

# IT活用による小売業売場生産性向上を目指した顧客 属性識別・購買行動認知システム

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/26816">http://hdl.handle.net/2297/26816</a>

氏名	田嶋 拓也
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第968号
学位授与の日付	平成20年3月22日
学位授与の要件	課程博士(学位規則第4条第1項)
学位授与の題目	IT活用による小売業売場生産性向上を目指した顧客属性識別・購買行動認知システム
論文審査委員(主査)	木村 春彦(自然科学研究科・教授)
論文審査委員(副査)	伊藤 俊次(自然科学研究科・教授), 村本 健一郎(自然科学研究科・教授), 船田 哲男(自然科学研究科・教授), 南保 英孝(自然科学研究科・講師)

The third industry in Japan is the most important industrial field. Because the third industry dominate 70 percent of GDP in Japan. Moreover, the ratio of the worker is very high. However, the labor productivity of the third industry in Japan is under 60 percent of it in the United States. This level of labor productivity is a problem in international competitiveness. Japanese government sets the aims to increase the labor productivity by 1.5 times in the next five years. Moreover, one of the strategies is the reformation of the service industry by using information technology. Therefore, customers' information becomes very important. The purpose of this paper is improvement of productivity for retail stores using information of customers' gender and buying behavior. We develop identification systems for customer's attribute and buying behavior. First system is an identification system for customer's gender using infrared area scanners and Bayesian network. Second system is an identification system for customer's buying behavior using ultrasonic sensors and Support Vector Machine. Third system is an acknowledgement system for customers' groups using ultrasonic sensors and Support Vector Machine. Additionally, we show the utility of these systems.

日本の第3次産業(広義のサービス業)は、日本の国内総生産(GDP)の7割近くを占める重要な産業であり、その従事者の比率も高い。しかし、卸・小売業をはじめとしたサービス業の労働生産性は米国の6割以下の水準であり、こうした生産性の低さは、産業の国際競争力といった観点から問題とされている。

また、人口減少社会の我が国が持続的な経済成長を実現するには、産業の生産性向上が必要である。政府はこれを重要課題としてとらえ、例えば最近では、経済財政諮問会議の『基本方針2007(骨太方針)』において、労働生産性を5年間で1.5倍に高めるといった具体的な数値目標を設定し、「IT(Information Technology: 情報技術)の活用などで効率を上げるサービスの革新」を戦略の1つに挙げている。

また、GDPの70%を占めるサービス業におけるIT化を重点的に支援することについて提言しており、さらに『総合科学技術会議 第3期科学技術基本計画』では「人口減少・少子高齢化の下で安定的な経済成長を実現するために生産性の絶えざる向上が必要となる。」、「国際的に生産性が劣後しているサービス分野では科学技術によるイノベーションが国際競争力の向上に資する余地が大きい…」などと述べている。

このような背景から、サービス産業の生産性向上の決め手として最も期待されているのがITの活用であることが何え、さらに顧客情報が以前より一層重要視されていることがわかる。

本論文では小売業の売場生産性向上を目指すべく、ITを活用して顧客情報を収集し、顧客の性別を識別するシステム、購買行動のなかでも商品選択行動を識別するシステム、顧客をグループか否かを認知するシステムの3つのシステムの提案と構築を行い、その有用性を示した。

まず、1つ目のシステムとして購買者・非購買者を問わず来店客の性別を自動的に取得できる

人物の性別識別システムを構築した。顧客の属性情報としての性別は、マーケティングにおいて非常に重要かつ基本的なものであるため、これを取得する意義は大きい。

本研究で構築した性別識別システムは、赤外線エリアスキャナとベイジアンネットワークを用いたシステムである。赤外線エリアスキャナを使用する利点は、照明環境に影響されずに使用可能であり、温度や湿度の影響を受けないことにある。また、遮蔽物の有無のみを検出するセンサであるため、振動センサや圧力センサのようにノイズとなる振動や圧力の影響を受け難く、設置場所の制限が少ないことが挙げられる。さらに、本研究で使用する赤外線エリアスキャナは、個人識別ができる程の詳細な人物画像の情報を取得しないために、カメラ画像を用いた場合に起こるプライバシー侵害の問題も起こらないことが利点である。

また、ベイジアンネットワークを用いた根拠は、精度の点で有利となると考えたからである。それは、ベイジアンネットワークが確率計算によって不確実性を含む事象の予測に適しており、また身長・歩速・歩幅には男女の性別差があることが知られており、身長・歩速・歩幅の確率分布を求めてベイジアンネットワークを利用すれば精度向上が期待できると判断したからである。その判断を裏付けるために、代表的な多変量解析手法である線形判別、2次式の非線形判別、マハラノビス距離を用いた判別の、3種類の識別手法を同じ条件のもとで用いて識別率を求めたところ、ベイジアンネットワークを用いた方が精度が向上した。表1にそれぞれの識別手法で算出した識別率の結果を示す。

表1 識別手法別の識別率

識別率	男性	女性	平均
ベイジアンネットワーク	90.3%	93.3%	91.3%
線形判別	89.0%	79.0%	86.1%
2次式の非線形判別	90.0%	79.3%	86.6%
マハラノビス距離を用いた判別	90.3%	78.6%	86.7%

次に2つ目のシステムとして、超音波センサを用いた振舞い識別システムを提案し、構築を行った。本システムは次の2つの振舞い識別機能を持つ。

#### (1) 立ち止まり状態識別

売場前での顧客の立ち止まり状態(静止状態)を認知し、これを立寄り件数として計数する。立寄り件数をレジ通過客数などのPOSデータと照合することで、立寄率や買上率を算出することが可能である。小売業で実施される客動線調査においては「通過率」や「立寄率」、「買上率」を同時に調べる場合もある。これは顧客1人当たりの買上金額(客単価)を示す算式が、「買上金額=動線長×立寄率×視認率×買上率×買上個数×商品単価」といった要素から成り立つためである。売上向上のためにはこうした規定因をいかに操作し高めるかが必要であるが、そのためにはまず現状を把握しなければならないからである。

また最近では、店舗の部門ごとに収益管理を行う事例も増えてきており、POP(店頭販促物)や試食販売などにより販売方法を変えた場合や、定期的に改装される店舗内レイアウトの変更後での部門の売場の通過率や立寄率の変化は最大の関心事となる。立ち止まり状態識別機能は、以上に述べたような、店舗経営者や部門責任者が最も知りたがる規定因データを提供するものである。

#### (2) 商品選択行動識別

売場前の顧客が棚に手を伸ばして商品を掴む振舞いを認知し計数する。本機能により、立ち止まりよりもさらに強い興味の表れた行動としてこれを認知することができる。最近ではRFID(無線ICタグ)を活用して、衣料品や靴などの商品を顧客が一旦手に取ったものの、迷って棚に戻したという情報(タッチログ)を把握する実験も行われている。タッチログの把握は、売上は少なくとも触れられる回数が多ければ、その商品は有望だといった判断ができる点で意義深く、つまり「売れていない」場合の緻密な分析を行うことがマーケティング分野において必要とされていることを示している。本システムが提供する機能の意義はまさにこれを可能にする点にある。商品

選択行動識別機能により、どの棚の商品に手を伸ばしたかまで識別できるため、POSの売上データと照合することで、棚ごとのおよそのタッチログを把握することが可能である。なお、この場合においても消費者のプライバシーを侵害する恐れは全く無い。

表2にSVMと線形判別を用いた場合の5秒間、10秒間のそれぞれの立ち止まり状態における平均識別率を示す。

次にSVMと判別分析を用いた場合の商品棚のそれぞれの段での商品選択行動の平均識別率を表3に示す。

表2 立ち止まり状態の平均識別率

立ち止まり時間	5秒間	10秒間
SVM	100%	100%
線形判別	100%	100%

表3 商品選択行動の平均識別率

選択段	1	2	3	4	5	全段平均
SVM	97.3%	96.8%	84.7%	61.8%	80.1%	84.1%
線形判別	90.1%	82.5%	4.2%	52.3%	76.0%	61.0%

表2より、立ち止まり状態の識別はSVMを用いた場合と線形判別を用いた場合、共に100%の精度で行えることがわかった。5秒間の立ち止まり状態と、商品の選択時間としては比較的短い時間であると考えられる10秒間の立ち止まり状態を正しく識別しているため、これより長い時間の立ち止まり状態の識別はさらに容易に実現でき、識別率の低下は起こり難いと考えられる。

次に表3より、SVMを用いた場合の商品選択行動の識別率は、商品棚の全段の平均で84.1%と高い識別率が得られた。また、線形判別を用いた場合の識別率は商品棚の全段の平均で61.0%となり、SVMを用いた場合より20%以上も低いことがわかった。

最後に3つ目のシステムとして、顧客グループ認知システムを提案し、構築を行った。

現在、コンビニエンスストアやスーパーマーケットなどの店舗ではさまざまな顧客情報を取得し、マーケティングに活用している。例えば、多くのコンビニエンスストアなどでは店員の主観的判断とPOSを用いた購買客の性別と年齢層の取得が行われており、大手スーパーマーケットなどでは独自のクレジットカードを発行するなどして多くの顧客情報を取得しているなどが挙げられる。

これらの方法にはいくつかの問題点があり、POSを用いる方法では識別者である店員の判断や入力ミスが起こることが考えられ、クレジットカード発行では人件費や広告費の増加や、顧客層の偏りが発生することが考えられる。さらに、取得できる顧客情報の範囲は、POS使用では購買客のみに、クレジットカード発行では作成の意思のあることに加え、審査基準をクリアしている来店客のみに、それぞれ限定される。また、POSは単独の購買客に対して情報を取得することを目的としているので、単独の非購買客や購買グループ内の非購買客の情報は取得できず、クレジットカード発行ではカード作成時に顧客情報を取得することを目的としているので、来店や購買(クレジットカード決済の場合は除く)などの店舗の利用状況は取得できない。

また、現在では人数計測システムの開発が行われており、これらのシステムをPOSと併用することで来店客数計測・予測や、来店客に対する購買者数割合の算出が可能になると考えられる。しかし、これらのシステムを用いても顧客グループ数や顧客グループの構成要素(人数、性別、年齢層など)は計測することはできない。さらに、これらのシステムの多くではカメラで取得した画像を使用しているため、計測対象者のプライバシー侵害の可能性も考えられる。そのため、識別対象者のプライバシー侵害に配慮し、顔画像などの個人情報を取得しない手段を用いた識別システムの研究が行われている。

そこで本研究では、小売業の店舗内通路を歩行する顧客を対象とし、対象者のプライバシーを侵害する恐れのないことを前提とした顧客グループ認知システムの提案および構築を行った。本システムは次の2つの認知機能を持つ。

### (1)顧客数認知機能

顧客数認知機能は、本システムの設置箇所を通過した顧客を認知し、計数する機能である。店舗内に入店したすべての顧客数を計数することによって、「購入に至らない顧客の割合」という、新たなマーケティング情報を提供することができる。さらに、本システムを複数箇所を用いることによって、売場ごとの顧客数(売場前通過人数)や顧客動線の認知も可能になると考える。

### (2)顧客グループ数認知機能

顧客グループ数認知機能は、本システムの設置箇所を通過した顧客グループを認知し、計数する機能である。マーケティング情報として活用する顧客情報には、単独顧客の購買行動の特性や属性の情報だけでなく、グループとしての購買行動を取得し、その特性や属性を理解した上でマーケティング戦略の意思決定をすることが肝要であるといえる。本論文では、顧客グループの特性や属性の認知システム開発の前段階として、複数の顧客群を1グループとして認知するシステムを開発した。複数の顧客群が1グループとして切り分けされれば、その構成要素である個々の顧客の年齢や性別などの属性情報を既存の属性識別システムなどで取得し、それらの情報を同一グループ内で組み合わせることによって、顧客グループの特性や属性を明らかにすることが可能であると考えられる。

表4に顧客数の認知率を示し、表5に顧客グループ数の認知率を示す。

表4 顧客数の認知率

対象	SVM	線形判別
単独顧客	100%	100%
2人1グループ	100%	100%
平均認知率	100%	100%

表5 顧客グループ数の認知率

対象	SVM	線形判別
単独顧客2組	96.0%	95.0%
単独顧客と2人1グループ	93.3%	84.0%
2人2グループ	100%	99.0%
平均認知率	96.4%	92.7%

表4の実験結果より、SVMと判別分析のどちらの手法を実装しても、正確な顧客数認知機能を実現できることが判った。

さらに表5の実験結果より、SVMと判別分析のどちらの手法を実装しても、90%を超える認知率の顧客グループ数認知機能を実現できることが判った。

本論文では生産性の低下が問題とされている小売業を対象とし、ITを活用した売場生産性向上を目指した、顧客の属性識別システムと、顧客の購買行動の中でも立ち止まりと商品選択行動を認知するシステムと、顧客の人数とグループの認知システムを提案および開発を行い、その精度の検証を行った。これらのシステムを用いることで顧客のプライバシーを侵害せずに従来の顧客情報に加えて、振舞いや顧客グループといった新たな顧客情報の収集化が可能となる。

## 学位論文審査結果の要旨

平成20年1月29日に第1回学位論文審査委員会を開催、1月31日に口頭発表、その後第2回審査委員会を開催し、慎重審議の結果、以下の通り判定した。なお、口頭発表における質疑を最終試験に代えるものとした。

人口減少社会の我が国が持続的な経済成長を実現するには、産業の生産性向上が必要である。このような背景から、サービス産業の生産性向上の決め手として最も期待されているのがITの活用であることが何え、さらに顧客情報が以前より一層重要視されていることがわかる。本研究では、ITを活用して顧客の属性や行動などの情報を収集し、小売業の売場生産性向上を目指した購買行動計測に関する研究を実施した。具体的には、(1) ベイジアンネットワークを用いた赤外線エリアスキャナによる性別識別システム、(2) 超音波センサを用いて、購買行動のなかでも商品選択行動を識別するシステム、(3) 超音波センサを用いて、顧客群がグループか否かを認知するシステムの3つのシステムの提案と開発を行い、その有用性を示した。

以上の研究成果は、経営情報システムに関する研究に大きく貢献するものであり、本論文は博士(工学)に値するものと判定した。