

個人に適合したユビキタス情報システムの設計と試作

宮崎 智大[†] 荻野 晃大[‡] 加藤 俊一[‡]

[†] 中央大学大学院理工学研究科 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27

[‡] 中央大学理工学部 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27

E-mail: [†] miyatomo@indsys.chuo-u.ac.jp, [‡] {ogino, kato}@indsys.chuo-u.ac.jp

あらまし 近年、ユビキタス技術が急速に発展し、周囲の環境が人を見守る情報サービスが開発されるようになってきた。しかし、現状でのこれらのサービスは個人の主観的、直感的な判断基準を考慮に入れてサービスを提供することを想定していない。本研究で我々は、強化生活空間(Augmented Live Sphere)を構築した。これは、人間が持つ嗜好や興味、趣味などの主観的な判断基準をモデル化するために、ユビキタス空間内での人の行動を取得・分析し、個人ごとに嗜好や興味をモデル化できる。我々は、強化生活空間と各個人の嗜好や興味のモデルを利用した商品レコメンドサービスの開発を試みた。

キーワード 主観的な判断基準のモデル化, 強化生活空間, インタラクション, 情報提供サービス

Augmented Live Sphere: Ubiquitous Information System Adaptable to Personal Preference

Tomohiro MIYAZAKI[†] Akihiro OGINO[‡] and Toshikazu KATO[‡]

[†] Graduate School of Science and Engineering, Chuo University 1-13-27 Kasuga, Bunkyo-ku, Tokyo, 112-8551 Japan

[‡] Faculty of Science and Engineering, Chuo University 1-13-27 Kasuga, Bunkyo-ku, Tokyo, 112-8551 Japan

E-mail: [†] miyatomo@indsys.chuo-u.ac.jp, [‡] {ogino, kato}@indsys.chuo-u.ac.jp

Abstract Information services using ubiquitous technology have been developed recently. However, the current systems do not consider the subjective and intuitive evaluation criteria for the required information of the users. In addition, these consider neither the situation nor the number of people of each place where information is to be presented. In this paper, we focus on person's behavior in real world to obtain and model such personal criteria through the observation and personal log on behaviors. We build the ubiquitous information environment named "Augmented Live Sphere" to observe natural behavior and to perform intuitive interaction with the users. We have also developed a shopping recommendation system based on these functions.

Keyword Modeling Subjective Criterion, Augmented Live Sphere, Interaction, Recommendation System

1. はじめに

高度情報化の発展と共に、個人の持つ価値観は急速に多様化してきている。これは、一人一人が興味・関心を持つ対象や、嗜好などが異なるからである。また、一人一人が情報のやり取りを行う際に好む表現手法も個人によって異なる。これからの情報サービスでは、画一的な情報を画一的な表現形態で提供することから、一人一人の価値観に基づく情報を選択し、希望に沿った表現形態で提供することが、社会的にも重要なニーズとなってきた。

一方、新しい情報基盤として、ユビキタス技術・強化現実技術が発展している。これは、情報環境自身が、人間を含む場の状態をセンシング・認識し、また、人間に対して情報を提示することで、一人一人の人間に、よりシームレスな情報通信環境を提供できるようになりつつある。

我々はユビキタス技術・強化現実技術を利用して、利用者に身体的・心理的負担をかけずに個人の嗜好や興味に合わせて情報提供を行う情報サービス・情報通信環境の実現

を目指している。

本研究では、各個人の行動に着目して、自然な振る舞い(移動、動作など)を観察し、分析することで、各個人の嗜好や興味を推定して、モデル化を行った。また、システムがサービスを受けてもよいと考えている人を特定し、その時々状況に合わせて、情報提示を行えるようにした。そして、これらを組み合わせた商品レコメンドサービスシステムを開発した。

2. 現状のユビキタス技術の問題点

ユビキタス技術を用いて、周囲の環境が人間を支援する研究が行われている。その例として、ソフトピアジャパンの富永将史らによるパーセプトルーム^[1]、東京大学の佐藤知正らによる Robotic Room^{[2][3]}やジョージア工科大学の I.A. Essa らによる Aware Home^[4]などが挙げられる。

パーセプトルームや Aware Home は、空間内にモニタカメラを設置して、人間と物体をセンシングする。これら得られた情報を組み合わせることで、福祉支援や行動支援

サービスを提供する。例えば、パーセプトルームでは、高齢者や寝たきりの人を支援するために指差しなどのポーズを認識して、家電制御を行うシステムが開発されている。

また、Robotic Room では空間内に圧力センサーやモニタカメラなど多数のセンサーを配置し、日常生活の行動を蓄積して、福祉支援や行動支援サービスを行う。例えば、日常生活で常に行っていることとは違う行動が検出された場合、異常と判断し、医療施設に連絡されるシステムが開発されている。

これらの研究では、人の動作などの物理的な現象や体温などの生理的な現象を観察する。そして、取得した物理的、生理的データから人や物の異常を検知することに主眼を置いている。

3. 本研究のアプローチ

我々は各個人に身体的・心理的負担をかけずに、個人の持つ多様な価値観を推定、モデル化し、サービスを提供できる情報環境の実現を目指している。このような情報環境では、各個人の価値観に基づく情報を選択し、希望に沿った表現形態でサービスを提供するというニーズがある。そのため、嗜好や興味などの心理的狀態に合わせたサービスを提供することが必要となる。上述のような既存のユビキタス技術の枠組みでは主として物理的、生理的なデータを用いて、情報サービスを提供するため、各個人の価値観に合わせたサービスを提供するというニーズに応えられない可能性がある。そこで、各個人の行動などから、嗜好や興味などの心理的狀態を推定する手法が必要となる。

我々は各個人の自然な振る舞い(移動や動作など)に着目した。自然な振る舞いをデータとして取得するために、実世界空間内に多数のモニタカメラなどのセンサーを配置して、利用者に対して身体的・心理的負担をかけずにデータを取得できる環境を構築した。このような環境を強化生活空間(Augmented Live Sphere)と呼ぶことにする(図1)。我々はこの環境で、利用者の自然な振る舞いをデータとして取得するための観測視点、観測方法、インタラクションの方法を考案した^{[5][6]}。そして、3つの方法を組み合わせ、個人の行動や動作のデータを行動履歴として取得し、分析することで、嗜好や興味を推定する手法を考案した。

また、情報サービスを受けてもよいと考えている人を特定するために、(A)個人ごとの行動履歴データベース、(B)地点ごとの状況履歴データベース、(C)個人ごとの嗜好・興味モデルデータベースを利用した。この3つのデータベースに格納されている値を参照することで、情報サービスを受けてもよいと考えている人を特定できる。そして、

特定した人へ、嗜好・興味に合わせた情報を提示できる。

我々はこれらの特長を持つ商品レコメンドシステムを開発した。

4. 実世界空間を利用した嗜好・興味の推定

4.1. 嗜好・興味の測定方法

従来、嗜好・興味を測定する方法はアンケートに答えるなど直接、システムに回答する形式が多い。しかし、この方法では利用者にとって身体的・心理的負担が大きい。そこで、我々は実世界空間で嗜好・興味を測定する時の技法として、観測視点、観測方法、インタラクション方法について考案した^{[5][6]}。

4.1.1. 観測視点

我々は人間の嗜好・興味をモデル化する上で個人の自然な振る舞い(動作・移動など)を計測する必要がある。実世界の状況とその時点での変化を観測するための視点としてマクロ、ミクロ、メゾの3つの視点を考案した(図2)。

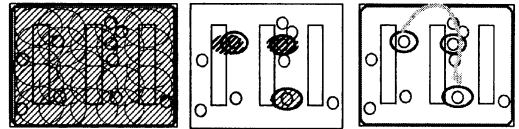


図2 観測視点(左:マクロ、中:ミクロ、右:メゾの視点)

- マクロ的視点: マクロ的視点とは、サービスを提供する空間全体に着目する視点のことである。この視点は、複数のモニタカメラなどから、計測された情報を組み合わせて、空間全体をカバーする。強化生活空間では空間内にいる個々の利用者の位置や利用者全体の分布状態(混雑状況など)を計測する。
- ミクロ的視点: ミクロ的視点とは、空間内の局所に着目する視点のことである。強化生活空間では、モニタカメラなどから、カメラの視野内にある利用者の識別や利用者の動作、特定の商品状態を計測する。
- メゾ的視点: メゾ的視点とは、マクロ的視点とミクロ的視点を統合した視点である。強化生活空間では、特定の利用者に注目して、利用者の移動の軌跡や動作の時間変化を計測する。

4.1.2. 観測方法

利用者の嗜好・興味に関する情報を計測する方法は、受動的な観測と能動的な観測とに分けることができる。

受動的な観測とは、利用者に対して情報の提示や直接的な問い合わせを行わず、空間内に多数配置した種々のセンサーを利用して、利用者を観測することである。受動的な



図1 強化生活空間と空間内に多数設置されたセンサーの例

観測から得られる情報はセンサーで捉えられる利用者の映像などに限られる。そのため、嗜好や興味などを推定し、モデル化するときに、精度を向上していくことは難しい。また、利用者から積極的に情報を取得することが出来ないの、モデル化の能率の向上も難しい。

これに対して能動的な観測とは、利用者積極的に情報を提示して、それに対する利用者の自然な反応を観測することである。能動的な観測では、利用者から得られる情報が不十分であるときに、システム側が環境を制御し、調べる必要があると判断した対象の情報を特に選択して、利用者へ投げかけることができる。そして、自然な反応を観察することで、その対象に関する情報を取得することができる。この観測を用いることで、我々は利用者の嗜好・興味のモデル化を身体的・心理的負担をかけず、より詳細に構築することができる。

4.1.3. インタラクションの方法

利用者がシステムから投げかけられる質問に対して、直接、情報端末などを利用して、回答する必要がある形態のことを、直接的なインタラクションという。高い頻度で直接的なインタラクションを行うと、利用者にとって、身体的・心理的負担をかける。そこで強化生活空間では、3つの観測視点と能動的な観測を組み合わせることで、利用者が直接的に回答しなくても自然な行動をすることによって、自分の意図を間接的に表明することができる仕組みを開発した。これを間接的なインタラクションという。例えば、利用者が店内で、ある商品に関する情報を提示された後、自然にその商品が置いてある陳列棚に歩み寄る動作は、コンピュータなどの情報端末を使用するという意識を持たずに、その商品に対する嗜好・興味について質問し、利用者から自然に回答してもらうことに相当する。

4.2. 検証実験とその評価

我々は、上記の手法を検証するため、強化生活空間内に衣料品の販売を対象とした店舗を構築し、各個人の行動データを取得した。そして、データを統計的に分析し、嗜好・興味のモデル化が行えるか検討を行った。

4.2.1. 各個人が行う行動データの定義

各個人から得られる行動のデータを以下のように定義した。定義した行動データを用いて、嗜好・興味のモデル化を行う。なお、以下の定義は衣料品を想定した定義であり、商品の内容によって変化する可能性がある。

表1 行動データの定義

行動要素	居る、見る、触る、持つ、鏡の利用
居る	利用者がある商品の前に一定範囲内にいる状態
見る	利用者がある商品の前に視線を向けている状態
触る	利用者がある商品に手を伸ばしている状態(商品が商品棚から離れていない)
持つ	利用者がある商品を手に取っている状態(商品が商品棚から離れている)
鏡の利用	利用者が商品を持ち、鏡の前で商品を自分に合わせる

行動時間	利用者がなんらかの行動をしていた時間(秒単位)
行動回数	利用者がなんらかの行動をしていた回数
行動時間比率	行動時間の総計に対する各行動時間の割合
行動検出比率	行動回数の総計に対する各行動回数の割合

4.2.2. 実験方法

1つの商品棚に対して、商品を1つずつ設置し、商品棚をA~Fと6つ用意した部屋(図3, 4)を店舗と見立てて実験を行った。この店舗内で、大学生18人に実際に買物を10分以内で行ってもらい、これを計3回繰り返して、購買中の行動データを計測した。実験として買物をするのではなく、リアリティある買物をしてもらうため、所持金2000円、商品価格2000円とし、実験に用いた商品は贈与することにした。そして、買物終了後、各商品に対してどの程度嗜好・興味があったのかを0~7までの整数値で答えてもらい、これを嗜好・興味の度合いとした。



図3 実験の様子

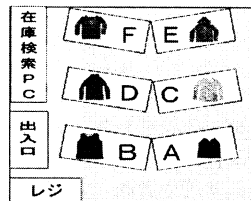


図4 商品配置図

4.2.3. 嗜好・興味の推定手法

実験で得られた、各個人が持つ商品に対する嗜好・興味の度合いを目的関数、行動データを説明変数として、重回帰分析を行う。この分析で得られたモデルを利用することで、嗜好・興味を推定する。

4.2.4. 実験結果

実験後、アンケートで回答された商品に対する嗜好・興味の度合いを目的関数、行動データを説明変数として、個人ごとに重回帰分析を行い、推定した興味の度合いと実際の興味の度合いとの適合率をLeave One Out法を用いて調べ、精度を評価した。その結果、平均適合率は約69%であった。これから行動データを利用することで嗜好・興味を推定できることが示された。

5. 個人に適合したユビキタス情報システム

我々は、強化生活空間内に衣料品の販売を対象とした店舗を例にして、各個人の嗜好・興味のモデルを利用した商品レコメンドシステムを開発した。

5.1. 商品レコメンドシステムの構成

我々は店舗の中に、モニタカメラなどのセンサーを配置して、各利用者の個人識別、現在位置、動作の検出を行えるようにした^[7]。本システムでは、空間内で計測されたデータはセンサー値統合データベースで統合されたのち、次の3つのデータベースに分割、管理される(図5)。

(A) 個人ごとの行動履歴データベース

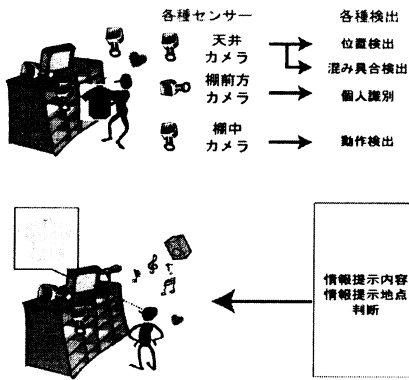


図5 商品レコメンドシステムの概要図

利用者ごとに、空間内にいた時間、いた地点、動作、興味を持った商品名のデータが格納される。

(B) 地点ごとの状況履歴データベース

地点ごとに時間、利用者のID、動作、興味を持った商品名のデータが格納される。

(C) 個人ごとの嗜好・興味モデルデータベース

利用者ごとに商品ID、商品名と各個人が持つ各商品に対する嗜好・興味モデルが格納される。

(A)のデータと商品情報データベースに格納されている属性データ(洋服の種類、形状、色)は、各個人の嗜好・興味モデル化のために利用される(図5の①)。

また、(B)と(C)のデータを参照することで、システムが情報を提供してもよい利用者を判断し、各利用者の嗜好・興味に合わせた情報内容を提示することができる(図5の②と②')。例えば、利用者がある地点に置いてある商品を触るという動作を検知したとき、利用者はその商品に対して嗜好や興味を持っており、嗜好・興味に合わせた情報や商品に関連する情報を提示してもよいといえる。このとき、地点ごとの状況履歴データベースには、時間、利用者のID、触るという動作、商品名のデータが格納される。これらのデータを参照して、情報を提示してよい利用者という地点を判断する。そして、(C)の利用者の嗜好・興味モデルを参照することで、利用者の嗜好・興味に適合した情報や興味を持った商品に関連する情報を提供できる。

5.2. 各個人の嗜好・興味に合わせた情報提示

我々は5.1節から、各利用者の嗜好・興味に合わせた情報内容を決定できる。我々は情報を的確に伝えるため、主にモニタ(画面)を用いた文字と画像が主体の視覚的な情報提示を行う。例えば、商品の属性(服の種類・色・形状など)を重視する利用者には、属性を重視した情報提示を行う(図6)。また、商品の属性でなく値段を重視する利用者には値段の割引情報などを強調して情報提示する(図7)。

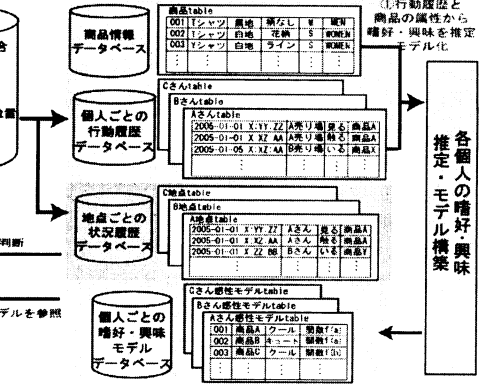
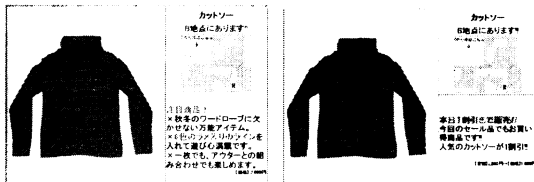


図6 属性重視のときの 図7 値段重視のときの 情報提示例

6. まとめ

本研究で我々は強化生活空間を開発し、個人の嗜好や興味を推定するための自然な振る舞い(移動や動作など)を取得できるようにした。そして、このデータに基づいて、各個人の嗜好・興味を推定し、モデル化を行った。我々はこの手法を検討するために、個人ごとの行動データと商品の興味度合いからモデル化を行った。その結果、実際の興味度合いとモデルから推定された度合いの平均適合率は約69%であった。また、情報を受けてもよいと考える人がいる地点を特定する手法を考案した。そして我々は、これらの特長を組み合わせた商品レコメンドサービスを開発した。この商品レコメンドサービスを利用することで、各個人に適合した情報サービスを提供できるようにした。

文献

- [1] 富永将史他, “パーセプトルムにおける手サイン認識のための手領域抽出とカメラ選択手法,” 信学技報, PRMU 2001-113, pp.1-8, Nov. 2001.
- [2] Tomomasa Sato, et al., Robotic Room: Symbiosis with human through behavior media, Robotics and Autonomous System 19 International Workshop on Biorobotics: Human-Robot Symbiosis, ELSEVIER, pp.185-194, 1996.
- [3] 佐藤知正他, “行動蓄積・個人適合支援システム(ロボティックルーム3)のための行動認識機能,” 信学技報, PRMU 2000-110, pp.21-27, Nov. 2000.
- [4] I. A. Essa, Ubiquitous Sensing for Smart and Aware Environments: Technologies towards the building of an Aware Home, Position Paper for the DARPA/NSF/NIST Workshop on Smart Environments, July 1999.
- [5] K. Higuchi, et al., Modeling KANSEI through Real World Interaction with Ubiquitous Information Environment -Smart Sphere and Smart Store, Proc. of 6th Asia Design Conference, Oct. 2003.
- [6] 樋口和英, 加藤俊一他, “感性のモデル化とユビキタスにインタラクションが可能な実世界インタフェースの設計,” 信学技法, MVE 2003-103, pp.19-24, Mar. 2004
- [7] 林信好, 加藤俊一他, “複雑な背景からの人物の抽出と個人履歴データベースへの応用,” 映情学技法, ME2004-66, pp.17-20, May.2004