

購買行動に基づく視線分析による迷った商品推定技術

増田裕太¹ 上村拓也¹

概要： マーケティング分野において、視線計測はパッケージ評価や消費者行動の分析等の様々な用途で用いられている。顧客が迷いを生じた商品に関する情報は、潜在ニーズ発掘や、それに基づく商品開発等に活用できる。我々は消費者が購入商品を選択する際の購買行動に基づき視線を分析することで、迷った商品を推定する方式を開発した。開発方式では、時間経過によって関心が高まることを考慮して見た頻度を重み付けし、その見た頻度が最大となる商品を購入商品と判定する。判定した購入商品に対して、見た頻度が閾値以上かつ見比べが生じたかにより、迷った商品を推定する。開発技術を用いた来店客の購買支援、店員の接客支援を行うシステムを構築し、実店舗での有効性を確認した。

Estimating Customer's Hesitation in Items Based on its Gaze Movements

YUTA MASUDA¹ TAKUYA KAMIMURA¹

1. はじめに

小売業において、POS では購入された商品の情報しか得られず、顧客が他にどの商品に関心を持ち、購入しようか迷ったかまでは分からない。顧客が迷いを生じた商品に関する情報は、潜在ニーズ発掘や、それに基づく商品開発、および適切なタイミングでのレコメンドを可能とし、顧客満足度や売上の向上に活用できる。EC サイトではサイト内行動(商品ページの閲覧やカートに入れる等)を分析することにより、購入しようか迷った商品を推定することができる[1][2][3]。実店舗では近年、画像や重量センサ等[4]により、手に取った商品を戻した等、購入しなかった商品に対する行動を計測できるようになっているが、対象を手にとっていない場合や、マネキンの衣装等、手に取ることのできない商品の場合、迷った商品を推定することが困難である。このようなシーンでは商品をどのように見たかという視線情報の活用が有効である。マーケティング分野における視線活用において、従来では見た頻度(時間)を可視化したヒートマップがパッケージ評価[5]や消費者行動の分析[6]等に用いられている。従来技術のヒートマップでは、多数の商品を同じ頻度で見た場合に何れも関心が高いと判定され、迷った商品の判定を誤る課題があった。

本研究では、購買行動に基づく視線分析により迷った商品を推定する方式を開発、また、開発技術の現場での有効性を検証した。

2. 開発技術

商品棚に陳列された商品群から購入する商品の一つを選択する事前実験(被験者 15 名)より、購買行動に基づく商品購入時の視線の動きは、①棚全体の商品を見る、②関心のある商品を絞り込む、③絞り込んだ商品を比較、④購入商品を決断、という段階を経ていくことを確認した。この商品を絞り込んでいく過程は、ある製品カテゴリに含まれるブランド全体を、消費者の情報、意図、態度などにより、いくつかの下位集合へ分類するモデルであるブランド・カテゴリライゼーション[7]と類似している。ブランド・カテゴリライゼーションでは、ブランドを選択するまでに、知名段階、処理段階、考慮段階、選好段階を経ていくとされ、事前実験における①が知名段階、②が処理段階、③が考慮段階そして④が選好段階に該当すると考えられる。このような購買行動における選定過程は視線の動きにも表れることを確認、それらを考慮し、迷った商品推定方式を開発した。さらに店舗で来店客の視線位置計測を正確に行うために、個人毎の事前キャリブレーションを必要としない視線位置補正技術を開発した。

2.1 迷った商品推定方式

計測した視線位置から購入時に迷った商品を推定する方式の構成を図 1 に示す。計測した視線位置を補正し、見た頻度(時間)を算出する。算出した頻度に経過時間に応じた重み付けをする。迷い判定部では、重み付け後の頻度と購入商品との見比べの有無より、迷った商品を判定する。経

¹ (株) 富士通研究所、FUJITSU LABORATORIES LTD.

過時間に応じた重み付け，迷った商品判定について，それぞれ 2.1.1, 2.1.2, 視線位置補正について，2.2 に詳細を示す。

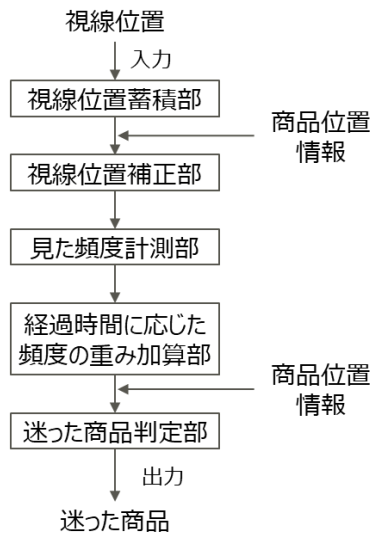


図 1. 迷った商品推定方式の構成

2.1.1 経過時間による見た頻度の重み付け

事前実験により確認した①，②，③の各段階において，それぞれ同じ頻度で商品を見たとしても，各段階における見た商品への関心度合いは異なり，時間経過に応じて高くなると考えた．そこで，迷った商品を見る頻度が商品を見始めてから購入商品を決定するまで間でどのように変化するかを確認するため，便宜的に経過時間を 3 分割して比較した．その結果，商品を見始めたころに比べて，購入決定間際により高頻度で見ているという特徴が得られた(図 2)．

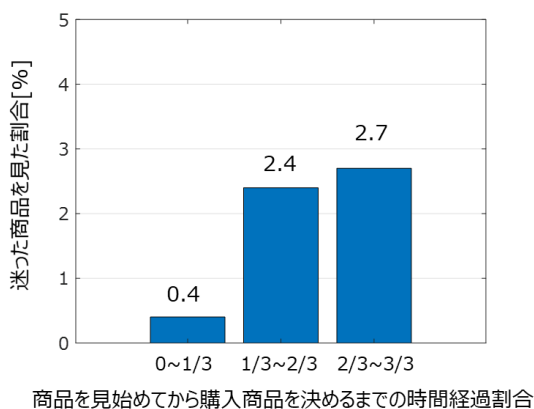


図 2. 迷った商品を見る割合の時間経過による変化

Shimojo et al. (2003)[8]は二者択一の強制選好判断課題において，意識的な判断の直前に選択する刺激に対して視線が偏り始めるとしているが，図 2 の結果よりこの傾向は対象が二つより多い条件下で，購入しようか迷った商品にも

みられることが分かった．事前実験の結果より，式 1 のように経過時間に応じて，見た商品への関心が高まることを考慮し，見た頻度に重みを加えることで多数の商品を同じ頻度で見た場合でも，購入商品の決定間際に見た方がより関心が高いと判定することができる．式 1 について，商品を見始めてから購入商品を決定するまでの時間を T としたとき， g_{A1} は時間 $0 \sim T/3$ に商品 A を見た時間， g_{A2} は時間 $T/3 \sim 2T/3$ に商品 A を見た時間， g_{A3} は時間 $2T/3 \sim T$ に商品 A を見た時間を表し， a_1, a_2, a_3 は時間経過に応じた重み係数を表す．

$$\text{重み付け頻度(商品A)} = a_1 g_{A1} + a_2 g_{A2} + a_3 g_{A3}$$

$$(a_1 \leq a_2 \leq a_3) \quad (1)$$

2.1.2 迷った商品候補の絞り込み

重み付け後の頻度が高い順に 4 箇所を抽出し，その位置に該当する商品を推定候補とする．ただし，最も頻度が高い位置に該当する商品は購入すると選んだ商品と判定し，迷った商品の候補は 2 番目以降の位置から判定する．この段階ではまだ最大 3 商品が迷った商品の候補となるが，購入商品選択時において，迷った商品がない，または，3 つより少ない場合もあるため，さらに 2 通りの条件から迷った商品を絞り込む．

条件 1：購入商品の見た頻度に対して，迷った商品候補の見た頻度の割合が 20%以上か

条件 2：最後の購入商品注視の前後にその商品を注視したか

条件 1 について，購入する商品を選択する際に，「迷った商品なし」と回答した被験者と「迷った商品あり」と回答した被験者の見た頻度の結果を図 3 に示す．見た頻度が最大の部分が赤く，最小の部分を青く正規化したヒートマップとなっている．白色の四角は各商品を示し，水色とピンク色の四角はそれぞれ被験者が購入すると選んだ商品，購入しようか迷った商品を示している．見た頻度の値が高い順に 4 箇所抽出して，最大値(事前実験により購入した商品に該当することを確認)を 100%としたときの 2 番目以降の割合を比べると図 4 のような分布となった．「迷っていない商品」の割合は 0~60%の範囲に広く分布しているが，20%のところでピークとなり，また，迷った商品が 20%以上となっていることから，迷った商品の検出漏れを防ぐため，迷った商品の候補とする閾値を 20%と設定した．

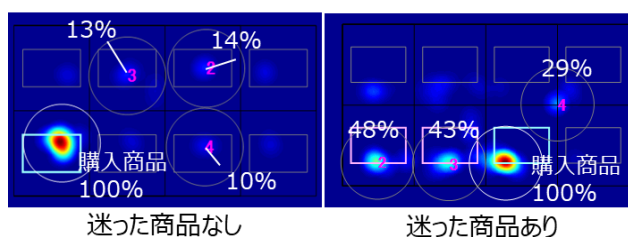


図 3. 迷った商品有無の見た頻度比較

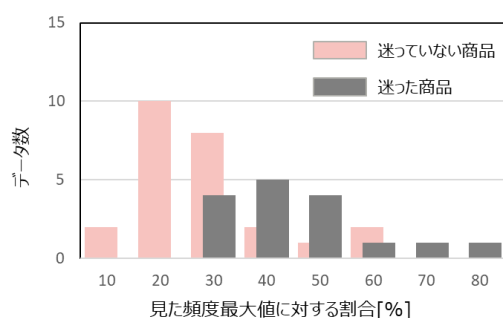


図 4. 見た頻度最大値に対する割合

条件 2 について、商品を見た順番の例を図 5 に示す。視線位置が中心視野に相当する半径 2 度の範囲に 0.3 秒以上連続して留まった状態を注視とし、円が注視した場所、数値が注視した順番を表している。図 5 より、購入商品を選択する間際に迷った商品と見比べていることがわかる。この購入候補の中で見比べ、購入商品を決断する行動は、ブランド・カテゴライゼーションにおける選好段階に相当し、他の被験者においても、最後に購入商品を注視した直前または直後に迷った商品を注視している傾向がみられた。以上の結果より、「最後の購入商品注視の前後に注視したか」を迷った商品絞り込みの条件として用いた。

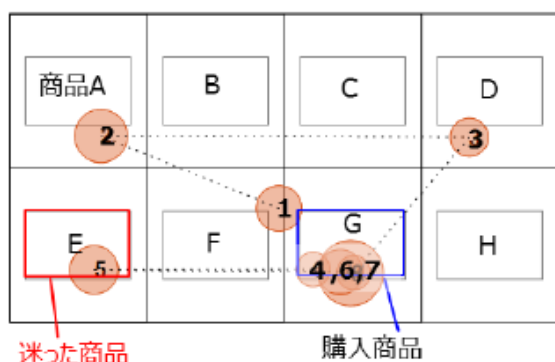


図 5. 商品を見た順番の例。

2.2 視線位置補正技術

視線位置の計測に赤外線 LED による角膜反射を用いているため、眼球形状の個人差や眼鏡等の影響により、実際に見ている場所と計測した視線位置に誤差を生じるため、

視線位置の補正(キャリブレーション)が必要となる。一点のマーカを注視した時の視線計測位置とマーカ位置の誤差の例を図 6 に示す。図 6 より誤差の方向や大きさは個人毎に異なり、個別にキャリブレーションする必要があることがわかる。誤差の補正方式として、使用前に決められた箇所(マーカ等)を見て、そのときに計測された視線位置と見た位置のずれから補正量を算出する方式が一般的に用いられている。限定された環境内でのモニタによる実験目的ではなく、実際の店舗への適用を想定した場合、そのような来店客毎のキャリブレーション作業の適用は現実的ではない。店舗を訪れる不特定多数の来店客に対して事前のキャリブレーション作業を要さずに補正できる方式が必要である。

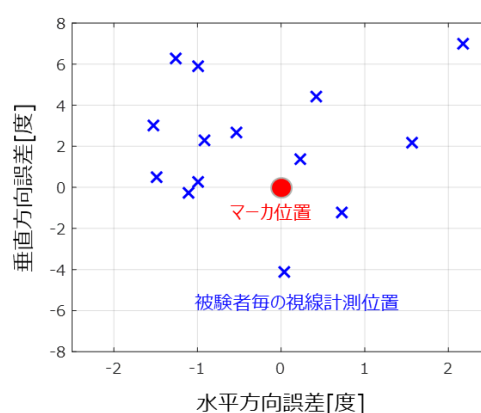


図 6. 視線計測位置の誤差

開発した方式では、配置された商品を見た時の視線位置を入力として、視線位置の補正量を算出する。本方式では、商品が配置されている棚などを一様に見ていても、計測される視線位置は、

- ・商品の有無(商品間、商品のない空間はほとんど見ない)
 - ・商品毎の見る頻度
- 等によって、計測される視線位置の集まりに差を生じるという観点をを用いている。計測した視線位置(重み付け前)を垂直、水平方向にそれぞれ積算したとき、
- ・商品のある場所や見た頻度が高い場所では積算値が高くなる
 - ・商品のない場所や見た頻度が低い場所では積算値が低くなる

ため、積算結果と商品配置をマッチングさせることで、補正量を算出する。補正量の算出処理の流れを図 7、処理例を図 8 に示す。

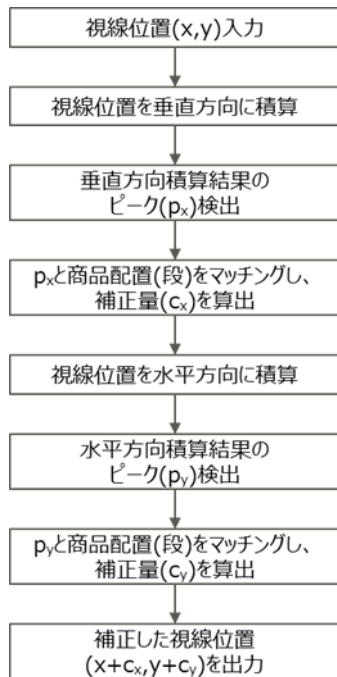


図 7. 視線位置補正方式の流れ

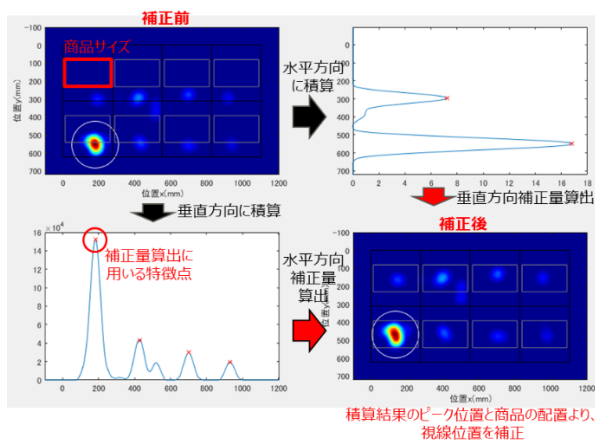


図 8. 視線位置補正例

図 8 の例では、商品が 2 行 4 列に配置されており、黒い枠が商品棚、白い四角が商品の大きさを表している。

3. 実験

開発技術評価のため、被験者 36 名に対して実験を行った。実験の様子を図 9 に示す。視線計測には広角カメラによって顔位置を検出し、パンチルトズーム(PTZ)カメラを連動させることで数 m の距離から視線を検出する遠距離視線検出技術[9]を用いた。被験者には、1.5m の距離から 47 インチサイネージに表示した 8 種類のアルコール飲料(図 10)の中から購入したい商品の一つ選択してもらった。商品選択には制限時間を設けず、商品が決まった段階で声をかけてもらい、選択した商品の聞き取りを行った。購入商品

のほか、購入商品を決める際に迷った商品があった場合は本数制限なく挙げてもらった。購入商品の選択にかかった時間は平均約 20 秒(最短 9.5 秒, 最長 48.4 秒)であった。



図 9. 実験の様子

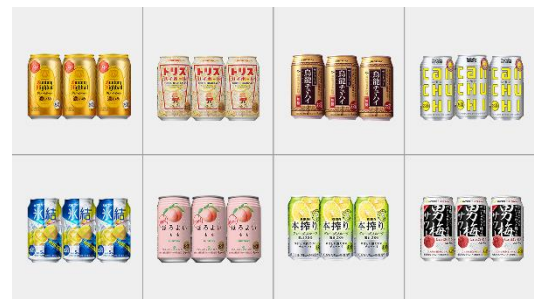


図 10. サイネージに表示した商品画面

4. 評価

購入商品と見た頻度が最大となった商品を購入商品とした正解率は 97.2%だった。迷った商品では、迷った商品と推定したものが正しい割合を適合率(式 2)、被験者によって 0~2 本挙げられた迷った商品のうち正しく推定できた本数の割合を再現率(式 3)により評価した。式 2, 3 について、A は被験者が迷った商品として回答したもの、B は開発方式により推定した迷った商品である。適合率は 83.3%, 再現率は 76.4%となった。

$$\text{適合率} = \frac{|A \cap B|}{|B|} \quad (2)$$

$$\text{再現率} = \frac{|A \cap B|}{|A|} \quad (3)$$

5. 考察

従来用いられている見た頻度(ヒートマップ)の最大値の商品を購入商品、上位 2~4 番目の商品を迷った商品とした場合、購入商品の正解率は 83.3%, 迷った商品では、適合率 38.9%, 再現率 69.4%となり、開発方式により迷った商品を精度よく推定できていることを確認した(表 1)。

開発方式において、迷った商品を誤って推定している被

験者では、迷っていない商品を見る頻度が高く、迷った商品候補絞り込みの閾値 20%で対応できていないケースや、購入商品と迷った商品を見比べていない等の傾向がみられ、今回検討した方式では対応できていない、推定方式の改善が必要である。

表 1. 迷った商品推定結果の比較

手法	適合率	再現率	F 値
従来方式	38.9%	69.4%	0.499
開発方式	83.3%	76.4%	0.797

6. 現場での有効性確認

開発技術が制限された実験環境のみではなく、実環境でも運用できるかを確認するため、衣料品販売の実店舗にて、有効性を確認する実験を行った。分析対象はマネキン 2 体が着用している商品とし、商品区分は各マネキンのネクタイ、ジャケット、パンツ、シューズとし、計 8 商品を対象とした。実験では、来店客がマネキンの着用する商品を見始めてから 10 秒間の視線を計測・分析し、関心・迷った商品を推定する。視線計測時間は店舗で来店客がマネキンを見る様子の事前調査や、店長へのヒアリングより、マネキンを見始めてから平均 10 秒程度で立ち去ることを考慮し設定した。評価実験と異なり、マネキンを見た後に必ずしも分析対象の商品を購入するとは限らないため、見た頻度が最大のものを関心を持った商品とした。推定した関心・迷った商品の付加情報をマネキン横のサイネージに表示(レコメンド)することで購買支援、また、推定結果を店員の持つモバイル端末に通知することで、来店客への声かけや商品のおすすめを円滑に行えることを目的とした接客業務支援のシステムを構築し、現場での実証実験を実施した[10]。

店員へのアンケートより、「事前に来店客の関心がある商品がわかることで声掛けがスムーズになった」、「体験した来店客がレコメンドした商品を購入した」事例などの回答が得られ、開発方式の現場での有効性を確認した。一方で、推定結果が正しいか、レコメンドによる売り上げへの効果等を定量評価する仕組みが実装できていない、今後の課題である。

7. おわりに

消費者が購入商品を選択する際の購買行動に基づき視線を分析することにより、迷った商品を推定する方式を開発した。開発方式では、時間経過によって関心が高まることを考慮した見た頻度の重み付け、購入商品に対する迷った商品の見比べや頻度の割合を条件として迷った商品を推定する。実験による評価では、従来の見た頻度のみの方式よ

りも高い精度で迷った商品を推定できていることを確認した。また、開発技術を用いた来店客の購買支援、店員の接客支援を行うシステムを構築し、実店舗での有効性を確認した。

参考文献

- [1] Adobe: Adobe Analytics, 入手先<<https://www.adobe.com/jp/analytics/adobe-analytics.html>>(参照 2020-04-16)
- [2] PLAID: KARTE, 入手先<<https://karte.io/>>(参照 2020-04-16)
- [3] 外川太郎, 佐藤輝幸, 斎藤淳哉: 感性デジタルマーケティングを支えるメディア処理技術, 雑誌 FUJITSU, Vol. 68, No. 5, 入手先< <https://www.fujitsu.com/jp/documents/about/resources/publications/magazine/backnumber/vol68-5/paper06.pdf>>(参照 2020-04-16)
- [4] Amazon: Amazon Go, 入手先< <https://www.amazon.com/b?ie=UTF8&node=16008589011>>(参照 2020-04-16)
- [5] Toni Gomes, et al: An Eye Tracking Approach to Consumers Preference to Private Label versus Public Label, 入手先< <http://andrewd.ces.clemson.edu/courses/cpsc412/fall11/teams/reports/group5.pdf>>(参照 2020-04-16)
- [6] Dalia Bagdziunaite: An added value of neuroscientific tools to understand consumers' in-store behavior, EMAC 2014 (2014)
- [7] Brisoux, J. E. and M. Laroche: A Proposed Consumer Strategy of Simplification for Categorizing Brands, Evolving Marketing Thought for 1980, Southern Marketing Association, 112-114(1980)
- [8] Shinsuke Shimojo, et al: Gaze bias both reflects and influences preference, Nature Neuroscience, Volume 6, No. 12 (2003)
- [9] 上村拓也 他: 数 m の距離から視線検出する遠距離視線検出技術, SSI2014, IS2-24 (2014)
- [10] 富士通株式会社: お客様の視線の動きを AI が分析! お客様の思いに寄り添った接客をサポート, 入手先< <https://blog.global.fujitsu.com/jp/2018-08-23/01/>>(参照 2020-04-16)