

平成 18 年度

筑波大学第三学群情報学類

卒業研究論文

題目 人の行動を推測しサポートする  
情報アプライアンスの提案と試作

主専攻      情報科学主専攻

著者      長尾 聡

指導教員   田中二郎   高橋伸   三末和男   志築文太郎

## 要 旨

”ユビキタス”という言葉が社会に登場してから久しい。これから近い将来、コンピュータがその姿を大きく変えることは想像に難くない。しかしながら現在、コンピュータの変化とは見かけのみで、本質的な変化を遂げるのはまだ遠い話である。なぜなら、扱う情報が以前と変わらないからに他ならない。”ユビキタス”という言葉にふさわしく、扱う情報もより身近であるべきだと考える。そこで、人の行動を情報として扱うことを提案する。

本研究では、自分の行動を保存する個人ストレージをネットワーク上に構築し、各コンピュータがネットワークストレージの情報を元に、人の行動を推測しサポートする枠組みを提案する。また、その枠組みの中で、過去の服のコーディネートログを元に、服のコーディネートを推薦する鏡状アプライアンスの試作を行い、その評価を行う。

# 目次

第1章	序論	1
1.1	背景	1
1.1.1	ユビキタスコンピューティング環境	1
1.1.2	情報アプライアンス	1
1.2	本研究の目的	2
1.3	本論文の構成	2
第2章	ユビキタス時代のストレージ	3
2.1	ストレージ	3
2.2	ネットワークを利用したストレージ	3
2.2.1	サーバストレージ	4
2.2.2	ネットワークストレージ	4
2.2.3	柔軟なストレージ	5
第3章	人の行動のストレージ	6
3.1	ストレージの対象	6
3.2	ユビキタス時代のストレージ	7
3.2.1	アンビエントな存在	7
3.2.2	簡易性	7
3.2.3	安全性	7
3.2.4	無制限の容量	7
3.3	人の行動のストレージ	8
第4章	人の行動を推測しサポートする枠組みの構想	9
4.1	AsOne の構想	9
4.2	ユーザの行動の記録	10
4.3	AsOne に基づく情報アプライアンス:AsOne Mirror の考案	10
4.4	AsOne Mirror	10
4.5	活用例	11
4.5.1	例1	11
4.5.2	例2	12
第5章	AsOne Mirror の実装	13

5.1	AsOne Mirror の概要 . . . . .	13
5.2	外観 . . . . .	15
5.3	主な機能 . . . . .	15
5.3.1	服のコーディネートのおすすめ . . . . .	15
5.3.2	タンス機能 . . . . .	17
5.4	認識 . . . . .	19
5.5	画像の取得 . . . . .	19
5.6	ネットワーク上のデータベース . . . . .	20
5.7	推薦アルゴリズム . . . . .	24
<b>第 6 章</b>	<b>評価</b>	<b>26</b>
6.1	準備 . . . . .	26
6.2	結果と考察 . . . . .	26
<b>第 7 章</b>	<b>関連研究</b>	<b>29</b>
7.1	ストレージに人の行動を記録する研究 . . . . .	29
7.2	人の行動を推測する研究 . . . . .	30
7.3	写真データを映す鏡状のアプライアンスの研究 . . . . .	31
<b>第 8 章</b>	<b>まとめ</b>	<b>32</b>
	謝辞	33
	参考文献	34



# 図目次

1.1	ユビキタスコンピューティング環境	2
2.1	主なリムーバブルストレージ	3
2.2	サーバストレージ	4
2.3	ネットワークストレージ	5
2.4	柔軟なストレージ	5
3.1	ストレージの対象とコンピュータの外見	6
4.1	AsOne の構想図	9
4.2	AsOne Mirror イメージ図	10
5.1	AsOne Mirror の概要	14
5.2	AsOne Mirror	15
5.3	コーディネートのおすすめ (シチュエーション例:遊び)	16
5.4	コーディネートのおすすめ (シチュエーション例:学校)	16
5.5	コーディネートのおすすめ (シチュエーション例:冠婚葬祭)	17
5.6	上着を表示	18
5.7	シャツを表示	18
5.8	ズボンを表示	18
5.9	靴を表示	18
5.10	本日の天気情報を表示	18
5.11	服が手元にないことを示すモザイク処理	18
5.12	NS カメラの概要	19
5.13	web カメラによるキャプチャリングの概要	20
5.14	服全体を統括するテーブル”drawer”	21
5.15	jacket1 のデータベース	22
5.16	shoes24 のデータベース	23
6.1	AsOne Mirror が推薦した 1 月 29 日のコーディネート	27
6.2	処理の流れ	27
6.3	表示されたコーディネートのデータベース	28

## 表 目 次

5.1	drawer のフィールドの内容 . . . . .	20
5.2	各服のテーブルのフィールドの内容 . . . . .	20
7.1	主な情報を 1TB のストレージに 1 年間記録できる 1 日あたりの記録数 . . . . .	30

# 第1章 序論

## 1.1 背景

近年、コンピュータはすっかり我々の日常に溶け込み、我々の生活に欠くことのできない存在になってきている。このような環境をユビキタスコンピューティング環境と呼び、このような時勢をユビキタス時代という。そして、ユビキタス時代では、従来のコンピュータはその機能を分散させ、それぞれが暗黙的に我々の日常に身を置くようになるといわれている。

### 1.1.1 ユビキタスコンピューティング環境

ユビキタスとは、ラテン語の”ubique=あらゆる場所で”という形容詞を基にした「遍在する」という意味で使われている英語で、ユビキタスコンピューティング環境とは 1991 年に M.Weiser によって提唱された [1]。それは生活の様々な場所にコンピュータが遍在している環境をいい、1 人が日常生活の中で数多くのコンピュータを利用している。そして、人間の生活環境の中にコンピュータチップとネットワークが組み込まれ、人がその場所や存在を意識することなく利用できるコンピューティング環境をいう (図 1.1)。このようなユビキタスコンピューティング環境では人はより無意識にコンピュータを使い、コンピュータはより身近に人の生活をサポートするようになると考えられる。

### 1.1.2 情報アプライアンス

最近の情報技術の進歩には目を見張るものがある。しかしその一方で、機能が肥大化されたコンピュータは、操作性の悪化・価格の高騰といった側面を持つに至った。そこで、コンピュータは数多ある機能を絞り特化させることで、操作性を向上させ、価格を低く抑えることに成功した。この単機能に特化したコンピュータのことを情報アプライアンスと呼ぶ。今後は、1 つの部屋に汎用性のあるコンピュータが 1 台存在するのではなく、1 つの部屋に単機能に特化された情報アプライアンスが数個存在するといった形態が一般的になると考えられる。また、D.A. ノーマンは自身の著書 [2] の中で、人間の仕事に自然に組み込まれ、その人の能力を自然に拡張するものと感じられるようになることが、情報アプライアンスの真髄であると語っている。

## 1.2 本研究の目的

本研究では、前節のユビキタス社会を背景としたストレージについて言及し、ユビキタス時代のストレージの対象として人の行動を保存することを考案する。そして、ストレージに保存された人の行動の情報を元に、人の行動を推測しサポートするための枠組みを提案する。その枠組みの中で、ユーザに最も適した服のコーディネートを推薦する鏡状の情報アプライアンスを実際に試作する。

## 1.3 本論文の構成

本稿の構成について説明する。本章では背景として、我々が置かれるユビキタス時代について説明し、本研究の目的を述べる。第2章ではユビキタス時代でのストレージを紹介する。第3章ではユビキタス時代でのストレージの対象を考案し、本研究の動機を述べる。第4章では本研究の構想を説明し、試作するシステムを例とともに紹介する。第5章では実装したシステム AsOne Mirror の説明をする。第6章では AsOne Mirror を実際に使用し、評価する。そして第7章で関連研究を紹介し、第8章でまとめる。

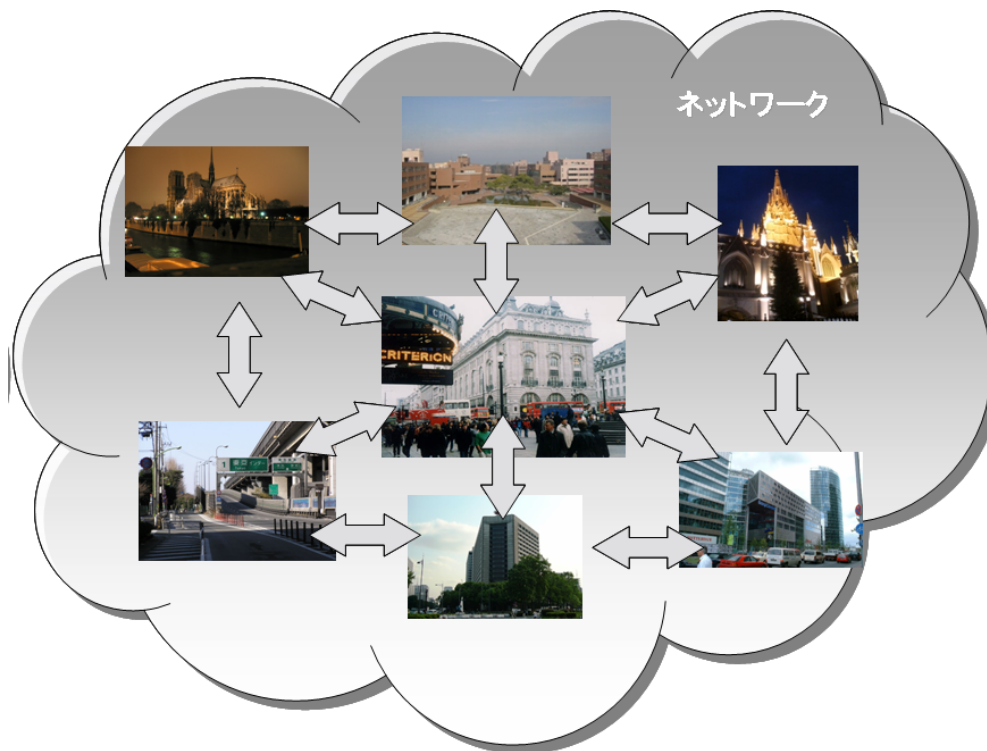


図 1.1: ユビキタスコンピューティング環境

## 第2章 ユビキタス時代のストレージ

本章では、前章で触れたユビキタス時代を迎えて、ストレージメディアがどのように変化したかを紹介する。

### 2.1 ストレージ

コンピュータを扱う上で、情報を保存するという行為は必要不可欠である。その情報を保存する場所をストレージといい、大きく固定ストレージとリムーバブルストレージの二種類に分けられる。前者はハードディスクが代表され、パソコンをはじめ、ほとんどのコンピュータに標準的に搭載されている。特徴として、大容量・高速アクセスが挙げられる。ただし、振動に弱く、持ち運びには適さない。後者はCD や DVD、USB メモリなど実に多くの種類が利用されている(図 2.1)。こちらは特徴として、比較的外的衝撃に強く、持ち運びに適している。ただし、容量の面では固定ストレージに及ばない。



図 2.1: 主なリムーバブルストレージ

### 2.2 ネットワークを利用したストレージ

今日ではネットワーク技術の進歩とともに、従来のローカルなストレージとは大きく異なる発想のストレージが提案・利用されている。

### 2.2.1 サーバストレージ

巨大なサーバをストレージとして利用し、ネットワークにより世界中からアクセスすることができる(図 2.2)。この試みは 1999 年に、NHK 放送技術研究所が映像アーカイブセンターの設立とともに、映像アーカイブ用動画検索システム [3] の構想を発表している。また、図書館や博物館、美術館といった展示施設が資料や芸術作品をデジタル化し、サーバストレージに保存、それを利用者が世界各地から閲覧するといった利用シーンも考えられる。

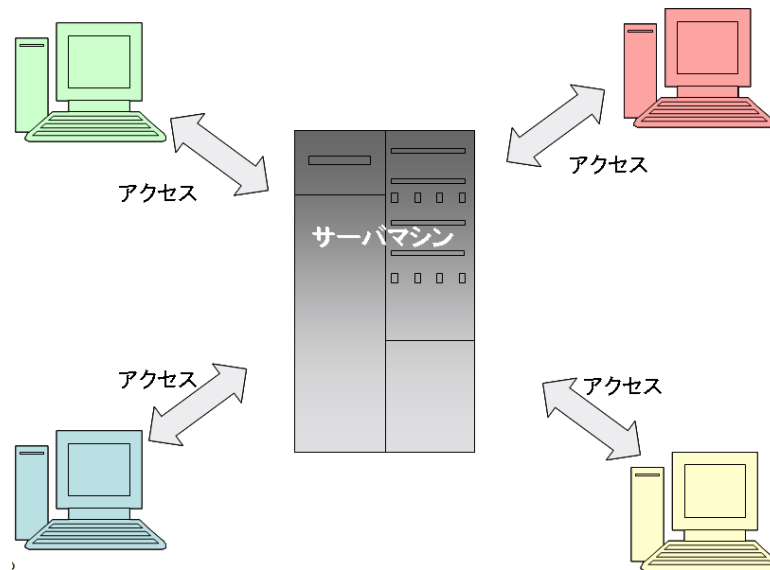


図 2.2: サーバストレージ

### 2.2.2 ネットワークストレージ

前述までのストレージが物理的な媒体を利用した、いわゆる「物理ストレージ」ならば、こちらはネットワーク上にストレージを構築した「仮想ストレージ」である(図 2.3)。ユーザはネットワークに接続されている環境にいれば、いつでもどこでもストレージにアクセスすることができる。昨今ではすでに、インターネット上のストレージ提供サービスが利用されている。

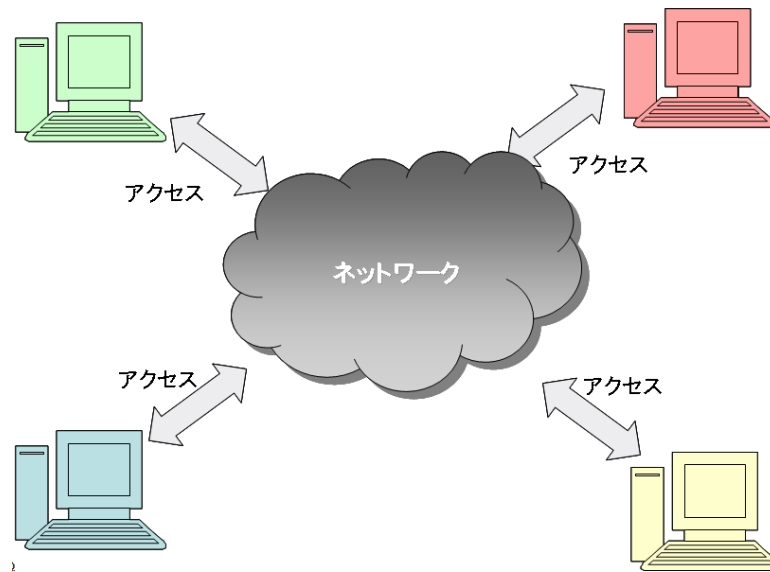


図 2.3: ネットワークストレージ

### 2.2.3 柔らかいストレージ

岩淵らの提唱する「柔らかいストレージ (Natural Storage)」という理論である [4][5]。これは、人間の体そのものをネットワークストレージのキーとして利用し、またアクセスのためのインタフェースにも体を用いる手法をとる。この手法によってユーザは、自分の体内に自分専用のストレージがあり、自分の体をデジタルデータの保管場所であると錯覚する。すなわち、ユーザは自分の体に情報を記録し、携帯するイメージを持つ (図 2.4)。

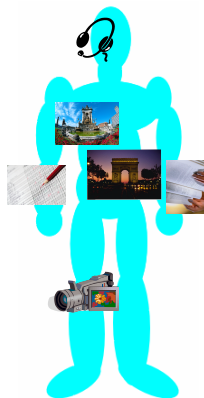


図 2.4: 柔らかいストレージ

## 第3章 人の行動のストレージ

本章では、ユビキタス時代のストレージを想定した本研究に関わる構想を述べる。

### 3.1 ストレージの対象

様々な種類の情報がめまぐるしく飛び交う、今日のような高度な情報化社会においても、ストレージの対象となる情報は依然として、文書や音楽、画像、動画情報が大半を占めている。保存する情報の種類が変わらないということは、その用途も同じということに他ならない。従来のコンピュータがユビキタス時代を迎えて、その姿を変化させるのにも関わらず、その本質には変化がなく、ユビキタス時代の到来といっても上辺だけの变化でしかない。図3.1の左側はユビキタス時代の水晶玉状のディスプレイ [6]、右側は従来のコンピュータである。ディスプレイの形状は大きく変わっているが、ストレージの対象には変化がない。



図 3.1: ストレージの対象とコンピュータの外見



## 3.2 ユビキタス時代のストレージ

ユビキタス時代では、人間はいつでもどこでもネットワークで世界中とつながれたコンピュータを使うことができる。そこで、個人のストレージをネットワーク上に構築することで、時間や場所に拘束されずに自分の情報を取り出すことができるようになると思う。他にストレージをネットワークに構築することの主なメリットを以下に挙げる。

### 3.2.1 アンビエントな存在

従来の物理ストレージとは異なり、ストレージがネットワーク上に存在するということは、それを持ち運ぶ必要がなく、また常時、ネットワークに接続されているので、いつでもどこでも自分の欲しい情報にアクセスできるといった特性を持つ。

### 3.2.2 簡易性

従来までの物理ストレージでは、必要な情報にアクセスするために、いくつかの物理ストレージの中からその情報を持つ物理ストレージを選択し、それをドライブ装置に挿入するといった、認知的でない操作を必要とする。しかし、ストレージをネットワーク上に構築し、情報アプライアンスが常にそこにアクセスできるようになっていれば、上記の問題は軽減される。このストレージをネットワークに構築するという概念は mediaBlocks[7] でも行われている。これは ID タグが付けられた木製のブロックを専用のデバイスに接続すると、オンラインメディアにアクセスする。ユーザがブロックを直接手で掴んだり、並べたりして操作することで、情報の直感的な操作を可能としている。

### 3.2.3 安全性

物理ストレージに直接保存すると、何らかの物理的な事故が生じた際に、中の情報を失ってしまう可能性がある。また、小さなリムーバブルストレージではそれ自体を紛失してしまうという恐れもある。しかし、ネットワーク上に存在するストレージならば、上記のような物理的な事故は起こらない。

### 3.2.4 無制限の容量

近年では物理ストレージの記憶容量は飛躍的に増加したが、それでも容量の大きな情報を保存する際に十分とはいえない。しかし、ストレージをネットワーク上に構築することで、自由に保存領域を割り当てることができるため、ストレージの容量は実質、無制限になると考えてもよい。

### 3.3 人の行動のストレージ

前節を踏まえて、ストレージをネットワーク上に構築し、そのメリットを最大限に生かす方法を考案する。まず、常にネットワークに接続されているという環境ならば、いつでもどこでも情報を保存することができる。このことから、従来の物理ストレージでは扱えないような情報もフレキシブルに扱うことができる。次に、情報アプライアンス自体が必要な情報を選んで、自らその情報にアクセスするため、従来では扱うことのできなかったような複雑な情報も扱えるようになる。また、従来の物理ストレージでは常に、手元のストレージの保存可能容量と保存したい情報の大きさを考える必要があったが、ネットワークストレージならばいくつかのストレージを持ち運ぶ必要がなく、容量の制限から解放されるため、ストレージの容量を考えずに保存したい情報を好きに保存できる。

そこで本研究では、人間の行動を情報としてネットワーク上のストレージに保存することを提案する。そして、人間の行動、すなわちその人のルーティンワークや嗜好や癖といった情報を元に、その人の行動を推測しサポートするシステムができるのではないかと考える。

人間の行動を推測しサポートするシステムを想定したストーリーを以下に挙げる。

Aさんが帰宅すると、部屋の電気がつき、エアコンが稼動し、PCの電源が入った。Aさんは寒がりなので、自宅でもオフィスでも一人にいるときは、エアコンの設定温度は27度である。PC上にはAさんが毎週鑑賞しているテレビドラマが放送されている。Aさんはコーヒーを持っていすに腰掛けると、いつものようにテレビドラマを楽しんだ。

## 第4章 人の行動を推測しサポートする枠組みの 構想

本章では、本研究で提案する構想の説明をする。また、その枠組みの中で情報アプライアンスを考案する。

### 4.1 AsOne の構想

本研究で提案する枠組みを AsOne と名づけ、その構想を説明する。

ユーザは自分の行動や嗜好といった情報をネットワーク上に構築したユーザ個人のストレージに保存する。そして各所に存在する情報アプライアンスがユーザを認識すると、ネットワーク上のユーザのストレージにアクセスし、そこから得られた情報を元にユーザの行動を推測しサポートする(図 4.1)。

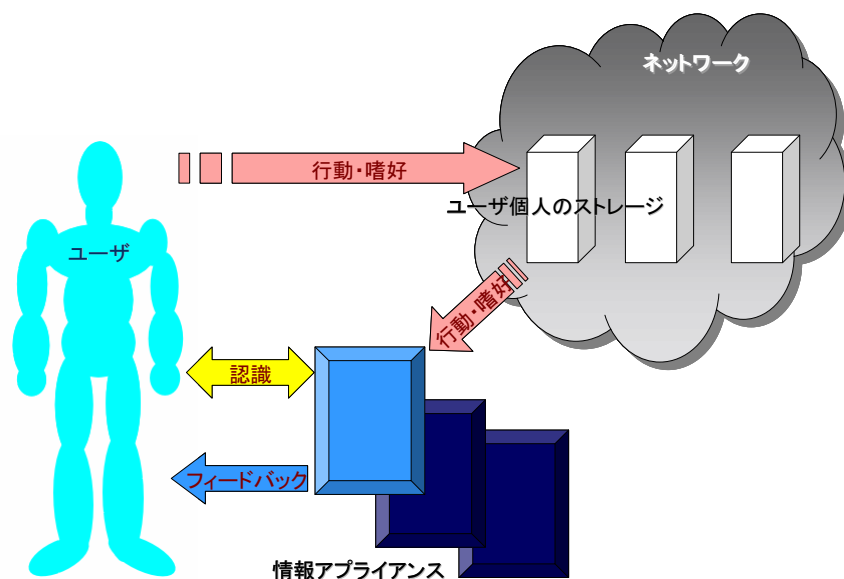


図 4.1: AsOne の構想図

## 4.2 ユーザの行動の記録

本研究では、ユーザの行動の記録に、ユーザの”常に見られている”という心理的負担を軽減するために、カメラやセンサにはなるべく頼らないことを方針とする。行動の記録に関しては、ユーザの無意識に自分の行動が記録されていくというような手法ではなく、ユーザ自身が自分の行動の記録に関して意識的であることを前提とする。

## 4.3 AsOne に基づく情報アプライアンス:AsOne Mirror の考案

4.1 節で提案したユーザの行動を記録し、その情報をもとに情報アプライアンスがユーザの行動を推測しサポートするという構想の枠組みに基づく、人の行動を推測しサポートする情報アプライアンスの試作として AsOne Mirror を設計した。これは鏡をメタファとしたシステムで、ユーザの過去の服のコーディネートログから、現在の状況に応じたコーディネートを紹介する (図 4.2)。

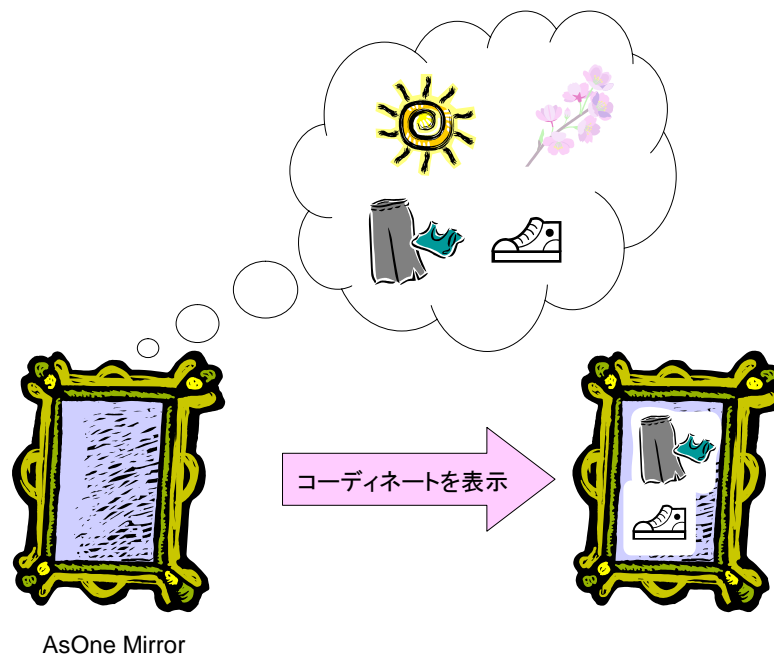


図 4.2: AsOne Mirror イメージ図

## 4.4 AsOne Mirror

外出する際に、どの服を着ていくかを考えることは容易なことではない。それは手持ちの服に対して、以下に挙げる 5 つの要素が関わってくるからである。

- 季節
- 天気
- 気温
- 場所
- 目的

まず、季節によって着られる服の種類が大きく分けられる。例えば、夏に厚手のセーターは着ないし、冬に半そでのシャツ一枚で外出することはできない。次に、天気も重要である。今現在、雨が降っていたら恐らく、湿気に弱い服は選ばれないだろう。もしくは、降水確率が高いというだけで、湿気に弱い服は避けられるかもしれない。また天気と同様に気温も重要な要素である。もし、その日の最高気温が 10 に満たないならば、着る服のコーディネートは限られてくる。そして最後に、場所・目的である。行き先が大学のゼミならば大抵の格好でも許されるが、もし高級ホテルのレストランで食事をするのだとしたら話は違う。ジャージなどもっての他だし、あるいはネクタイを締めなければならないかもしれない。このように、服のコーディネートを考える作業はなかなか骨が折れる。たとえ、外出の時間が迫っていたとしても、こればかりは軽視できない。

そこで、本システム AsOne Mirror は前述のその日に着る服のコーディネートを作成するという作業をサポートすることを目的とする。具体的には、ユーザが AsOne Mirror の前に立つと、ユーザの目的に合うような服のコーディネートを、その日の季節や天気を踏まえて鏡に提示する。また AsOne Mirror には自分の所持している服がそれぞれ登録されており、参照できるようになっている。すなわち、ユーザはシステムが提示したコーディネートが気に入らなければ、AsOne Mirror に自分の所持している服を映しながら、自分でコーディネートを作り直すことができる。

なお、服の登録はユーザが鏡の前に立つか、カメラなどで服を撮影すると自動的に登録される。データベースにはその日のイベントを入力する。

## 4.5 活用例

AsOne Mirror の活用例を挙げる。

### 4.5.1 例 1

急ぎの用事などで、素早く服を選ばなければならないときがある。しかし、そのような時は得てして慌ててしまって、余計な時間がかかるものである。このような状況下でも、AsOne Mirror を活用すれば着ていく服を素早く選ぶことができる。そのケースを例として以下に挙げる。

大学4年生のB君は、今日朝10時から絶対に出席しなくてはならないゼミがあるというのに、目が覚めたのは朝の9時45分だった。大学まではどんなに急いでも10分はかかる。つまりあと5分で支度をしなければならない。B君はベッドから飛び起きて、ハブラシを片手に鏡の前に立った。B君が鏡の前でマーカをかざすと、鏡に組み込まれたAsOne Mirrorが今日の天気と気温、そしてB君の今までにゼミに着ていった服のログを参照して、今日B君が着ていく服のコーディネートを作成し、鏡に表示した。B君はAsOne Mirrorの推薦する服をハンガーパイプから取ると、急いで着替えて玄関を飛び出した。

上記の例では、B君は寝坊してしまい、大事なゼミに遅刻してしまいそうになっている。普通ならば、ハンガーパイプにかかっている服を見ているだけで5分くらいかかってしまい、コーディネートを考えることも、ましてや歯を磨く時間をとることなどできないだろう。しかし、B君はAsOne Mirrorを活用したため、片手で歯を磨きながら、すばやく服のコーディネートを決めることができた。

#### 4.5.2 例2

AsOne Mirrorが推薦した服のコーディネートが気に入らなかった場合、AsOne Mirrorを用いて自分の所持している服を見ながら自分でコーディネートを作成することができる。そのケースを例として以下に挙げる。

今日C君は大学の友人3人と熱海へ遊びに行く。今日の熱海の天気や気温はどうだろうか。つくばより暑いのだろうか。そこでC君はAsOne Mirrorに熱海の天気、気温を表示させた。また、AsOne Mirrorは熱海の天気情報を踏まえて服のコーディネートをC君に推薦したが、C君には今ひとつしっくりこなかった。そこでC君は自分でコーディネートを考えることにした。一ヶ月前に買った白いシャツを着ようと、ハンガーパイプを見たがシャツが見当たらない。C君が鏡にシャツのマーカをかざすと、目的の白いシャツにはモザイクがかかっていた。しかたがないので、鏡に表示されているシャツの中からひとつを選び、次にそのシャツに合うズボンを見ようとズボンのマーカを鏡にかざした。

上記の例では、C君ははじめAsOne Mirrorが推薦した服のコーディネートが気に入らなかった。そこで自分で服を選ぶことにするのだが、熱海の天気情報を知りたいと考える。普通ならばここで、天気予報を見たり、インターネットで調べたりしなくてはならないのだが、AsOne Mirrorには天気情報を取得し鏡に表示する機能も備わっている所以、すぐに現地の天気情報を得ることができた。また、所持している服を鏡に映すことで、手元にある服をすぐ知ることができた。ここで、白い服にはモザイクがかかっていたが、AsOne Mirrorは今現在、手元にはない服にモザイクをかけて表示することでユーザに知らせている。

## 第5章 AsOne Mirrorの実装

AsOne Mirrorの実装について説明する。なお、本システムの開発環境ならびに実行環境は以下の通りである。

- CPU : Pentium(R)4:3.00GHz, Memory:1GB
- OS : Microsoft Windows XP Professional Version 2002 Service Pack 2
- 開発言語 : VisualC++
- 開発環境 : Microsoft Visual Studio 2005

### 5.1 AsOne Mirrorの概要

AsOne Mirrorの概要を説明する。まず、AsOne Mirrorは前章で提案した枠組みAsOneに基づいて作られている。つまり、基本的にはユーザは自分のストレージをネットワーク上に持ち、そこに自分の行動の情報を記録していく。そして情報アプライアンスがユーザを認識すると、ネットワーク上のストレージからそのユーザに行動の情報を参照し、ユーザにフィードバックする。

AsOne Mirrorのシステムの概要を図5.1に示す。ユーザは自分の所持している服の情報をネットワーク上のストレージに登録する。ユーザの服の画像を取得する手法は、携帯電話で撮影した写真データをネットワークのストレージに保存するシステム:NSカメラ(Natural Storage Camera)[4]か、ディスプレイに付けられたwebカメラでキャプチャすることで実現している。また、ユーザは自分の行動の記録をネットワーク上のストレージに保存していく。そして、AsOne Mirrorがユーザを認識すると、ストレージにアクセスしユーザの情報を取得する。取得した情報をもとにAsOne Mirrorはユーザに服のコーディネートを作成し、ユーザに提示する。

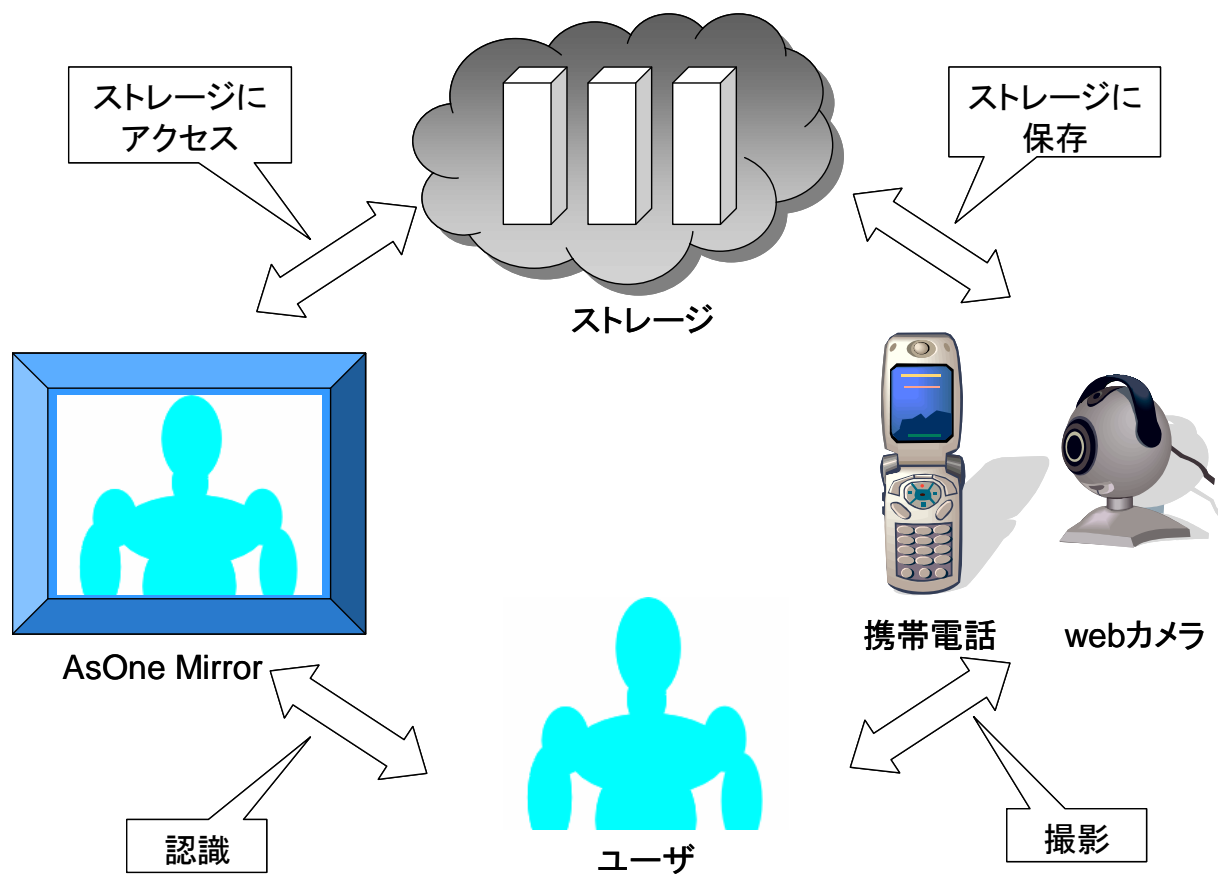


図 5.1: AsOne Mirror の概要



## 5.2 外観

AsOne Mirror は web カメラが取り付けられたディスプレイである。その外観を図 5.2 に示す。web カメラはディスプレイに前方に付けられていて、カメラが取得した映像をディスプレイに表示する。そのため、ディスプレイがあたかも鏡であるかのような振る舞いをする。



図 5.2: AsOne Mirror

## 5.3 主な機能

AsOne Mirror の主な機能を紹介する。

### 5.3.1 服のコーディネートのおすすめ

ユーザが鏡の前に立つと、AsOne Mirror はユーザを認識し、服のコーディネートを鏡に提示する。なお、服のコーディネートはその日の気温、天気、行動といった情報から作成される。現在、ユーザの認識及び行動の選択はマーカを用いることで実現している。行動を示す

マーカは大別して3つ用意してある。それらは「どこかへ遊びに行く」ケースと「授業やゼミなど学校へ行く」ケース、「冠婚葬祭など改まった場へ行く」ケースであり、それぞれ推薦される服のコーディネートはユーザの過去のコーディネートのログから作成される。それぞれのケース別に推薦された服のコーディネートを図 5.3 図 5.4 図 5.5 に示す。

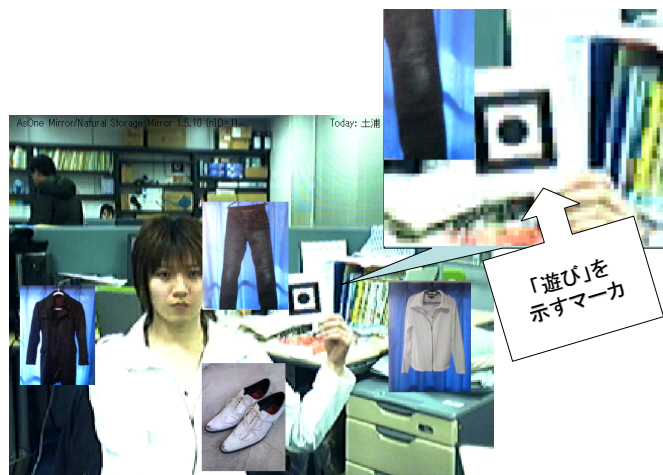


図 5.3: コーディネートの推薦 (シチュエーション例:遊び)



図 5.4: コーディネートの推薦 (シチュエーション例:学校)



図 5.5: コーディネートの推薦:(シチュエーション例:冠婚葬祭)

### 5.3.2 タンス機能

AsOne Mirror によって推薦された服のコーディネートが気に入らなかった場合、所持している服を鏡に映して自分でコーディネートを考えることができる。服は上着、シャツ、ズボン、靴の4つにカテゴリ分けされていて、それぞれ閲覧できる(図 5.6 図 5.7 図 5.8 図 5.9)。また、表示される服は季節によって表示される内容が更新される。すなわち、冬にシャツの入っているタンスを開いても半そでのシャツが入っていないように、AsOne Mirror で冬に”シャツ”の内容を表示させても、半そでのシャツが表示されることはない。そして、AsOne Mirror の右上には天気予報のサイト<sup>1</sup>から取得した本日の天気が表示されていて、天気や気温を考えながらコーディネートを考えることができる(図 5.10)。さらに、洗濯中であつたり、クリーニングに出していたりして現在手元にない服は、表示される画像にモザイクをかけることで、着ることができないことをユーザに知らせている(図 5.11)。

<sup>1</sup>Yahoo!天気情報 <http://weather.yahoo.co.jp/weather/>





図 5.6: 上着を表示



図 5.7: シャツを表示

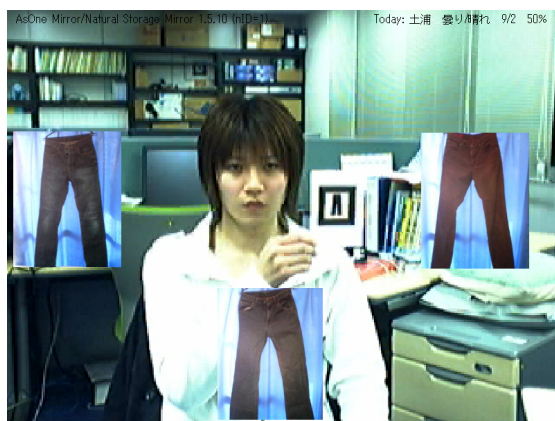


図 5.8: ズボンを表示



図 5.9: 靴を表示



図 5.10: 本日の天気情報を表示



図 5.11: 服が手元がないことを示すモザイク処理

## 5.4 認識

AsOne Mirror では、ユーザの認識系に ARToolKit[8] を用いている。これによってマーカを検出し、ユーザの行動指定 ID 及びそれぞれの服のカテゴリ ID を得ている。

## 5.5 画像の取得

鏡に表示される服の写真データを取得するには、以下の 2 つの手法がある。

- NS カメラを用いて写真データを保存する。
- 鏡に付けられた web カメラで写真データを保存する。

前者の NS カメラ [4] は撮影した写真データをネットワーク上の個人ストレージのネットワークパス (URL) へアップロードし、その写真データはローカル PC にダウンロードされるという機能を持つソフトウェアである。個人ストレージにアップロードする際には指紋を入力する必要がある。指紋によって NS カメラはユーザ ID を得る。このソフトウェアは NTT Docomo の携帯電話 F900iT に実装されている。図 5.12 にその概要を示す。

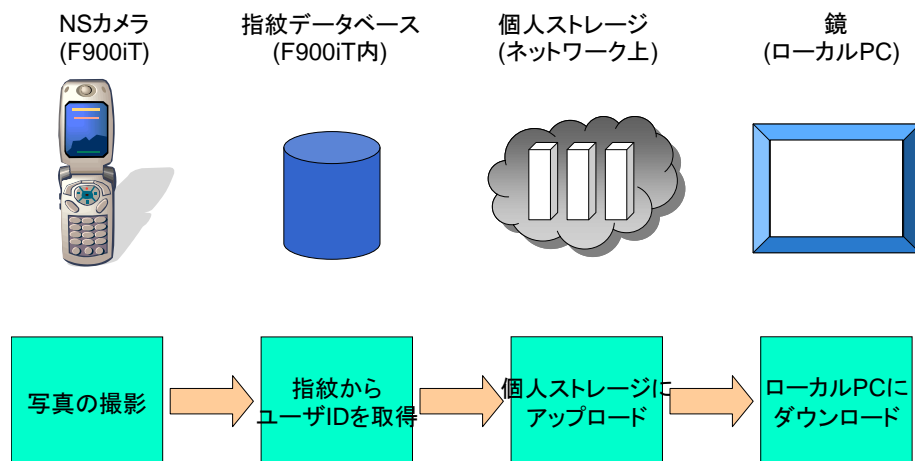


図 5.12: NS カメラの概要

後者は鏡に付けられた web カメラを用いて、鏡に表示されている映像を直接キャプチャし、その画像を個人ストレージに保存するという手法である。web カメラにはタイマ付きのシャッター機能を実装した。そのため、鏡の前にいながらにして、画像をキャプチャするタイミングを自分で調整できる。図 5.13 にその概要を示す。

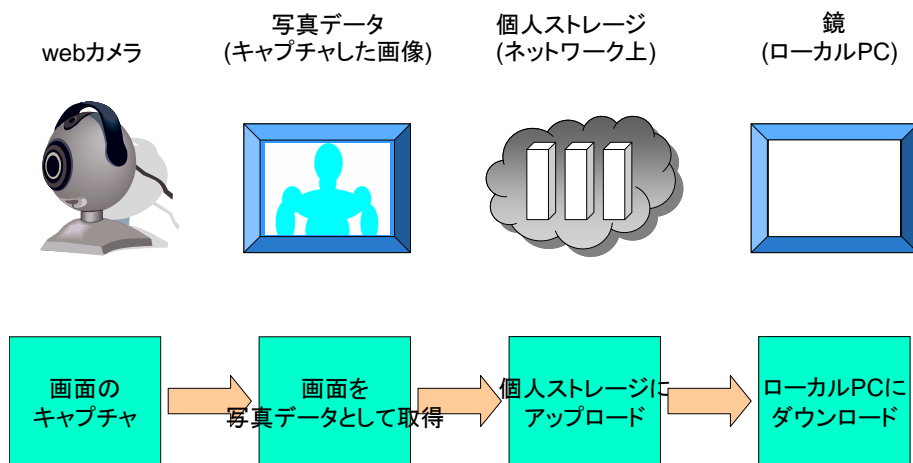


図 5.13: web カメラによるキャプチャリングの概要

## 5.6 ネットワーク上のデータベース

データベースにはMySQLを用いた。

まずは、服全体を統括するテーブル”drawer”を作成した (図 5.14)。備えているフィールドは、id, category, name, season であり、それぞれ服の ID、服の種類、服の名前、その服に適した季節を示している (表 5.1)。なお、category は現在、jacket, shirt, pants, shoes の 4 つからなっている。

また、テーブル”drawer”からそれぞれの服の詳細を格納するテーブルを作成した。それぞれのテーブルの名前はテーブル”drawer”のフィールド”name”に対応している。例として図 5.15、図 5.16 にそれぞれテーブル”jacket1”及びテーブル”shoes24”のデータベースを示す。備えているフィールドは、date, weather, highest\_temperature, lowest\_temperature, event であり、それぞれその服を着た日付、その日の天気、その日の最高気温、その日の最低気温、その日のイベントを示している (表 5.2)。ユーザはその日の天気、最高気温、最低気温、イベントをこのテーブルに記録していく。

id	服の ID
category	服の種類
name	服の名前
season	服の適した季節

表 5.1: drawer のフィールドの内容

date	日付
weather	天気
highest_temperature	最高気温
lowest_temperature	最低気温
event	イベント

表 5.2: 各服のテーブルのフィールドの内容

id	category	name	season
1	jacket	jacket1	winter
2	jacket	jacket2	spring, autumn, winter
3	jacket	jacket3	spring, autumn, winter
4	shirt	shirt4	spring, autumn
5	shirt	shirt5	spring, autumn
6	shirt	shirt6	summer
7	shirt	shirt7	spring, summer, autumn, winter
8	pants	pants8	spring, summer, autumn, winter
9	pants	pants9	spring, summer, autumn, winter
10	pants	pants10	spring, summer, autumn, winter
11	shoes	shoes11	spring, summer, autumn, winter
12	shoes	shoes12	spring, summer, autumn, winter
13	shoes	shoes13	spring, summer, autumn, winter
14	shoes	shoes14	spring, summer, autumn, winter
15	jacket	jacket15	spring, autumn
16	shirt	shirt16	spring, autumn, winter
17	shirt	shirt17	spring, autumn, winter
18	shirt	shirt18	spring, autumn, winter
19	shirt	shirt19	summer
20	shirt	shirt20	summer
21	shirt	shirt21	summer
22	shirt	shirt22	summer
23	shirt	shirt23	summer
24	shoes	shoes24	spring, summer, autumn, winter
25	shirt	shoes25	spring, autumn, winter
26	jacket	jacket26	spring, summer, autumn, winter
27	shirt	shirt27	spring, summer, autumn, winter
28	pants	pants28	spring, summer, autumn, winter
29	shoes	shoes29	spring, summer, autumn, winter

図 5.14: 服全体を統括するテーブル”drawer”



jacket1

date	weather	highest_temperature	lowest_temperature	event
2006-12-24	fine	10.8	-0.3	Xmas Eve, going to Aoyama for shopping
2007-01-19	fine	9.1	-0.7	seminar, university laboratory
2006-12-30	fine	9.6	-0.3	homecoming, meeting with old friends
2006-12-31	fine	8.7	-2.6	New Year Eve, going to Yokohama Hakkeijima
2007-01-03	cloudy	10.1	4.5	shopping
2007-01-04	fine	8.9	-1.6	meeting with an old friend for lunch
2007-01-05	fine->cloudy	9.6	-3.7	seminar, university laboratory
2007-01-07	cloudy->fine	10.6	2.4	university laboratory
2007-01-08	fine	11.3	2.5	university laboratory
2007-01-09	fine	9.6	-0.4	university laboratory, Univ of Tsukuba Library
2007-01-10	fine	11	-2.8	university laboratory
2007-01-11	fine/cloudy	10.8	-3.8	seminar, university laboratory
2007-01-12	cloudy/fine	7.5	-2.2	university laboratory, New Year party(club)
2007-01-14	fine	9.1	-4.3	university laboratory
2007-01-15	fine	9.7	-3.7	university laboratory
2007-01-16	cloudy/fine	11.6	-0.9	university laboratory
2007-01-18	cloudy/fine	10.8	1.5	university laboratory
2007-01-21	cloudy	9.8	0.3	university laboratory
2007-01-22	rain->fine	10.3	0.8	university laboratory
2007-01-23	fine->cloudy	11.4	-1.8	seminar, university laboratory
2007-01-25	fine	10.6	-3.7	university laboratory
2007-01-26	fine->cloudy	11	-2.9	seminar, university laboratory
2007-01-28	fine->cloudy	11.1	-1	university laboratory

図 5.15: jacket1 のデータベース





shoes24

date	weather	highest_temperature	lowest_temperature	event
2006-12-31	fine	8.7	-2.6	New Year Eve, going to Yokohama Hakkeijima
2007-01-03	cloudy	10.1	4.5	shopping
2007-01-04	fine	8.9	-1.6	meeting with an old friend for lunch
2007-01-05	fine->cloudy	9.6	-3.7	seminar, university laboratory
2007-01-07	cloudy->fine	10.6	2.4	university laboratory
2007-01-08	fine	11.3	2.5	seminar, university laboratory
2007-01-09	fine	9.6	-0.4	university laboratory, Univ of Tsukuba Library
2007-01-10	fine	11	-2.8	university laboratory
2007-01-15	fine	9.7	-3.7	university laboratory
2007-01-16	cloudy/fine	11.6	-0.9	university laboratory
2007-01-18	cloudy/fine	10.8	1.5	university laboratory
2007-01-21	cloudy	9.8	0.3	university laboratory
2007-01-23	fine->cloudy	11.4	-1.8	seminar, university laboratory
2007-01-25	fine	10.6	-3.7	university laboratory
2007-01-26	fine->cloudy	11	-2.9	seminar, university laboratory
2007-01-28	fine->cloudy	11.1	-1	university laboratory

図 5.16: shoes24 のデータベース

## 5.7 推薦アルゴリズム

推薦アルゴリズムは以下のようになっている。

まず、ユーザの認識を行う。ユーザが鏡の前に立ちマーカをかざすと、AsOne Mirror は登録されているマーカと照合する。そしてマーカが登録してあることを確認すると、ユーザとして認識する。次に、かざされているマーカの種類を確認する。マーカがユーザの行動を示すマーカであれば、AsOne Mirror は服のコーディネート作成の準備をする。一方、マーカが服のカテゴリを表すマーカであれば、AsOne Mirror はタンス機能の準備をする。なお、ユーザの認識については Algorithm1 に示す。

ユーザを認識すると、AsOne Mirror は今日の季節を推測する。まず、今日の予想最高気温と予想最低気温を取得する。そして予想最低気温が 18 よりも高ければ「夏」と判断する。そうでなかった場合、予想最高気温が 15 よりも低ければ「冬」と判断する。どちらでもなかった場合は「春」または「秋」と判断する。季節の推測については Algorithm2 に示す。

季節を推測すると次に、AsOne Mirror はユーザに推薦する服の候補を選定する。まず、服をカテゴリごとに分別する。次に、各々のカテゴリごとに Algorithm3 で推測した今日の季節でさらに推薦する服の候補を絞り込む。そして今日の天気参照し、そこに符合した服を推薦する服とし、鏡に表示する。服の候補の選定については Algorithm3 に示す。

またここで、Algorithm1 でかざされているマーカが、ユーザの行動を示すマーカであったならば、服のコーディネートを作成する処理にかかる。まず、かざされているマーカの示す行動を確認する。次に、それぞれのカテゴリごとに、推薦する服の候補のデータベースを参照し、その服を着たユーザの行動を確認する。マーカの表す行動と推薦する服の行動が一致したら、その服の日付に着目する。そして、4つのカテゴリでユーザの過去の行動と日付が一致した組み合わせをコーディネートとして鏡に表示する。コーディネートの作成については Algorithm4 に示す。

---

### Algorithm 1 ユーザの認識

---

```
if かざされたマーカ = 登録されているマーカ then
  ユーザと判断
  if かざされたマーカ = ユーザの行動を示すマーカ then
    return コーディネートの推薦処理
  else
    return タンス機能
  end if
else
  return NOT ユーザ
end if
```

---

---

**Algorithm 2** 今日の季節を推測

---

```
if 今日の予想最低気温 > 18 then
    return SUMMER
else if 今日の予想最高気温 < 15 then
    return WINTER
else
    return SPRING or AUTUMN
end if
```

---

---

**Algorithm 3** 推薦する服の候補を選定

---

```
for all cloth:登録されている服 do
    if cloth の季節 = Algorithm2 で推測した今日の季節 then
        if cloth の天気 = 今日の天気 then
            推薦する服のリスト += cloth
        end if
    end if
end for
return 推薦する服のリスト
```

---

---

**Algorithm 4** 服のコーディネートを作成

---

```
if 推薦する上着を以前着用した日付 ≠ 推薦するシャツを以前着用した日付 then
    return "コーディネートが見つからない"
if 推薦するシャツを以前着用した日付 ≠ 推薦するズボンを以前着用した日付 then
    return "コーディネートが見つからない"
if 推薦するズボンを以前着用した日付 ≠ 推薦する靴を以前着用した日付 then
    return "コーディネートが見つからない"
else
    return 日付の一致した4つのアイテムをコーディネートとして推薦
end if
end if
end if
```

---

## 第6章 評価

### 6.1 準備

以下の状況設定で行った。

- 日付:2007 年 1 月 29 日
- 天気予報:くもり
- 予想最高気温:9
- 予想最低気温:4
- 用途:友人とランチ

日時の設定は 2007 年 1 月 29 日とした。AsOne Mirror に表示された天気予報によると、この日の天気はくもり、予想最高気温は 9、予想最低気温は 4 だった。用途は「友人とランチ」なので、鏡にかざすマークは「どこかへ遊びに行く」ケースを示すマークを用意した。

### 6.2 結果と考察

マークをかざすと、図 6.1 のコーディネートが表示された。

Algorithm1 によってマークを検出し、Algorithm2 によって季節を冬であると判断し、Algorithm3 によって、今日の天気がくもりであることから推薦する服を選定し、最後に Algorithm4 によって、「友人とランチ」という行動から図 6.1 のコーディネートを作成したと考えられる。この処理の流れを図 6.2 示す。

コーディネートとして作成されたそれぞれの服のデータベースを図 6.3 に示す。なお、データベースには 2006 年 12 月 24 日から 2007 年 1 月 28 日まで筆者の行動の記録を保存した。図 6.3 のデータベースは上から順に上着、シャツ、ズボン、靴のデータベースとなっている。それぞれのデータベースを参照してみると、2007 年 1 月 4 日に友人とランチへ、そして 2007 年 1 月 21 日のくもりの日に図 6.1 のコーディネートを選択していることが分かる。これらから、AsOne Mirror によって 2007 年 1 月 29 日に推薦されたコーディネートは、過去の行動である「友人とランチへ」と「くもり」というふたつのキーワードを満たしたコーディネートであるといえる。



図 6.1: AsOne Mirror が推薦した 1 月 29 日のコーディネート

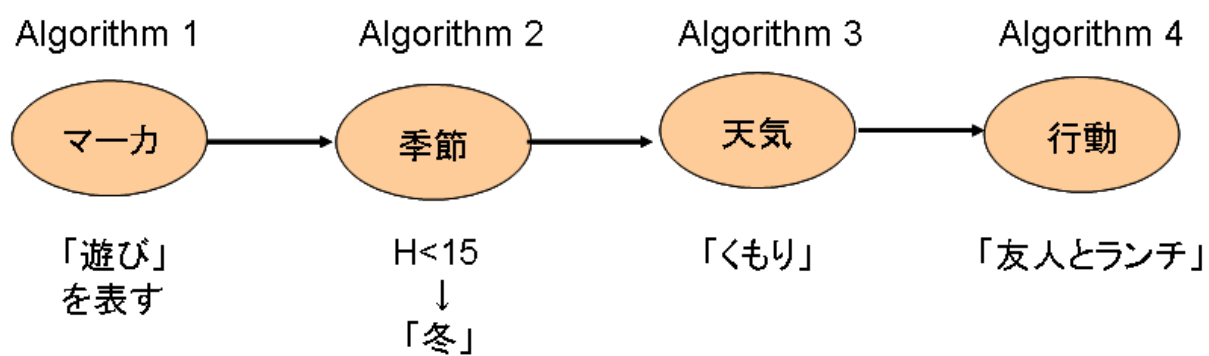


図 6.2: 処理の流れ

date	weather	highest_temperature	lowest_temperature	event
2006-12-24	fine	10.8	-0.3	Xmas Eve, going to Aoyama for shopping
2007-01-19	fine	9.1	-0.7	seminar, university laboratory
2006-12-30	fine	9.6	-0.3	homecoming, meeting with old friends
2006-12-31	fine	8.7	-2.6	New Year Eve, going to Yokohama Hakkeijima
2007-01-03	cloudy	10.1	4.5	shopping
2007-01-04	fine	8.9	-1.6	meeting with an old friend for lunch
2007-01-05	fine->cloudy	9.6	-3.7	seminar, university laboratory
2007-01-07	cloudy->fine	10.6	2.4	university laboratory
2007-01-08	fine	11.3	2.5	university laboratory
2007-01-09	fine	9.6	-0.4	university laboratory, Univ of Tsukuba Library
2007-01-10	fine	11	-2.8	university laboratory
2007-01-11	fine/cloudy	10.8	-3.8	seminar, university laboratory
2007-01-12	cloudy/fine	7.5	-2.2	university laboratory, New Year party(club)
2007-01-14	fine	9.1	-4.3	university laboratory
2007-01-15	fine	9.7	-3.7	university laboratory
2007-01-16	cloudy/fine	11.6	-0.9	university laboratory
2007-01-18	cloudy/fine	10.8	1.5	university laboratory
2007-01-21	cloudy	9.8	0.3	university laboratory
2007-01-22	rain->fine	10.3	0.8	university laboratory
2007-01-23	fine->cloudy	11.4	-1.8	seminar, university laboratory
2007-01-25	fine	10.6	-3.7	university laboratory
2007-01-26	fine->cloudy	11	-2.9	seminar, university laboratory
2007-01-28	fine->cloudy	11.1	-1	university laboratory

date	weather	highest_temperature	lowest_temperature	event
2006-12-30	fine	9.6	-0.3	homecoming, meeting with old friends
2007-01-04	fine	8.9	-1.6	meeting with an old friend for lunch
2007-01-08	fine	11.3	2.5	university laboratory
2007-01-15	fine	9.7	-3.7	university laboratory
2007-01-21	cloudy	9.8	0.3	university laboratory

date	weather	highest_temperature	lowest_temperature	event
2006-12-30	fine	9.6	-0.3	homecoming, meeting with old friends
2006-12-31	fine	8.7	-2.6	New Year Eve, going to Yokohama Hakkeijima
2007-01-03	cloudy	10.1	4.5	shopping
2007-01-04	fine	8.9	-1.6	meeting with an old friend for lunch
2007-01-05	fine->cloudy	9.6	-3.7	seminar, university laboratory
2007-01-08	fine	11.3	2.5	seminar, university laboratory
2007-01-09	fine	9.6	-0.4	university laboratory, Univ of Tsukuba Library
2007-01-10	fine	11	-2.8	university laboratory
2007-01-15	fine	9.7	-3.7	university laboratory
2007-01-16	cloudy/fine	11.6	-0.9	university laboratory
2007-01-17	cloudy->rain	8.9	0.9	seminar, university laboratory
2007-01-18	cloudy/fine	10.8	1.5	university laboratory
2007-01-21	cloudy	9.8	0.3	university laboratory
2007-01-23	fine->cloudy	11.4	-1.8	seminar, university laboratory
2007-01-28	fine->cloudy	11.1	-1	university laboratory

date	weather	highest_temperature	lowest_temperature	event
2006-12-31	fine	8.7	-2.6	New Year Eve, going to Yokohama Hakkeijima
2007-01-03	cloudy	10.1	4.5	shopping
2007-01-04	fine	8.9	-1.6	meeting with an old friend for lunch
2007-01-05	fine->cloudy	9.6	-3.7	seminar, university laboratory
2007-01-07	cloudy->fine	10.6	2.4	university laboratory
2007-01-08	fine	11.3	2.5	seminar, university laboratory
2007-01-09	fine	9.6	-0.4	university laboratory, Univ of Tsukuba Library
2007-01-10	fine	11	-2.8	university laboratory
2007-01-15	fine	9.7	-3.7	university laboratory
2007-01-16	cloudy/fine	11.6	-0.9	university laboratory
2007-01-18	cloudy/fine	10.8	1.5	university laboratory
2007-01-21	cloudy	9.8	0.3	university laboratory
2007-01-23	fine->cloudy	11.4	-1.8	seminar, university laboratory
2007-01-25	fine	10.6	-3.7	university laboratory
2007-01-26	fine->cloudy	11	-2.9	seminar, university laboratory
2007-01-28	fine->cloudy	11.1	-1	university laboratory

図 6.3: 表示されたコーディネートデータベース

## 第7章 関連研究

### 7.1 ストレージに人の行動を記録する研究

人の行動を記録するという研究では、Tancharoen らによる小型カメラ、マイク、GPS、モーションセンサなどのウェアラブル機器を携帯して自己の体験を記録するライフログ [9] がある。また、このライフログを用いた実験として、Silva らの Ubiquitous Home[10] が行われている。これは家を模したユビキタス環境で、人の行動を記録・検索するセンサ等からのコンテキスト情報と、映像・音声処理によるコンテンツ情報を融合して効率的にデータの処理を行う研究である。2ベッドルームの寝室、トイレ、バスルーム以外の各部屋に計 17 個のカメラと 25 個のマイクを設置し、床に圧力センサを敷き詰め、そこで被験者に実際に数日間、生活を送ってもらい、その情報をライフログに記録した。

ライフログを用いる人の行動の記録では、カメラやマイクや圧力センサなどを日常生活のあらゆる場所に設置することで詳細に記録している。しかし、本研究ではカメラを設置して行動を記録すると、ユーザに”常に見られている”といったような心理的な負担を与える可能性があることを配慮して、なるべくカメラやセンサには頼らないという方針を採っている。しかしながら、ユーザの心理的な負担とともに物理的な負担も同時に考慮に入れなくてはならない。心理的負担と物理的負担の 2 つを同時に解決できるような行動記録のインタフェースを考案する必要がある。

また、Microsoft Research の Gemmell らはデジタル化可能で価値のある個人の生活をすべて記録するという The MyLifeBits system の研究の中で、およそその人間の生活の情報量を見積もっている [11]。

- 100 電子メールメッセージ/1 日 (5KB/1 通)
- 100web ページ/1 日 (50KB/1 ページ)
- 5 枚のスキャンされたページ/1 日 (100KB/1 ページ)
- 1 冊の本/10 日 (1MB/1 冊)
- 10 枚の写真/1 日 (400KB/JPEG 形式 1 枚)
- 8 時間の音声記録 (電話等)/1 日 (8KB/秒)
- 1 枚の新譜 CD/10 日 (45 分/1 枚, 128KB/秒)

この調子で1人あたりの生活の情報量を見積もっていくと、約5年で80GBになるという結果が出た。すなわち、人間の寿命を80年とするならば、1280GB = 1.28TBのストレージがあれば人間1人の一生分の行動を記録できるということだ。逆に、1TBのストレージに対して、ユーザが1年かけて使いきることを想定して1日あたりどれくらいの量を保存できるかを計算したのが表7.1である。

アイテム	1TB あたり	1日あたり
写真 (400KB, JPEG 形式)	270 万枚	7354 枚
文書 (1MB)	100 万文書	2872 文書
音声 (128KB/秒)	18600 時間	51 時間
動画 (256KB/秒)	9300 時間	26 時間
ハイビジョン動画 (1.5MB/秒)	1600 時間	4 時間

表 7.1: 主な情報を 1TB のストレージに 1 年間記録できる 1 日あたりの記録数

表 7.1 から分かるとおり、仮に 100TB ほどのストレージがあれば、人間の一生分の行動を余すことなく記録することができるといえる。さらにこれはネットワークストレージを使用することによって、コミュニティレベルで人の行動を記録することの可能性を示唆している。

## 7.2 人の行動を推測する研究

人の行動を推測する研究に立命館大で行っている Tagged World Project[12] という研究がある。この研究では日常のふるまいから推測した意図に応じて先行的にサービスを提供する知的空間“Tagged World”を構築する。Tagged World は財布、携帯電話、ドアノブ、カップなど、人間の生活空間におけるさまざまなオブジェクトに RFID タグを付けることで構築されている。ここではユーザは指に近距離型の RFID リーダを内蔵した小型計算機を装着している。ユーザの行動パターンはユーザの行動ログをもとに生成される行動パターンを用いている。ユーザがオブジェクトに触れるとユーザの装着した RFID リーダがタグ ID を読み取り、その履歴を行動ログとして記録する。山原ら [13] はユーザのふるまいをまず、ユーザが触れたオブジェクトの種類のみを考慮し、確立モデルを用いてふるまいを推定する。次に、ユーザがオブジェクトに触れた順序に着目することで、より詳細に行動ログを評価するという2つの段階を経てふるまいを検知するという手法を採っている。また、Koyama ら [14] はユーザのふるまいを3つの段階に分けて検知している。それは人間の行動の最小のセットである“行為”と行為のシーケンスである“行動”、そして行動の集合である“ふるまい”である。ふるまいに順序をつけて考えることで複雑な人間の行動パターンをシンプルなモデルとして系統だてて追うことができる。

Tagged World Project で用いられている計算機はユーザが常に携帯する小型計算機であるため、メモリ容量と CPU パワーが限られているが、本研究ではユーザは行動をサポートする計算機を携帯しておらず、それぞれが情報アプライアンスとして独立して存在しているので、メ



メモリとCPUに左右されることなく、コンピュータによるサポートを受けることができる。また今回、本研究で行ったユーザの行動パターンの推定はユーザの目的別に3つにカテゴリ分けし、それをネットワークストレージのデータベースに記録することで実現している。

### 7.3 写真データを映す鏡状のアプライアンスの研究

安村らの行った研究の中に、記憶する服:ハイパーミラー [15] がある。これは服にRFIDがついており、鏡の前で服を選んでいると、その服を着て撮ったときの写真をユーザのPCから探し出し、次々に写真が鏡に映し出される。

ユーザが鏡の前に立つと鏡にユーザの情報が映し出されるというアプローチは本研究と類似している。しかし、本研究ではユーザの行動を推測するという先読みのサポートであるのに対し、この研究ではユーザの過去の行動を閲覧するという想起のサポートである点が異なっている。また、本研究における鏡では鏡自体が服やユーザの情報を記録していて、ユーザ自身がシステムの起動キーとなっているという手法に対し、こちらは服がユーザの情報を写真データとして持っており、服がシステムの起動キーとなっている。

## 第8章 まとめ

本稿ではまず、ユビキタス時代の到来と、それに伴うコンピュータの変化について述べた。そして、特にストレージメディアに着目したところ、ストレージメディアはその外見だけが変化しただけに過ぎず、ストレージの対象は以前と変わらない、すなわち本質的な変化がないことに着目した。そこで、ストレージの対象として人の行動を提案すると同時に、ネットワーク上に個人ストレージを構築して、そこに自分の行動を記録し、そしてその情報を元に情報アプライアンスが人の行動を推測しサポートする枠組み AsOne を考案した。次に、AsOne の枠組みのなかで、過去の服のコーディネートログを元に服のコーディネートを推薦する情報アプライアンス AsOne Mirror を試作し、その評価を行った。

今後の展望としては、AsOne の枠組みの中で、AsOne Mirror の他にも情報アプライアンスを随時開発し、また複数の情報アプライアンス同士の連携についても研究していく予定である。

## 謝辞

本論文を執筆するにあたり、筑波大学システム情報工学研究科 田中二郎教授には丁寧なご指導と適切なご助言を頂きました。ここに深く感謝致します。また、高橋伸講師、三末和男助教授、志築文太郎講師には非常に貴重な意見を数多く頂きました。心より感謝致します。筑波大学システム情報工学研究科 田中研究室のメンバーの方々にも大変お世話になりました。この場を借りてお礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] Mark Weiser. The computer for the 21st century. In *Scientific American*, pp.94-104, 1991.
- [2] D.A. ノーマン. パソコンを隠せ、アナログ発想で行こう！. 新陽社, July, 2000.
- [3] 加藤隆. Video Retrieval System for Archives. In *NHK Science & Technical Research Laboratories OPEN HOUSE 1999*, 1999.
- [4] 岩淵志学. ユビキタス環境における情報提示手法に関する研究. 2005 年度筑波大学システム情報工学研究科学位論文（修士）.
- [5] Shigaku IWABUCHI, Buntarou SHIZUKI, Kazuo MISUE and Jiro TANAKA. Natural Storage in Human Body. In *KES2005*, 9th International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems, Vol. 4, pp 430-436, Melbourne, Australia, Sep 14-16, 2005.
- [6] 日立ヒューマンインタラクションラボ. Magicscape.  
<http://hhil.hitachi.co.jp/products/magicscape.html>
- [7] Brygg Ullmer, Hiroshi Ishii, and Dylan Glas. mediaBlocks: Physical Containers, Transports, and Controls for Online Media. In *SIGGRAPH '98*, Computer Graphics Proceedings, pp.379-386, ACM, 1998.
- [8] ARToolKit. <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
- [9] D.Tancharoen, T.Yamasaki, K.Aizawa. Practical experience recording and indexing of life log video In *CARPE2005*, ACM Multimedia Workshop on Continuous Archival of Personal Experience 2005, pp.61-66, Nov.11, 2005, Singapore
- [10] Gamhewage C. de Silva, Byoungjun Oh, Toshihiko Yamasaki, Kiyoharu Aizawa. Experience Retrieval in a Ubiquitous Home. In *CARPE '05*, Proceedings of the 2nd ACM workshop on Continuous archival and retrieval of personal experiences, pp.35-44, ACM, 2005.
- [11] Jim Gemmell, Roger Lueder and Gordon Bell. Living With a Lifetime Store. ATR Workshop on Ubiquitous Experience Media, Sept. 9-10, 2003, Keihanna Science City, Kyoto, Japan.
- [12] 立命館大学データ工学研究室（島川研）. Tagged World Project.  
<http://www.de.is.ritsumeai.ac.jp/>

- [13] 山原 裕之, 高田 秀志, 島川 博光. ライフサイクルにあわせた行動パターンの個別化. 組み込みシステムシンポジウム 2006, pp.124-131, Oct, 2006
- [14] Kyohei Koyama, Kouichi Nakagawa, and Hiromitsu Shimakawa. Embedded Action Detector to Enhance Freedom from Care Proc. of 11th International Conference on Human-Computer Interaction, 8 pages, Las Vegas, July, 2005
- [15] 安村通晃、児玉哲彦、渡邊恵太、永田周一. Interface2.0 ～ユビキタス時代のヒューマンインタフェース 情報処理学会 研究報告, 2006 年 9 月, Vol.2006 No.105, pp.1-8.