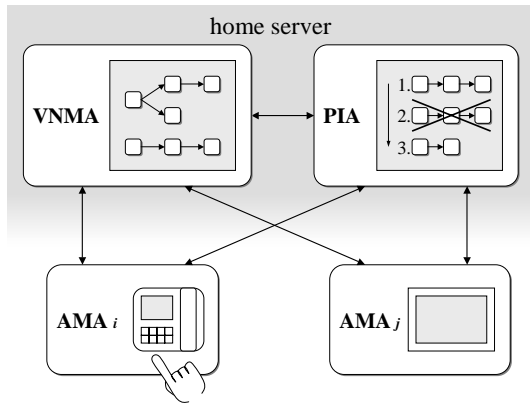


図 3: システム構成

- 1 AMA_i, AMA_j は、ユーザに指されるとそのユーザによって使用されているサービス ID を PIA に通知する。
- 2 PIA は、2つのサービス ID からこれらを連携するために、VNMA に連携サービスの検索を依頼する。
- 3 VNMA は、サービスにおける入出力のデータ形式に着目し、接続可能なすべての連携サービス候補を返す。
- 4 PIA は連携サービスを評価してユーザに提示し、その結果によって VNMA に対して仮想ネットワーク化を依頼する。

PIA は VNMA と共に同一のエージェントとして実装することも考えられるが、ユーザによってはサービスの利用方法が異なる可能性があること、さらに、単一環境だけでなく他の環境でも利用できるように

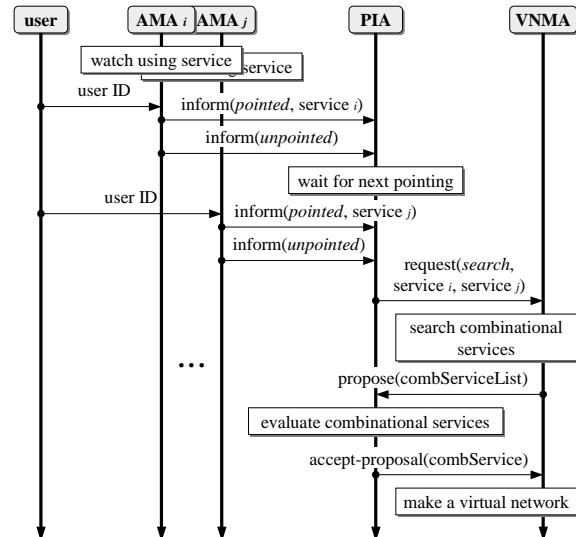


図 4: エージェント間のメッセージ通信フロー

分離している。

4 パーソナルインタフェースエージェント

図 5 に PIA の内部構成を示す。PIA は、他のエージェントと通信するための通信ユニット、ユーザの利用履歴を保存するためのユーザプロファイル、指差し操作に対応する動作を意味付けする指差し意味付けルール、連携サービスをユーザプロファイルで評価するためのサービス評価関数、そしてそれらを用い、実際に行動を起こすルール実行エンジンで構成される。

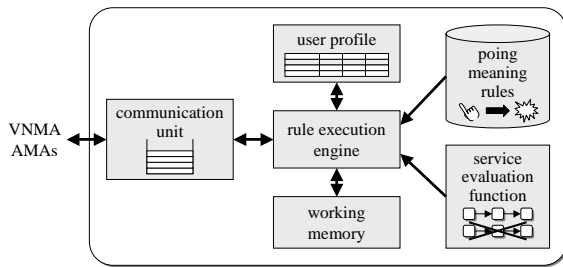


図5: Personal Interface Agent の内部構成

AMA からユーザに指されたことが通知されると、その操作がどのような意味を持つのかを指差し意味付けルールを用いて解釈される。また、連携サービスを取得した際には、ユーザプロフィールとサービス評価関数を用いて連携サービスが評価される。

4.1 指差し操作の意味付け

実際の指差し操作は分散された AMA に対して行われるため、メッセージはPIAに非同期に到着する。PIAの行動には指差し操作に対して、連携サービスを検索して接続するだけでなく、提示されたサービスが好ましくない場合の再操作や、検索されたサービスを表示するなど、複数存在し、また今後さらに行動を拡張できるように、ある程度の柔軟性も必要である。そこで、複数の指差し操作とサービス提示状況に基づいた行動の意味付けが行えるように、ルールとして記述する。

指差し操作で得られる情報は、指されたか否かのON/OFF状態であるが、それ以外にも時刻を活用する。まず、指差し時間がある一定時間よりも短い場合は「決定」、それ以外は「次候補」と意味付けする。「決定」を異なるAMAに対して行われた場合には、2AMA間の連携サービス検索を実行するように意味付けを行う。また、「次候補」をあるAMAで行われた場合には、指された1AMAに接続可能な遠隔サービスの検索を実行するように意味付けを行う。サービスの提示後、ユーザにとって好ましくないサービスであった場合の「次候補」や前回と同じ2AMAに対する「決定」に対しては、VNMAに再検索を実施せず、前回とは異なるサービスを提示するように意味付けを行う。

表2: ユーザプロフィール

related attr. set	count	time	location set
movie	3	20:15	living
voice, editor, movie, pic.	2	21:00	living
music, movie	3	22:00	living, bedroom
⋮	⋮	⋮	⋮

4.2 ユーザプロフィール

ユーザが連携サービスを検索した後、指差し操作のみで多種多様なサービスの中からユーザが求めるサービスを選び出し、再選択のための指差し操作を減少させるためには、利用履歴から連携サービスを評価することが必要である。

そこで以下の要素を考慮し、それをユーザプロフィールに記録することで、次の指差し操作による連携サービスを推定する。

- **利用回数**: サービスの利用回数が多いほど、そのサービスを好んで使う可能性。
- **利用時刻**: 家庭内ではライフスタイルに合わせ、習慣的に利用する可能性。また直前に利用していたサービスを確認するために再度利用する可能性。
- **設置場所**: 家庭の設置場所を指定することで、どのようなアプライアンスを選択するのが明確にイメージできるという観点。

これら3要素は表2のユーザプロフィールに示すように、指したAMAのサービスと変換サービスの関連属性の集合に対してマッピングを行う。サービス自体にマッピングせず、関連属性を用いることで、正確さが損なわれるという問題も生じるが、ユーザプロフィールの肥大化を抑制し、新しいアプライアンスが導入された際に以前の記録が無駄になることを防いでいる。

4.3 連携サービスの評価

取得した連携サービスの候補が複数ある場合、PIAはユーザプロフィールを参照し、それらを自身のサービス評価関数を用いて評価する。この評価結果によって、ユーザに提供するサービスの優先順位が決定する。

例として、2AMAを指して連携する図1の状況を表1を用いながら説明する。ユーザがphoneでの

通話中の場合、AMA は phone::Talk を実行中である。その後、ユーザが phone, display を順に指すと、PIA は phone::Talk を接続元、display::* を接続先として、VNMA に連携サービスの検索を依頼する。ここで、「*」は任意のサービスを表す。

VNMA は入出力データ形式を元に、接続可能な以下の連携サービス $S_i = \{s_1, s_2, \dots, s_N\}$ を返す。

$$S_1 = \{\text{phone::Talk, computer::VoiceText, computer::TextBrowse, display::Display}\}$$

$$S_2 = \{\text{phone::Talk, computer::VoiceText, computer::Notepad, display::Display}\}$$

$$S_3 = \{\text{phone::Talk, computer::AudioVisual, display::Display}\}$$

ここで、computer を介在させているのは、phone が扱う audio を display が直接扱うことができないため、computer にある変換サービスを埋め込んでいることを意味する。

S_i を受け取った PIA は、各連携サービスから関連属性の集合 A_{S_i} および設置場所の集合 L_{S_i} を求める。

$$A_{S_1} = \{\text{voice, viewer, movie, pic.}\}$$

$$A_{S_2} = \{\text{voice, editor, movie, pic.}\}$$

$$A_{S_3} = \{\text{voice, music, movie, pic.}\}$$

$$L_{S_1} = \{\text{living}\}$$

$$L_{S_2} = \{\text{living}\}$$

$$L_{S_3} = \{\text{living}\}$$

そして、ユーザプロファイルの関連属性が A_S に完全マッチする (c, t, l) を求め、利用回数、利用時刻と現在時刻との差、設置場所にマッチする数でそれぞれ評価し、それぞれの評価値でソートする。表 2 のユーザプロファイルでは、利用回数と設置場所において $S_1 > S_2 = S_3$ 、利用時刻と現在時刻の差において $S_1 < S_2 = S_3$ が求められ、PIA は S_1, S_2, S_3 の順序でサービスを選択する。

ユーザプロファイルが空の場合は、すべてのサービスの評価が同じになるが、この場合は、連携サービス S を構成する各サービスの隣同士で関連属性がマッチする数をカウントし、これを評価値として利用する。すると、 $S_1 = S_2 > S_3$ となり、この順序でサービスを選択する。

5 実装と考察

これまで述べたエージェントの動作を確認するために、Java でエミュレータを実装した。本エミュレータにおいて、VNMA によるサービスの検索および AMA のサービスの登録には、ネットワークサービスの基盤技術である Jini[7] を用いている。

図 6 は、本エミュレータの概観を示している。AMA のフレーム内をマウスでクリックすると、その AMA を指したことを意味する。VNMA の中央には、接続した仮想ネットワークの状況、右には利用可能なすべてのサービスがリスト形式で表示される。そして PIA の中央には、他のエージェントとの通信ログが表示される。アプライアンスとしては、キーボード、VCR、ディスプレイ、パソコン本体を作成し、各アプライアンスが提供するサービスは、キー入力やビデオ再生、ビデオ表示、そして、テキストとビデオの変換などである。

また、2つ目の AMA がディスプレイの場合には、図 7 に示すように、現在のサービス（上）と他のサービスに切り替えることができるサービス選択（下）が提示される。本画面では、サービス選択の左側にある矢印が自動的に上下し、それに合わせてターゲットとなるサービスが拡大表示される。AMA に対して「決定」を意味する指差しを与えると、そのサービスに切り替わる。また、「次候補」を与えると、サービス選択が上方向にスクロールし、他のサービスが提示されるようになっており、あくまで指差しの ON/OFF で制御可能となっている。

本エミュレータによって、アプライアンスを指すだけで複数の連携サービスの中から状況に応じたサービスを選び出すことができ、選択された連携サービスが動作することを確認した。実際に工学部の教官ならびに学生を含め 15 人に体験してもらい、本システムに対するアンケート調査を行った。その結果、本エージェントの必要性といった質問において、7割以上の良好な評価が得られた。

しかし、その際に用意した全サービス数が 10 と非常に少ないため、サービスが多くなったとき指差しだけで十分に対応できるかどうか疑問であるという意見も得られた。そのため、サービスが増えた状況でのユーザプロファイルによるサービスの評価方法を十分に検討する必要がある。また、提示したサービスの内容を確認したり、サービスの候補をリストで表示して選択することもディスプレイを指差すこ

とで提示可能にしているが、その際、より簡単に選択できるような表現方法についても配慮する必要がある。

PIA は他の類似するサービスの連携システムとは異なり、簡単な操作によって自由にサービスを利用でき、複雑な操作を隠蔽することで操作面での容易化を計っている。ネットワークに接続すると自動的に実行を開始するプラグ&プレイ機構のようにアプライアンスを受動的に利用するのではなく、能動的に利用する場面、例えば、複数のディスプレイが存在する際にどのディスプレイに表示させるのかをユーザ自身が決めたい場合や、頻繁にサービスを切り替えて使用したい場合、さらに家庭内の任意の場所で遠隔サービスを利用したい場合に、本エージェントが有用であると考えられる。

本エージェントはミドルウェア的な存在であり、提案されている他のシステムにおいても、PIA を追加して通信するためのプロトコルと利用しているサービスの関連属性を追加するだけで適用することが可能である。さらに、PIA は独立した構成となっているため、PIA のモバイル化も容易に実現すると期待できる。

6 おわりに

我々は、接続元と接続先のアプライアンスを指差すだけで、連携サービス利用を支援するインタフェースエージェントを提案し、その動作をエミュレーションにより確認した。本エージェントによって、アプライアンスの多種多様化するサービスを容易に利用することが可能になる。しかし、遠隔サービスの連携の際に、膨大なサービスが検索される可能性があるため、サービスの評価とその表現方法を十分に検討する必要がある。

今後の課題は PIA を中心に、ユーザプロファイルによるサービスの評価方法の確立、連携サービスの提示選択時における指差し操作に適した表現方法の検討、ユーザの行動パターンに合わせた指差し意味付けルールの自動生成および最適化などである。

参考文献

- [1] Sony, Matsushita, Philips, Thomson, Hitachi, Toshiba, Sharp, and Grundig, "Specification of the Home Audio/Video Interoperability (HAVi) Architecture," May 1998.
<http://www.havi.org/home.html>
- [2] ECHONET CONSORTIUM, "ECHONET Specification Version 1.0," Sep. 2000.
- [3] V. Lesser, M. Atighetchi, B. Benyo, B. Horling, A. Raja, and R. Vincent, "A multi-agent system for intelligent environment control," Proc. 3rd International Conference on Autonomous Agents, pp.291-298, 1999.
- [4] J. Nakazawa, Y. Tobe and H. Tokuda, "On Dynamic Service Integration in VNA Architecture," IEICE Trans. Fundamentals, Vol.E84-A, No.7, July 2001.
- [5] 林健太郎, 久野義徳, 白井良明, "ユーザの位置の束縛のないジェスチャによるヒューマンインタフェース," 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.2, pp.556-566, Feb. 1999.
- [6] 山内康晋, 三原功雄, 土井美和子, "実時間インタラクションのための 3 次元手姿勢判定法の提案と評価," 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.6, pp.1290-1298, Jul. 2001.
- [7] Sun Microsystems, Inc., "Jini Architecture Specification," Oct. 2000.
<http://www.sun.com/jini/specs/jini-spec.pdf>
- [8] 武田有志, 大津金光, 横田隆史, 馬場敬信, "指差し操作で家電ネットワーク機器利用を支援するインタフェースエージェント," 情報処理学会第 64 回全国大会, pp.4-61-62, Mar. 2002.
- [9] 武田有志, 大津金光, 横田隆史, 馬場敬信, "家電ネットワーク機器利用を支援するインタフェースエージェント," インタラクション 2002 講演論文集, pp91-92, Mar. 2002.



図 6: エージェントエミュレータ

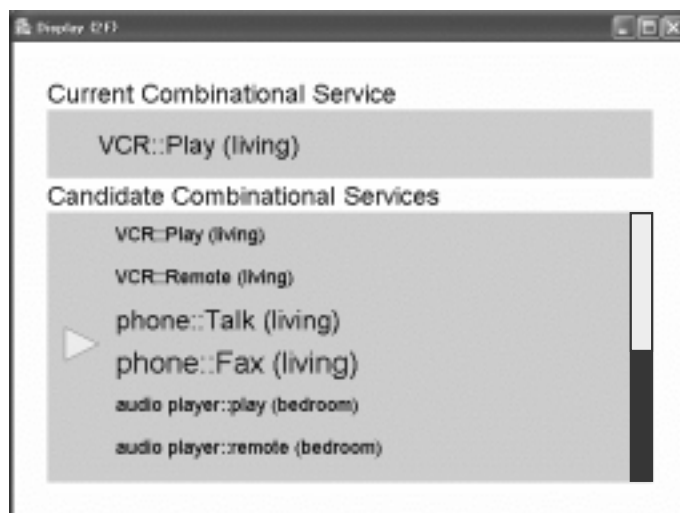


図 7: サービス選択提示