

卒業論文 2008 年度 (平成 20 年度)

MIDEIN:実店舗における商品購買時の  
迷い検出システムの構築

指導教員

慶應義塾大学環境情報学部

徳田 英幸

村井 純

楠本 博之

中村 修

高汐 一紀

重近 範行

Rodney D. Van Meter III

植原 啓介

三次 啓介

中澤 仁

慶應義塾大学 総合政策学部

荒木 貴好

*arachan@ht.sfc.keio.ac.jp*

## 卒業論文要旨 2008 年度 (平成 20 年度)

### MIDEIN: 実店舗における商品購買時の 迷い検出システムの構築

近年の情報技術の発展により、多くのユーザがインターネットを PC、携帯端末など様々なデバイスから利用できるようになった。それに伴いユーザの商品購買チャネルも多様化し、従来の実店舗型の購買形式からオンラインショップを利用した形式へと急速に変化してきている。「いつでも」「どこでも」「なんでも」購入可能であるという大きな利点を持つオンラインショップは、今後も成長を続けていくと考えられる。一方で、売上げが激減した実店舗は経営難や倒産が相次ぎ、社会的な問題として取り上げられることも少なくない。また、実店舗にしかない特徴の一つに店員とのコミュニケーションが可能であるということが挙げられる。しかし、最近のセルフサービスの購買方式の総合小売り売店が実店舗として主体となり、店員と顧客のコミュニケーションは希薄になった。実店舗の利便性を高めるためには、このコミュニケーションを活性化させる必要がある。しかし、接客には適切なタイミングがあり、間違えた接客を行うと顧客が不快になることも少なくない。本研究ではこの問題を解決するために顧客の商品購買時における「迷い状態」を抽出することにより顧客と実店舗の支援を目的としている。「迷い状態」の検出手法を構築するため実店舗で実地調査を行い、その結果から検出を可能にするアルゴリズムを提案し、「迷い状態」の検出を実現するシステム「MIDEIN: MIddleware for DEtecting INdecision」を試作した。MIDEIN は実店舗に設置された監視カメラから位置情報を、RFID が付加された商品から商品の状態を取得し、実地調査から得られたアルゴリズムにより「迷いの状態」を検知する。実際に構築した MIDEIN の定性評価を行い、約 90% の確率で顧客の「迷い状態」を判別した。

キーワード：

迷い状態，実店舗，RFID，監視カメラ，位置情報，ミドルウェア

慶應義塾大学 総合政策学部

荒木 貴好

## Abstract of Bachelor's Thesis

### MIDEIN: MIddleware for DEtecting INdecision

Enhancement of information technologies enables users to access the Internet with their personal computer, cellphone, etc. As a result, the place where users purchase merchandise rapidly shift to online shop instead of brick-and-mortar shops. The strengths of online shops, users are able to buy “anytime”, “anywhere”, “anything”, will most likely lead to spread of online shop. On the other hand, lots of brick-and-mortar shops became bankrupt or in financial difficulties because of drop in sales, which is becoming one of the social issues. One of the strengths of the brick-and-mortar shops is the communication with clerks. However, self-service outlet is becoming popular, and customers barely have chance to communicate with clerks. One way of gaining customers at brick-and-mortar shops is to have more communication between customers and clerks. Although, there is the best timing to meet a customer, and customers may feel uncomfortable if it is not the right timing. Our research aims to extract “indecision” of the customers to avoid the problem explained above. To detect the “indecision phase”, we surveyed at brick-and-mortar shops, and proposes an algorithm to detect “indecision phase” based on the survey. We made a prototype system called “MIDEIN: MIddleware for DEtecting INdecision”. MIDEIN acquires location information from monitoring camera and state of merchandise from RFID tags attached to merchandise, then applies the algorithm based on the survey to detect “indecision phase”. We evaluated MIDEIN and it was able to detect “indecision phase” over ninety percent.

keywords:

indecision phase , shops , RFID , monitoring camera , location information , middleware

**Takayoshi Araki**

**Faculty of Policy Management Keio University**

# 目次

第 1 章	序論	1
1.1	本研究の背景	2
1.2	問題意識	2
1.3	本研究の目的	2
1.4	本論文の構成	3
第 2 章	実店舗の購買プロセスと「悩み状態」	4
2.1	ユビキタスコンピューティング環境	5
2.2	購買チャネルの多様化とその影響	5
2.3	実店舗における情報技術の活用	5
2.4	顧客の購買行動	7
2.4.1	商品の検討	7
2.4.2	商品の決定	8
2.4.3	商品の精算	8
2.4.4	商品の帰宅使用	8
2.5	目的	9
2.5.1	本研究が対象とする迷いの定義	9
2.6	本章のまとめ	9
第 3 章	迷いの検知手法の考察	11
3.1	迷いの取得	12
3.2	実地調査	12
3.2.1	調査手法	12
3.2.2	調査結果	13
3.2.3	顧客の購買時における状態遷移	15
3.3	迷い判定アルゴリズム	16
3.4	本章のまとめ	18
第 4 章	関連研究	19
4.1	関連研究	20

4.1.1	視線の移動パターンに基づくユーザの迷いの検出 . . . . .	20
4.1.2	センサーノードを用いた商品の购买前注目度把握システム . . . . .	20
4.1.3	Mnemonic Function of the Dorsolateral Prefrontal Cortex in Conflict- Induced Behavioral Adjustme . . . . .	21
4.1.4	知覚マップ情報を用いた店舗改善タスク支援システム開発の試み . . . . .	21
4.1.5	Hidden Markov Model を用いた逸脱行動人物検出 . . . . .	21
4.2	関連研究との比較 . . . . .	22
4.3	本章のまとめ . . . . .	23
<b>第 5 章</b>	<b>MIDEIN システムの設計</b>	<b>24</b>
5.1	想定環境 . . . . .	25
5.2	機能要件 . . . . .	25
5.3	アプローチ . . . . .	26
5.3.1	立ち止まり機能 . . . . .	26
5.3.2	迷い評価時間測定タイマー . . . . .	26
5.3.3	商品リスト . . . . .	26
5.3.4	商品リスト更新機能 . . . . .	27
5.3.5	商品接触確認監視機能 . . . . .	27
5.3.6	迷い状態判定機能 . . . . .	27
5.4	システム構成 . . . . .	27
5.4.1	時間をかけて商品を見ている迷い . . . . .	27
5.4.2	同じ棚の異なる複数の商品を手にとって確認している迷い . . . . .	28
5.5	本章のまとめ . . . . .	28
<b>第 6 章</b>	<b>MIDEIN システムの実装</b>	<b>29</b>
6.1	ハードウェア構成 . . . . .	30
6.1.1	RFID . . . . .	30
6.1.2	カメラ . . . . .	31
6.1.3	MIDEIN サーバ . . . . .	32
6.2	ソフトウェア構成 . . . . .	33
6.2.1	画像解析モジュール . . . . .	33
6.2.2	RFID 解析モジュール . . . . .	36
6.3	本章のまとめ . . . . .	38
<b>第 7 章</b>	<b>評価</b>	<b>39</b>
7.1	評価方針 . . . . .	40
7.1.1	評価環境 . . . . .	40
7.1.2	評価項目 . . . . .	40

7.1.3	評価結果 . . . . .	41
7.2	本章のまとめ . . . . .	42
第 8 章	結論 . . . . .	43
8.1	まとめ . . . . .	43
8.2	実現した点 . . . . .	43
8.3	今後の課題 . . . . .	43
	参考文献 . . . . .	46

# 目次

2.1	使用されるセンサの例: upart[17]	6
2.2	RFID を付加した商品のイメージ図 [18]	6
2.3	顧客の購買行動プロセス	7
3.1	購買時の顧客の状態遷移	15
3.2	時間をかけて商品を見ている	17
3.3	同じ棚の異なる商品を手にとって複数回確認	17
5.1	想定環境	25
5.2	システム構成図	28
6.1	使用する RFID タグ	30
6.2	スマートふるしき	31
6.3	使用するカメラ	32
6.4	動作概要図	34
6.5	RFID 部動作概要図	37
7.1	評価環境	40
7.2	商品の棚	40
7.3	商品	41
7.4	カメラ	41

# 表目次

3.1	実地調査結果例 . . . . .	14
4.1	関連研究の比較 . . . . .	22
6.1	RFID タグ . . . . .	31
6.2	カメラの詳細 . . . . .	32
6.3	画像解析サーバの仕様 . . . . .	32
6.4	RFID サーバの仕様 . . . . .	33
7.1	評価結果 . . . . .	41

# 第 1 章

## 序論

本章では，まず本研究の背景と問題意識について述べ，次に本研究の概要を示す．

## 1.1 本研究の背景

情報技術の発展と共に、人々の購買方式が大きく変化している。高速インターネットと携帯端末の進化より、ネットショッピング市場が急速に拡大した。ネットショッピングの利点は、その利便性の高さである。我々はいつでもどこでも好みの製品情報を調べ、購入できるようになった。また複数のサイトで価格を比較することができ、実店舗より安い価格で製品を購入できることも多い。一方で、ネットショッピング市場の拡大に伴い、売り上げが減少する実店舗の数も増大しており、問題となっている。今後コンピュータがよりコモディティ化するにつれ、その傾向は益々強くなっていくと予想される。実店舗での売り上げを伸ばすためには、実店舗でしか提供できない利点を高める必要がある。その一つに、実店舗で販売する製品の安心感の拡大が挙げられる。現在、RFIDを商品に取り付けることでトレーサビリティを付与する研究も行われており、顧客は実際の商品を手にとり、かつどういう経路をたどって入荷されたのかが分かるため、安心して製品を購入できることが期待されている。今後はRFIDなどの情報技術を実店舗に取り入れることで、実店舗の利便性を向上する様々なサービスが登場すると考えられる。

## 1.2 問題意識

実店舗にしかない特徴の一つに、店員とのコミュニケーションが可能であるということが挙げられる。店員とコミュニケーションをとることで、顧客は自分の好みにあった商品の情報を直接店員に聞けたり、また店員側もおすすめの商品を推薦したりできる。昔ながらの商店街に見られるような肉屋・本屋などの専門店では、店の規模が小さいこともあり、店員と顧客のコミュニケーションが多く見受けられる。しかし、生活様式の変化よりスーパーマーケットやコンビニエンスストアなどのセルフサービスを主体とする総合小売り店舗が主流になるにつれ、店員と顧客のコミュニケーションは希薄となった。その理由として、広い店舗内にいる顧客を、限られた店員が全て把握するのが困難であることが挙げられる。実店舗の利便性を高めるには、この店員と顧客のコミュニケーションを活性化する必要がある。しかし一方で、接客には最適なタイミングが存在しており、必要としない際に無理に接客を行うと、顧客が不快な思いをすることも少なくない。顧客が接客を必要としているタイミングや、その顧客がどこにいるかなどの情報を適切に把握することが、店員と顧客の適切なコミュニケーションを拡大し、実店舗の顧客及び店員の支援を行うサービスを構築するために重要であると言える。

## 1.3 本研究の目的

本研究の目的は、商品購買時のユーザの「迷い状態」を検出することで、実店舗での利点を増大させることである。「迷い状態」とは、商品の場所を探す迷い、買うか買わないかの迷い、いくつかの商品のどれかを選ぶ迷いなどの様々な「迷い状態」がある。本研究が対象とする「迷い状態」

はいくつかの商品のどれかを選ぶ迷いと買うか買わないかの2つの迷いとする。この「迷い状態」を検出することで、店員がタイミングよく接客を行うことができる、他にユーザの迷っている状態に加え、迷っている対象の製品リストを取得することで、その製品の詳しい情報をユーザに自動的に伝達し、購買時の意思決定を支援できるなどの利点を享受できると考えられる。本研究では、これら多様なアプリケーションを実現するために、商品購買時の迷いを抽出するミドルウェア、MIDEIN (MIddleware for Detecting Indecision) を提案する。

## 1.4 本論文の構成

本稿では、「迷いの状態」になる瞬間に着目し、その瞬間の取得手法の構築を行う。第2章では、ユビキタスコンピューティング環境について述べ、また実店舗でどのように関係していくかを述べる。それをふまえた上で購買行動の分析を行い、本研究の目的を述べる。第3章では、実店舗の迷いに関する考察を行う。本研究では迷いの定義を行うため実地調査を行い、出された結果から迷いの抽出手法を議論する。第4章では、関連研究について記述する。第5章では、MIDEIN システムの設計について記述する。第3章で行った実地調査を元に出されたアプローチから、迷いを抽出するシステム構成について述べる。第6章では、MIDEIN システムの実装環境と各モジュールについて記述する。第7章では、本システムの評価を行い、実験の内容と結果について記述する。第8章では、まとめと今後の展望について記述し、本稿の結論とする。

## 第2章

# 実店舗の購買プロセスと「悩み状態」

本章では、本研究の目的を述べ、さらに今回の研究における迷いの定義について記述する。

## 2.1 ユビキタスコンピューティング環境

近年，計算機の高性能化や小型化に伴い，我々の生活の中に計算能力を所有するデバイスが遍在する環境が整い始めている．この環境はユビキタスコンピューティング環境と称され，”いつでも・どこでも・だれでも”情報のやり取りを様々な機器で，時にはその機器さえも意識させず可能にすることを意味する．その由来は，Mark Weiser 博士によるユビキタスコンピューティング環境の提唱 [1] から始まり，コンピュータであることを人に意識させないで，人の生活を支援する技術，環境に関する研究が盛んに行われている．また，通信機器の発達により，あらゆるところであらゆるデバイスからネットワークを利用可能になり，様々な情報を様々な環境で取得可能になると考えられる．今後，様々なモノや環境に電子タグやセンサが設置されることにより，我々の行動を追跡可能になる，また逆にモノや環境の状況をどのような場所においても監視できるなどの利点を享受できると予測される．

## 2.2 購買チャネルの多様化とその影響

このような近年の情報技術の発展により，多くのユーザがインターネットを PC，携帯端末など様々なデバイスから利用できるようになった．それに伴いユーザの商品購買チャネルも多様化し，従来の実店舗型の購買形式からオンラインショップを利用した形式へと急速に変化してきている．現在では書店や CD ショップの売り上げを，オンラインショップである amazon.com，iTunes Music Store の売り上げが超える状況となっている．「いつでも」「どこでも」「なんでも」購入可能であるという大きな利点を持つオンラインショップは，今後も成長を続けていくと考えられる．一方で，売り上げが激減した実店舗は経営難や倒産が相次ぎ，社会的な問題として取り上げられることも少なくない．実店舗ではオンライン店舗にない利点が多々存在する．例えば，実際に商品を見たり触ったりすることによる具体的な情報の取得，偶然の商品との出会い，店員とのコミュニケーションなどは，オンラインにおける購買にはない実店舗での利点である．実店舗の利点を情報技術により増大させることで，実店舗の顧客及び店舗支援を行うシステムの構築が可能であると考えられる．

## 2.3 実店舗における情報技術の活用

ネットショッピングの登場により，実店舗の形態が単にモノを買う場所ではなく，ネットではできない，上記に上げたような利点を生かす場へと変化しつつある．そのような利点を生かすため，購買行動を快適かつスムーズに行えるようデザインされた店舗が検討されている．例として，商品に付加した RFID[2] から商品情報を取得したり，レジに RFID アンテナを埋め込むことにより商品の決済を時間をかけずに行うシステムが構築されている．今後も電子タグやセンサから顧客と店員をサポートする研究，開発されていくと考えられる．以下の図 2.1，2.2 に商品などに付加さ

れると考えられるセンサの例と RFID が付加された商品のイメージ図を示す .

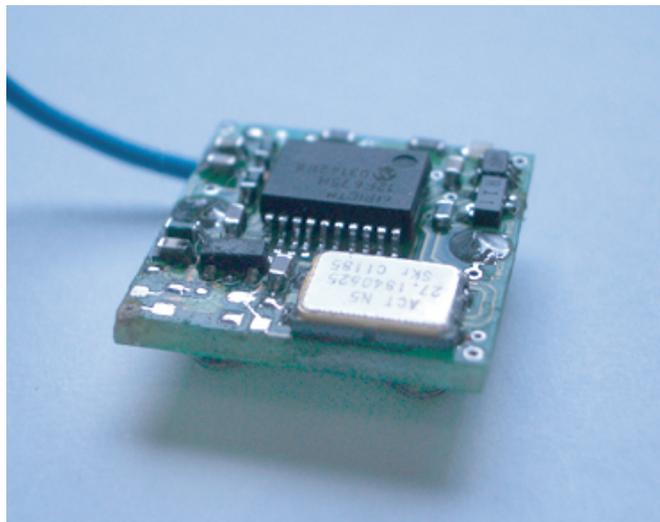


図 2.1 使用されるセンサの例: upart[17]



図 2.2 RFID を付加した商品のイメージ図 [18]

その他にも、店舗内に設置されたカメラからリアルタイムの店内の雰囲気や顧客に伝えるサービスや、店員の作業進捗の管理や、発注、検品、在庫管理、棚卸、売価チェック、売上報告など、流通・小売業の定型業務の管理を行える小型デバイス [3] などが登場し、顧客と店員を支援するシステムが構築されることが考えられる。本研究では顧客の購買時における行動を支援する技術の開発を目的とする。

## 2.4 顧客の購買行動

本稿において顧客の購買行動プロセスを「商品検討」「決定」「精算」「商品の帰宅使用」「再来店」と分類する。図 2.3 に顧客の行動プロセスを示し、各プロセスの説明を行う。

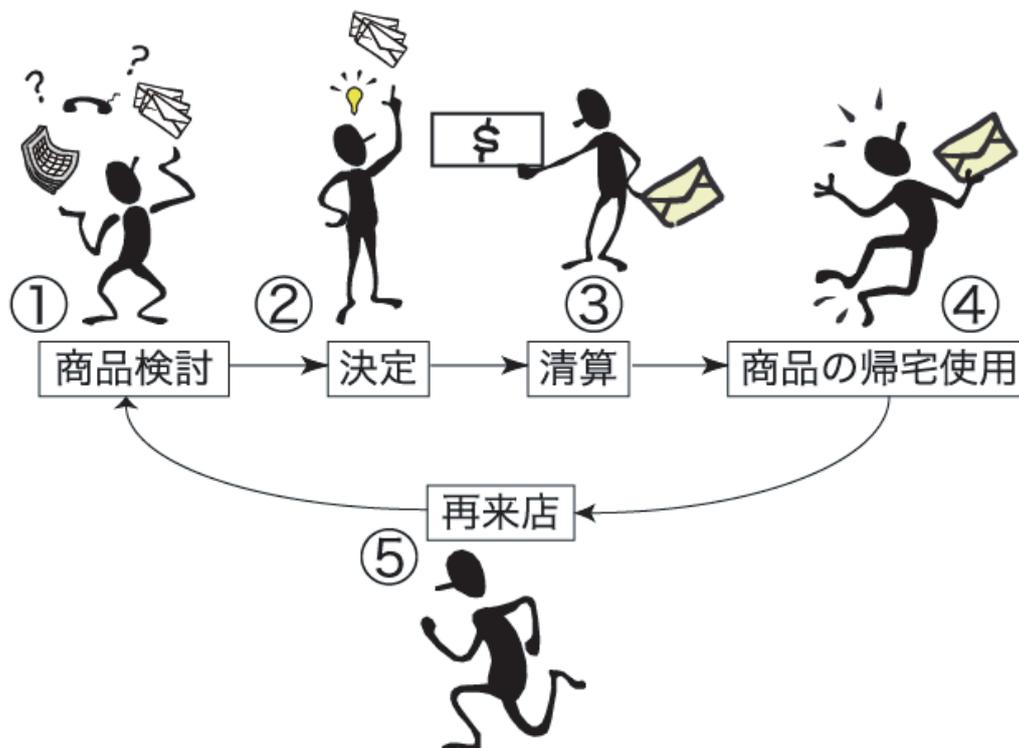


図 2.3 顧客の購買行動プロセス

### 2.4.1 商品の検討

顧客が店舗に来る一番の理由として目的の商品を購入することが挙げられる。その際に顧客の購買活動の初めの段階が「商品の検討」である。「商品の検討」とは顧客の購入目的とするジャンルから、特定の商品を選択する際における検討である。店舗の商品棚は商品のジャンルにより分類されており、顧客は自身の購入目的のジャンルと一致する棚を選択し、陳列された数多くの商品から特定の商品を選択する。店舗はこの顧客の「商品の検討」を支援するため様々な工夫をしている。売り出したい商品の割引などを行うことによって顧客に特定の商品に興味を持たせたり、最近では店舗の Web サイトで商品情報を公開することで顧客が来店することなく「商品の検討」が可能になった。また、激安の殿堂 ドン・キホーテ [4] では圧縮陳列と呼ばれる、壁や天井まで使い、商品をうずたかく積み上げ、店内を迷路のようにする方式を採用している。これは買い物客に目当ての

ものを探し出させる宝探しの要素を加えたり，様々な棚を確認させ興味のあるジャンル以外の商品にも興味を持たせるようことを目的としている．以上のように，顧客が購買目的のジャンルから特定の商品を選択する行為が「商品の検討」であり，この過程において店舗側は自身と顧客のニーズを満たすために様々な工夫を行っている．

#### 2.4.2 商品の決定

以上で述べた「商品の検討」により特定の商品が選択された場合には，次の段階として顧客がその商品を購入するか購入しないかの選択である「商品の決定」が行われる．顧客の興味の対象は「商品の検討」が陳列棚の商品全体あるのに対して「商品の決定」は特定の商品にだけである．特定の商品が顧客の要求を満たすなら購入の意思が決まり，また満たさないのなら非購入の意思が決定される．「商品の決定」の購入の意思決定には商品から得られる情報量が重要である．この情報量の不足によって，本来は顧客の最も要求を満たす商品や店舗側としては顧客要求を満たすおすすめの商品の販売機会を失ってしまうことが少なくない．この問題を解決するために様々なシステムの構築が提案されている．商品に QR コード [5] をつけることにより，詳細な情報を携帯電話などから簡単に取得できるようになった．今後は商品に付属された RFID により手に取るだけで備え付けられたディスプレイから商品情報の動画が放送されるなどの支援が考えられる．以上のように特定の商品を購入するかしないかの決定が「商品の決定」であり，その決定を支援するには商品の情報を拡大する必要があり，それを支援するシステムが提案，構築されている．

#### 2.4.3 商品の精算

「商品の決定」が購入の意思決定だとするならば，「商品の精算」とは購買行動における最終的な決定である．上記した「商品の決定」とは異なり，精算を行うと商品からお客の所有物となる．精算を効率よく行うために，PASMO[6] や Suica[7] のような電子マネーの登場により紙幣や小銭を扱う手間が省けたり，今後は商品に RFID タグをレジに RFID リーダを設置することによりレジに商品を置くだけで精算が済むようなシステム [8] が構築されることが考えられる．

#### 2.4.4 商品の帰宅使用

購入された商品を帰宅使用することにより，購買行動における評価がされる．評価の項目としては，商品に対する満足度，店舗内における購買活動におけるプロセスなどがあり今度の購買行動の際に再来店につながるかどうかの指標となる．

以上が購買行動におけるプロセスの説明である．実店舗において商品の検討から精算にいたるまでの経緯に情報技術を取り入れることで，実店舗の利便性を向上する様々なサービスが提供可能であると考えられる．本研究は商品の検討から決定の間におけるプロセスを研究対象とする．商品の

検討が長く続く場合には俗に迷っているといわれ、商品に迷うことによって顧客の時間の浪費や、特定の商品に固執することにより他の優れた商品の存在に気づかないなどの問題がある。この迷っている状態を情報技術により解決することで商品の帰宅使用における顧客の満足度の評価を上げることができ、店舗への再来店の意欲の向上を期待することができる。

## 2.5 目的

本研究の目的は商品の検討から決定にいたるまでの商品を選択する「迷いの状態」になる瞬間に注目し、それを検知することで実店舗での利点を増大させる。「迷い状態」になる瞬間のリアルタイムの支援、「迷い状態」検出の精度、実店舗におけるシステムの適応性を考慮してシステムの構築を行う。

### 2.5.1 本研究が対象とする迷いの定義

「迷いの状態」といっても様々な迷いがある。商品の選択による迷いや店舗内における商品を探す迷い、その他にも店舗内に落とし物をしてそれを探す迷いなど商品とは関係のない迷いも存在する。本研究の「迷いの状態」とはいくつかの商品のどれかを選ぶ迷いと買うか買わないかの迷いと定義する。この「迷い状態」を抽出することで、顧客側・店舗側は以下の利点を享受することが可能であると考えられる。

- 顧客への情報支援

顧客が迷っている状態を取得することで、店員は「迷い状態」の顧客を、タイミング良く接客を行うことができる。その他にも、ユーザが迷っている状態に加え、迷っている対象の製品リストを取得することで、その製品の詳しい情報を設置されたディスプレイなどからユーザに自動的に伝達し、購買時の意志決定を支援できる。

- 店舗のレイアウト支援

多くの顧客の迷いを蓄積することで、迷いやすい棚、商品が特定でき、店舗のレイアウト変更の支援ができる。

以上の理由より、本研究では「迷いの状態」を抽出することにより実店舗におけるお客と店員の支援システムの構築を目的とする。

## 2.6 本章のまとめ

本章では、はじめにユビキタスコンピューティング環境の発展と、オンラインショップの登場による購買チャンネルの変化を述べ、実店舗の支援システムの必要性を説いた。そして、お客の購買行動プロセスを「商品の検討」、「商品の決定」、「商品の精算」、「商品の帰宅使用」と分けてそれぞれ

を考察し、「商品の検討」から「商品の決定」に至るまでに過度の検討状態である「迷いの状態」になる瞬間を検出するミドルウェアを構築することでお客と店員を支援し商品と店舗の満足度の向上を目的とした。

次章では、どのようにして「商品の検討」から「迷い状態」になるかの取得手法について考察する。

## 第3章

# 迷いの検知手法の考察

本章では、どのように迷いを取得するかを述べる。本研究では実地調査を行い「迷い」に関するデータを取得した。

## 3.1 迷いの取得

本研究では、「商品の検討」から「迷いの状態」になる瞬間の取得を目的としている。迷いを取  
得するには、顧客の購買行動を監視し「迷いの状態」に見られる特徴的な行動を検知すること  
で可能であると考えられる。

## 3.2 実地調査

「迷いの状態」と思われる行動を判断するため、店舗内で実地調査を行った。

### 3.2.1 調査手法

実地調査を実店舗（ダイエー、イトウヨウカドー、各種コンビニ）で行った。顧客の自然な購買  
行動を調査する必要があったために調査対象は不特定多数の顧客とし、購買行動を監視した。顧客  
に気づかれないように調査する必要があった為に、顧客の行動を記述する際は携帯電話を用いて、  
購買行動時間を計測する際は iPod を用いてなるべく自然な動作を意識して監視した。

#### 調査項目

調査項目を以下に示す。

- 年齢  
調査対象者の年齢層
  
- 性別  
調査対象者の性別
  
- 注目した商品  
調査対象者が注目した商品  
数秒商品を眺めていたり、手に取ったりした場合に注目したと判定した
  
- 注目した時間  
商品を注目した時間  
商品について何らかの行動を起こした時間を測定した  
商品を眺めていたり手に取ったりしたなどの合計時間である
  
- 購入したかどうか

注目した商品を購入したかどうか

- 場所

調査した場所

調査する場所としてはスーパーマーケットとコンビニを対象とした

- 特徴的な行動

購買行動において特徴的な行動を記録した

### 3.2.2 調査結果

以下に調査結果を示す。スーパーマーケット，コンビニ合計で94名（スーパー54名，コンビニ40名）を調査した。調査品目は236件であった。

以下に調査データ20パターンを例として示す。

年齢	性別	商品	秒	購入	場所
50代	男性	酒	120		ダイエー
30代	女性	和菓子	120		ダイエー
30代前半	女性	お米	10		イトヨー
		冷凍食品	10		
		その他	10		
40代	女性	パン	10		イトヨー
		冷凍食品4つ	10		
		洗濯用洗剤	30		
		歯ブラシ	30		
		お米	60		
40代	女性	みそ	60		イトヨー
		その他	30		
60代	女性	冷凍食品	90		イトヨー
		その他	30		
50代	男性	キャベツ	10		イトヨー
		お刺身	30		
40代	女性	その他	7.5		イトヨー
40代	男性	その他	10		イトヨー

年齢	性別	商品	時間	購入	場所
40代	女性	お寿司のパック	120		イトヨー
		乾燥パスタ	90		
		クックデュー麻婆豆腐	60		
		パン	120		
		その他	25		
40代	女性	ペットボトルコーヒー	10		ダイエー
		粉末コーヒー	90	×	
		缶コーヒー数点	30		
50代	女性	惣菜	20	×	ダイエー
		ペットボトル	30		
		お好み焼き	5		
50代	男性	カフェオレ	10		ダイエー
		まんじゅう5個	10		
		せんべい	35	×	
30代	女性	惣菜	120		ダイエー
		冷凍食品	60		
50代	男性	惣菜	5		ダイエー
		サラダ	5		
50代	女性	水	90		ダイエー
		その他	10		
70代	女性	ハム	180		ダイエー
		その他	15		
40代	男性	惣菜	10		ダイエー
		お弁当	10		
40代	男性	パン	25		ダイエー
		まんじゅう	25		
		カップ麺	25		
20代	男性	ポテトチップス	20		ダイエー

表 3.1 実地調査結果例

以上が調査結果である。

### 3.2.3 顧客の購買時における状態遷移

実地調査で確認された「迷い状態」の特徴的な行動より，迷い判定アルゴリズムを構築する．実地調査より，購買時における顧客の行動は図 3.1 のような状態遷移をとることがわかった．

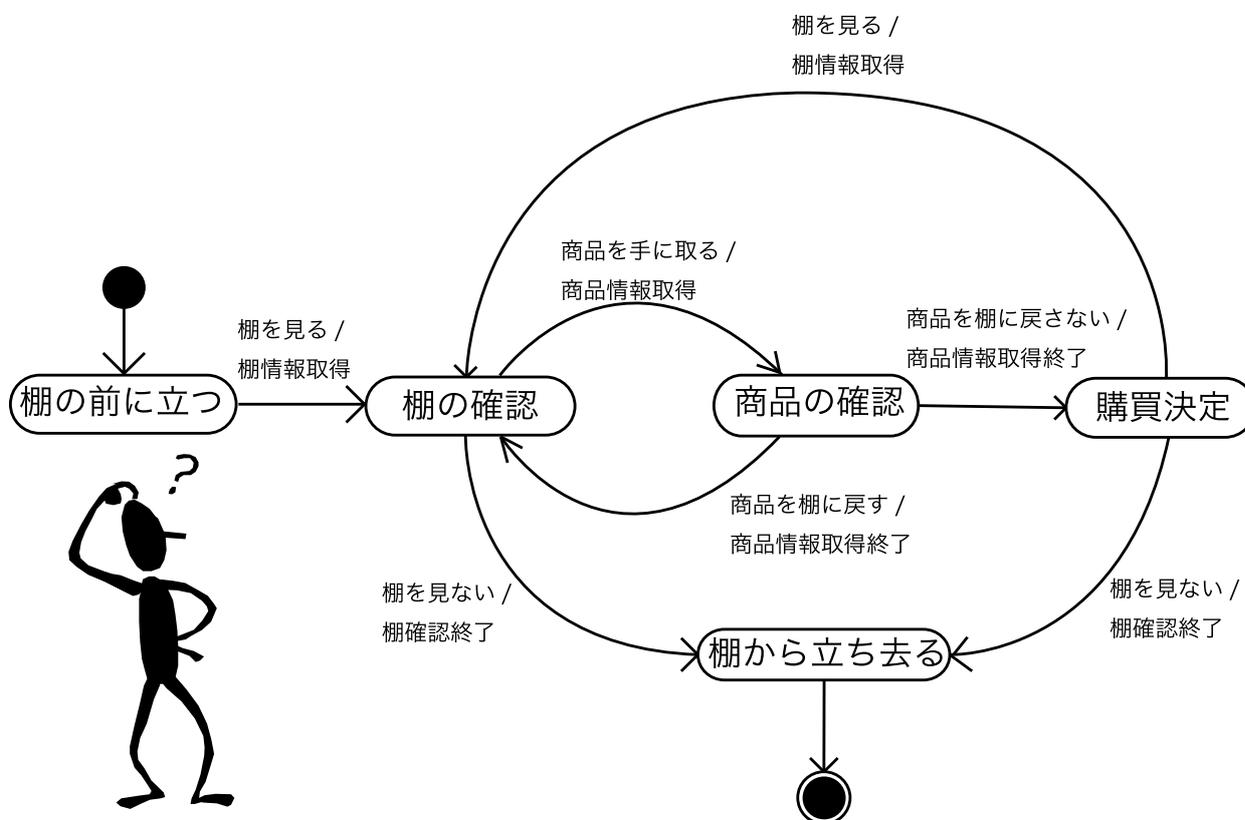


図 3.1 購買時の顧客の状態遷移

以上が購買時の顧客の状態遷移である．次に各項目について説明する．

- 棚の前に立ち止まる

顧客が「棚の前に立ち止まる」状態になる理由は様々あると考えられる．例えば，棚に陳列された商品を確認するためや，また携帯電話を使用するために立ち止まったなど購買行動には関係のない行動の可能性もある．顧客が立ち止まった際に棚を見ている場合に「棚の確認」の状態になったとする．

- 棚の確認

商品を見て確認している状態である．興味のある商品を見つけ確認している状態と目的の商品がありその目的を満たす商品を探している状態がある．興味の度合いはそれほど高いとは言えない．顧客の要求を満たす商品がなければそのまま「棚から離れる」状態になり，興味の度合いが高い商品が見つかった場合は「商品の確認」の状態になる．

- **商品の確認**

商品を手にとることによって詳しく調べている状態である。その対象商品に対しても興味の高いは高いと言える。この確認によってこの商品が顧客の要求を満たす場合は「購買決定」の状態になる。また、要求を満たさない場合は手に持っている商品を棚に戻し「棚の確認」の状態に戻る。

- **購入**

商品の購入を意思決定した状態である。顧客の目的を満たしたのなら「棚から立ち去る」状態になる。他にも興味がある商品がある場合には、「棚の確認」の状態に戻る。

- **立ち去る**

棚の商品に興味がなくなり、その場所から立ち去った状態である。また、棚の商品の興味に戻る場合があるので、再び棚に戻ってくる可能性がある。

調査結果をまとめたものを以下に示す。

- 顧客が棚に立ち止まり商品を選ぶまでの時間

- 平均の時間・・・37秒
- 迷っている場合(97件)・・・約67秒
- 迷っていない場合(139件)・・・約17秒

- 迷ったと思われる特徴的な行動

- 一定時間以上、棚の前で商品を確認
- 商品を手にとって確認し、商品を棚に戻す行為を複数回行う

以上の調査結果より迷っている顧客には「時間をかけている」「同じ棚の異なる複数の商品をそれぞれ手に取って確認」という特徴が見られた。これらの特徴的な行動を検出することで、迷いを抽出する手法を構築する。

### 3.3 迷い判定アルゴリズム

- 条件 1: 時間をかけて商品を見ている

実地調査より悩んでいない顧客は悩んでいる場合に比べて早い時間で商品を購入している。そこで、顧客が商品を時間をかけて確認している場合に「迷い状態」とする。お客が棚の前で立ち止まった時から商品決定までの平均時間を迷い状態評価時間( $T_p$ )とし、その時間が過ぎた場合に迷い状態であると判断する。迷わず商品を購入する場合、全体の平均は17秒であったが、商品を購入する場所や、商品の分類(日用品や衣類)により悩み状態になる評価時間は異なると考えられる。今回の実地調査ではスーパーでは平均20秒、コンビニでは平均12秒であった。これらの調査結果より、スーパーでは20秒、コンビニでは12秒を迷い状態評価時間( $T_p$ )とし、この時間を超えたら「迷い状態」とする。

- 条件 2: 同じ棚の異なる商品を手にとって複数回確認

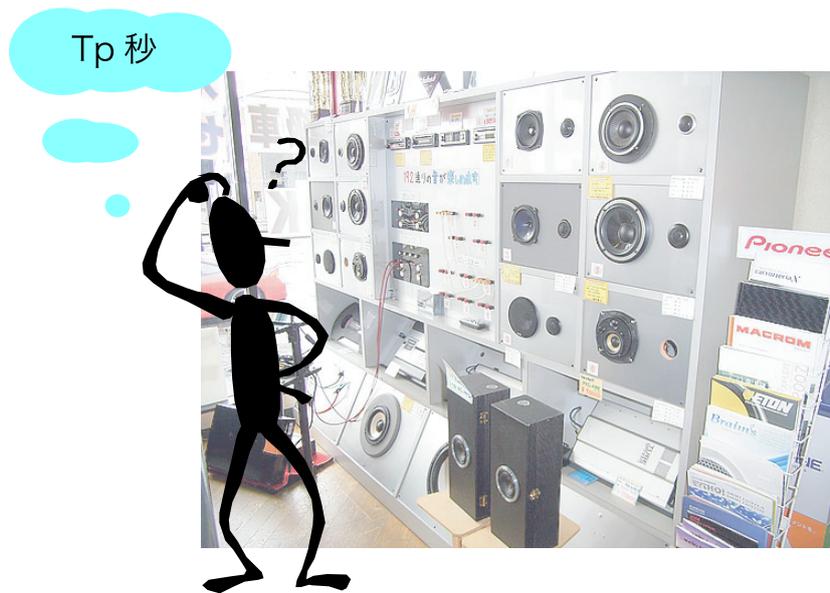


図 3.2 時間をかけて商品を見ている

実地調査より、迷っている場合は同じ棚の複数の商品を手に取って確認し、棚に戻す、という行為が特徴として見られた。よって、以上のような一連の動作を商品接触確認とし、このような行為が複数回行われた後も商品を確認している場合には「迷い状態」とする。また、「迷い状態」にいたるまでの商品接触確認の回数を迷い接触回数 ( $A_p$ ) とする。実地調査より、迷わない顧客は商品接触確認をすることはあまりない。迷わない顧客の購買行動において、商品接触確認は0から1回であった。よって、本研究では迷い接触回数 ( $A_p$ ) を2回とし、2回商品接触確認が行われた後も棚の確認を行っていた際には「迷い状態」になったとする。



図 3.3 同じ棚の異なる商品を手にとって複数回確認

以上に挙げた状態遷移と迷った際に見られた特徴的な行動を考慮することで以上の2つの条件の

内1つでも当てはまれば、顧客が「迷い状態」になったと判断する。

### 3.4 本章のまとめ

本章では、「商品の検討」から「迷いの状態」になる瞬間を取得するために実地調査を行った。その結果を考察し、それを元に顧客の購買時の顧客の状態遷移を作成した。

そこで、「迷いの状態」とは時間をかけて商品を見ている、同じ商品を2度手にとって確認の2パターンであると定義し、MIDEIN 迷い判定アルゴリズムを構築した。

次章において、本研究の関連研究について述べる。

## 第 4 章

# 関連研究

本章では，本研究の関連研究について述べる．

## 4.1 関連研究

「迷い」に関する関連研究として視線の移動パターンに基づくユーザの迷いの検出 [9]，センサーノードを用いた商品の購買前注目度把握システム [10]，Mnemonic Function of the Dorsolateral Prefrontal Cortex in Conflict-Induced Behavioral Adjustme[11]，知覚マップ情報を用いた店舗改善タスク支援システム開発の試み [12]，Hidden Markov Model を用いた逸脱行動人物検出 [13] を上げる．各関連研究を述べた後に本研究が対象とする実店舗内の「迷い行動」検出に求められる，リアルタイム支援，迷い検出の精度，実店舗適応性の 3 点において比較する．

### 4.1.1 視線の移動パターンに基づくユーザの迷いの検出

視線の移動パターンに基づくユーザの迷いの検出 [9] とは，視線追跡装置を用いて，ユーザの視線の動きをリアルタイムに測定し，その測定結果よりユーザの迷いを推測する手法を提案している．面上を移動するユーザの視線には迷っているときに特徴的に現れる視線の一連の規則的な動き，「視線パターン」が含まれている．このような「視線パターン」を発見するための N-Gram 解析を用いた解析手法と，パターンの発生時のユーザの思考を測定してパターンの意味を検証する手法を提案している．この手法を翻訳課題に適用した結果，ユーザが「迷いの状況」に陥ったことを示す規則的な視線パターンを発見している．さらに，このパターンが生じたときのユーザの思考を測定して，これらのパターンが確かにユーザが迷っているときに生じていることを明らかにしている．

### 4.1.2 センサーノードを用いた商品の購買前注目度把握システム

温度，振動，照度を検知可能な小型無線センサノードを各商品に取り付け，ユーザが商品を選択する際の『手に取る動作』から注目度とそのランキング把握する Live! Commerce System[10] を構築し，秋葉原の実店舗において実証実験を行っている．センサノードは通信としては，315 MHz の周波数帯域であり 19.2 kbps の速度で 15m-20m の距離に電波が届く．利用しているセンサデータは，光センサの変化量および振動ボールセンサである．光センサは 0-255 段階で光の量を 1 秒ごとに計測し変化量を計測し，大きく変化があったセンサを”Touch Event”として記憶している．また振動ボールセンサは，1 秒間隔で振動回数を計測し振動の変化があったものを振動累積カウンタとして記憶している．小型センサ uPart を各商品に取り付け，ユーザが商品を選択する際の『手に取る動作』から注目度とそのランキング把握することで，ユーザに違和感なく商品の比較情報を提供し，店舗経営者に各商品の注目度を容易に提供できるシステムであること実証した．

#### 4.1.3 Mnemonic Function of the Dorsolateral Prefrontal Cortex in Conflict-Induced Behavioral Adjustme

ヒトの fMRI 実験の結果から、前帯状溝皮質と呼ばれる大脳前頭連合野の内側にある領野が迷いを検出しているという説が主張されていた。しかし、Mnemonic Function of the Dorsolateral Prefrontal Cortex in Conflict-Induced Behavioral Adjustme[11] はサルに「迷い」を持つような課題を訓練し、「迷い」の経験を次の応答に活かすためには、前帯状溝皮質ではなく、前頭連合野の背外側部が重要であることを新たに見いだした。さらに、サルが課題を遂行している間に、前頭連合野背外側部の神経細胞活動を記録し、「迷い」の経験を次の応答に伝える働きをする神経細胞を発見した。

#### 4.1.4 知覚マップ情報を用いた店舗改善タスク支援システム開発の試み

店舗を支援する研究として知覚マップ情報を用いた店舗改善タスク支援システム開発の試み [12] が挙げられる。知覚マップ情報を用いた店舗改善タスク支援システム開発の試みは、中小スーパーマーケット経営者が店舗の差別化を考慮した店舗改善活動（以下、店舗改善タスクと呼ぶ）を促せるように知覚マップ情報を用いて支援する一方法を提案している。得られた成果は次の3つである。(1) 競合店舗と自店の位置づけを表した知覚マップ情報は、経営者が自店（改善の対象店舗）と競合店の相対的位置関係を顧客の観点から捉えて、改善すべき着眼点を見つけられる判断情報といえる。(2) 店舗別の満足度グラフは、自店と他店舗の満足度の比較により、自店の弱みを見つけ出し、その問題点の改善のために他店舗の強みを把握できる判断情報といえる。また、年齢層別の満足度グラフは経営者が把握し損ねていた年齢層による顧客のニーズを捉えることができる。(3) これらの判断情報を提供できるプロトタイプを構築しており、店舗改善の意思決定に有用であることを明らかにしている。

#### 4.1.5 Hidden Markov Model を用いた逸脱行動人物検出

Hidden Markov Model を用いた逸脱行動人物検出 [13] では人物位置の時系列データ群（人物動線データ群）に基づいた人物行動パターンの自動分類手法および他の人物の行動パターンと異なる逸脱行動人物の検出手法を提案している。また、人物位置の時系列データ群は画像センサ、GPS、RFID などの様々なデバイスから取得している。

某店舗における実際の人物動線データ群に対して提案手法を適用した結果、事前知識を必要とせず一般的な行動パターンとは異なると思われる逸脱行動人物を検出した。また、共通の枠組を用いることにより、複数の人物行動パターンを自動的に分類することを可能にしている。

## 4.2 関連研究との比較

以上に上げた関連研究を実店舗の支援を観点に比較する。

システム	リアルタイム検知	迷い検出の精度	実店舗適応性
視線の移動パターンに基づく ユーザの迷いの検出			×
Mnemonic Function of the Dorsolateral Prefrontal Cortex in Conflict-Induced Behavioral Adjustme			×
センサーノードを用いた 商品の購買前注目度把握システム	×		
知覚マップ情報を用いた 店舗改善タスク支援システム開発の試み	×	×	
Hidden Markov Model を用いた 逸脱行動人物検出		×	

表 4.1 関連研究の比較

視線の移動パターンに基づくユーザの迷いの検出は視線追跡装置を用いて迷いの「視線パターン」を監視するため、精度の高い迷った場合によるリアルタイム支援が可能であると考えられる。しかし、実店舗に視線追跡装置を導入するのは現実的ではないと考えられるので、実店舗適応性は低いと考えられる。

センサーノードを用いた商品の購買前注目度把握システムは実店舗を想定しているため、実店舗適応性は高い。しかし、お客全体の商品選択の注目度を抽出し他のお客にその注目度を通知することを目的としており、商品選択における迷いの解消を目的とはしていない。

Mnemonic Function of the Dorsolateral Prefrontal Cortex in Conflict-Induced Behavioral Adjustme とは機能的磁気共鳴画像法 (fMRI 法) を用いて迷いの状態を人の脳活動から抽出する研究である。この研究では迷いの状態を正確に抽出することが可能だが大きな制約のある MRI を要求されるため、この研究も実店舗での迷いの取得にはそのまま適用できない。

知覚マップ情報を用いた店舗改善タスク支援システム開発の試みは、顧客の満足度や他店と自店の差分などを知覚マップを用いることによって店舗側の改善点をわかりやすく認知させる店舗支援を目的とした研究である。この研究は、各店舗の情報を比較することにより自店の長所を把握したり、また弱みを把握することによって店舗の改善を促す研究である。この研究は店舗の改善を目的としているために、店舗改善に伴った購買行動の改善は期待できるが、顧客のリアルタイムの支援は可能ではない。

Hidden Markov Model を用いた逸脱行動人物検出はマルコフニコフの法則に従って人物移動行動パターンを取得し、行動パターンから外れた行動をした人物を逸脱行動人物とし検出をする研究である。逸脱行動人物が検知できれば防犯に利用できたり、逸脱行動をさらに分類することにより更なる顧客の詳しい行動が取得可能になると考えられる。逸脱行動が新しい「迷い状態」の指標になる可能性はあるが、この研究において迷っている顧客の検知には成功していない。

このように、リアルタイム支援、迷い抽出の精度、店舗内適応性を満たしているものはない。

### 4.3 本章のまとめ

本章では、関連研究として「視線の移動パターンに基づくユーザの迷いの検出」、「センサーノードを用いた商品の購買前注目度把握システム」、「Mnemonic Function of the Dorsolateral Prefrontal Cortex in Conflict-Induced Behavioral Adjustme」、「知覚マップ情報を用いた店舗改善タスク支援システム開発の試み」、「Hidden Markov Model を用いた逸脱行動人物検出」を比較し、いずれも店舗内における「迷い状態」の取得に適応していないことを示した。

次章において、これを実現する MIDEIN 迷い判定アルゴリズムを元にした設計を述べる。

## 第 5 章

# MIDEIN システムの設計

本章では、実店舗における迷い抽出システム「MIDEIN」の設計について述べる。

## 5.1 想定環境

顧客の状態を取得する方法には、顧客にデバイスを持たせユーザの情報を取得する手法と、環境側が顧客をセンシングし取得する手法がある。近年、携帯などの小型デバイスの普及によりあらゆる世代でデバイスを所持することに抵抗がなくなったと言える。しかし、多様な顧客が来店する店舗において、全てのユーザにデバイスを持たせることは現実的でないため、環境側で迷い状態を判別する手法をとる。現在、店舗で得られる顧客情報としてカメラからの動画が挙げられ、本研究ではそれを利用する。その他に、将来的に店舗内に導入される RFID を利用する。本研究ではスーパーマーケットなどの総合小売り売店に買い物に来た場合を想定環境とする。ユーザが一人で買い物に来たと仮定しユーザの迷いの状態を抽出する。また店舗内においてユーザは監視カメラで監視され、また商品には RF-ID タグが付加されていると想定する。図 5.1 に想定環境を示す。

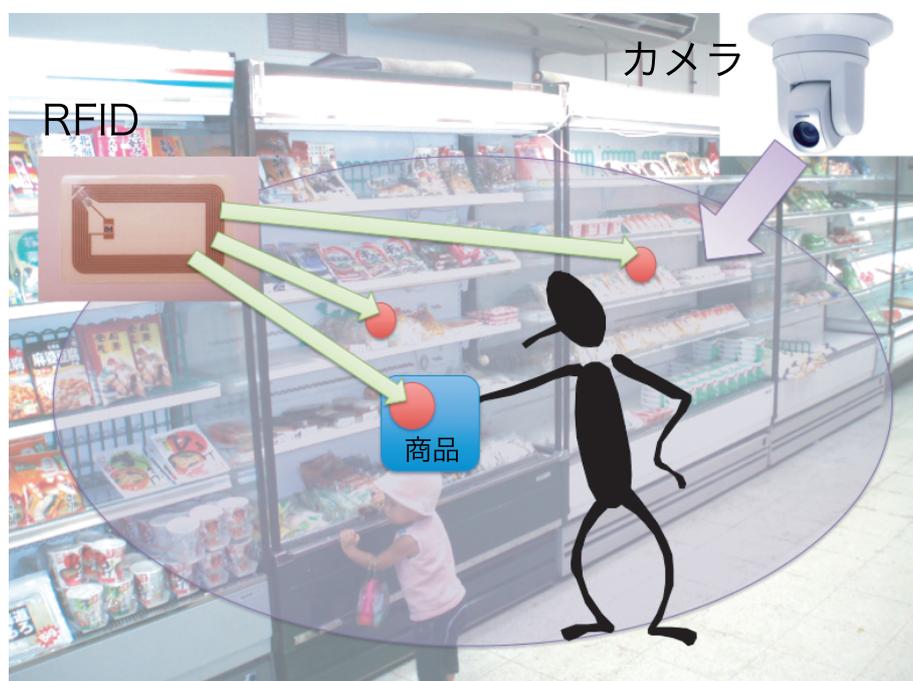


図 5.1 想定環境

## 5.2 機能要件

本節では本システムを実現する機能を述べる。このシステムを利用することでお客の商品購買時における迷いを抽出しお客と店舗の支援を目指す。第3章で上げた「時間をかけて棚の商品を見ている」「同じ棚の異なる複数の商品を手にとり確認」という2つより機能要件を述べる。

- 時間をかけて棚の商品を見ている

- 立ち止まり判定機能
- 迷い時間測定タイマー
- 迷い状態判定機能
- 同じ棚の異なる複数の商品をそれぞれ手に取り確認
  - 商品リスト更新機能
  - 商品接触確認監視機能
  - 迷い状態判定機能

以上の機能についてこれから説明する。

## 5.3 アプローチ

以上の機能要件を満たすアプローチを以下に示す。目的で挙げた、「迷い状態」になる瞬間のリアルタイムの支援、「迷い状態」検出の精度、実店舗におけるシステムの適応性を、カメラを用いた立ち止まり判定機能と商品に取り付けられた RFID を用いた商品接触確認監視機能によって実現する。

### 5.3.1 立ち止まり機能

顧客の立ち止まるという行動を取得するアプローチとしてカメラを用いた画像解析の手法をとる。またなるべく買い物をする際に顧客に違和感を与えないため、監視カメラなどを用いることを想定している。誰もいない店舗内の画像と現在の監視カメラから取得した動画を比較した背景差分によって棚の前にいる顧客の判定を行う。棚の前に領域を設置し、領域内で立ち止まると顧客はその棚にいると判定する。

### 5.3.2 迷い評価時間測定タイマー

迷い評価時間測定機能とは、「時間をかけて棚の商品を見ている」場合の迷い状態評価時間 ( $T_p$ ) を測定する機能である。画像解析機能から得られた顧客が棚の前で商品を確認しているという情報が得られた場合に迷い時間測定機能は起動する。また、この機能は迷い状態評価時間 ( $T_p$ ) が経過した場合に、棚の前にいる顧客が「迷い状態」になったと判別し、迷い状態判定機能に「迷い状態」であることを通知する。

### 5.3.3 商品リスト

商品リストとは、現在の棚にある商品のリストである。棚に RFID リーダが、商品には RFID タグが設置されてタグ ID によって商品が管理されている。

### 5.3.4 商品リスト更新機能

顧客が商品に触れているという判定を RFID を用いて実現する。本研究では RFID リーダはスマートふるしき [14] という布状の RFID アンテナを用いる。スマートふるしき [14] に関しては 5 章の実装で説明をする。商品に RFID タグを、棚にスマートふるしきを設置することによって、顧客が商品に触れているかどうかの判定を行う。もし、顧客が商品に触れているならば、商品リスト更新機能が商品リストを更新する。

### 5.3.5 商品接触確認監視機能

商品接触確認監視機能とは、商品リストを監視し顧客の商品接触確認を監視する機能である。また、商品接触確認とは商品を手にとって確認し、棚に戻すまでの一連の動作とする。顧客が商品接触確認を迷い接触回数 ( $A_p$ ) 行った場合には、「迷い状態」になったとし、この機能から迷い状態判定機能に現在、顧客が「迷い状態」であることを通知する。

### 5.3.6 迷い状態判定機能

現在、顧客が迷い状態になったことを取得する機能である。取得できた「迷い状態」から購買行動支援アプリケーションの構築を行う。

## 5.4 システム構成

以上の機能を実現する全体のシステム構成図を図 5.2 に示す。

本システムは監視カメラからの画像と商品に貼付された RFID を使用する。監視カメラからの画像を解析することにより店内にいる顧客の位置情報を取得し、また RFID を用いて顧客が起こす特定の行動の監視を行う。監視を行う行動とは、棚を確認したか商品を手にとったかの 2 点である。棚の確認は画像解析機能から取得し、商品リストの更新によって顧客がこの棚を確認したかどうかの判定を行う。

これより、上記の機能が第 3 章であげた 2 つの迷い判定アルゴリズムを元にどのように迷いを抽出するか述べる。

### 5.4.1 時間をかけて商品を見ている迷い

まずは以上の機能を用いて時間をかけて商品を見ている迷いの場合を説明する。店舗内に設置された監視カメラから顧客の位置情報を追跡する。監視カメラから得られた動画は画像解析機能に渡され、誰もいない店舗内の画像と比較した背景差分によって顧客位置を特定する。顧客が立ち止まった場合には迷い評価時間測定機能が起動し、商品を検討している時間を測定している。測定している時間が迷い評価時間 ( $T_p$ ) を超えた場合に、顧客は「迷い状態」になったとし、迷い評価時



## 第 6 章

# MIDEIN システムの実装

本章では、MIDEIN システムの実装について述べる。

## 6.1 ハードウェア構成

本節では，MIDEIN の実装環境について述べる．MIDEIN を構築するハードウェアとして RFID，カメラ，MIDEIN サーバが上げられる．以下に，実装で利用したそれぞれのハードウェアについて述べる．

### 6.1.1 RFID

MIDEIN では商品に添付されたパッシブ RFID の無線通信技術を使い顧客の行動を検出する．パッシブ型 RFID を用いる理由は，安価でほぼ恒久的に作動するためである．商品に取り付けられた RFID タグを棚に設置された RFID リーダから監視し手にとった，棚に戻したなどの顧客の行動を取得する．

- RFID タグ実装で用いる RFID タグを図 6.1 と表 6.1 に示す．左にある RFID タグが Tag-it HF，右にある RFID タグは Tag-it HF-I である．

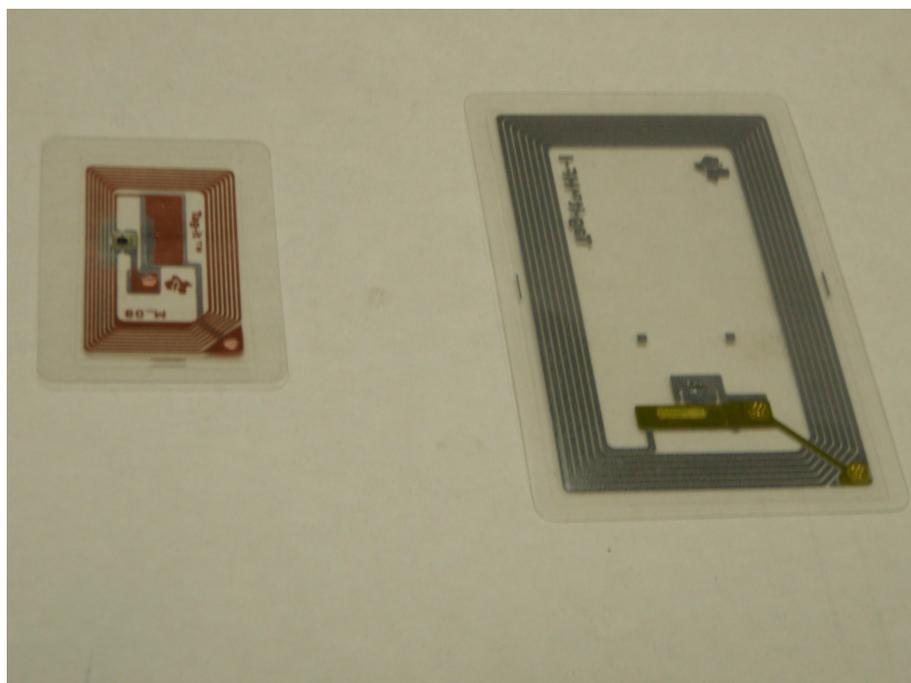


図 6.1 使用する RFID タグ

- RFID リーダ

次に，RFID リーダを述べる．本システムではスマートふるしき [14] を用いて，商品の状態を取得する．スマートふるしきは，8つの RFID アンテナと8つの RFID タグを持つデバイスであり，システムは8つの RFID アンテナのどこに RFID タグをおいたのかを検知

使用する RFID	周波数	製造会社
Tag-it HF-I	13.56MHz	Texas Instruments 社
Tag-it HF	13.56MHz	Texas Instruments 社

表 6.1 RFID タグ

できる。また、スマートふるしきは 13.56MHz の RFID タグを読み取れる。各アンテナは伝導性の布できており、布にタグが接触するだけで読み取ることが可能である。実装ではスマートふるしきを棚と見立ててシステム構築を行う。図 6.2 にスマートふるしきの画像を示す。

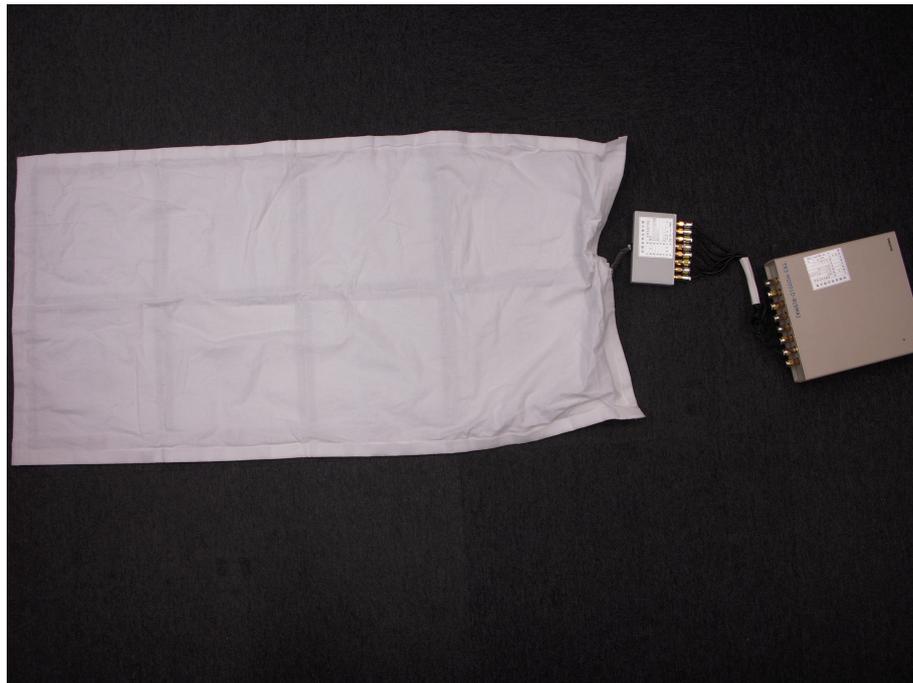


図 6.2 スマートふるしき

### 6.1.2 カメラ

実店舗では商品のジャンルと位置情報は対応している。つまり、位置情報が特定できれば顧客がどの対象に興味を持っているか知ることができる。それだけではなく立ち止まっている、行ったり来たりしているなどの情報は顧客が店舗内において何かしらの迷いを抱えている重要な情報と言える。そこで、MIDEIN は顧客の位置情報を取得する。位置情報を取得するには様々な手法が存在するが、MIDEIN ではカメラを用いた画像解析からのアプローチをとる。図 6.3、表 6.2 に今回使用するカメラを示す。



図 6.3 使用するカメラ

型番	JAN コード	特徴
UCAM-DLQ30HWH	4953103185609	ホワイト

表 6.2 カメラの詳細

### 6.1.3 MIDEIN サーバ

今回、画像解析サーバと RFID サーバ (スマートふるしきサーバ) を実装する。画像解析サーバの実装環境としては表 6.3 で示す。

CPU	Intel Core 2 Duo 2.33 Ghz
メモリ	3GB
HDD	150GB
OS	Mac OS X 10.5.2

表 6.3 画像解析サーバの仕様

次に表 6.4 で RFID サーバを示す。

CPU	Intel(R) Core (TM)2 CPU T7600 2.33GHz
メモリ	3GB
HDD	150GB
OS	Windows XP

表 6.4 RFID サーバの仕様

## 6.2 ソフトウェア構成

次に、MIDEIN の実装について述べる。ソフトウェアモジュールは大きくユーザの位置を取得するカメラを用いた画像解析モジュールと商品の状態を取得する RFID 解析部の 2 つに分けられる。これより、以上のモジュールについて説明する。なお、全てのソフトウェアモジュールは Java 言語を利用して実装した。

### 6.2.1 画像解析モジュール

これより、画像解析モジュールの実装について説明する。またこの画像解析モジュールはカメラからの画像を解析する画像解析部、迷い状態表か時間を計測する時間計測部、RFID 解析モジュールとの通信を行う通信部の 3 つに分けられる。

図 6.4 に動作概要図を示す。

#### VideoCapture クラス

VideoCapture クラスはカメラから送られてくる画像情報を取得するモジュールである。VideoCapture のコンストラクタを呼び出すことでカメラとの接続が可能になり画像データを取得することができる。

主なメソッドを以下に述べる。

- Image getNextImage()  
getNextImage() メソッドはカメラから画像情報を取得するメソッドである。

#### Main\_Panel クラス

Main\_Panel は画像データを総合的に統括するクラスである。Main\_Panel は GUI に出力、各モジュールに画像データを受け渡す役割を持っている。主なメソッドを以下に示す。

- void human\_decide(int data) このメソッドは画像解析によって得られた人物デー

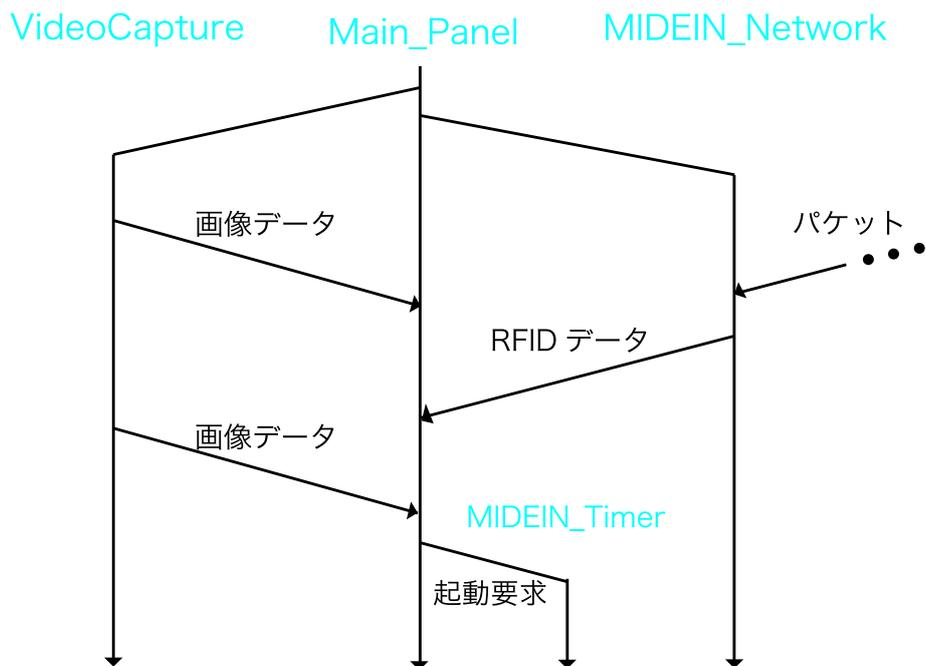


図 6.4 動作概要図

タ (data) を元に人がいるか以内かを判定するメソッドである。人がいる場合には MEIDEIN\_Timer クラスに起動要求を送り、人がいない場合には MEIDEIN\_Timer を停止させる。MEIDEIN\_Timer については後述する。

## MEIDEIN\_Timer クラス

MEIDEIN\_Timer クラスは顧客の迷い状態評価時間を測定するクラスである。MEIDEIN\_Timer には迷い状態評価時間を開始するメソッド、停止するメソッドがある。以下に主なメソッドを述べる。

- void start\_timer(int x)  
start\_timer は MEIDEIN\_Timer を起動するメソッドである。x の値は迷い状態評価時間を示している。
- void cancel\_time() 現在、有効な MIDEIN\_Timer を停止させる。

## Motion\_Analyze クラス

Motion\_Analyze は Main\_Panel の Image オブジェクトをピクセル変換を行い、得られたデータを RGB に変換するクラスである。以下に主なメソッドを述べる。

- `int[][] Motion_Analyze_Method(BufferedImage img)`  
`Motion_Analyze_Method` は `BufferedImage` をピクセル変換しそのデータを RGB 配列にするメソッドである .

- `int[] return_red()`

`Motion_Analyze_Method` で得られた red のデータを `int[]` にして渡す

- `int[] return_green()`

`Motion_Analyze_Method` で得られた green のデータを `int[]` にして渡す

- `int[] return_blue()`

`Motion_Analyze_Method` で得られた blue データを `int[]` にして渡す

## Make\_pixel クラス

`Make_piccel` は `Motion_Analyze` から得られた画像の RGB データを一つのデータバイトに変換するクラスである .

主なメソッドを以下に述べる .

- `int[] setPiccel(int[][] data)`

`setPiccel` は `int[][] data` を `int[]` の `int` 配列に変換させる .

## Human\_detect クラス

`Human_detect` クラスは `Motion_Analyze_Method` 画像の比較を行うクラスである . 以下に主なメソッドを述べる .

- `int[] detect(int[][] default_date , int[][] movie_date)`  
`detect` は引数として渡された `default_date` と `movie_data` の画像情報を比べ , 差分があるとされた場合にはその色データを白に変換する .

## FreshDetector クラス

`FreshDetector` は画像の色の集合を抽出するクラスである . 以下に主なメソッドを述べる .

- `BlobDetection detectWhite(BufferedImage cs)`  
`detectWhite` は画像中にある白の集合を取得するメソッドである . 最大の大きさで

4000pixel、最大で 1000 個の集合を取得することができる。

### Moving\_Block クラス

Moving\_Block クラスは与えられた色集合を現在の画像にリンクさせることにより移動体の検知をするクラスである。主なメソッドを以下に述べる。

- BufferedImage drawBlobsAndEdges( BufferedImage src, BlobDetection bd, boolean drawBlobs, boolean drawEdges)  
drawBlobAndEdges は FreshDetector によって得られた白の集合と現在の動画を合わせることにより移動体を検知するメソッドである。

### MIDEIN\_Network クラス

MIDEIN\_Network クラスは RFID 解析モジュールと通信を行うクラスである。RFID から得られたデータと画像解析から得られたデータを組み合わせる。以下に主なメソッドを示す。

- void huroshiki()

huroshiki は RFID 解析部からの情報を受け取り、画像解析データと組み合わせ処理を決定するメソッドである。

## 6.2.2 RFID 解析モジュール

これより、RFID 解析部について説明する。またこの解析部は RFID 解析部と画像解析部との通信を行う通信部に分けられる。図 6.5 に動作概要図を示し、各クラスについて説明する。

### MIDEIN\_Serial クラス

MIDEIN\_Serial は RFID リーダとシリアル通信を行いデータを受信するクラスである。データを受信、パースを行う。以下に主なメソッドを述べる。

- void read()  
シリアル通信のパケットを受信する場合にインプットを行うインスタンスを作成する。
- serialEvent(SerialPortEvent event)  
serialEvent とはシリアル通信のパケットを受け取ったときに起動するメソッドである。受け取ったパケットは分析し次の処理に渡している。
- String asHex(byte bytes[], int args\_number)

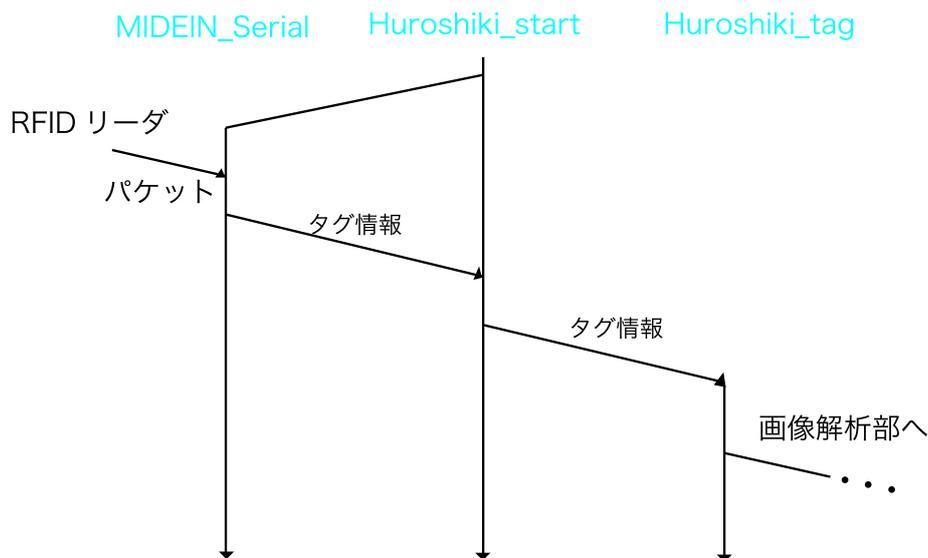


図 6.5 RFID 部動作概要図

asHes はシリアル通信で受け取った byte 配列のデータを String で返すメソッドである。

### Huroshiki\_start クラス

Huroshiki\_start は RFID 解析モジュールの総合的な統合を行っている。MIDEIN\_Serial から送られてくる情報を取得し Huroshiki\_Tag クラスに処理を渡している。

以下に主なメソッドを述べる。

- void getSerialEvent(String args)  
MIDEIN\_Serial から得られたデータから RFID のリストを作る。随時、与えられるデータから最新の RFID リストを更新する。

### Huroshiki\_Tag クラス

Huroshiki\_Tag は Huroshiki\_start から受け取ったタグリストから現在のタグの状況を把握する。

- void huroshiki\_tag(vec\_10,vec\_10\_old)  
huroshiki\_tag は風呂敷のアクションを取得するメソッドである。vec\_10 は現在のタグ情報，vec\_10\_old は一つ前のタグ情報で，もし vec\_10 のタグの数がが vec\_10\_old よりも数が多かった場合にタグが増えたと判定する。また，逆に vec\_10 のタグが vec\_10\_old よりも少なかったらタグはとられたと判定する。

### MIDEIN\_Client クラス

MIDEIN\_Client はデータを画像解析モジュールに渡す通信モジュールである．以下にメソッドを示す．

- void data\_send(String data)

Data\_send は String 型の data を画像解析モジュールに送るメソッドである．

### 6.3 本章のまとめ

本章では MIDEIN システムのハードウェア構成とシステム構成についての実装を述べた．主なハードウェアとしてカメラと RFID を挙げ，それらがどのように情報を取得し「迷い状態」を検出するかシステムの説明を述べた．

次章では，本章で実装したシステムの定性評価を行う．

## 第7章

# 評価

本章では、MIDEIN システムの評価について述べる。

## 7.1 評価方針

本節では定性的評価を行う。定性的評価を行うにあたり、評価環境を述べる。

### 7.1.1 評価環境

システムの評価を行う場所として慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス [15] の SSlab ( Smart Space Laboratory ) [16] に仮想店舗を作成した。以下にその様子を図 7.1,2.3.4 に示す。



図 7.1 評価環境



図 7.2 商品の棚

### 7.1.2 評価項目

本小節では定性的評価を行うにあたって、評価項目を設定する。実験を行い、一人の被験者に対し、迷い行動 5 回、迷わない行動 5 回の計 10 回購買行動をしてもらい、その被験者の迷いが迷い行動と迷わない行動を MIDEIN システムで取得できるかどうかの定性的評価を行った。



図 7.3 商品



図 7.4 カメラ

### 7.1.3 評価結果

今回の評価で計 5 人、50 項目の商品選択時の結果が出た。その内、迷っている場合が 25 件、迷っていない場合が 25 件である。

評価結果をまとめると以下の表 7.1 となる

	MIDEIN 正答数	MIDEIN 誤答数
迷い行動	23	2
迷わない行動	23	2

表 7.1 評価結果

以上のように約 90% の精度で顧客の迷い行動を判別した。また、誤答をした理由としてあげられるのは、実地調査で得られた店舗単位での  $T_p$ 、 $A_p$  の値で実験を行ったため、棚単位では誤差が生じたと考えられる。棚ごとによって  $T_p$ 、 $A_p$  が違う値であるため、棚単位の考察が必要である。

## 7.2 本章のまとめ

本章では、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスの SSlab (Smart Space Laboratory) に仮想店舗を作成し MIDEIN システムの評価実験を行い、迷っているか迷っていないかの定性評価をとった。評価結果から店舗内の  $T_p$ ,  $A_p$  ではなくて棚ごとに  $T_p$ ,  $A_p$  を設定する必要があるという結果が出た。

## 第 8 章

# 結論

本研究をまとめ、最後に MIDEIN の今後の課題を述べる。

### 8.1 まとめ

本稿では、店舗内での商品購買時における「迷い状態」の検知を目的とし、「迷い状態」を検知するアルゴリズムを構築するため実店舗において顧客の「迷い状態」を観察する実地調査を行った。この実地調査より、顧客が商品購買時において「時間をかけて商品を見ている」「同じ棚の異なる商品を手にとって確認」の 2 つの条件を「迷い状態」と定義し、顧客の位置情報と商品の状態から MIDEIN システムを設計、実装を行った。また、MIDEIN システムにおいて顧客の位置情報を監視カメラを用いた画像解析から、商品の状態を RFID から取得した。

### 8.2 実現した点

MIDEIN システムの評価から約 90% の確率で顧客の「迷い状態」の検出を可能にした。「迷い状態」を検出することにより、店員はタイミングよく接客ができる。また、「迷い状態」に加え、迷っている製品リストを取得することで、その製品の詳しい情報を顧客に自動的に伝達し、購買時の意思決定を支援できるアプリケーションが実現可能であると考えられる。

### 8.3 今後の課題

実験から得られた評価から、以下の点を今後の課題とする。

- 棚ごとによる  $T_p$ ,  $A_p$  の設定

今回では  $T_p$ ,  $A_p$  の値を店舗単位で行ったが、実際の店舗では棚ごとに商品の種類や数が異なるため、その値は棚ごとで変化すると考えられる。今後は、より高い精度での「迷い状態」を検知するために棚単位の  $T_p$ ,  $A_p$  の設定が必要である。MIDEIN システムで棚ごと

に顧客の行動を監視し、顧客が棚の前で商品を確認していた時間、棚の商品を手にとった回数の平均から動的に  $T_p$  ,  $A_p$  の設定を試みる。

- より細かい「迷い状態」の判別

本稿において「迷いの状態」の定義として「複数の商品を購入する際の迷い」と「商品を買うか買わないか」の2つを挙げた。この2つを判別することにより、「複数の商品を購入する際の迷い」の場合は棚の前で何を購入するか迷っていると棚に設置されたディスプレイから推奨する商品のビデオを流したり、また「商品を買うか買わないか」の場合は特定の商品を買うか買わないか迷っている場合にその商品の詳細な情報が、棚に設置されたディスプレイから取得できるなどの顧客の「迷い状態」に合わせた支援が可能になると考えらる。今後は、より顧客の購買行動を考察し、細かい「迷い状態」の判別方法を模索する。

- 全方位カメラを使用した顧客の位置判定

現在のシステムでは棚ごとにカメラを設置することにより棚の前にいる顧客の位置を判定している。今後は全方位カメラを使用することにより店舗内の顧客全ての位置情報を取得し、MIDEIN システムに組み込むことで店舗内顧客の「迷い状態」の検出を目指す。

# 謝辞

本研究の機会を与えてくださり、絶えず丁寧なご指導を賜りました、慶應義塾大学環境情報学部教授徳田英幸博士に深く感謝致します。また、貴重なご助言を頂きました慶義塾大学政策・メディア研究科准教授高汐一紀博士に深く感謝致します。

また、慶應義塾大学徳田研究室の諸先輩方には折に触れ貴重なご助言を頂き、また多くの議論の時間を割いて頂きました。また環境情報学部専任講師中澤仁博士には本研究を進めるにあたって多くの励ましとご指導を頂きました。ここに深い感謝の意を表します。

また、研究生生活を支えてくれた家族、同じ研究会で家族同然に同じ時間を共に過ごした中津川紘太氏、小川正幹氏、金澤貴俊氏、山本純平氏、徳田義幸氏、島津忠義氏、野沢高弘氏、研究の日々を共に過ごした move!の皆様、特に榊原寛氏、米川賢治氏に感謝の意を表します。最後に、研究生生活だけでなく様々なことにおいて支えていただいた米澤拓郎氏に最大の感謝の意を表し謝辞といたします。

2009年2月10日

荒木 貴好

## 参考文献

- [1] Mark Weiser . The computer for the 21st century.SIGMOBILE Mob. Comput. Commun.Rev., Vol. 3, No. 3, pp. 3-11, 1999.
- [2] RFID: Radio Frequency IDentification  
<http://yacine.rekik.free.fr/>
- [3] Excellent Store  
<http://bizmakoto.jp/bizmobile/articles/0502/25/news116.html>
- [4] 激安の殿堂・ドン・キホーテ  
<http://www.donki.com/index.php>
- [5] QRcode: Quick Response code  
<http://www.denso-wave.com/qrcode/index-e.html>
- [6] PASMO  
<http://www.pasmo.co.jp/>
- [7] Suica: Super Urban Intelligent Card  
<http://www.jreast.co.jp/Suica/>
- [8] NTT データと丸紅など、スーパーのマルエツで RFID のフィールド実験  
<http://internet.watch.impress.co.jp/cda/news/2003/09/19/524.html>
- [9] 高木啓伸．視線の移動パターンに基づくユーザの迷いの検出:効果的な作業支援を目指して (人とコンピュータの新しい相互作用系), 情報処理学会論文誌 Vol41 , No.5(20000515)pp . 1317-1327 . 2000 .
- [10] Farshad A Mansouri, Mark J. Buckley, Keiji Tanaka . Mnemonic Function of the Dorsolateral Prefrontal Cortex in Conflict-Induced Behavioral Adjustme . Originally published in Science Express Vol. 318. no. 5852, pp. 987 - 990 . 2007.
- [11] 岩井将行, 森 雅智, 徳田英幸 . センサーノードを用いた商品の購買前注目度把握システム . 情報処理学会第 17 回コピキタスコンピューティング研究会 . 2008 .
- [12] 田中由美子, 田部勉 . 知覚マップ情報を用いた店舗改善タスク支援システム開発の試み . 経営情報学会誌 Vol.13,No2(20040900)pp.91-106 . 2004 .
- [13] 鈴木直彦, 平澤宏祐, 田中健一, 小林貴訓, 佐藤洋一, 藤野陽三 . Hidden Markov Model を用いた逸脱行動人物検出 (テーマセッション (1), データ工学とメディア理解との融合) . 電子情

- 報通信学会技術研究報告 . DE , データ工学 Vol.106 , No . 97(20060608)pp . 43-48 . 2006 .
- [14] Ryo Ohsawa, Masayuki Iwai, Takuya Imaeda, Kei Suzuki, Takuro Yonezawa, Kazunori Takashio, and Hideyuki Tokuda. Smart-huroshiki: A sensorized fabrics supporting office activities. Ubicomp, 2006.
- [15] Keio University Shonan Fujisawa Campus  
<http://www.sfc.keio.ac.jp/>
- [16] SSLab. Okoshi, T., Wakayama, S., Sugita, Y., Iwamoto, T., Nakazawa, J., Nagata, T., Furusaka, D., Iwai, M., Kusumoto, A., Harashima, N., Yura, J., Nishio, N., Tobe, Y., Ikeda, Y. and Tokuda, H.: Smart Space Laboratory Project: Toward the Next Generation Computing Environment, IEEE Third Workshop on Networked Appliances (IWNA) 2001
- [17] uPart: Michael Beigl, Christian Decker, Albert Krohn, Till Riedel, Tobias Zimmer. uParts: Low Cost Sensor Networks at Scale The 7th International Conference on Ubiquitous Computing Demonstration Proceedings (UbiComp ' 05), Tokyo, Japan (2005)
- [18] RFID タグと RFID タグの貼られた商品  
<http://wbb.forum.impressrd.jp/feature/20070314/396>