

# ユビキタスインタフェースを用いた消費者の行動パターンの理解

## Pattern Analysis of Customer Behavior Using Ubiquitous Interface

(キーワード: ユビキタスインタフェース: 行動履歴; 買い方パターン, ユビキタス購買空間, クラスタ分析, 判別分析)

(KEYWORDS: Ubiquitous Interface, Behaviour Log, Shopping Method pattern, Ubiquitous Shop Space, cluster analysis, discriminant analysis)

今村直生(中央大学大学院理工学研究科), 荻野晃大(京都産業大学), 加藤俊一(中央大学)

### 1. はじめに

消費者は、店舗で商品を選択する際に、興味のある商品や好きな商品に対して見たり触ったりしてその商品の情報を得ようとする。女性の消費者は、商品購入後のことを考えて慎重に複数の商品を見比べたり触ったりして購入の検討をするのに対し、男性の消費者は商品のスペックなどを見てすぐに購入する商品を決めてしまう傾向がある[1]。本論文では、このような商品に対する行動回数の多い買い方を「比較型」、少ない買い方を「注目型」と呼ぶことにする。

近年ユビキタスコンピューティングの技術を用いたシステムが続々と登場しつつある[5]ことより、我々は実世界の購買空間を想定し、ユビキタス機器を用いて消費者の行動の観測を行うことで、消費者の好みの商品を推測し、それに基づいた商品レコメンド方法を提案する研究を行ってきた[2, 3]。

本研究では、消費者の行動を店舗内に偏在させたセンサ機器で観測し、商品に対する各消費者の行動の種類とその回数から、消費者の「注目型」「比較型」のような買い方パターンを分類した上で、分析することにより、その人の興味のある商品を推測できることを確かめる。

以下、2章では消費者の行動パターンを理解するための本研究のアプローチ方法について、3章では評価実験の方法と結果について、4章では実験結果に対する考察、最後にまとめて述べる。

### 2. 行動パターンを理解するアプローチ

#### 2.1 購買空間における消費者の行動の定義

本研究では、「注目型」「比較型」の行動パターンの理解と好みの商品の推定を行うために、店舗内で消費者が商品に対してとる行動とその行動回数の把握を試みる。

我々は、一般の購買空間で消費者が商品を認知してから購入に至るまでには、以下の3つの行動を行っていると考えた。

- (1) 商品を見ることで自分の興味に適合する商品の存在の有無を認知する。
- (2) 視覚的に興味を持った商品に対して、素材を確かめたり、値札を見るために商品を触る。

- (3) 興味を持った商品に対して、大きさや全体の形、自分にフィットするかななどの情報を得るために、商品を手に取り調べる。

したがって本研究では、商品に対する消費者の3つの行動を「See」「Touch」「Take」と定義した。「See」は商品を見ている状態、「Touch」は商品を直接触り、質感や値札などを確かめている状態、「Take」は、商品を手に取って近くで見たり、自分に適した商品かどうかを確かめたりしている状態とした。See, Touch, Takeのそれぞれの行動における興味・嗜好の度合いとして  $Take > Touch > See$  のように「Take」した商品が一番好みの度合いが高く、続いて「Touch」、「See」の順に興味・嗜好の度合いが高いと定義した。その理由として、ただ見ているだけの商品よりも、触ったり、取り上げて詳しい情報を得ようとしていたりしている商品が、好みの度合いが高いと考えたためである。

#### 2.2 AIDOMAの法則との比較検討

一般的に人間の消費行動に関する議論は多くされており、AIDOMAの法則や行動経済学などがある。AIDOMAの法則とは、Attention(注意) Interest(関心) Desire(欲求) Memory(記憶) Action(行動)という消費者があるモノの存在を知ってから購入に至るまでの消費行動のプロセスに関する仮説である。我々が定義した3つの行動はSee Touch Takeという行動の移り変わり興味度の強さについて考えているため、AIDOMAの法則の商品購入までのプロセスに沿っているが、この3つの行動はなぜその商品を見たのか、触ったのかという、行動を起こした意図までは考慮していない為、AIDOMAの法則と等しいとは言えない。本研究では、消費者の行動からその行動の意図を理解する研究の第一段階として、消費者が商品を認知してから購入に至るまでの過程の間に See, Touch, Take という3つの行動の移り変わりが行われると定義し、またその行動が意味する興味度合いという点に注目した上で、好みの推測を行う。しかし1章より、商品に対してよく触ったり手に取ったりする人、そうでない人がいるため、1回の行動だけでは、商品の好み度合いは分かりかねない。そこで、行動の種類とその回数を履歴として残すことで、その人がどのような買い物の仕方を分類し、どのような商

表1 本研究における行動の定義と、その行動における人の興味度の定義

実世界における人の行動の定義	本研究における人の行動の解釈	本研究における人の行動の数量化方法	興味度
See モノを見ている	人が、商品の置かれている場所の前にいる	商品棚の前の人の有無をセンサで検出、またその人が誰かを観測	小
Touch モノを触っている	商品の上に人の手がある	商品棚にある商品の変化を観測するセンサと、その人が誰かを観測	中
Take モノを手を取る	商品が元にあった場所がない状態	商品棚にある商品の変化を観測するセンサと、商品棚の前の人の有無を検出するセンサの反応が連続	大

品を好むのかを推定することが出来ると考えた。そこで、消費者の商品への See, Touch, Take の行動の種類、行動回数を観測し、消費者を「比較型」「注目型」という買い方パターンに分類することを試みることにした。

品を好むのかを推定することが出来ると考えた。そこで、消費者の商品への See, Touch, Take の行動の種類、行動回数を観測し、消費者を「比較型」「注目型」という買い方パターンに分類することを試みることにした。

## 2.2 行動の定義付け

See, Touch, Take と、その行動時間や行動回数を、Web カメラや RFID などのセンサを用いて観測する。また、以下の本研究では「See: 人が商品を見ている」という状態を、「商品棚の前の人の有無をセンサで検出、またその人が誰かを観測する」として解釈し、その状態をセンサが観測した場合に See とする。また「Touch: モノを触っている」という状態は、「商品棚にある商品の変化を観測するセンサと、その人が誰かを観測する」として解釈し、その状態をセンサが観測した場合に Touch とする。そして「Take: モノを取り上げている」は、「商品棚にある商品の変化を観測し、反応し続ける」として解釈し、その状態をセンサが観測した場合に Take とする(表1)このように人や手、商品の動きをセンサで観測可能な状態に捉えることで数量化する。

## 2.3 クラスタリングによる買い物パターンの分類

1章より、一般的に「注目型」の消費者は、好み、興味のある商品にのみ行動を起こす傾向があることから、商品に対する行動履歴より、「注目型」「比較型」の二分割に分けた後に、上記の手法をそれぞれ行うことで、「注目型」の消費者に対して更に精度の高い好みの推定を行うことが出来ると考えた(図1)。「注目型」「比較型」を分割する手法として、クラスタ分析を行う。

ある消費者が一つの商品に対してとる「See」「Touch」「Take」の回数を、それぞれ  $x_{See}$ ,  $x_{Touch}$ ,  $x_{Take}$  としたとき、複数の商品に対して取られた各行動のそれぞれの平均、

分散を

$x_{SeeAve}$ ,  $x_{TouchAve}$ ,  $x_{TakeAve}$ ,  $x_{SeeVar}$ ,  $x_{TouchVar}$ ,  $x_{TakeVar}$  とする。この6つの変数と消費者の人数  $a$  を用いて、クラスタ分析の分割法により、複数の消費者を買い物パターンごとに分けることが出来ると考えた。つまり、消費者の各行動回数の平均、分散を変数として用いることにより、行動回数の多い人、少ない人で分類を行うことが出来ると推測した。

## 2.4 判別分析による好みの商品の判定

クラスタ分析を用いて、消費者の行動から「注目型」「比較型」に分割後、アンケート調査より、各商品に対して好みであるかどうかを調査後、目的変数を好みの度合い(好みである商品を群番号: 2, 好みでない商品を群番号: 1), 説明変数を各商品に対して取られた行動回数  $x_{See}$ ,  $x_{Touch}$ ,  $x_{Take}$  を用いて判別分析を行う。

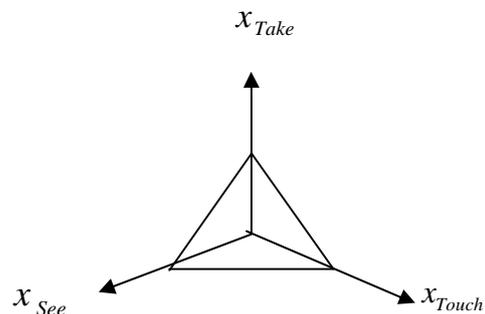


図1 行動回数による「注目型」「比較型」の分割の例

これより、各行動の行動回数のみで、好みの判別率、誤判別率の確率を求めることが出来ることより、買い物パターンの分類の有用性を調べることが出来る。

## 3. 評価実験

### 3.1 実験概要

本研究の提案手法を用いて、実世界購買空間における「注目型」「比較型」の分類を行い、好みの商品の推定の有用性実験を行った。以下に実験を行うために構築した購買空間と See, Touch, Take を観測するために用いたセンサの説明と処理方法、実験内容、実験結果を述べる。

### 3.2 実験環境

#### 3.2.1 コピキタスインタフェースを用いた実世界購買空間の構築

本研究では、実世界空間内での消費者の行動パターン（注目型・比較型）の抽出と、各行動パターンを行う消費者の商品への行動（Take, Touch, See）とその行動の時間・回数を観測し、各行動パターンをする消費者の行動と興味の間隔を推測するためのシステムとして、カメラやRFIDなどの各種センサ（以後、コピキタスインタフェース）を用いた実世界購買空間の観測・分析システム（以後、Smart Sphere System (SSS) と呼ぶ）を構築した。

本実験では、A～F地点と名付けた6つの商品棚を設置した空間を店舗として実験室内に構築し、それぞれの地点に天井と棚に撮影している場所に変化が起きたときに一定の間隔で画像を撮影し、一定の画像を撮影し終えた後、撮影を止める機能を持つ Panasonic 社製の Web カメラ（BL-C31）、商品棚の正面の床に OMRON 社製の RFID リーダ（V720 シリーズ）を埋め込んでいる（図）。そして被験者は、各自を識別する ID（=顧客番号）を記録した RFID カードを埋め込んだスリッパを履いて、店舗内で購買行動を行うという設計とした。また SSS は、店舗内のすべてのコピキタスインタフェースと接続しており、それらコピキタスインタフェースから送られてきたデータを分析して、消費者の各行動の蓄積や、各行動パターンをする消費者の行動と興味の間隔の推測を行う。

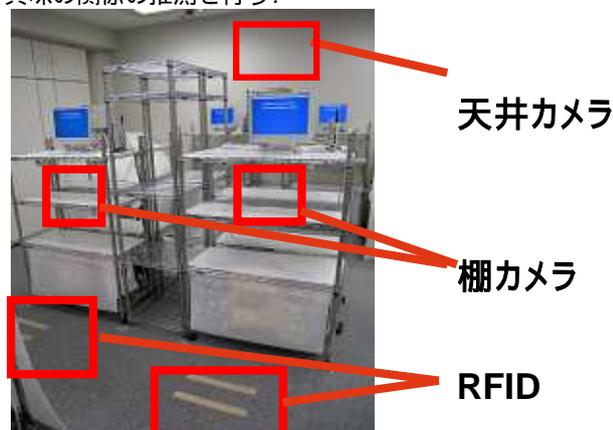


図 2 SmartaSphereSystem

#### 3.2.2 RFID を用いた個人認証

本実験では、RFID を用いての被験者の個人認証を行う。RFID タグを持った消費者が商品棚の前に来たとき、商品棚の正面の床に埋め込んだ RFID リーダにより、誰がその棚にいるかを認証する。今回の実験では、RFID リーダが被験者の RFID タグを観測した時、観測時間と顧客番号、商品棚の場所のデータを SSS 上の「rfid」と名付けたデータベースに格納し、観測履歴として残す。

#### 3.2.3 Web カメラを用いた人物検出



図 3 棚カメラによる観測画像

本実験では、各商品棚の天井に設置した Web カメラを利用して棚の前に人が来たときの画像を取得（図 3 右）し、事前に取得しておいた背景画像（図 2 左）との差分を取る処理を行う[4]。SSS は、一定の時間の間に Web カメラからデータが送られてこない場合、背景画像を更新することで、環境が変化しても的確にデータを取得できるようにしている。

そして本実験では、取得画像と背景画像の差分が大きい場合に、その場所に人がいるとして、人物がいると観測した画像の取得時間と商品棚の場所を SSS 上の「ceiling」と名付けたデータベースに格納し、観測履歴として残す。

#### 3.2.4 Web カメラを用いた人の手と商品の動きの検出



図 4 棚カメラによる観測画像と画像処理

本実験では、各商品棚に設置した Web カメラを利用して

棚の商品に触れているときと商品が消費者によって取り上げられているときの画像を取得(図3左上, 左下)し, 事前に取得しておいた背景画像(図4右上)との差分を取る処理(図4右下)を行う。このときの背景画像は商品が棚に置かれている状態とする。

今回棚カメラで取得する画像は, 人の手が商品の上にある画像と, 人によって商品が取り上げられて棚に商品が無いときの画像の2種類がある。この取得画像と背景画像の差分が大きい場合に, その商品棚に置かれた商品に触っている, または商品が取り上げられているとし, 一定の差分以上を観測した画像の取得時間と商品棚の場所をSSS上の「shelf」と名付けたデータベースに格納し, 観測履歴として残す。

また, 商品を取り上げられ, たたまずに商品棚に戻されたとしても, その状態が一定の時間続いた場合, その画像を背景画像に更新することで環境の変化にも対応している。

### 3.2.5 観測履歴による行動の定義付け

2章で数量化するために定義した「See」「Touch」「Take」をRFIDとWebカメラを用いて観測するために, 観測履歴による定義付けを行う。各データベースに観測履歴として残した観測履歴を組み合わせ, 行動の定義づけを行う(表3)。まず, データベース「rfid」と「ceiling」の観測履歴から棚の場所と観測時刻一致したとき, 商品を見ている状態とし, 「see」と名付けたデータベースに行動履歴として残す。これは, 商品棚の前に消費者が立ち止まっている時は, 商品を見ていると言って良いとした。また, データベース「rfid」「shelf」の観測履歴から, 商品棚の場所と観測時刻が一致したとき, 商品に触っている状態とし, 「touch」と名付けたデータベースに行動履歴として残す。そして, 「Take」は「Touch」の観測が連続して観測されたときを, 商品が人によって取り上げられている状態とし, 「take」と名付けたデータベースに行動履歴として残す。これは, 商品が取り上げられているときは, 棚カメラによって棚に商品がない画像を取得し続け, 背景画像との差分が観測され続けるためである。本実験では60秒間に10回「Touch」が観測されたとき, 「Take」とする。この定義では, 「Take」を行わずに長時間「Touch」を行っていたときにも観測されるが, 長時間の「Touch」は「Take」とほぼ等しい興味を示す行動と定義した。

3つの行動すべてにデータベース「rfid」の観測履歴を用いることで, 誰がどの行動を取っているかがわかるようになっている。

表2 コピキタスインタフェースの

観測履歴による行動の定義付け

	用いるデータベース	観測履歴による行動の定義付け
See	rfid, ceiling	2つのデータベースが同時に観測されたとき
Touch	rfid, shelf	2つのデータベースが同時に観測されたとき
Take	rfid, shelf	Touchが60秒間に10回観測されたとき

### 3.3 精度評価実験

本提案手法の精度を評価するための実験を行った。

被験者5人に対し, SSSのA~Fの6つの商品棚に1枚Tシャツを置き, 被験者に自由にTシャツを見たり触ったり, 手に取ってもらい, 最終的に1枚のTシャツを取り上げて選んでもらう。このとき, すべての商品に対して何らかの行動を起こしてもらうことにした。また, 実験開始から終了までを定点ビデオカメラにて撮影すした。

SSSのシステムによって得られたSee, Touch, Takeの回数と2章で定義したSee, Touch, Takeの行動をビデオカメラにて肉眼で見たときの回数を比較検証し, SSSの精度を評価した。

See, Touch, Takeのそれぞれの被験者の平均の精度を表に示す。

表3 実験結果 (SSS 精度評価実験)

Seeの観測精度	0.7465
Touchの観測精度	0.6986
Takeの観測精度	0.6333

### 3.3 購買空間における行動履歴の評価実験

本研究で構築したSSSを用いて, 2章で提案した手法の有用性を調べるため, 評価実験を行った。

今回使用する商品は, すべてUNIQLO社製のTシャツ, またはポロシャツ(図5)とし, 特徴量を色, 首の形の2つに絞り, 白色, 黒色, ピンク色, 黄色, 水色, 紺色の各6色のクルーネック(以後, Cと書く), Vネック(以後, Vと書く), ポロシャツ(以後, Pと書く), サイズはMサイズ, 素材はコットンにすべて統一し, 計18枚用意した。これらをランダムに2枚ずつ選択し, 1セット6枚の実験用セットを3セット用意する。このとき, 色は被らないようにする。またポロシャツ(以後, Tと書く)を6色6枚, サイズはすべてMサイズ, 素材はドライ生地すべて統一し, その種類だけ1セットにし, 計4セット用意する。

- ・セット : C= 2 ,V= 2 ,P= 2
- ・セット : C= 2 ,V= 2 ,P= 2
- ・セット : C= 2 ,V= 2 ,P= 2
- ・セット : T= 6



図5 実験に使用した4種類の服

SSSのA~Fの各商品棚(図6)に、実験セットをランダムで並べ、被験者に実際に購買してもらい(表6,7),SSSを用いて被験者が各商品に取る行動を観測する。実験セットB~Dも同様に行う。被験者には実験前に、実験店舗内の各棚に用意した実験セットの中から興味を持った洋服を1枚以上選んで下さい、と呼びかけ、実際に好みの商品を探しながら選んでもらう。すべて選んでもらった時点で実験を終了する。被験者には本当に欲しい、または興味のある商品を選んでもらいたいため、選んでもらった商品を後日、差し上げることにする。

実験終了3日後以降、今回使用した服24枚を1枚ずつ5段階評価を付けてもらう(表3)。実験終了3日後に行う理由は、実験での行動を被験者に忘れてもらい、被験者の本質的な好みをアンケートから得るためであり、また実験前に行くと事前に実験で使用する服を見てしまうことになるからである。

表4 3日後アンケートによる評価値

評価値	
1	全く好みでない
2	あまり好みではない
3	どちらでもない
4	やや好みである
5	とても好みである

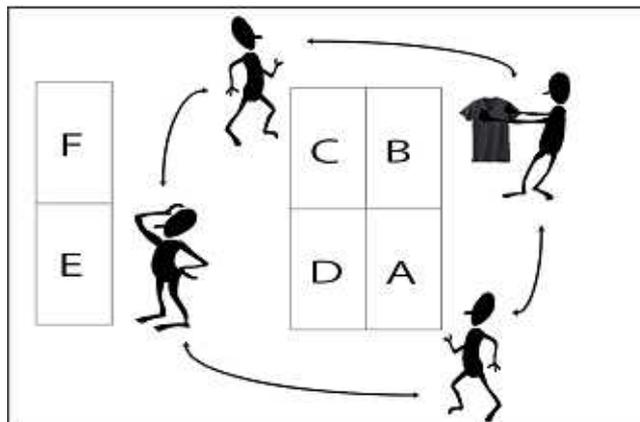


図6 Smart Sphere Systemの店内レイアウト図



図7 実験風景

本実験で、各被験者の「See」「Touch」「Take」の行動回数の平均、分散を求め、これを変数としてクラスター分析を用いることで、「注目型」「比較型」の買い物パターンに分類した。その結果、被験者28人中、「比較型」は5人、「注目型」は、23人という結果になった。

次に、アンケートにより、3~5の評価を付けた商品を好みである商品群とし、1,2の評価の商品を好みでない商品群とした時、被験者28人それぞれの24種類の服に対するモデルによる好みの商品、または好みでない商品の推定の適合率を判別分析を用いて測った。

被験者を「判別型」グループ、低い被験者を「比較型」グループと分けた中での判別結果を合わせて、結果を表4~6に示す。

表5 すべての被験者での判別結果

判別的中率(%)	57.46972
誤判別の確率(%)	40.42949

表6 「比較型」の被験者の判別結果

判別の中率(%)	58.03571
誤判別の確率(%)	37.66112

表7 「注目型」の被験者の判別結果

判別の中率(%)	59.30435
誤判別の確率(%)	39.16222

これより、分類前よりも分類後の方が判別の中率が高く、誤判別の確率が低くなっていることが分かる。

#### 4. 考察

##### 4.1 基本性能

本研究で構築した SSS の精度評価実験結果より、See, Touch, Take の観測の精度は約 7 割という結果となった。背景差分法による画像処理を用いて See, Touch, Take の観測を行ったが、See については、RFID の商品棚が白であったため、その棚に置かれた T シャツが白系統だったときに、背景画像との差分を取るときに誤観測を起こしてしまったために、精度が下がってしまったと考えられる。今後は背景画像を用いた背景差分法の画像処理手法を改良し、新たなセンサを用いてより精度の高い行動の観測と行動の意味の追求を検討する。

##### 4.2 行動パターンの分類手法の有用性

ユビキタスインタフェースである RFID と Web カメラを用いてユビキタス購買空間を構築し、消費者の商品を見る、商品を触る、商品を手に取る、という3つ行動の観測を行い、その行動回数からクラスター分析を用いて被験者を「注目型」「比較型」という買い物パターンに分類した。更にその分類の有用性を調べるために、判別分析を用いて好みの商品の判別の中率を測った。その結果、消費者の買い物パターンに分類する前と「注目型」「比較型」の分類を行った後では、「注目型」「比較型」どちらも分類する前よりも中率が上がり、また誤判別の確率が下がったことから、本手法による、買い物パターンの分類の有用性を有すると考える。

実験直後のアンケート(巻末付録)より、商品に対してより多くの行動を起こす「比較型」の人は、自分の持っている服に一番マッチする商品を選んだり、すべての商品を一通り触って一番好きな商品を選択するなど、より慎重に選ぶ傾向があった。逆に、あまり行動を起こさない「男買い」をする人は、見た目で好きな商品、嫌いな商品を判断し、その時に一番欲しい商品を見つけた時点で商品を選ぶ傾向があることがわかった。

今回、表 3, 4 より、若干ながら「注目型」の分類のほうが、適合率が高かった理由としては、「注目型」を行う人は、視

覚的な認識のみで、好み、好みでないを判断する傾向があると考えられ、見た目で好みではない商品にはほとんど触ったり、取り上げたりしないことから好みである商品のみに行動を起こした為と考えられる。また、「比較型」の人は、実験セットの中に好みの服が1つも入っていなかった場合でも、商品に何らかの行動を起こすことが多かったためと推測できる。

クラスター分析による「注目型」「比較型」の分類で、本実験では1つの実験セットを6種類と少なめにしたこと、すべての商品を認識しやすく選択しやすかったため、商品に対する行動が全体的に少なめになりがちだったと考えられる。その結果、行動回数の少ない買い方パターンである「注目型」の被験者が多くなったと考えられる。商品を増やすことで、「注目型」「比較型」による商品に対してとる行動や行動時間の差が大きくなると考える。これより、商品が多い購買空間での本手法の有用性をより有すると推測できる。

#### 5. おわりに

本研究では、購買空間での消費者の行動履歴から、商品に対する興味・嗜好を推測する際に、「注目型」「比較型」が存在することに注目し、それぞれに合わせた条件式を提案し、「注目型」「比較型」の行動パターンの理解を行った上で、商品に対する行動がどれだけ商品の好みを推定する手法を提案した。今回、購買空間における消費者の商品に対する好みの推定実験を行い行動パターンとして、「比較型」「注目型」の分類を行った上で、被験者 28 名を対象に好みの商品、好みでない商品を分類する前よりも高い精度で判別することが出来た。これより、本手法は有用性を有すると考える。

今後は、SSS の精度をより高め、本手法で消費者の個々の行動パターンを理解した上で、店内に設置したディスプレイを用いてその人にあった商品のレコメンドを行うシステムを構築し、レコメンドを行った後の消費者の行動を、センサを用いて更に行動を観測により、その行動を理解することで更に高い好みの推定の適合率を目指す。

#### 謝辞

日頃より、熱心な研究討論や実験への協力を戴く中央大学理工学部ヒューマンメディア研究室の皆様、感性ロボティクス研究センターの皆様<sup>1)</sup>に感謝する。

本研究は、一部、科学研究費補助金・基盤研究(S)「実空間における複合感性と状況理解の多様性のロボティクスのモデル化とその応用」(課題番号 19100004)、中央大

