

Title	仮想ホームネットワークにおけるユーザーのモデリングに関する研究
Author(s)	宋, 慶輝
Citation	
Issue Date	2007-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/3594
Rights	
Description	Supervisor:丹 康雄, 情報科学研究科, 修士

修 士 論 文

仮想ホームネットワークにおける
ユーザーのモデリングに関する研究

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科情報システム専攻

宋 慶輝

2007 年 3 月

修 士 論 文

仮想ホームネットワークにおける ユーザーのモデリングに関する研究

指導教官 丹 康雄 助教授

審査委員主査 丹 康雄 助教授

審査委員 篠田 陽一 教授

審査委員 敷田 幹文 助教授

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科情報システム専攻

410201 宋 慶輝

提出年月: 2007 年 2 月

概要

ホームネットワークを含む複数の異なるシステムがインターネットへの収束が進んでいる。それによりインターネットへの依存度が高くなっていく。複数の異なるネットワークの複合体として新しい形態の大規模なネットワーク(ユビキタスネットワーク)が形成してきた。そして、ホームネットワークを含むユビキタスネットワークを構成するネットワークシステムの検証するのは、ネットワークシステムをシミュレーションするのは実物を用いて実のネットワークシステムを構築するより経済的に、時間的に、コスト的にいいと考えられる。

また、ホームネットワークは私たちの日常生活をサポートしている。私たちは室内温度や騒音といった環境の影響を受け、ホームネットワークシステムとインタラクションして環境を変えるというサイクルを繰り返しながら日常生活を送っている。ユーザーにとって有意義なホームネットワークシステムを設計するのは非常に重要な課題になる。また、設計したホームネットワークシステムの検証にはユーザーの挙動も含めたモデリングが必要となる。

本研究の目的は現実的規模のホームネットワークにおけるユーザーの挙動をより簡易に表現できるユーザーモデリング手法を提案する。家電機器の間に総当りの依存性を評価した関連表と各機器の依存関係を有向グラフで表現した関連図を作成する。関連表と関連図内の機器の組合せでユーザーにとって有意義な動作をユースケース図を作成して列挙する。その行動パターンを参照し、機器レベルのシーケンスを生成する。生成された機器レベルのシーケンスと各機器の状態機械を参照し、具体的なコマンドレベルのシーケンスを生成する。次に、実験から収集された実ユーザーがあるシステムを利用するときに出したコマンドと照合、評価し、重みを付けて適度なシーケンスを選び出す。より実ユーザーの行動パターンと類似しているコマンドレベルのシーケンスを選択することはできた。

目次

第1章	はじめに	1
1.1	研究の背景	1
1.2	研究の目的	1
1.3	本論文の構成	1
第2章	ホームネットワークシステム	3
2.1	ホームネットワークとは	3
2.2	ユーザーとホームネットワークの関係	3
2.3	ユビキタスネットワークシミュレーション	3
2.3.1	ユビキタス (ubiquitous) とは	3
2.3.2	ユビキタスネットワークシミュレータ	4
第3章	ユーザーモデル	5
3.1	モデリングとは	5
3.2	ユーザーモデルとは	5
3.3	よく使われているユーザーモデル構築手法	5
3.3.1	確率推論に基づくモデリング	5
3.3.2	データベースと確率推論によるモデリング	6
3.4	シーケンスモデル	7
3.4.1	シーケンスモデルとは	7
3.4.2	シーケンスモデルの構築	9
3.4.3	家電機器操作の関連性とは	10
3.4.4	家電機器操作の関連表	10
3.4.5	家電機器の関連図	12
3.4.6	ユースケースとユースケース図	14
3.4.7	機器レベルのシーケンス	25
3.4.8	コマンドレベルのシーケンス	27
3.4.9	コマンドレベルシーケンスの選択	27
第4章	提案手法の実験	31
4.1	アンケートの概要	31

4.2	システムの構成	31
4.3	状態遷移図と状態遷移表	39
4.4	アンケートによる実データ収集の結果	53
4.5	最終結果及び分析	57
第 5 章	今後の課題	59
5.1	空間位置情報	59
5.2	仮想ユーザー振る舞いの可視化	59
5.3	大規模実ユーザーデータの収集・蓄積	59
5.4	ある単位時間内のシミュレーション	59
5.5	提案手法の評価	60
第 6 章	まとめ	61
第 7 章	謝辞	62
付 録 A	仕様関数一覧	64
A.1	機器レベルシーケンス生成ユニット関数	64
A.2	家電機器操作シーケンスユニット関数	64
A.3	コマンドレベルシーケンス生成ユニット関数	65
A.4	DP ユニット関数	65
付 録 B	アンケート	66

図 目 次

3.1	全体のイメージ図	8
3.2	シーケンスモデル構築のイメージ図	9
3.3	AV 系家電機器の関連図	14
3.4	空調系家電機器の関連図	15
3.5	調理系家電機器の関連図	16
3.6	ランドリー系家電機器の関連図	16
3.7	DVD 鑑賞のユースケース図 1	17
3.8	DVD 鑑賞のユースケース図 2	18
3.9	DVD 鑑賞のユースケース図 3	18
3.10	DVD 鑑賞のユースケース図 4	19
3.11	DVD 鑑賞のユースケース図 5	19
3.12	DVD 鑑賞のユースケース図 6	20
3.13	DVD 鑑賞のユースケース図 7	21
3.14	DVD 鑑賞のユースケース図 8	21
3.15	DVD 鑑賞のユースケース図 9	22
3.16	DVD 鑑賞のユースケース図 10	23
3.17	DVD 鑑賞のユースケース図 11	23
3.18	DVD 鑑賞のユースケース図 12	24
3.19	DVD 鑑賞のユースケース図 13	24
3.20	DVD 鑑賞のユースケース図 14	25
3.21	DVD 鑑賞のユースケース図 15	26
3.22	文字列照合における重みの付けの図	29
3.23	DP マッチングの過程図	30
4.1	AV 系家電機器のワンルーム内配置平面図	32
4.2	AV 系家電機器の配線概略図	33
4.3	DVD プレーヤーの状態遷移図	40
4.4	HDD&DVD レコーダーの状態遷移図	42
4.5	デジタルカメラの状態遷移図	44
4.6	デジタルビデオカメラの状態遷移図	45
4.7	テレビの状態遷移図	46

4.8	パソコンの状態遷移図	47
4.9	スピーカーの状態遷移図	49
4.10	ステレオの状態遷移図	51
4.11	プリンタの状態遷移図	52
B.1	AV 系家電機器のワンルーム内配置平面図	71
B.2	AV 系家電機器の配線概略図	72

表 目 次

3.1	AV 系家電機器の関連表 A	11
3.2	AV 系家電機器の関連表 B	11
3.3	空調系家電機器の関連表	13
3.4	調理系家電機器の関連表	13
3.5	ランドリー系家電機器の関連表	13
4.1	DVD プレーヤーの操作リスト表	32
4.2	HDD&DVD レコーダーの操作リスト表	34
4.3	デジタルカメラの操作リスト表	35
4.4	デジタルビデオカメラの操作リスト表	35
4.5	テレビの操作リスト表	36
4.6	パソコンの操作リスト表	36
4.7	スピーカーの操作リスト表	37
4.8	スピーカーの操作リスト表	38
4.9	プリンタの操作リスト表	38
4.10	DVD プレーヤーの状態表	39
4.11	DVD プレーヤーの状態遷移表	39
4.12	HDD&DVD レコーダーの状態表	40
4.13	HDD&DVD レコーダの状態遷移表 A	41
4.14	HDD&DVD レコーダの状態遷移表 B	41
4.15	デジタルカメラの状態表	43
4.16	デジタルカメラの状態遷移表	43
4.17	デジタルカメラの状態表	44
4.18	デジタルビデオカメラの状態遷移表	44
4.19	テレビの状態表	45
4.20	テレビの状態遷移表	45
4.21	パソコンの状態表	46
4.22	パソコンの状態遷移表 A	46
4.23	パソコンの状態遷移表 B	47
4.24	スピーカーの状態表	48
4.25	スピーカーの状態遷移表	48

4.26 ステレオの状態表	49
4.27 ステレオの状態遷移表 A	50
4.28 ステレオの状態遷移表 B	50
4.29 ステレオの状態遷移表 C	50
4.30 ステレオの状態遷移表 D	51
4.31 プリンタの状態表	53
4.32 プリンタの状態遷移表	53

第1章 はじめに

本章では本研究の背景、目的及び本論文の構成について説明する。

1.1 研究の背景

私たちの日々の暮らし欠かせない電子レンジ、排気扇などの台所設備機器、生活を便利にしてくれる洗濯機、加湿器などの白物家電、そして私たちに楽しい生活を与えるテレビ、ビデオ、オーディオといったホームエンタテインメント機器などの家電機器によってホームネットワークを構成している。それにより、ホームネットワークは様々な分野の機器が連携する複合型のネットワークであり、個別の領域ごとに独立して設計されたシステムの全体が一つのネットワークシステムとして稼働しなければならない。

ホームネットワークは私たちの日常生活をサポートしている。私たちは室内温度や騒音といった環境の影響を受け、ホームネットワークシステムとインタラクションして環境を変えるというサイクルを繰り返しながら日常生活を送っている。ユーザーにとって有意義なホームネットワークシステムを設計するのは非常に重要な課題になる。また、設計したホームネットワークシステムの検証にはユーザーの挙動も含めたモデリングが必要となる。

1.2 研究の目的

本研究の目的は現実的規模のホームネットワークにおけるユーザーの挙動をより簡易に表現できるユーザーモデリング手法を提案する。

現実的な規模のシステムを対象としたモデリングを行なうためにはネットワーク構造の設計が困難であり、より簡易な方法が求められている。本研究では行動の系列を列挙し、これらを生成するシーケンスモデルを提案する。

1.3 本論文の構成

本論文は以下の構成になっている。

- 第一章 … 研究の背景と目的について説明する。

- 第二章 … ホームネットワークシステムの定義、ユーザーとホームネットワークの関係ユビキタスネットワークの定義と特徴について説明する。
- 第三章 … 提案するユーザーモデルについて説明する。
- 第四章 … 提案するモデルを用いて実験の手法および結果の考察について述べる。
- 第五章 … 本研究における今後の課題を述べる。
- 第六章 … 本研究における全体のまとめについて説明する。

第2章 ホームネットワークシステム

本章ではホームネットワークシステムの概要、ユーザーとホームネットワークの関係及びユビキタスネットワークシミュレーションについて説明する。

2.1 ホームネットワークとは

ホームネットワークとは、家庭内のあらゆる家電機器が通信機能を持ち、相互接続されたネットワーク間での機器の自動認識、操作、プライベートコンテンツの送受などのことが可能となる。ユビキタス時代に想定される家庭環境の一つである。

本章では、ユーザーとホームネットワークの関係とユビキタスネットワークシミュレーションの概要について説明する。

2.2 ユーザーとホームネットワークの関係

私たちは日常生活活動によってホームネットワークを利用している。たとえば、私たちは寒く感じているならばエアコンの電源を入れる。暖房モードに設定して、温度を調節する。しばらく時間を経つと暑く感じたら暖房の設定温度を下げる。そのとき、音楽を聴きたく、ステレオの電源を入れて、聞きたいCDをトレイに入れて、再生ボタンを押す。音楽を楽しんでいるときに、エアコンの騒音を気になるならば、エアコンの風量を小さくするだろう。このように私たちの日常生活活動はホームネットワークとの密接な関係があり、ホームネットワークとユーザーが互いにインタラクションをしながら影響している。

2.3 ユビキタスネットワークシミュレーション

2.3.1 ユビキタス (ubiquitous) とは

「ユビキタス」という言葉は、1991年に米 Xerox Palo Alto Research Center(PARC)の Mark Weiser が初めて提唱した [1]。彼は「誰とでも、いつでも、どこでも情報にアクセスできる状態」のようなコンピューティングシステムを目指した。人がコンピュータと意識せずに自然にその機能を使用することができる世界を目指した。従来の考え方は、コンピュータに何か仕事をやらせるために、人間がコンピュータのやり方に合わせてコン

コンピュータにアクセスするというコンピュータ中心のシステムとなる。ノートPCを持ち歩き、無線LANで情報にアクセスするだけではユビキタス・コンピューティングとは言えない。コンピュータに人が使われているのではなく、人がコンピュータを使える人間中心のコンピュータシステムの研究が提唱された。つまり、情報を得るために、自然な行動のように、ネットワークに接続されているコンピュータを使用していることを意識させない環境で、ネットワークへ接続されたコンピュータを通して、ユーザやユーザの置かれている状況に応じ、適切なサービスを提供していく。

ユビキタス・コンピューティングでは、多くのセンサーやプロセッサを身の回りに置き、センサー情報や位置情報を用いて人の行動を感知し、その活動の手助けをする。

将来実現される世界では、例えば、個人の嗜好が推測され見たいTV番組をどこでも見ることができたり、オフィスや自宅や外出先どこからでもその端末が自分のPCのように利用でき忘れていたことを教えて貰ったり、交通機関や公共設備で高齢者・障害者を含む誰にでも優しく利用できる支援を提供することが実現される。

2.3.2 ユビキタスネットワークシミュレータ

日本では、2002年6月18日に出された「e-Japan 重点計画 2002」では、重点政策5分野の一つとして「世界最高水準の高度情報通信ネットワークの形成」が掲げられている。その具体的な施策として、「ブロードバンド時代に向けた研究開発の推進」という項目がある。その文頭には、「すべての機器が端末化する遍在的なネットワークへの進化を目指す」と書かれている。

そういった背景でホームネットワーク、アドホックネットワーク、センサーネットワーク、モバイルネットワークなどのシステムに関する研究も盛んに行ってきた。複数の異なるシステムがインターネットへの収束が進んでいる。それによりインターネットへの依存度が高くなっていく。複数の異なるネットワークの複合体として新しい形態の大規模なネットワーク(ユビキタスネットワーク)が形成してきた。

そして、ユビキタスネットワークを構成するネットワークシステムの検証するのは、ネットワークシステムをシミュレーションするのは実物を用いて実のネットワークシステムを構築するより経済的に、時間的に、コスト的にいいと考えられる[2]。

現在、情報通信研究機構北陸リサーチセンターによりこの次世代ユビキタスネットワークシミュレーション技術の研究開発を行っている。

第3章 ユーザーモデル

本章では、モデリング、ユーザーモデルの概念、現存のユーザーモデル構築手法及び提案されたシーケンスモデルの構築手法について説明する。

3.1 モデリングとは

モデリングとは、さまざまな物事や現象を理解し、その本質にとらえ、一定の法則を見つけ出し、構造で考え、無駄なものを取り除いて抽象化を行い、コンセプトにしたがって明確に表現することである。このとき得られたモデルを操作、分析することで、元の対象に対する理解を深めることができる。

3.2 ユーザーモデルとは

ユーザーモデルとは、システムとユーザーとの相互作用を通してユーザーに関する情報を取得、解析し、ユーザーの嗜好や行動パターンなどの特性となるモデルを構築することである。

3.3 よく使われているユーザーモデル構築手法

3.3.1 確率推論に基づくモデリング

近年、確率推論を用いてユーザーモデルの構築に関する研究が進んでいる。その中で、非常に注目された確率推論の手法の一つはベイジアンネットである。

ベイジアンネットとは

ベイジアンネットとは「複数の確率変数の間の定性的な依存関係をグラフ構造によって表し、個々の変数の間定量的な関係を条件付き確率で表した確率モデルである。確率変数と、その間の依存関係を表すグラフ構造、条件付き確率、の集合によって定義される。」

[3]

ベイジアンネットは問題の対象にある複雑な依存関係を表すためにグラフ構造を用い

て、依存関係のある変数の間を向きを持ったリンクで結ぶ。リンクを辿ったパスは単方法非循環有向グラフとなる。ユーザーの意向や嗜好などの不確定要因を含む不完全な情報や直接観測困難な情報を取り扱うのは適用している [4]。

ベイジアンネットによるユーザーモデルへの応用の有名な例として挙げられるのはマイクロソフトオフィスソフトウェアである。

LookOut

LookOut はマイクロソフト社が開発した Windows のメールソフト Outlook の支援ソフトである。ユーザーが新しいメールを開くときに、それを検出する。そのメールの内容を読み取り、スケジュールの調整を行うためにカレンダーを開くかどうか、また、いつ、どのようにユーザー支援動作を行うのが最もよいかを判断する。

LookOut は Outlook のカレンダーとスケジュールシステムを使う確率を計算する。この確率はメールヘッダの内容と本文中に含まれるパターンによる確率推論で計算する。この確率と動作コストを考慮した期待効用が最適なアクションを決定する。

各アクションの期待値によって、ユーザーを支援する動作を行うか、カレンダーの表示とスケジュール入力を自動的に実行するかどうかといったいくつかの候補の中から最適動作を決定する。

これはユーザーがしたい動作の確率と効用を通じてモデル化した例である。他には、マイクロソフトオフィスソフトウェア Word と Excel のアシスタントもベイジアンネットを用いて設計された [5]。

3.3.2 データベースと確率推論によるモデリング

ユーザーモデリングを構築する手法の一つとしては、大量の実ユーザーの行動履歴と確率推論からモデルの各要素を決めていく。産業技術総合研究所が開発した BayoNet はその代表になる成果の一つである。

BayoNet Software

BayoNet は産業技術総合研究所における知能システム・機械学習研究の中で必要とする機能を実現するために生まれたソフトウェアの総称である。

このソフトは JAVA で開発を行って、SQL データベースにユーザーの行動履歴などに関する大量のデータを格納することができる。データベースに格納されたデータを検索し、モデルとの適合性を確認しながら、変数、ネットワーク構造、条件付き確率というモデルの各要素を決定していく。ネットワーク構造の決定は MDL, AIC などのモデル選択基準を利用し、利用者は選ぶことができる。

ユーザーモデルを構築する際、まず、データベースに格納されたデータの中から適切な

データを取り出す。ユーザーモデル構築システムではこの部分的なデータに基づいて依存関係を評価し、ユーザーモデルを構築していく。

ここで、変数の生成、割り当てと条件付き確率の計算は SQL データベースと接続し、対話的に操作できる。条件付き確率パラメータはデータベース中の頻度から自動的に計算しシステム内のテーブルに格納する。データは完全ではない場合、このシステムは得られているデータから足りないデータを補完する条件確率の学習機能が持っている [6]。

BayoNet は以下の特徴を持っている。

- JDBC により各種データベースシステムとの連携できる
- JAVA で開発を行ったので、各種のアルゴリズムの追加は簡単である
- 他のベイジアンネットソフトウェアとのモデルの共有できる
- ネットワークを経由することで外部のプログラムからの学習・推論機能を利用することができる

3.4 シーケンスモデル

3.4.1 シーケンスモデルとは

図 3.1 に示すようにユーザーは家電機器を操作するとき、心理変化過程は以下の三つの段階に分かれる [7]。

- 意向の形成
ユーザーは外部からの要因 (騒音、湿度など) や自分自身の要因 (音楽を聴きたい、映画が見たいなど) により様々な意向を形成する。
- 行動の生成
形成している意向に対してそれぞれの行動が生み出す。
- 行動の決定
いろいろな行動に対し、ユーザーは最終的に中から一つを選んで行動をする。

また、ホームネットワークを利用するユーザーの意向や嗜好があらかじめモデル化できれば、ユーザーの挙動をトップダウンに生成して行動をシミュレートすることも可能であると考えられる。しかしながら、以上説明したようにユーザーの意向を直接観測することは困難で、実際に観測できるのはユーザーの行動のみとなる。ユーザーインタフェースの研究においては次にユーザーがとる行動の系列をモデル化するためにしばしばベイジアンネットワークが用いられており、ユーザーの意向や心理に基づく行動に関する適用例も存在する [8]。しかしながら、現実的な規模のシステムを対象としたモデリングを行なうためにはネットワーク構造の設計が困難であり、より簡易な方法が求められている。本研究では行動の系列を列挙し、これらを生成するシーケンスモデルを提案する。

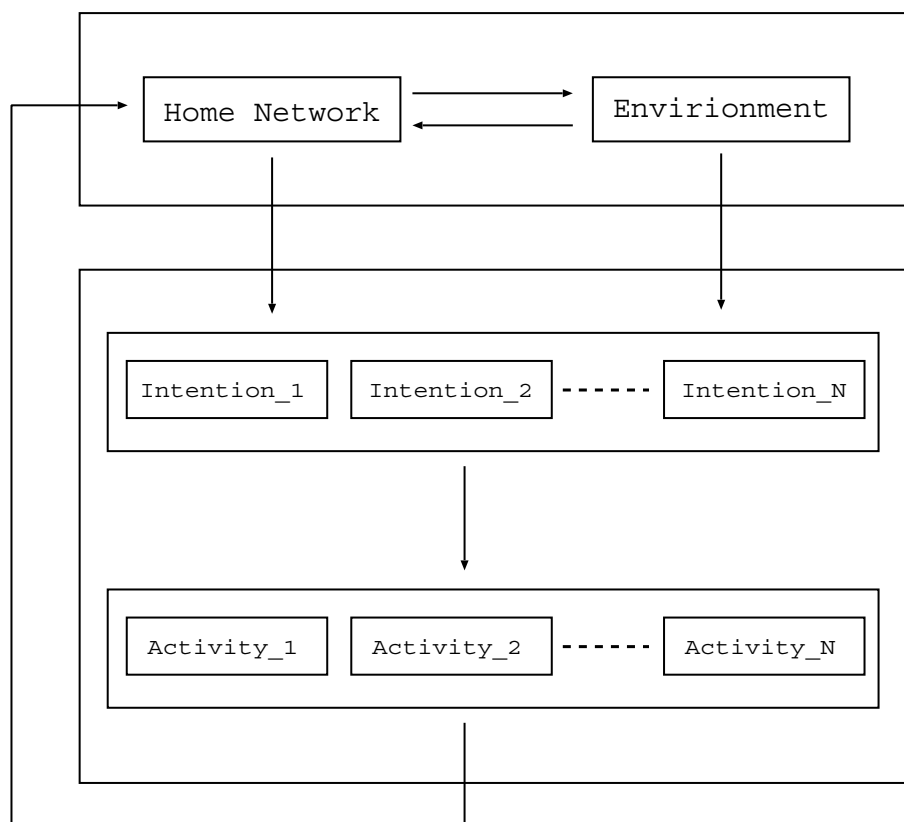


図 3.1: 全体のイメージ図

3.4.2 シーケンスモデルの構築

図3.2に示しているのはシーケンスモデルの構築の全体の構成である。図3.2に示しているように、ある目的に複数の家電機器を利用する場合のユーザーの振る舞いは家電機器の一連の動作によって表すことができる。これを抽出するために、まず家電機器の間で総当りの依存性を評価した関連表と各機器の依存関係を有向グラフで表現した関連図を作成する。関連表と関連図内の機器の組合せでユーザーにとって有意義な動作をユースケース図を作成して列挙する。その行動パターンを参照し、機器レベルのシーケンスを生成する。関連表内の機器同士の組合せのみを考えることにより、ユースケース数の爆発をある程度抑えることができる。

生成された機器レベルのシーケンスと各機器の状態機械を参照し、具体的なコマンドレベルのシーケンスを生成する。次に、実験から収集された実ユーザーがあるシステムを利用するときに出したコマンドと照合、評価し、重みを付けて適度なシーケンスを選び出す。より実ユーザーの行動パターンと類似しているコマンドレベルのシーケンスを選択するのは望ましい。

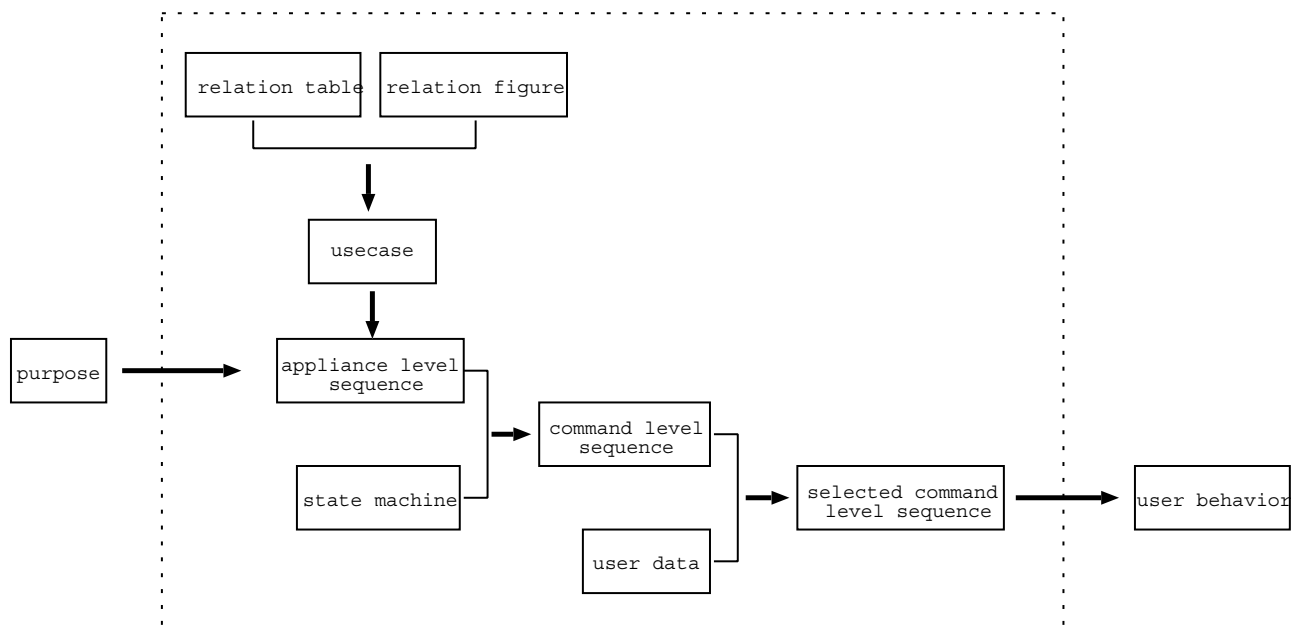


図 3.2: シーケンスモデル構築のイメージ図

3.4.3 家電機器操作の関連性とは

普段生活の中で、ユーザーはある一つ目的を達成するために、一つの家電機器だけを利用するのは目的を達成できない場合がある。また、複数の家電機器を利用することによってより快適かつ便利な生活を送ることができる。ある一つの家電機器 A を利用するとき、他の家電機器 B も同時に利用しなければならない場合がある。そして、家電機器 A から家電機器 B と関連していると言える。

例えば、DVD を見ようとするとき、DVD プレーヤーを利用して再生する。しかし、DVD プレーヤーはデコード機能しか持ってなく、映像を見ることができない。DVD プレーヤーの映像出力端子とテレビの映像入力端子を繋いで、テレビを利用することによって映画を見ることができる。また、よりリアルな音質で楽しみたいのであれば、DVD プレーヤーの音声出力端子と 5.1 チャンネルのホームシアタスピーカーの音声入力端子を繋いで、リアルな音声を体験できる。このように、DVD プレーヤーだけで映像を見ることができない。5.1 チャンネルのホームシアタスピーカーだけで音声を聞くことができない。DVD を見たいという意向によって、DVD プレーヤー、テレビ、5.1 チャンネルのホームシアタスピーカーの間に関連性を持たせた。そういう関連性から、DVD プレーヤーからテレビと関連している。また、DVD プレーヤーから 5.1 チャンネルのホームシアタスピーカーと関連している。

3.4.4 家電機器操作の関連表

家電機器の分類

本研究で想定したホームネットワークの主に以下の 4 種類で構成している。

- AV 系家電機器
DVD プレーヤー、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、HDD&DVD レコーダ、MP3 プレーヤー、パソコン、プリンタ、スピーカー、ステレオ、テレビ
- 空調系家電機器
エアコン、除湿器、加湿器、扇風機、電気ヒーター、ガスヒーター
- 調理系家電機器
ガスレンジ、電子レンジ、オーブン、排気扇
- ランドリー系家電機器
洗濯機、乾燥機

表 3.1: AV 系家電機器の関連表 A

Appliance \ Appliance	DVD Player	Digital Camera	Digital Video Camera	HDD&DVD Recorder
DVD Player				
Digital Camera				
Digital Video Camera				O
HDD&DVD Recorder				
MP3 Player				
PC				
Printer				
Speaker				
Stereo				
TV				O

表 3.2: AV 系家電機器の関連表 B

Appliance \ Appliance	MP3 Player	PC	Printer	Speaker	Stereo	TV
DVD Player		O		O	O	O
Digital Camera		O	O			O
Digital Video Camera		O				O
HDD&DVD Recorder		O				O
MP3 Player		O		O	O	
PC			O	O	O	
Printer						
Speaker						
Stereo				O		
TV				O	O	

家電機器の関連表

家電機器の関連表はどの家電機器とどの家電機器と関連していくのを示す表である。表の読み方法としては、縦軸と横軸の交差しているところに‘O’が付いてるのあれば、この縦軸を代表している家電機器は横軸を代表している家電機器と関連している。

- AV 系家電機器の関連表

表 3.1 と表 3.2 を示しているのは AV 系家電機器の関連表である。AV 系家電機器の関連表は AV 系家電機器の関連性を示している。

例えば、MP3 プレーヤーを利用する場合を考える。AV 系家電機器の関連表から見ると、MP3 プレーヤーとパソコン、MP3 プレーヤーとスピーカー、MP3 プレーヤーとステレオが関連性を持っている。そうなる理由は以下のように考えられる。よく使われている機能は音楽ファイルの受信と音楽ファイルの送信である。それにより、よく使われているパターンは以下の三つだと考えられる。

- － PC を利用して MP3 プレーヤーに音楽ファイルを転送する。
- － MP3 プレーヤーはスピーカーと繋いで、スピーカーを利用することにより音楽ファイルを再生する。
- － MP3 プレーヤーはステレオと繋いで、ステレオを利用することにより音楽ファイルを再生する。

以上の述べたことから、なぜ MP3 プレーヤーとスピーカー、MP3 プレーヤーとステレオが関連性を持っているのかを説明できる。

- 空調系家電機器の関連表

表 3.3 を示しているのは空調系家電機器の関連表である。同様に、空調系家電機器の関連表は空調系家電機器の関連性を示している。

- 調理系家電機器の関連表

表 3.4 を示しているのは調理系家電機器の関連表である。同様に、調理系家電機器の関連表は調理系家電機器の関連性を示している。

- ランドリー系家電機器の関連表

表 3.5 を示しているのはランドリー系家電機器の関連表である。同様に、ランドリー系家電機器の関連表はランドリー系家電機器の関連性を示している。

3.4.5 家電機器の関連図

各家電機器の依存関係がより分かりやすいように、家電機器の関連図を作成した。家電機器の関連図は各家電機器の依存関係を有向グラフで表現した図である。

表 3.3: 空調系家電機器の関連表

Appliance \ Appliance	Air Conditioner	Dehumidifier	Electric Fan	Electric Heater	Gas Heater	Humidifier
Air Conditioner		O	O			O
Dehumidifier			O			
Electric Fan		O				O
Electric Heater		O	O			O
Gas Heater		O	O			O
Humidifier			O			

表 3.4: 調理系家電機器の関連表

Appliance \ Appliance	Gas Ring	Microwave Oven	Oven	Ventilation Fan
Gas Ring				O
Microwave Oven				O
Oven				O
Ventilation Fan				

表 3.5: ランドリー系家電機器の関連表

Appliance \ Appliance	Washing Machine	Dryer
Washing Machine		O
Dryer		

- AV 系家電機器の関連図

図 3.3 を示しているのは AV 系家電機器の関連図である。

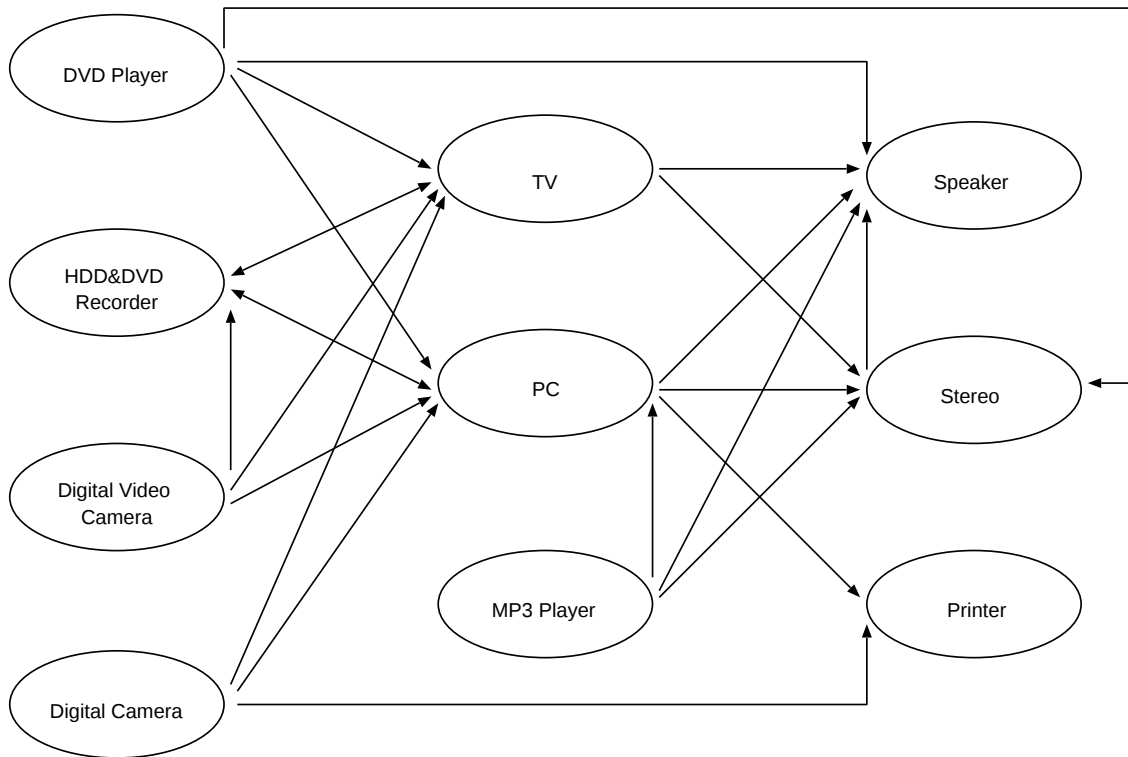


図 3.3: AV 系家電機器の関連図

- 空調系家電機器の関連図

図 3.4 を示しているのは空調系家電機器の関連図である。

- 調理系家電機器の関連図

図 3.5 を示しているのは調理系家電機器の関連表である。

- ランドリー系家電機器の関連図

図 3.6 を示しているのはランドリー系家電機器の関連表である。

3.4.6 ユースケースとユースケース図

ユーザーは本研究で取り扱う家電機器 (パソコン内蔵スピーカーなし) を利用するシナリオをユースケースで表現し、ユースケース図を作った。例を一つあげる。

- DVD を鑑賞したい

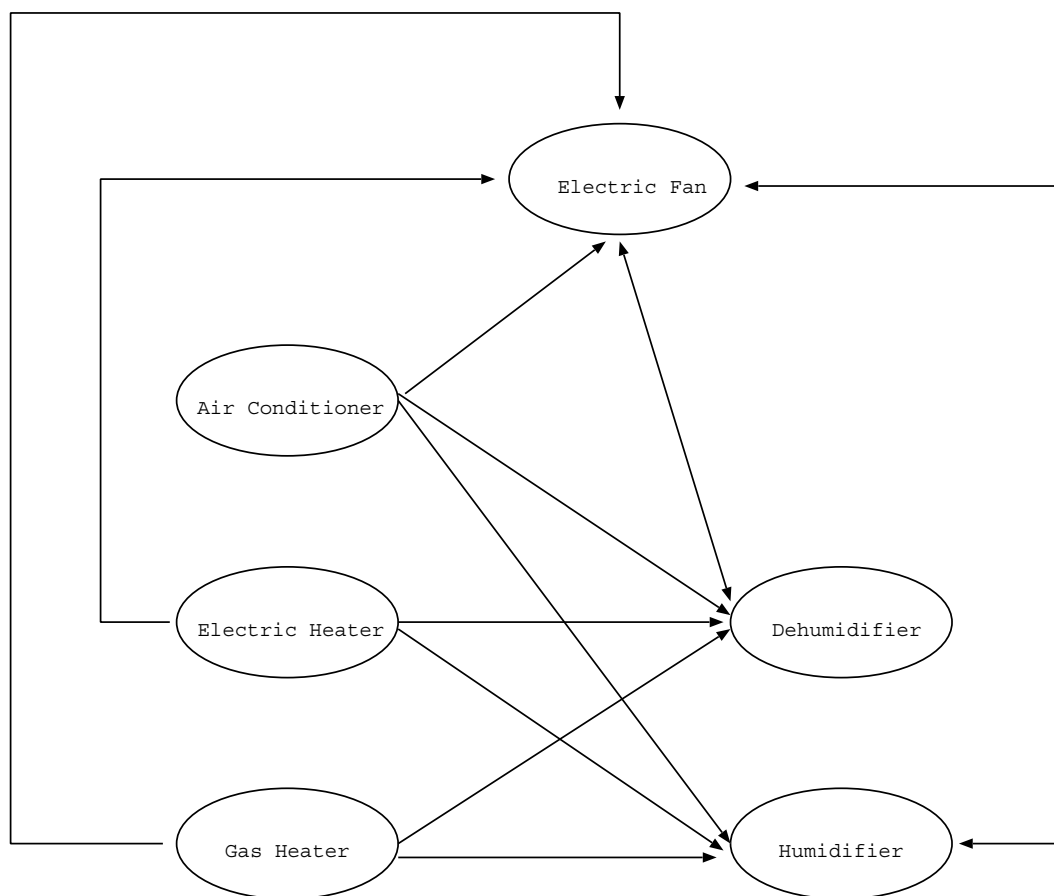


図 3.4: 空調系家電機器の関連図

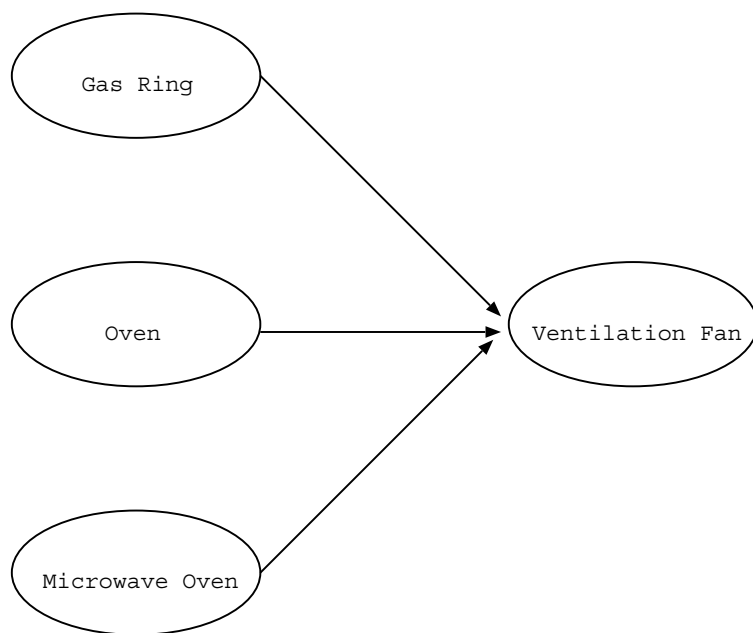


図 3.5: 調理系家電機器の関連図



図 3.6: ランドリー系家電機器の関連図

- DVD プレーヤーを利用する。
- テレビを利用する。

図 3.7 はこの場合のユースケース図である。

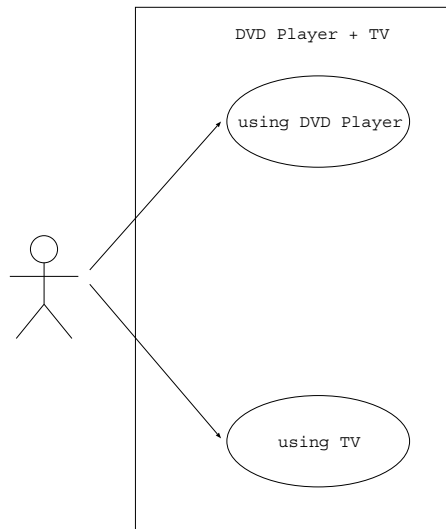


図 3.7: DVD 鑑賞のユースケース図 1

- DVD プレーヤーを利用する。
- パソコンを利用する。

図 3.8 はこの場合のユースケース図である。

- DVD プレーヤーを利用する。
- テレビを利用する。
- スピーカーを利用する。

図 3.9 はこの場合のユースケース図である。

- DVD プレーヤーを利用する。
- テレビを利用する。
- ステレオを利用する。

図 3.10 はこの場合のユースケース図である。

- HDD&DVD レコーダを利用する。

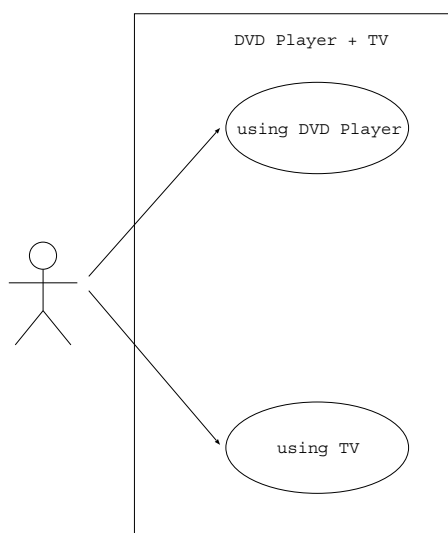


図 3.8: DVD 鑑賞のユースケース図 2

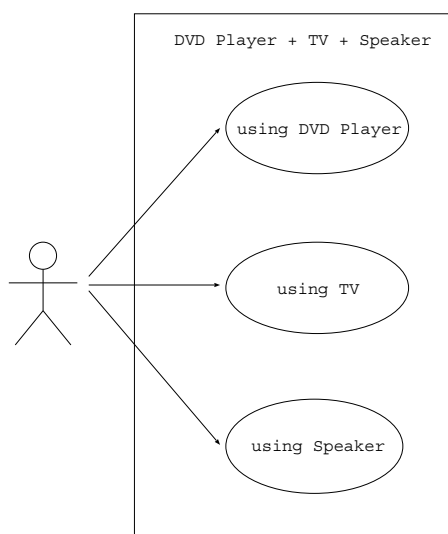


図 3.9: DVD 鑑賞のユースケース図 3

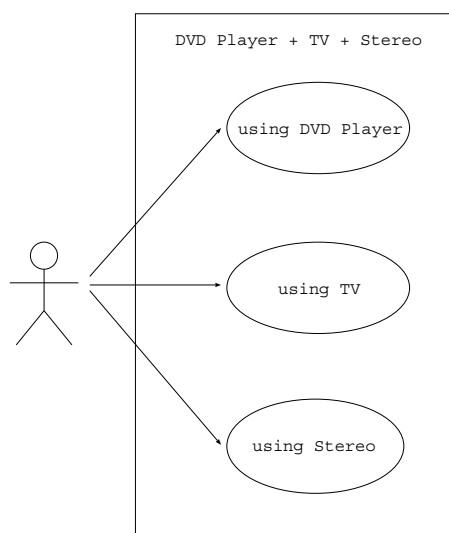


図 3.10: DVD 鑑賞のユースケース図 4

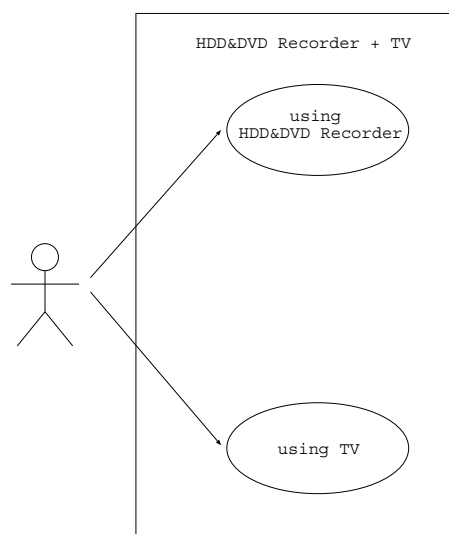


図 3.11: DVD 鑑賞のユースケース図 5

- テレビを利用する。

図 3.11 はこの場合のユースケース図である。

- HDD&DVD レコーダを利用する。
- パソコンを利用する。

図 3.12 はこの場合のユースケース図である。

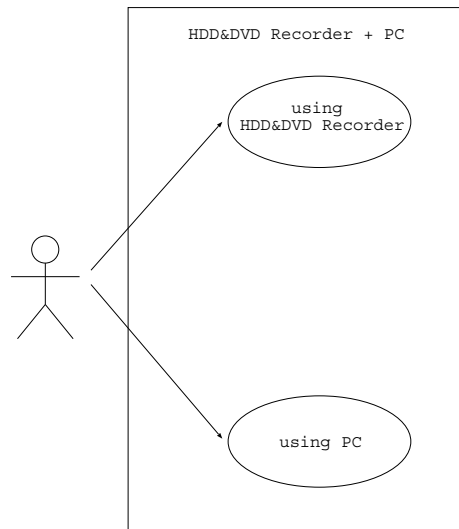


図 3.12: DVD 鑑賞のユースケース図 6

- HDD&DVD レコーダを利用する。
- テレビを利用する。
- スピーカーを利用する。

図 3.13 はこの場合のユースケース図である。

- HDD&DVD レコーダを利用する。
- テレビを利用する。
- ステレオを利用する。

図 3.10 はこの場合のユースケース図である。

- DVD プレーヤーを利用する。
- パソコンを利用する。

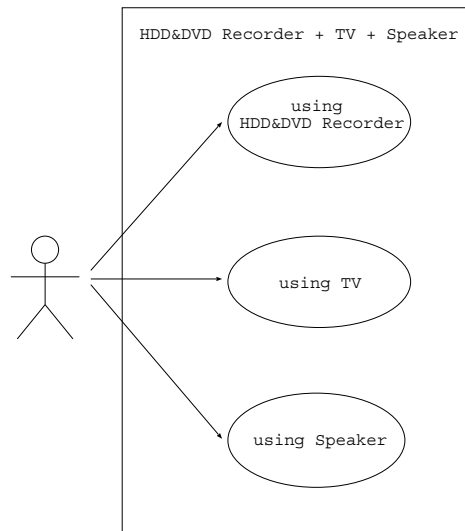


図 3.13: DVD 鑑賞のユースケース図 7

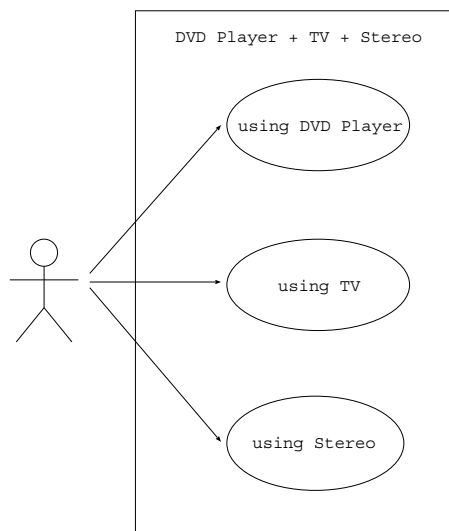


図 3.14: DVD 鑑賞のユースケース図 8

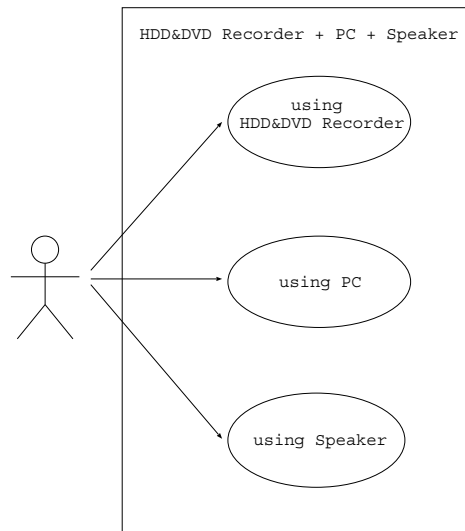


図 3.15: DVD 鑑賞のユースケース図 9

- スピーカーを利用する。

図 3.17 はこの場合のユースケース図である。

- DVD プレーヤーを利用する。
- パソコンを利用する。
- ステレオを利用する。

図 3.16 はこの場合のユースケース図である。

- HDD&DVD レコーダを利用する。
- パソコンを利用する。
- スピーカーを利用する。

図 3.17 はこの場合のユースケース図である。

- HDD&DVD レコーダを利用する。
- パソコンを利用する。
- ステレオを利用する。

図 3.18 はこの場合のユースケース図である。

- パソコンを利用する。

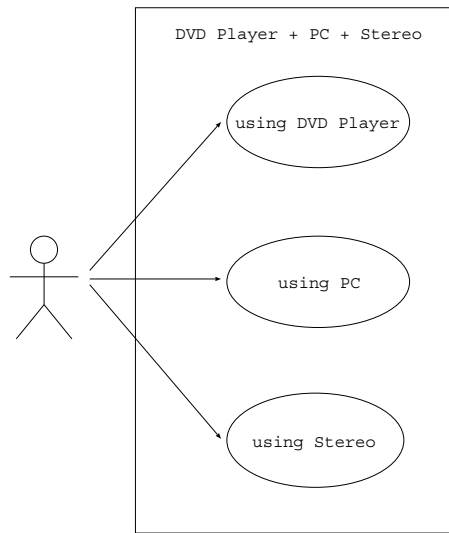


図 3.16: DVD 鑑賞のユースケース図 10

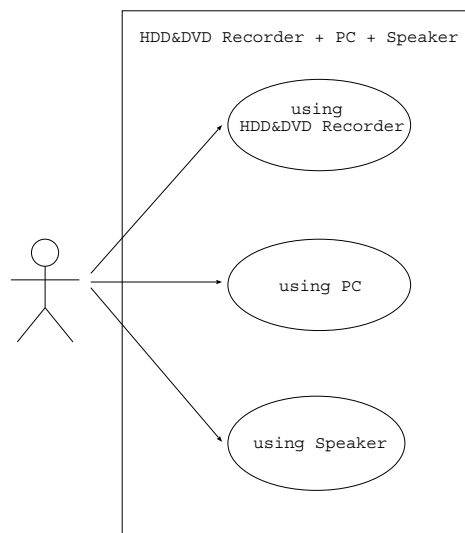


図 3.17: DVD 鑑賞のユースケース図 11

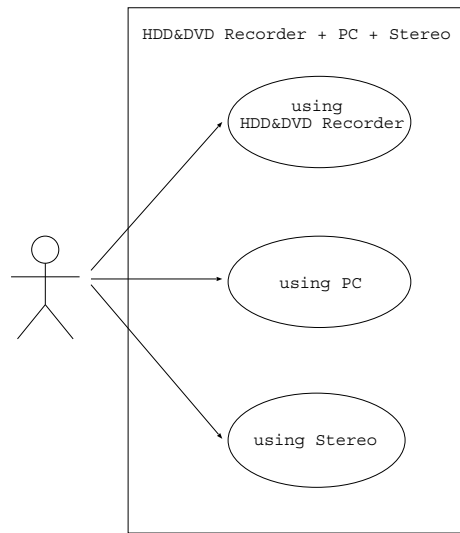


図 3.18: DVD 鑑賞のユースケース図 12

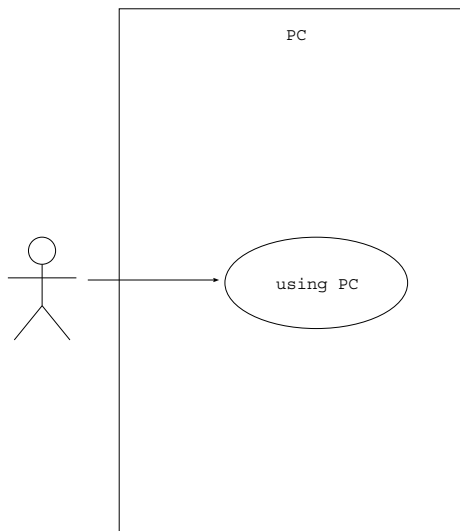


図 3.19: DVD 鑑賞のユースケース図 13

図 3.19 はこの場合のユースケース図である。

- パソコンを利用する。
- スピーカーを利用する。

図 3.20 はこの場合のユースケース図である。

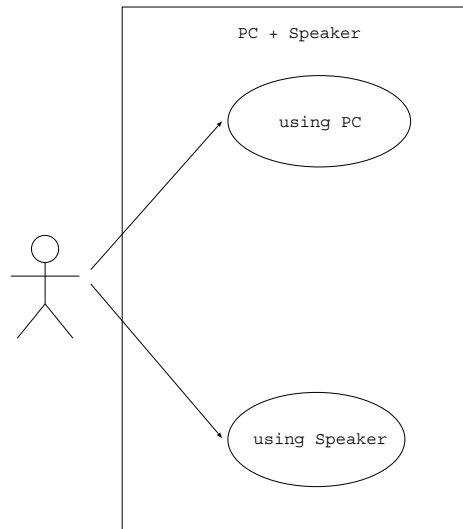


図 3.20: DVD 鑑賞のユースケース図 14

- パソコンを利用する。
- ステレオを利用する。

図 3.21 はこの場合のユースケース図である。

3.4.7 機器レベルのシーケンス

機器レベルのシーケンスはある目的を達成するために、利用する家電機器の一連の順序である。例を挙げて説明する。例えば、DVD を鑑賞しようとする。ユースケースにより以下のような家電機器の組み合わせがある。

- DVD プレーヤー、テレビ
- DVD プレーヤー、パソコン
- DVD プレーヤー、テレビ、スピーカー

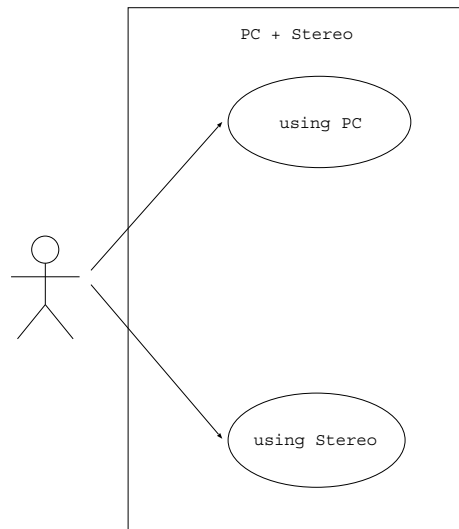


図 3.21: DVD 鑑賞のユースケース図 15

- DVD プレーヤー、テレビ、ステレオ
- HDD&DVD レコーダ、テレビ
- HDD&DVD レコーダ、パソコン
- HDD&DVD レコーダ、テレビ、スピーカー
- HDD&DVD レコーダ、テレビ、ステレオ
- DVD プレーヤー、パソコン、スピーカー
- DVD プレーヤー、パソコン、ステレオ
- HDD&DVD レコーダ、パソコン、スピーカー
- HDD&DVD レコーダ、パソコン、ステレオ
- パソコン
- パソコン、スピーカー
- パソコン、ステレオ

今 DVD プレーヤーとテレビを利用する場合について考える。考えられるユーザーの行動パターンの一つは、ユーザーはまず DVD プレーヤーの電源を入れてテレビの電源入れる。次に、テレビの外部入力モード (AUX Mode) に変わる。DVD プレーヤーにディスク

をいれ、再生ボタンを押して、ディスクを再生する。。見たくなかったら、DVD プレーヤーの停止ボタンを押してディスクの再生を停止させる。次に、DVD プレーヤーの中のディスクを取り出す。DVD プレーヤーの電源を切ってからテレビの電源を切る。以上述べたような操作手順により、DVD プレーヤーを利用して DVD を鑑賞するという目的を達成した。記述方法としては、以下のような記述方法で表現することができる。

- DVD → TV → TV → DVD → DVD → DVD → DVD → DVD → TV

他の家電機器の組み合わせは同様に記述することができる。このようなシーケンスをプログラムにより自動生成することができる。

3.4.8 コマンドレベルのシーケンス

機器レベルのシーケンスが生成できた。しかし、対象となる家電機器に対して具体的にユーザーはどういう操作 (コマンド) をしたのかを不明である。そこで、家電機器に対して具体的な操作手順と機器レベルのシーケンスを照合し、コマンドレベルのシーケンスを生成する。対象となる家電機器の操作はその家電機器の状態遷移機械によりその操作手順の正確さが保証できる。例えば、以上述べた DVD プレーヤーとテレビを利用する例としては、以下のように記述方法で表現することができる。

- DVD_PowerOn → TV_PowerOn → TV_AUXMode → DVD_InsertDisc → DVD_Play
→ DVD_Stop → DVD_EjectDisc → DVD_PowerOff → TV_PowerOff

3.4.9 コマンドレベルシーケンスの選択

本研究では生成されたコマンドレベルのシーケンスを選択するのは情報量基準 (AIC) と重みを付けることにより選択することができる。

シーケンスの選択基準

本研究においては、式 (3.1) のように計算することができる。

$$V = -S + F \quad (3.1)$$

S: コマンドレベルシーケンスの実ユーザーデータに対する類似度

F: コマンドレベルシーケンス長さの類似度

V の値が小さければ小さいほど良いコマンドレベルシーケンスを選択することができる。つまり、コマンドレベルシーケンスの実ユーザーデータに対する類似度が大きければ

大きいほどいい。コマンドレベルシーケンスと実ユーザーデータが完全に一致すれば類似度が最大になる。本研究においては、ある適当な類似度の値を決めることによって最も実ユーザーの振る舞いに似ているコマンドレベルシーケンスの系列を選択するのは望ましい。また、コマンドレベルシーケンスの実ユーザーデータに対する長さの差は小さければ小さいほどいいので、本研究においてはコマンドレベルシーケンス長さと実ユーザーデータの長さが同じになる場合、つまり長さの差が0になるのは最も良い値だと考えられる。

DP マッチングによる類似度の計算

本研究において DP マッチングを用いて類似度を計算する。

- 動的計画法 (DP:Dynamic Programming) とは

DP とは 1957 年にベルマンが開発した時間的、また空間的に多段階の最適問題を取り扱う数学的手法である。DP は最適性原理に用いて、決定すべき N 個の最適決定を順次行うことによって問題全体の最適解を探索していく [9]。

- 最適原理

最適経路は部分最適経路を含まなくてはならないである。

- DP の特徴

- 最適化問題が部分問題に分解することができる。多段階の決定過程を扱うのに有効である。

- N 段の決定過程において、Ni-1 段に対する最適解だけを調べる。全探索と比べ、計算量が少ない。最適経路探索問題が効率高く解ける。

- DP マッチング (DP Matching) とは

DP マッチングとは動的計画法を用いて二つのパターンの要素間の対応づけを行う手法である。これによる類似度を計算可能になる。全過程の最適化がある段階までの最適化の和の最適過程から求められる [10]。

- DP マッチングによる類似度の計算

文字列 $s_1 s_2 \cdots s_m$ と $t_1 t_2 \cdots t_n$ との照合を行うものとする。文字 s_i と文字 t_j との距離 (近さ) を $d(s_i, t_j)$ とする。部分文字列 $s_1 s_2 \cdots s_i$ と $t_1 t_2 \cdots t_j$ とが最もマッチしたときのずれの量は $f(i, j)$ とする。これは式 (3.2) によって計算する。初期値として $f(0, 0) = 0$ になる。

$$f(i, j) = \min \{ f(i-1, j) + 1, f(i, j-1) + 1, f(i-1, j-1) + d(s_i, t_j) \} \quad (3.2)$$

図 3.22 のように、 $f(i-1, j) \rightarrow f(i, j)$ は、 $s_1 \cdots s_{i-1}$ と $t_1 \cdots t_j$ までの参照が済んでいる。そのときのずれの量が $f(i-1, j)$ になる。 s_i は余分に入った文字であると考えて、その重みとして 1 を足して式 (3.3) のようになる。

$$f(i, j) = f(i-1, j) + 1 \quad (3.3)$$

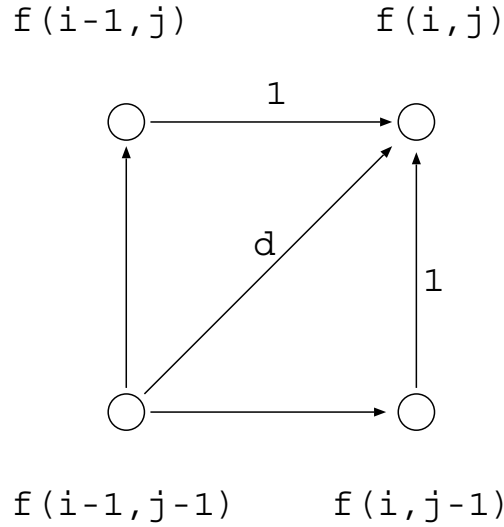


図 3.22: 文字列照合における重みの付けの図

そして、次の照合は s_{i+1} と t_{j+1} に移る。

$f(i, j-1) \rightarrow f(i, j)$ も同様である。 $f(i-1, j-1) \rightarrow f(i, j)$ は s_i と t_j との照合を行う経路で、この照合の重み $d(s_i, t_j)$ は式 (3.4) のようになる。この考え方をういて図 3.23 全体を計算していく。

$$d(s_i, t_j) = \begin{cases} 0 & s_i = t_j \\ 1 & s_i \neq t_j \end{cases} \quad (3.4)$$

重み付け

ある一つ目的を達成するために、ある家電機器の組み合わせを利用するユーザーの比率(重み)は(式 3.5)のように計算することができる。

$$V = \frac{n}{N} \quad (3.5)$$

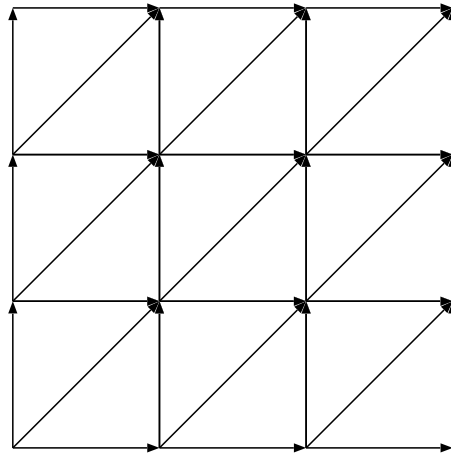


図 3.23: DP マッチングの過程図

n :ある家電機器組み合わせを利用するユーザー数

N :同じ目的でトータルのユーザー数

例えば、100 人は DVD を鑑賞するとする。その中で、30 人は DVD プレーヤーとテレビを利用して DVD を見る。60 人は DVD プレーヤー、テレビ、スピーカーを利用して DVD を見る。10 人はパソコンとスピーカーを利用して DVD を見る。そうすると、最終的に自動生成されたコマンドレベルシーケンスの DVD プレーヤーとテレビの組み合わせを選択する確率は 0.3 になる。最終的に具体的にどのコマンドレベルのシーケンスを選択するのはランダムで選ぶことにする。

重みを付けることによって、より実ユーザーの行動パターンに近く 表現できると考えられる。

第4章 提案手法の実験

本章ではアンケートにより実データの収集とそれを用いて本研究で提案した手法の実験について説明する。

4.1 アンケートの概要

今回 10 人を対象にアンケートを取った。実際に使っているアンケート用紙は付録 B に付録している。

今回のアンケートでは、ユーザーが家電機器に対してどのような手順で操作を行っているかのデータはアンケートにより収集される。

図 B.1 に示すようなシステム構成および配置があるとする。また、システムの配線は図 B.2 に示すようになる。ある目的を達成するための操作手順を操作リストを参照しながら記入する。初期状態として全ての家電機器の電源は OFF になっているものとする。各家電機器の最終状態も電源は OFF になっている。

4.2 システムの構成

リビングルームに、図 B.1 のように家電機器が配置されている。部屋の中央にはテーブルがあり、その上に PC、プリンタなどが置かれている。各家電機器間の接続は図 B.2 に示すようになっている。配線は映像、音声と USB の 3 種類になる。各機器の構成と機能は以下ようになる。また、今回の構成で各機器で行える操作を操作リストに示す。

- DVD プレーヤー

- DVD, CD の再生

初期状態

- DVD プレーヤーの電源が Off

操作リストは表 4.1 に示すようになる。

- HDD&DVD レコーダー

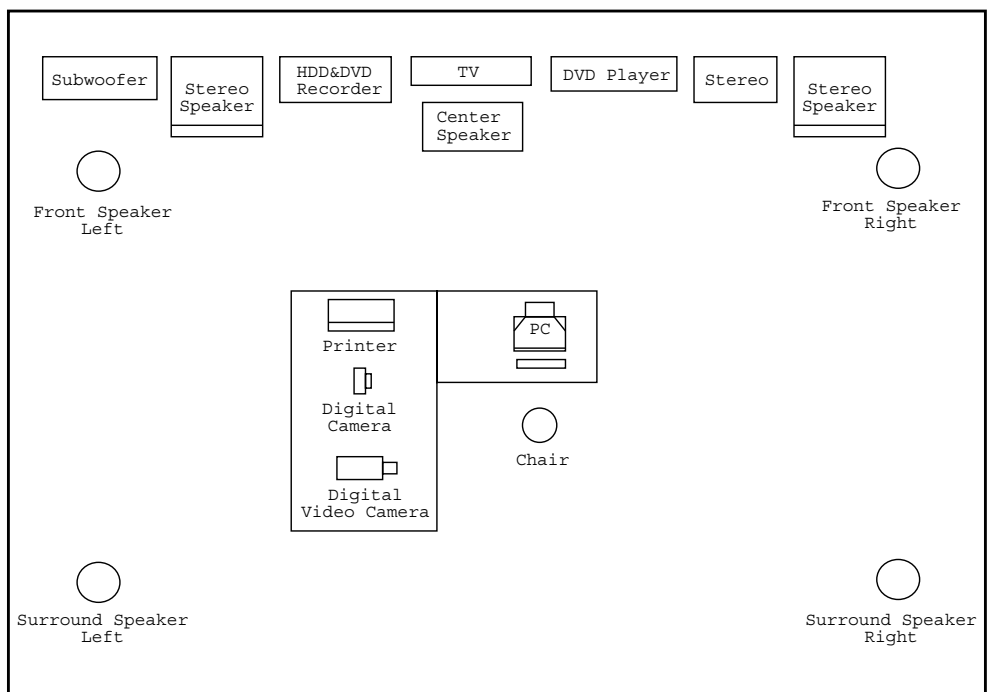


図 4.1: AV 系家電機器のワンルーム内配置平面図

表 4.1: DVD プレーヤーの操作リスト表

ID	Operation	Description
1.1	DVD_PowerOn	DVD プレーヤーの電源 ON
1.2	DVD_PowerOff	DVD プレーヤーの電源 Off
1.3	DVD_InsertDisc	DVD プレーヤートレイにディスクを入れる
1.4	DVD_EjectDisc	DVD プレーヤートレイにディスクを取り出す
1.5	DVD_Play	DVD プレーヤートレイ中のディスクの再生
1.6	DVDP_PlayStop	ディスクの再生の停止

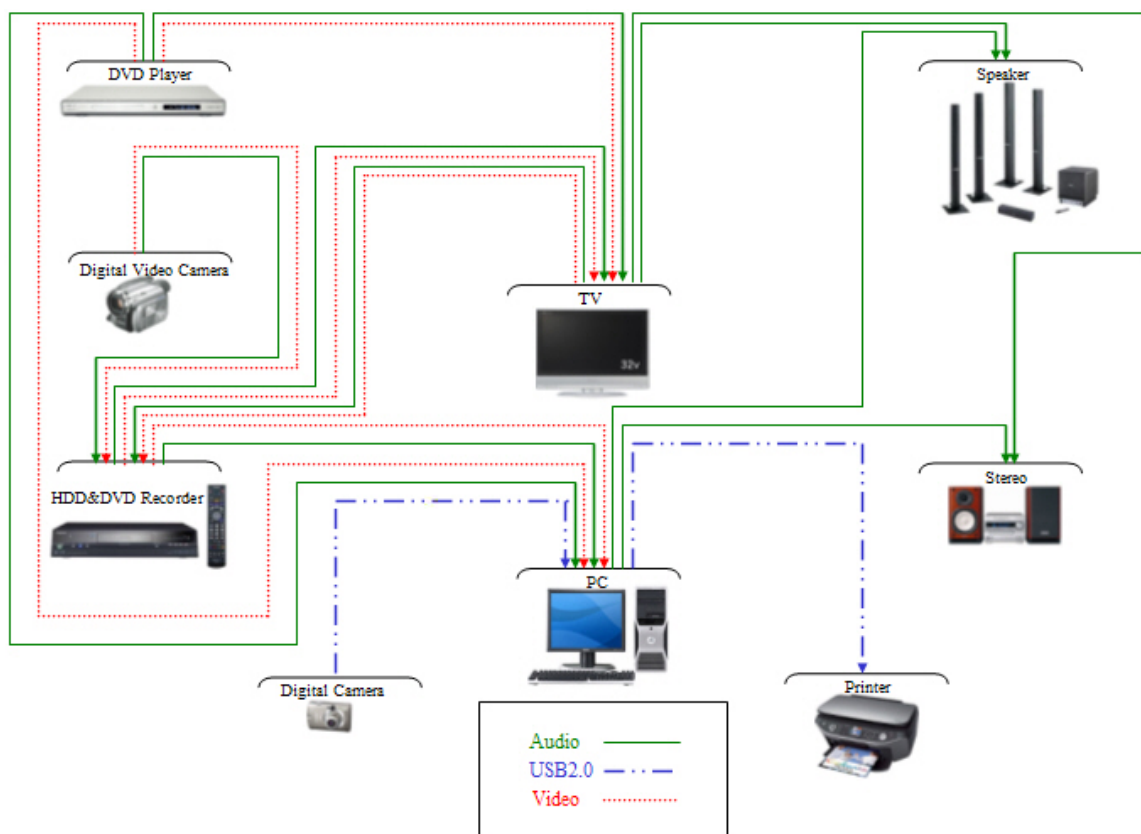


図 4.2: AV 系家電機器の配線概略図

- DVD/CD の再生
- 外部からの映像音声信号の録画
- 放送の録画
- ダビング (HDD ↔ DVD disc)

初期状態

- HDD&DVD レコーダーの電源が Off

操作リストは表 4.2 に示すようになる。

表 4.2: HDD&DVD レコーダーの操作リスト表

ID	Operation	Description
2.1	HDD_PowerOn	HDD&DVD レコーダーの電源 ON
2.2	HDD_PowerOff	HDD&DVD レコーダーの電源 Off
2.3	HDD_InsertDisc	HDD&DVD レコーダーレイにディスクを入れる
2.4	HDD_EjectDisc	HDD&DVD レコーダーレイにディスクを取り出す
2.5	HDD_PlayDisc	HDD&DVD レコーダーレイ中のディスクの再生
2.6	HDD_PlayStop	HDD&DVD レコーダーレイ中のディスク再生の停止
2.7	HDD_PlayData	HDD&DVD レコーダー中の HDD に録画されたデータの再生
2.8	HDD_PlayDataStop	HDD&DVD レコーダー中の HDD に録画されたデータ再生の停止
2.9	HDD_Record	(外部/放送) 映像信号の録画
2.10	HDD_RecStop	録画停止
2.11	HDD_Copy	ダビング (HDD ↔ DVD disc)
2.12	HDD_CopyStop	ダビング停止

● デジタルカメラ

- 写真の撮影と再生

初期状態

- メモリカードが入ってある。
- デジタルカメラの電源が Off

操作リストは表 4.3 に示すようになる。

● デジタルビデオカメラ (miniDV テープ)

- 動画の撮影と再生

表 4.3: デジタルカメラの操作リスト表

ID	Operation	Description
3.1	DC_PowerOn	デジタルカメラの電源 ON
3.2	DC_PowerOff	デジタルカメラの電源 Off
3.3	DC_InsertCard	デジタルカメラ中のメモリカードを差し入れる
3.4	DC_RemoveCard	デジタルカメラ中のメモリカードを取り出す

初期状態

- デジタルビデオカメラ中にテープが入ってある
- デジタルビデオカメラの電源が Off

操作リストは表 4.4 に示すようになる。

表 4.4: デジタルビデオカメラの操作リスト表

ID	Operation	Description
4.1	DV_PowerOn	デジタルビデオカメラの電源 ON
4.2	DV_PowerOff	デジタルビデオカメラの電源 Off
4.3	DV_Play	デジタルビデオカメラ中のテープの再生
4.4	DV_Stop	デジタルビデオカメラ中のテープ再生の停止

• テレビ

- 放送の映像音声の再生
- 外部からの映像音声信号の再生

初期状態

- テレビの電源が Off

操作リストは表 4.5 に示すようになる。

• パソコン (DVD-R/CD ドライブ内蔵、スピーカー内蔵)

初期状態

- パソコンの電源が Off

操作リストは表 4.6 に示すようになる。

表 4.5: テレビの操作リスト表

ID	Operation	Description
5.1	TV_PowerOn	テレビの電源 ON
5.2	TV_PowerOff	テレビの電源 Off
5.3	TV_TVMode	テレビモードで再生
5.4	TV_AUXMode	外部モードの再生
5.5	TV_ChangeChannel	テレビチャンネルの変更
5.6	TV_AdjustVolume	テレビ音量の調整

表 4.6: パソコンの操作リスト表

ID	Operation	Description
6.1	PC_PowerOn	パソコンの電源 ON
6.2	PC_PowerOff	パソコンの電源 Off
6.3	PC_InsertDisc	パソコントレイにディスクを入れる
6.4	PC_EjectDisc	パソコントレイにディスクを取り出す
6.5	PC_Play	パソコンで写真/動画/MP3 の再生
6.6	PC_PlayStop	パソコンで写真/動画/MP3 の再生の停止停止
6.7	PC_Copy	ダビング (外部からの映像音声 ↔ DVD Disc)
6.8	PC_CopyStop	ダビングの停止
6.9	PC_Print	写真の印刷
6.10	PC_PrintStop	写真印刷の停止
6.11	PC_Record	(外部/放送) 映像音声信号の録画
6.12	PC_RecStop	(外部/放送) 映像音声信号録画の停止

- スピーカー (5.1 チャンネルホームシアター)
 - 外部からの音声信号の 5.1 チャンネル再生

初期状態

- スピーカーの電源が Off

操作リストは表 4.7 に示すようになる。

表 4.7: スピーカーの操作リスト表

ID	Operation	Description
7.1	SP_PowerOn	スピーカーの電源 ON
7.2	SP_PowerOff	スピーカーの電源 Off
7.3	SP_AdjustVolume	スピーカー音量の調整

- ステレオ
 - CD の再生
 - ラジオの再生
 - 外部からの音声信号の再生

初期状態

- ステレオの電源が Off

操作リストは表 4.8 に示すようになる。

- プリンタ
 - メモリカードスロットからの印刷
 - PC からの印刷

初期状態

- プリンタの電源が Off

操作リストは表 4.9 に示すようになる。

表 4.8: スピーカーの操作リスト表

ID	Operation	Description
8.1	ST_PowerOn	ステレオの電源 ON
8.2	ST_PowerOff	ステレオの電源 Off
8.3	ST_InsertDisc	ステレオトレイにディスクを入れる
8.4	ST_EjectDisc	ステレオトレイからディスクを取り出す
8.5	ST_CDMode	CD モードに変わる
8.6	ST_RadioMode	ラジオモードに変える
8.7	ST_AUXMode	AUX モードに変える
8.8	ST_AdjustVolume	ステレオ音量の調整
8.9	ST_Play	ステレオトレイ中のディスクを再生
8.10	ST_Stop	ステレオトレイ中のディスク再生の停止

表 4.9: プリンタの操作リスト表

ID	Operation	Description
9.1	PR_PowerOn	プリンタの電源 ON
9.2	PR_PowerOff	プリンタの電源 Off
9.3	PR_Print	印刷
9.4	PR_Stop	印刷停止
9.5	PR_InsertCard	プリンタにメモリカードを差し込む
9.6	PR_RemoveCard	プリンタからメモリカードを取り出す

4.3 状態遷移図と状態遷移表

本実験で取り扱う家電機器の操作の手順はその家電機器の状態遷移機械により自動的に生成することができる。各家電機器の状態、状態遷移図及び状態遷移表は以下のようになる。

• DVD プレーヤー

- 表 4.10 に示したのはDVD プレーヤーの各状態の説明表である。
- 表 4.11 に示したのはDVD プレーヤーの状態遷移表である。
- 図 4.3 に示したのはDVD プレーヤーの状態遷移図である。

表 4.10: DVD プレーヤーの状態表

State	Description
POWEROFF	DVD プレーヤーの電源 Off
IDLE	DVD プレーヤーの電源 On かつディスクが入っていない
STANDBY	DVD プレーヤーの電源 On かつディスクが入っている
PLAYING	DVD プレーヤーがディスクを再生している
POWEROFF DISCIN	DVD プレーヤーの電源 Off かつディスクが入っている

• HDD&DVD レコーダー

- 表 4.12 に示したのはHDD&DVD レコーダーの各状態の説明表である。
- 表 4.13 及び表 4.14 に示したのはHDD&DVD レコーダーの状態遷移表である。
- 図 4.4 に示したのはHDD&DVD レコーダーの状態遷移図である。

• デジタルカメラ

表 4.11: DVD プレーヤーの状態遷移表

operation \ state	S0:POWEROFF	S1:IDLE	S2:STANDBY	S3:PLAYING	S4:POWEROFF DISCIN
DVD_PowerOn	S1				S3
DVD_PowerOff		S0	S4	S4	
DVD_Insert Disc		S2			
DVD_Eject Disc			S1		
DVD_Play			S1		
DVD_Stop				S2	

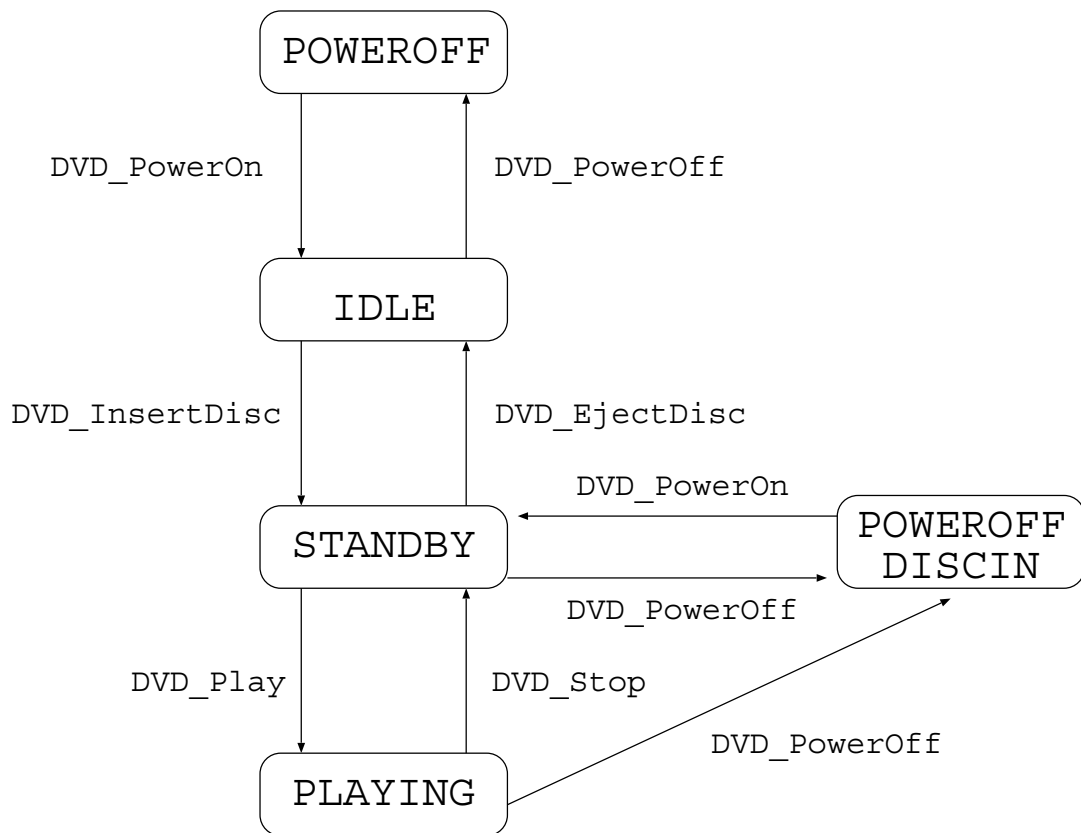


図 4.3: DVD プレーヤーの状態遷移図

表 4.12: HDD&DVD レコーダーの状態表

State	Description
POWEROFF	HDD&DVD レコーダーの電源 Off
PLAYING RECORDED DATA	録画されたデータを再生している
IDLE	HDD&DVD レコーダーの電源 On かつディスクが入ってない
RECORDING	(外部/放送) 映像信号を録画している
STANDBY	HDD&DVD レコーダーの電源 On かつディスクが入っている
COPYING	ダビングをしている
PLAYING	HDD&DVD レコーダーに入っているディスクを再生している
POWEROFF DISCIN	HDD&DVD レコーダーの電源 Off かつディスクが入っている

表 4.13: HDD&DVD レコーダの状態遷移表 A

operation \ state	S0:POWEROFF	S1:PLAYING RECORDEDDATA	S2:IDLE	S3:RECORDING
HDD_PowerOn	S2			
HDD_PowerOff		S0	S0	S0
HDD_InsertDisc			S4	
HDD_EjectDisc				
HDD_PlayDisc				
HDD_PlayDiscStop				
HDD_PlayData			S1	
HDD_PlayDataStop		S2		
HDD_Record			S3	
HDD_RecStop				S2
HDD_Copy				
HDD_CopyStop				

表 4.14: HDD&DVD レコーダの状態遷移表 B

operation \ state	S4:STANDBY	S5:COPYING	S6:PLAYING	S7:POWEROFFDISCIN
HDD_PowerOn				S4
HDD_PowerOff	S7	S7	S7	
HDD_InsertDisc				
HDD_EjectDisc	S2			
HDD_PlayDisc	S6			
HDD_PlayDiscStop			S4	
HDD_PlayData				
HDD_PlayDataStop				
HDD_Record				
HDD_RecStop				
HDD_Copy	S5			
HDD_CopyStop		S4		

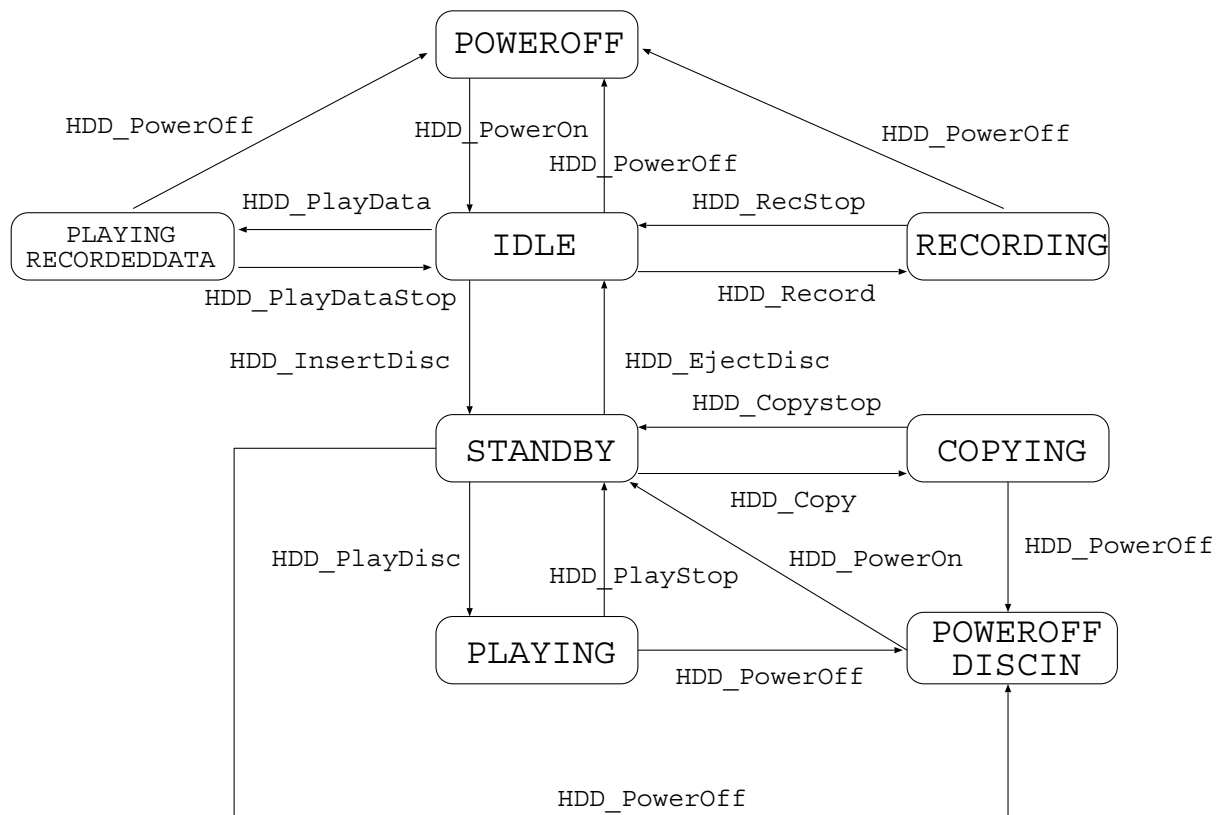


図 4.4: HDD&DVD レコーダーの状態遷移図

- 表 4.15 に示したのはデジタルカメラの各状態の説明表である。
- 表 4.16 に示したのはデジタルカメラの状態遷移表である。
- 図 4.5 に示したのはデジタルカメラの状態遷移図である。

表 4.15: デジタルカメラの状態表

State	Description
POWEROFF CARDIN	デジタルカメラの電源 Off かつメモリカードが入っている
POWERON CARDIN	デジタルカメラの電源 On かつメモリカードが入っている
POWERON	デジタルカメラのメモリカードが入っていない
POWEROFF	デジタルカメラの電源 Off かつメモリカードが入っていない

• デジタルビデオカメラ

- 表 4.17 に示したのはデジタルビデオカメラの各状態の説明表である。
- 表 4.18 に示したのはデジタルビデオカメラの状態遷移表である。
- 図 4.6 に示したのはデジタルビデオカメラの状態遷移図である。

• テレビ

- 表 4.19 に示したのはテレビの各状態の説明表である。
- 表 4.20 に示したのはテレビの状態遷移表である。
- 図 4.7 に示したのはテレビの状態遷移図である。

• パソコン

- 表 4.21 に示したのはパソコンの各状態の説明表である。

表 4.16: デジタルカメラの状態遷移表

operation \ state	S0:POWEROFF CARDIN	S1:POWERON CARDIN	S2:POWERON	S3:POWEROFF
DC_PowerOn	S1			S2
DC_PowerOff		S0	S3	
DC_InsertCard			S1	S0
DC_RemoveCard	S3	S2		

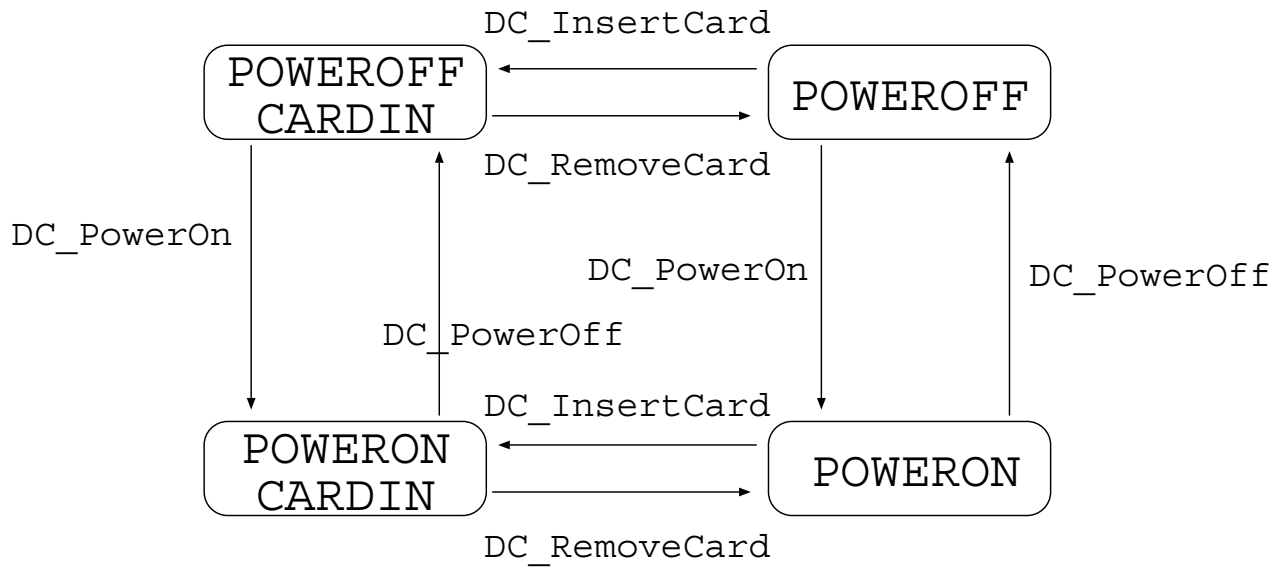


図 4.5: デジタルカメラの状態遷移図

表 4.17: デジタルカメラの状態表

State	Description
POWEROFF CARDIN	デジタルカメラの電源 Off かつメモリカードが入っている
POWERON CARDIN	デジタルカメラの電源 On かつメモリカードが入っている
POWERON	デジタルカメラのメモリカードが入っていない
POWEROFF	デジタルカメラの電源 Off かつメモリカードが入っていない

表 4.18: デジタルビデオカメラの状態遷移表

state \ operation	S0:POWEROFF	S1:IDLE	S2:PLAYING
DV_PowerOn	S1		
DV_PowerOff		S0	S0
DV_Play		S2	
DV_Stop			S1

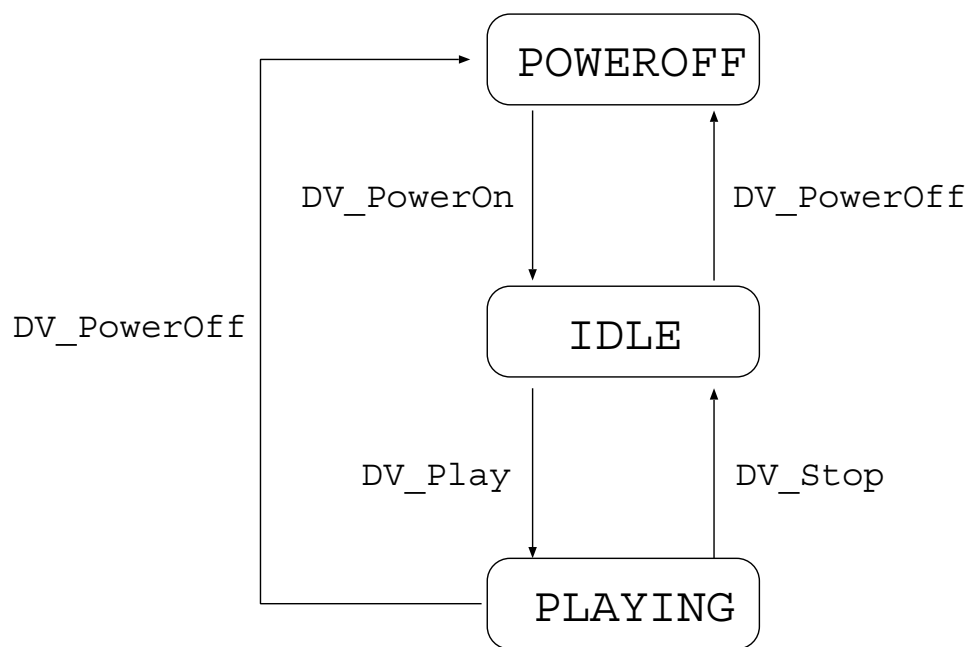


図 4.6: デジタルビデオカメラの状態遷移図

表 4.19: テレビの状態表

State	Description
POWEROFF	テレビの電源 Off
TVMODE	テレビ再生モードになっている
AUXMODE	テレビの外部再生モードになっている
POWEROFF AUXMODE	テレビ電源 Off かつ外部再生モードになっている

表 4.20: テレビの状態遷移表

operation \ state	S0:POWEROFF	S1:TVMODE	S2:AUXMODE	S3:POWEROFF AUXMODE
TV_PowerOn	S1			S2
TV_PowerOff		S0	S3	
TV_ChangeChannel		S1		
TV_AdjustVolume		S1	S2	
TV_TVMode			S1	
TV_AUXMode		S2		

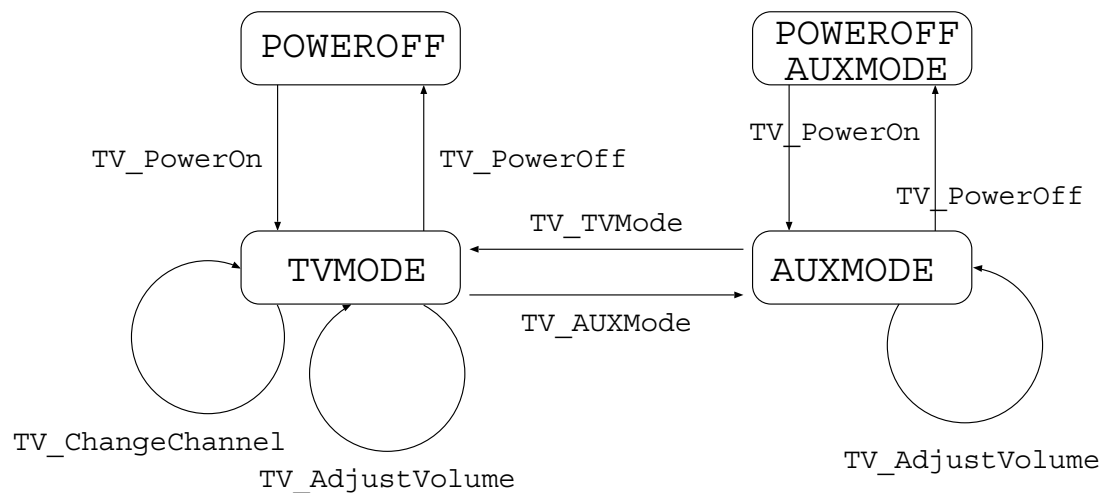


図 4.7: テレビの状態遷移図

表 4.21: パソコンの状態表

State	Description
POWEROFF	パソコンの電源 Off
IDLE	パソコン電源 On かつディスクが入っていない
STANDBY	パソコン電源 On かつディスクが入っている
PLAYING	パソコンの中のディスクを再生している
PRINTING	印刷している
RECORDING	(外部/放送) 映像音声を録画している
RECORDING DISCIN	(外部/放送) 映像音声を録画しているかつディスクが入っている
COPYING	ダビングしている
POWEROFF DISCIN	パソコン電源 Off かつディスクが入っている

表 4.22: パソコンの状態遷移表 A

operation \ state	S0:POWEROFF	S1:IDLE	S2:STANDBY	S3:PLAYING	S4:PRINTING
PC_PowerOn	S1				
PC_power off		S0	S8	S8	S0
PC_InsertDisc		S2			
PC_EjectDisc			S1		
PC_Play			S3		
PC_PlayStop				S2	S1
PC_Copy			S7		
PC_CopyStop					
PC_Print		S4			
PC_PrintStop					S1
PC_Record		S5	S6		
PC_RecStop					

表 4.23: パソコンの状態遷移表 B

operation \ state	S5:RECORDING	S6:RECORDING DISCIN	S7:COPYING	S8:POWEROFF DISCIN
PC_PowerOn				S2
PC_PowerOff	S0	S8	S8	
PC_InsertDisc				
PC_EjectDisc	S2	S2	S2	
PC_Play				
PC_PlayStop				
PC_Copy				
PC_CopyStop			S2	
PC_Print				
PC_PrintStop				
PC_Record				
PC_RecStop	S1	S2		

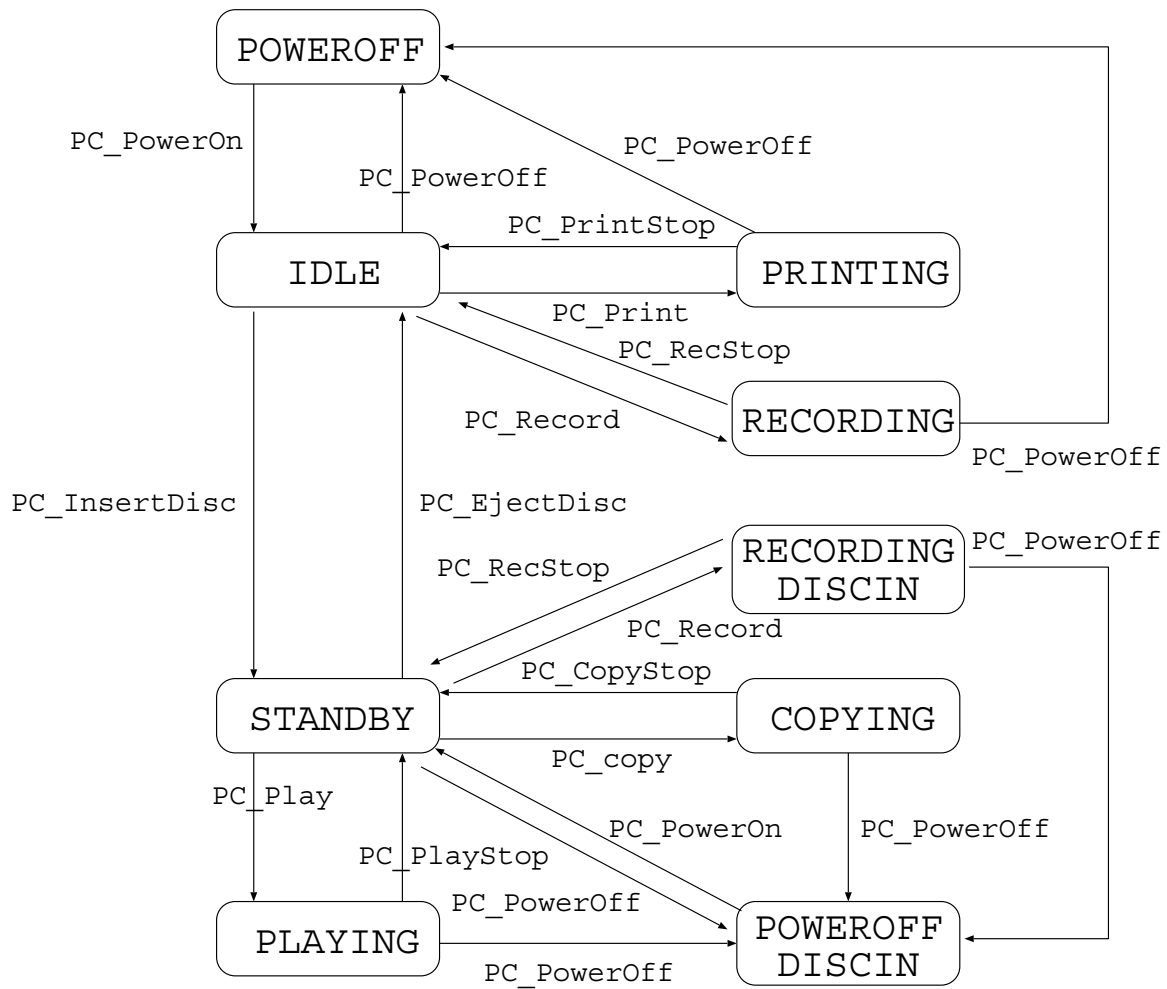


図 4.8: パソコンの状態遷移図

- 表 4.22 と表 4.23 に示したのはパソコンの状態遷移表である。
- 図 4.8 に示したのはパソコンの状態遷移図である。

• スピーカー

- 表 4.24 に示したのはスピーカーの各状態の説明表である。
- 表 4.25 に示したのはスピーカーの状態遷移表である。
- 図 4.9 に示したのはスピーカーの状態遷移図である。

表 4.24: スピーカーの状態表

State	Description
POWEROFF	スピーカーの電源 Off
PLAYING	音声信号を再生している

• ステレオ

- 表 4.26 に示したのはステレオの各状態の説明表である。
- 表 4.27、表 4.28、表 4.29、表 4.30、に示したのはステレオの状態遷移表である。
- 図 4.10 に示したのはステレオの状態遷移図である。

• プリンタ

- 表 4.31 に示したのはプリンタの各状態の説明表である。
- 表 4.32 に示したのはプリンタの状態遷移表である。
- 図 4.11 に示したのはプリンタの状態遷移図である。

表 4.25: スピーカーの状態遷移表

state operation	S0:POWEROFF	S1:PLAYING
SP_PowerOn	S1	
SP_PowerOff		S0
SP_AdjustVolume		S1

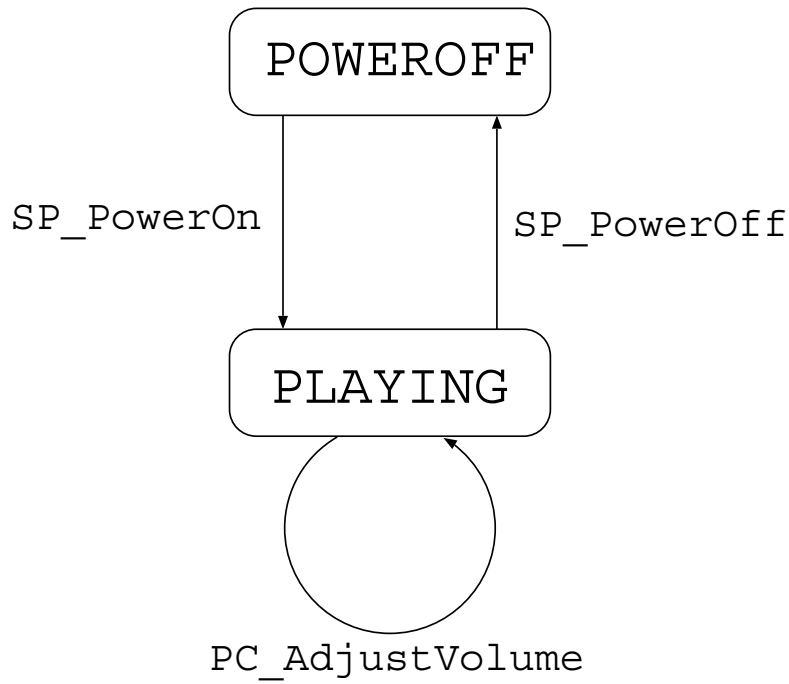


図 4.9: スピーカーの状態遷移図

表 4.26: ステレオの状態表

State	Description
POWEROFF CDMODE	ステレオの電源 Off かつ CD モードになっている
IDLE CDMODE	ステレオの電源 On かつディスクが入っていない
RADIOMODE	ステレオの電源 On かつラジオモードになっている
POWEROFF RADIOMODE	ステレオの電源 Off かつラジオモードになっている
POWEROFF DISCIN AUXMODE	ステレオの電源 Off、ディスクが入っている、外部再生モードになっている
POWEROFF AUXMODE	ステレオの電源 Off かつ外部再生モードになっている
AUXMODE DISCIN	外部再生モードになっているかつディスクが入っている
AUXMODE	外部再生モードになっている
STANDBY CDMODE	ディスクが入っているかつ CD モードになっている
RADIOMODE DISCIN	ラジオモードになっているかつディスクが入っている
POWEROFF DISCIN RADIOMODE	ステレオの電源 Off、ディスクが入っている、ラジオモードになっている
PLAYING CD	ステレオ中のディスクを再生している
POWEROFF DISCIN CDMODE	ステレオの電源 Off、ディスクが入っている、CD モードになっている

表 4.27: ステレオの状態遷移表 A

operation \ state	S0:POWEROFF CDMODE	S1:IDLE CDMODE	S2:RADIOMODE
power on	S1		
power off		S0	S3
insert disc		S8	S9
eject disc			
cd mode			S1
radio mode		S2	
AUX mode		S7	S7
change volume		S1	S2
play			
stop			

表 4.28: ステレオの状態遷移表 B

operation \ state	S3:POWEROFF RADIOMODE	S4:POWEROFF DISCIN AUXMODE	S5:POWEROFF AUXMODE
power on	S2	S6	S7
power off			
insert disc			
eject disc			
cd mode			
radio mode			
AUX mode			
change volume			
play			
stop			

表 4.29: ステレオの状態遷移表 C

operation \ state	S6:AUXMODE DISCIN	S7:AUXMODE	S8:STANDBY CDMODE	S9:RADIOMODE DISCIN
power on				
power off	S4	S5	S12	S10
insert disc		S6		
eject disc	S7		S1	S2
cd mode	S8	S1		S8
radio mode	S9	S2	S9	
AUX mode			S6	S6
change volume	S6	S7	S8	S9
play			S11	
stop				

表 4.30: ステレオの状態遷移表 D

operation \ state	S10:POWEROFF DISCIN RADIOMODE	S11:PLAYING CD	S12:POWEROFF DISCIN CDMODE
power on	S9		S8
power off		S12	
insert disc			
eject disc			
cd mode			
radio mode			
AUX mode			
change volume			
play			
stop		S8	

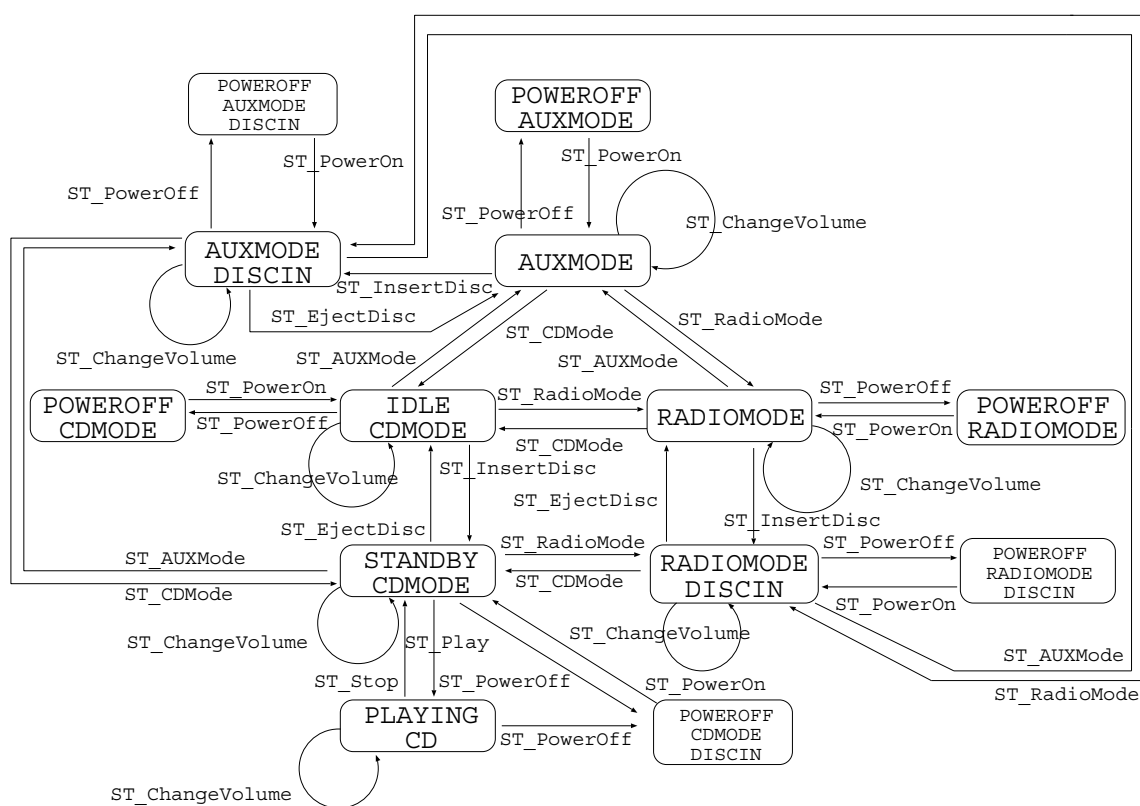


図 4.10: ステレオの状態遷移図

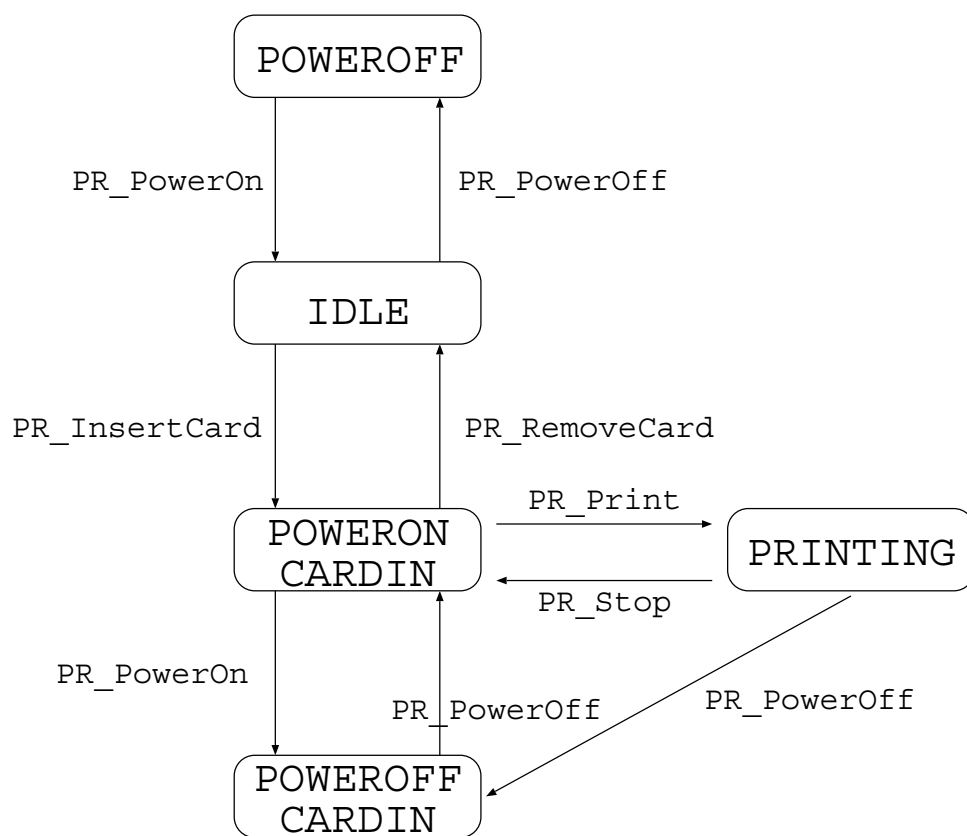


図 4.11: プリンタの状態遷移図

表 4.31: プリンタの状態表

State	Description
POWEROFF	プリンタの電源 Off
IDLE	プリンタの電源 On かつ仕事していない
POWERON CARDIN	プリンタの電源 On かつメモ리카ードが入っている
PRINTING	印刷している
POWEROFF CARDIN	プリンタの電源 Off かつメモ리카ードが入っている

表 4.32: プリンタの状態遷移表

operation \ state	S0:POWEROFF	S1:IDLE	S2:POWERON CARDIN	S3:PRINTING	S4:POWEROFF CARDIN
PR_PowerOn	S1				S2
PR_PowerOff		S0		S4	
PR_InsertCard		S2			
PR_RemoveCard			S1		
PR_Print			S3		
PR_Stop				S2	

4.4 アンケートによる実データ収集の結果

今回実施したアンケート調査していた操作の目的は主に以下八つになる。

- DVD を見る
- テレビを見る
- ビデオカメラで撮影した映像のダビング
- HDD レコーダで記録されたデータを DVD Disc に複製
- デジカメで取った写真の印刷
- CD を聴く
- ラジオを聴く
- PC 中の MP3 音楽を聴く

調査の対象 10 人である。収集されたアンケートの有効回答は以下のようになる。(アンケート結果の中で、間違いがあるシーケンスと重複するシーケンスが削除される場合がある。)

- DVD を見る

- DVD プレーヤー+テレビ (4 人)

1. DVD_PowerON → DVD_InsertDisc → DVD_Play → TV_PowerON → TV_AUXMode → DVD_PlayStop → DVD_EjectDisc → TV_PowerOFF → DVD_PowerOFF
2. DVD_PowerON → DVD_InsertDisc → TV_PowerON → TV_AUXMode → DVD_Play → DVD_PowerOFF → TV_PowerOFF
3. TV_PowerON → DVD_PowerON → DVD_InsertDisc → TV_AUXMode → DVD_Play → TV_AdjustVolume → DVD_PlayStop → DVD_EjectDisc → DVD_PowerOFF → TV_PowerOFF

- DVD プレーヤー+テレビ+スピーカー (6 人)

1. DVD_PowerON → DVD_InsertDisc → DVD_Play → TV_PowerON → TV_AUXMode → SP_PowerON → SP_AdjustVolume → DVD_PlayStop → DVD_EjectDisc → → SP_PowerOFF → TV_PowerOFF → DVD_PowerOFF
2. SP_PowerON → TV_PowerON → DVD_PowerON → SP_AdjustVolume → DVD_InsertDisc → TV_AUXMode → DVD_Play → DVD_PlayStop → DVD_EjectDisc → SP_PowerOFF → DVD_PowerOFF → TV_PowerOFF
3. DVD_PowerON → TV_PowerON → TV_AUXMode → DVD_InsertDisc → DVD_Play → SP_PowerON → SP_AdjustVolume → DVD_PlayStop → DVD_EjectDisc → → SP_PowerOFF → TV_PowerOFF → DVD_PowerOFF
4. SP_PowerON → DVD_PowerON → SP_AdjustVolume → → DVD_InsertDisc → TV_PowerON → TV_AUXMode → DVD_Play → DVD_PlayStop → DVD_EjectDisc → SP_PowerOFF → DVD_PowerOFF → TV_PowerOFF

- テレビを見る

- テレビ (4 人)

1. TV_PowerON → TV_AdjustVolume → TV_PowerOFF
2. TV_PowerON → TV_AdjustVolume → TV_ChangeChannel → TV_PowerOFF
3. TV_PowerON → TV_ChangeChannel → TV_AdjustVolume → TV_PowerOFF
4. TV_PowerON → TV_ChangeChannel → TV_AdjustVolume → TV_ChangeChannel → TV_AdjustVolume → TV_PowerOFF

- テレビ+スピーカー (5 人)

1. TV_PowerON → SP_PowerON → SP_AdjustVolume → TV_ChangeChannel → TV_PowerOFF → SP_PowerOFF
2. TV_PowerON → SP_PowerON → TV_ChangeChannel → SP_AdjustVolume → SP_PowerOFF → TV_PowerOFF

3. TV_PowerON → SP_PowerON → SP_AdjustVolume → TV_ChangeChannel
→ SP_PowerOFF → TV_PowerOFF

– テレビ+ステレオ (1 人)

1. TV_PowerON → ST_PowerOn → ST_AUXMode → TV_ChangeChannel
→ ST_PowerOff → TV_PowerOff

● ビデオカメラで撮影した映像のダビング

– ビデオカメラ+HDD&DVD レコーダ (6 人)

1. HDD_PowerON → DV_PowerON → HDD_InsertDisc → DV_Play → HDD_Copy
→ HDD_CopyStop → DV_Stop → HDD_EjectDisc → HDD_PowerOFF →
DV_PowerOFF

2. DV_PowerON → HDD_PowerON → DV_Play → HDD_Copy → HDD_CopyStop
→ HDD_PowerOFF → DV_PowerOFF

3. HDD_PowerON → HDD_InsertDisc → DV_PowerON → DV_Play → HDD_Copy
→ HDD_CopyStop → DV_Stop → HDD_EjectDisc → HDD_PowerOFF →
DV_PowerOFF

4. HDD_PowerON → HDD_InsertDisc → DV_PowerON → DV_Play → HDD_Copy
→ HDD_CopyStop → DV_Stop → HDD_EjectDisc → DV_PowerOFF → HDD_PowerOFF

5. DV_PowerON → DV_Play → HDD_PowerON → HDD_Copy → HDD_CopyStop
→ HDD_PowerOFF → DV_PowerOFF

– ビデオカメラ+HDD&DVD レコーダ+スピーカー (1 人)

1. DV_PowerON → TV_PowerON → → TV_AdjustVolume → SP_PowerON →
TV_AUXMode → HDD_PowerON → HDD_InsertDisc → DV_Play → HDD_Copy
→ DV_Stop → HDD_CopyStop → HDD_PlayData → HDD_PlayStop → HDD_EjectDisc
→ HDD_PowerOFF → → DV_PowerOFF → TV_PowerOFF → SP_PowerOFF

● HDD レコーダで記録されたデータを DVD Disc に複製

– HDD&DVD レコーダ (5 人)

1. HDD_PowerON → HDD_InsertDisc → HDD_Copy → HDD_CopyStop →
HDD_EjectDisc → HDD_PowerOFF

2. HDD_PowerON → HDD_InsertDisc → HDD_Copy → HDD_CopyStop →
HDD_PowerOFF

– HDD&DVD レコーダ+テレビ (1 人)

1. HDD_PowerON → TV_PowerON → TV_AdjustVolume → HDD_InsertDisc
→ TV_AUXMode → HDD_Copy → HDD_CopyStop → HDD_PlayDisc →
HDD_PlayStop → HDD_EjectDisc → HDD_PowerOFF → TV_PowerOFF

- HDD&DVD レコーダ+テレビ+スピーカー (1 人)
 1. HDD_PowerON → TV_PowerON → SP_PowerON → TV_AdjustVolume
→ HDD_InsertDisc → TV_AUXMode → HDD_Copy → HDD_CopyStop →
HDD_PlayDisc → HDD_PlayStop → HDD_EjectDisc → HDD_PowerOFF →
TV_PowerOFF → SP_PowerOFF

● デジカメで取った写真の印刷

- デジタルカメラ+プリンタ (8 人)
 1. PR_PowerON → DC_RemoveCard → PR_InsertCard → PR_print → PR_RemoveCard
→ PR_PowerOFF
 2. DC_RemoveCard → PR_PowerON → PR_InsertCard → PR_print → PR_RemoveCard
→ PR_PowerOFF
 3. DC_RemoveCard → PR_PowerON → PR_InsertCard → PR_print → PR_PowerOFF
 4. PR_PowerON → DC_PowerON → DC_RemoveCard → PR_InsertCard →
PR_print → PR_RemoveCard → PR_PowerOFF → DC_InsertCard → DC_PowerOFF
 5. PR_PowerON → DC_RemoveCard → PR_InsertCard → PR_print → PR_PowerOFF
- デジタルカメラ+パソコン+プリンタ (2 人)
 1. PC_PowerON → DC_PowerON → PR_PowerON → PC_Print → PC_PrintStop
→ DC_PowerOFF → PC_PowerOFF → PR_PowerOFF
 2. PR_PowerON → DC_PowerON → PC_PowerON → PC_Print → PC_PrintStop
→ DC_PowerOFF → PR_PowerOFF → PC_PowerOFF

● CD を聞く

- ステレオ (6 人)
 1. ST_PowerON → ST_InsertDisc → ST_Play → ST_Stop → ST_EjectDisc →
ST_PowerOFF
 2. ST_PowerON → ST_AdjustVolume → ST_InsertDisc → ST_Play → ST_Stop
→ ST_EjectDisc → ST_PowerOFF
 3. ST_PowerON → ST_InsertDisc → ST_Play → ST_AdjustVolume → ST_PowerOFF
 4. ST_PowerON → ST_InsertDisc → ST_Play → ST_AdjustVolume → ST_Stop
→ ST_PowerOFF
- パソコン (1 人)
 1. PC_PowerON → PC_InsertDisc → PC_Play → PC_Stop → PC_PowerOFF
- パソコン+スピーカー (1 人)
 1. PC_PowerON → SP_PowerON → PC_InsertDisc → PC_Play → PC_Stop
→ PC_PowerOFF → SP_PowerOff

● ラジオを聴く

- ステレオ (8 人)
 1. ST_PowerON → ST_RadioMode → ST_PowerOFF
 2. ST_PowerON → ST_AdjustVolume → ST_RadioMode → ST_PowerOFF
 3. ST_PowerON → ST_RadioMode → ST_AdjustVolume → ST_PowerOFF

- PC 中の MP3 音楽を聴く

- パソコン (3 人)
 1. PC_PowerON → PC_Play → PC_Stop → PC_PowerOFF
- ステレオ+ステレオ (2 人)
 1. PC_PowerON → ST_PowerON → ST_AdjustVolume → PC_Play → PC_Stop
→ ST_PowerOFF → PC_PowerOFF
- ステレオ+スピーカー (5 人)
 1. PC_PowerON → SP_PowerON → PC_Play → SP_AdjustVolume → SP_PowerOFF
→ PC_PowerOFF
 2. PC_PowerON → SP_PowerON → PC_Play → SP_AdjustVolume → PC_Stop
→ PC_PowerOFF → SP_PowerOFF
 3. PC_PowerON → PC_Play → SP_PowerON → SP_AdjustVolume → PC_Stop
→ PC_PowerOFF → SP_PowerOFF
 4. PC_PowerON → SP_PowerON → SP_AdjustVolume → PC_Play → SP_PowerOFF
→ PC_PowerOFF

4.5 最終結果及び分析

テレビを見るという例を挙げて最終的にどのようなものになるのかを説明する。前章に述べたようなシーケンスの類似度によって選んだ結果 (類似度 0 と 1) の例は以下のようになる。

- テレビ

- ⋮
 - a. 5.1,5.5,5.6,5.5,5.5,5.2,
 - ⋮
 - b. 5.1,5.5,5.6,5.5,5.6,5.6,
 - ⋮
 - c. 5.1,5.5,5.6,5.6,5.6,5.2,
 - ⋮

シーケンス 1 を示しているユーザーの行動パターンは以下のようになる。

テレビを見たくテレビの電源 On にする → テレビのチャンネルを変える → テレビの音量を調節する → テレビのチャンネルを変える → テレビのチャンネルを変える → 見たくなかったらテレビの電源を消す

シーケンス列の中でシーケンス 2 のように最後の操作はテレビの電源を切るではない操作のシーケンスが存在する。それは世の中でそういう行動パターンが存在する可能性があると考えられる。また、ユーザーの実データからテレビの重みを 0.4 を付けて、最終的に 0.4 の確率でテレビだけのコマンドレベルのシーケンスを選択する。また、その中からランダムで一つシーケンスを選択して出力する。

- テレビ+スピーカー

⋮
d. 5.1,7.1,5.5,7.3,5.5,5.2,
⋮
e. 5.1,7.1,5.5,7.3,5.6,5.2,
⋮
f. 5.1,7.1,5.5,7.3,7.2,5.4,
⋮

前述の場合と同じように 0.5 の重みを付ける。それにより 0.5 の確率でテレビとスピーカーのコマンドレベルのシーケンスを選択する。また、その中からランダムで一つシーケンスを選択して出力する。

- テレビ+ステレオ

⋮
g. 5.1,8.1,8.7,5.5,8.3,5.2,
⋮
h. 5.1,8.1,8.7,5.5,8.5,5.2,
⋮
i. 5.1,8.1,8.7,5.5,8.6,5.2,
⋮

前述の場合と同じように 0.1 の重みを付ける。それにより 0.1 の確率でテレビとステレオのコマンドレベルのシーケンスを選択する。また、その中からランダムで一つシーケンスを選択して出力する。

以上述べたことから実ユーザーの行動パターンと非常に似ている行動パターンが自動生成することができたと考えられる。

第5章 今後の課題

今後の課題として以下のものが挙げられる。

5.1 空間位置情報

日常生活活動の中でユーザーはある部屋からある部屋へ移動することがよくあると考えられる。ユーザーの空間位置変動によってホームネットワークに対する操作も変わる可能性がある。ユーザーの空間位置情報を考慮することによって、より人間らしい振る舞いができると考えられる。

5.2 仮想ユーザー振る舞いの可視化

プログラムにより仮想ユーザーの振る舞いを生成することができるが、シミュレーション側としては分かりにくいである。そこで、仮想ユーザーの振る舞いは可視化することによってよりシミュレーション側は分かりやすくなる。

5.3 大規模実ユーザーデータの収集・蓄積

今回の実験においては時間的な問題があって収集された実ユーザーのデータがあまり多くない。それにより実ユーザーの振る舞いのある程度ができた。生成された仮想ユーザーの振る舞いは実ユーザーに近ければ近いほどいい結果になれる。今後大規模な実ユーザーのデータの収集・蓄積することによって、より似ている人間の振る舞いを生成することができると考えられる。

5.4 ある単位時間内のシミュレーション

今回提案された手法では時間という要素が取り入れてないだが、今後一日、一週間あるいは一ヶ月などのある単位時間内の仮想ユーザーの振る舞いをシミュレーションする必要がある。

5.5 提案手法の評価

提案手法の有効性を示すために評価をしなければならないです。ただし、提案されたユーザーモデリング構築手法の利用目的によって評価手法が変わってくる。今後ホームネットワークを利用する目的が明確した上で、提案されたユーザーモデリング構築手法を評価する。

第6章 まとめ

本稿では、現実的規模のホームネットワークにおけるユーザーの挙動をより簡易に表現できるユーザーモデリング手法を提案する。現実的な規模のシステムを対象としたモデリングを行なうためにはネットワーク構造の設計が困難であり、より簡易な方法が求められている。本研究では行動の系列を列挙し、これらを生成するシーケンスモデルを提案する。

まず家電機器の間で総当りの依存性を評価した関連表と各機器の依存関係を有向グラフで表現した関連図を作成する。関連表と関連図内の機器の組合せでユーザーにとって有意義な動作をユースケース図を作成して列挙する。その行動パターンを参照し、機器レベルのシーケンスを生成する。関連表内の機器同士の組合せのみを考えることにより、ユースケース数の爆発をある程度抑えることができる。生成された機器レベルのシーケンスと各機器の状態機械を参照し、具体的なコマンドレベルのシーケンスを生成する。次に、実験から収集された実ユーザーがあるシステムを利用するときに出したコマンドと照合、評価し、重みを付けて適度なシーケンスを選び出す。より実ユーザーの行動パターンと類似しているコマンドレベルのシーケンスを選択することはできた。

第7章 謝辞

本研究に進めるに当たり、研究を熱心にご指導してきた丹康雄助教授に深く感謝します。また、いままで研究生生活を支えてきた家族に深く感謝します。さらに、勉強と本研究に関して非常に多くの助言を頂きました博士課程の中田潤也氏、牧野義樹氏に心から感謝します。最後に、アンケートを協力してくれた丹研究室の M1 と M2 の皆さんに感謝します。そして共に学生生活を過ごしてきた、いつも楽しい話をして、心を支えてきた友達たちに感謝します。

参考文献

- [1] M. Weiser, The Computer for the 21st Century, Scientific American,66-75,Sep,1991
- [2] NICT, <http://starbed.nict.go.jp>
- [3] 本村陽一, ベイジアンネットによる確率的推論技術, 計測と制御,42-8,649-654,2003
- [4] E.Castillo,J.Gutierrez, and A.Hadi, Expert Systems and Probabilistic Network Models, Springer,1997
- [5] E.Horvitz,J.Breese,D.Heckerman,D.Hovel and D.Rommelse, The Lumiere Project:Bayesian User Modeling for interring the Goals and Needs of Software Users, in 14th National Conference on Uncertainty in Artifical Intelligence,1998
- [6] 産業技術総合研究所, <http://www.msi.co.jp/BAYONET/>
- [7] 宋慶輝,丹康雄, ホームネットワークにおけるユーザーのモデリング, 平成 18 年度電気関係学会北陸支部連合大会
- [8] 村山知子, 酢山明弘, 折原良平, ベイジアンネットワークを用いた消費者行動モデルの構築実験, 人工知能学会全国大会 3F-01,2004
- [9] 鍋島一郎, 動的計画法, 森北出版株式会社,1985
- [10] 長尾真, パターン情報処理, コロナ社,1990

付 録 A 仕様関数一覧

A.1 機器レベルシーケンス生成ユニット関数

init_node

- 書式 init_node(node_size)
- 詳細 ノードの初期化
 - node_size ノード数の指定

search

- 書式 search(step)
- 詳細 機器レベルシーケンスを生成する関数
 - step 求める段階の数

A.2 家電機器操作シーケンスユニット関数

nextstate

- 書式 nextstate(t, st, op)
- 詳細 機器状態の判断する関数
 - t 機器の状態
 - st 今の機器状態
 - op 今の操作

sweepstate

- 書式 sweepstate(vtransition, 0, DEPTH, INITIALSTATE, str)
- 詳細 テレビ操作シーケンスを生成する関数

- `vtransition` 機器の状態遷移
- `0` 初期値
- `DEPTH` 求める段階の数
- `INITIALSTATE` 初期状態
- `str` 一つ前の状態

A.3 コマンドレベルシーケンス生成ユニット関数

`make_newab`

- 書式 `make_newab()`
- 詳細 コマンドレベルシーケンスを生成する関数

A.4 DP ユニット関数

`min3`

- 書式 `min3()`
- 詳細 DP マッチングを用いて実データと照合

付 録 B アンケート

氏名 性別 年齢

説明

実ユーザーの家電機器に対するどういうコマンドを出すのかを取るため、今回のアンケートを実施します。添付された配置平面図と配線概略図を示したような各家電機器の構成が自分の家にあるとします。自分なら日常生活活動の中である目的を達成するために、使う家電機器に対してどういうコマンドをよく出すのかを書いてください。複数回答がある場合、すべて書いてください。(用紙が足りない場合、添付された用紙を使ってください。) ご記入のアンケートは宋のテーブルの上においてください。ご協力ありがとうございました。宋 慶輝 (qinghui@jaist.ac.jp)

システムの構成

ワンルームの中に、家電機器の配置は図 B.1 を示しています。部屋の真ん中にテーブルを置いています。テーブルの上に PC、プリンタなどの家電機器を置いています。PC の真正面に TV が置いています。各家電機器の配線は図 B.2 を示しています。配線は映像、音声と USB という 3 種類の配線になります。具体的な家電機器の構成と機能は以下のようになります。

DVD Player
DVD/CD の再生

HDD&DVD Recorder
DVD/CD の再生、地上波放送とデジタル放送の録画、ダビング (HDD→DVD)

Digital Video Camera (メディアタイプ：miniDV カセット)
動画/写真の撮影と再生

Digital Camera
写真/動画の撮影と再生

MP3 Player

MP3 の再生、JPEG の再生

PC
DVD/CD の再生、データの伝送

Printer
テキストの印刷、画像の印刷

Speaker
5.1 チャンネルのホームシアタースピーカー (AV アンプ付)

Stereo
CD の再生、外部からの音声信号の再生

TV
外部からの映像信号の再生

操作リスト

1 DVD Player

DVD Player の電源 ON

DVD Player の電源 OFF

DVD トレイに disc を入れる

DVD トレイから disc を取り出す

DVD トレイ中の disc の再生

再生停止

2 HDD&DVD Recorder

HDD&DVD Recorder の電源 ON

HDD&DVD Recorder の電源 OFF

DVD トレイに disc を入れる

DVD トレイから disc を取り出す

DVD トレイ中の disc の再生

録画されたデータの再生

再生停止

(外部/放送) 映像音声信号の録画

録画停止

ダビング (HDD ↔ DVD Disc)

ダビング停止

3 Digital Camera

デジカメの電源 ON

デジカメの電源 OFF

メモリカードの取り出し

4 Digital Video Camera

DV の電源 ON

DV の電源 OFF

動画再生

動画再生停止

5 TV

TV の電源 ON

TV の電源 OFF

TV の再生

外部入力 of 再生

チャンネルの選局
ボリュームの調整

6 PC

PC の電源 ON

PC の電源 OFF

DVD トレイに disc を入れる

DVD トレイから disc を取り出す

写真/動画/MP3 の再生

写真/動画/MP3 の再生停止

入力映像のキャプチャ

入力映像のキャプチャの停止

ダビング (外部からの映像音声 ↔ DVD Disc)

ダビング停止

写真の印刷

印刷停止

7 Speaker

Speaker の電源 ON

Speaker の電源 OFF

ボリュームの調整

8 Stereo

Stereo の電源 ON

Stereo の電源 OFF

DVD トレイに disc を入れる

DVD トレイから disc を取り出す

CD の再生

CD 再生の停止

ラジオモードに変わる

外部音声モードに変わる

ボリュームの調整

9 Printer

Printer の電源 ON

Printer の電源 OFF

メモ리카ードの差し込み

メモ리카ードの取り出し

写真の印刷
写真の印刷停止

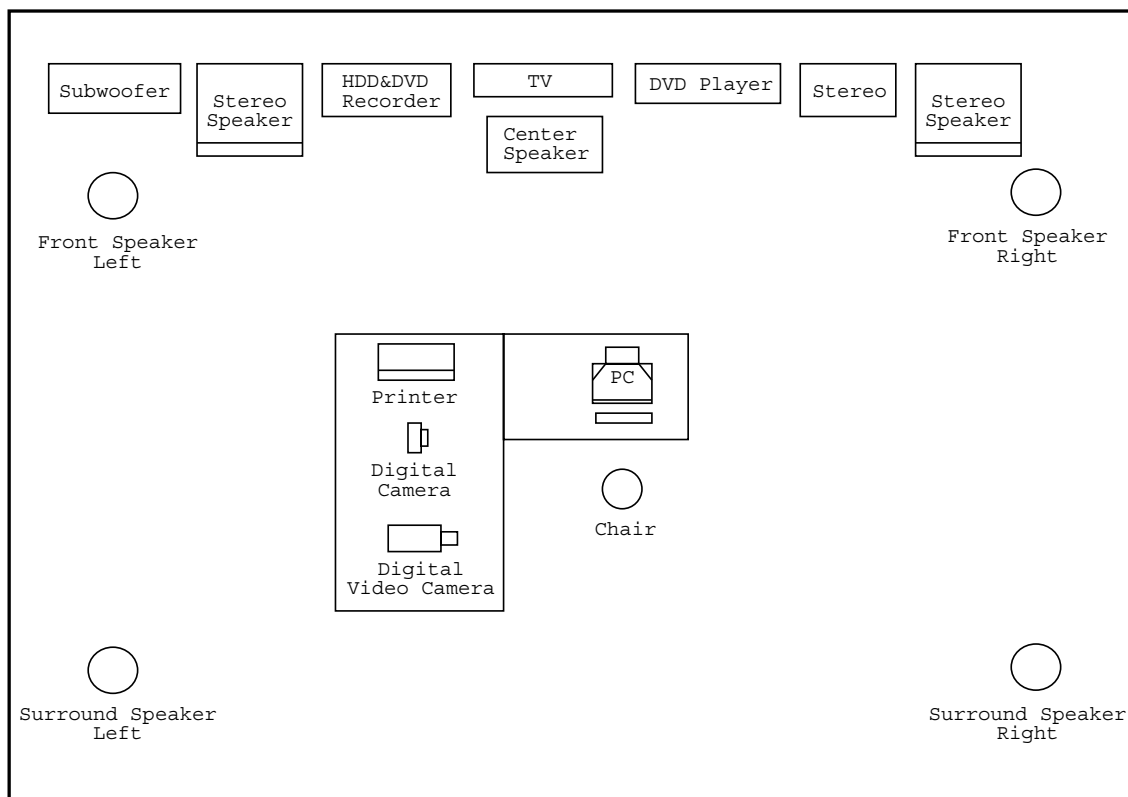


図 B.1: AV 系家電機器のワンルーム内配置平面図

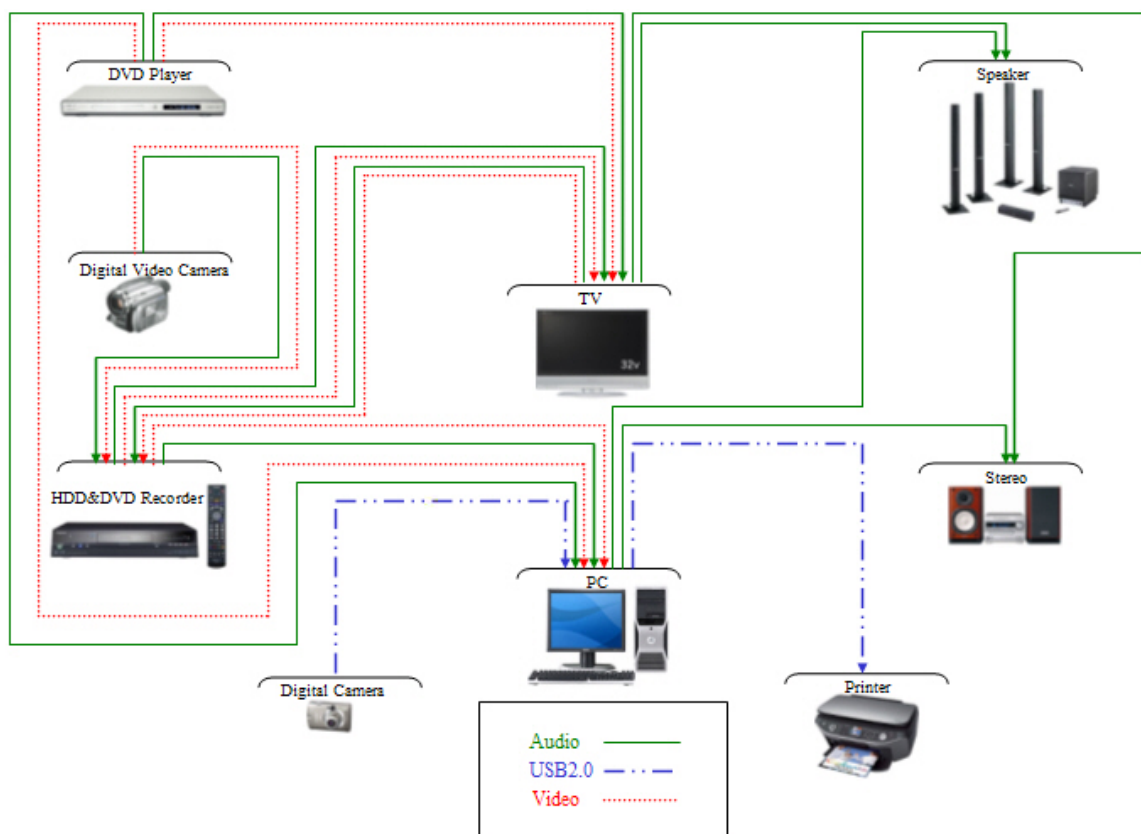


図 B.2: AV 系家電機器の配線概略図

(例) 操作の目的 : DVD を見る (初期状態 : 各家電機器の電源がすべて OFF DVD Player, HDD&DVD Recorder, DVD-R の中に disc が入ってないステレオ: CD 再生モード TV: TV 再生モード)

1.DVD Player の電源を入れる

2.TV の電源を入れる

3. スピーカーの電源を入れる

4.DVD Disc を入れる

5.DVD の再生ボタンを押す

6. スピーカーの音量を調節

7.DVD 再生停止ボタンを押す

8.DVD Disc を取り出す

9.TV の電源を切る

10.DVD Player の電源を切る

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]