

提示量を適正化した女性向け商品検索支援システム

小池恵里子[†] 伊藤 貴之[†] 渡辺知恵美[†]

[†] お茶の水女子大学理学部情報科学科 〒112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1

E-mail: [†]{aco,itot}@itolab.is.ocha.ac.jp, ^{††}chiemi@is.ocha.ac.jp

あらまし 女性の買い物は男性に比べ長時間という傾向がある。本研究では、女性の買物に関する心理に着目し、女性が楽しみながら効果的な商品検索ができるシステムを提案し、アパレル商品を例にした実装を示す。本手法では、商品それぞれに開発者が用意したキーワードを付与し、キーワードの組み合わせに沿ってアイコンを生成する。そして対応する商品をアイコンに紐付けし、アイコンをランダムに数十個選び段階的に次々と表示させることで、現実のウィンドウショッピングのように演出する。このとき、類似したキーワードの組み合わせに対応するアイコンを画面上で近くに配置するアルゴリズムにより、検索結果の全体分布を直感的に表示する。また、消去法的な商品の絞り込みのインタフェースと提示量を適正化する対話型進化計算を用いた推薦アルゴリズムにより、様々な商品に興味が引かれる女性にとって適正な提示量で商品を探索させ、より効果的な買物行動を支援する。

キーワード 女性の買物行動, Exploratory Search, 対話型進化計算, 可視化

A product Search System for women adjusting amount of browsed items

Eriko KOIKE[†], Takayuki ITOH[†], and Chiemi WATANABE[†]

[†] Department of Information Science, Faculty of Science, Ochanomizu University

2-1-1 Otsuka, Bunkyo-ku, Tokyo, 112-8610 Japan

E-mail: [†]{aco,itot}@itolab.is.ocha.ac.jp, ^{††}chiemi@is.ocha.ac.jp

Abstract Women take relatively longer time for shopping comparing with men. This paper presents a system for product retrieval and recommendation based on psychology of women's shopping activity, and an implementation of the system for apparel products. This system supposes products which pre-defined keywords are assigned, and icons representing the combination of the keywords. It acts real shopping behavior by displaying a set of the icons associated to the products. The system intuitively display the distribution of products by closely placing the icons sharing common keywords. Also, it features a product recommendation technique based on user interfaces for elimination and narrow down operations, and evolutionary computation which adjusts the amount of recommendation. The system well assists the shopping behavior of women who are interested in various products.

Key words Women's buying behavior model, Exploratory Search, Interactive genetic algorithm, Visualization

1. はじめに

女性の買物は男性に比べ長時間という傾向がある。その原因として以下が言われている [1]。

- 要求は曖昧だが多くの商品を買いたい
- 好きなもの以外にも注意が引かれやすい
- 個々の機能性より全体を統合したイメージで判断している

その結果として現実の店舗では、店内を隅々まで見て回るような買物をする女性は多い。このような買物行動により、要求が曖昧な場合にも実際に商品を見て欲しいかどうかを判断できる。しかし陳列デザインや建築構造などの制約で閲覧が直線的にな

る上に、ネット上で閲覧するより時間的・体力的な制限もあるため、閲覧できる商品数に限りがある。例えば、ショッピングモールを隅々まで見て回るうちに身体的に疲労し、結局は時間内に終わらず諦めて帰るということが起こりうる。

一方で、検索機能を有するオンラインショッピングサイトは、歩き回るなどの身体的負担を伴わず、インターネットに接続すればいつでもどこでも買物が可能という利点がある。しかし、多くのサイトの検索システムはユーザが積極的にクエリを発しなればいけないため、検索要求が定まっている場合は商品の検索は容易だが、要求が曖昧である場合には、要求を定めて自らクエリをつくる過程で精神的ストレスが生じることがある。例えば、図1のようにユーザは「かわいいセータが欲しい」と

いう曖昧な要求をもっていたとする。この時、ユーザは”ニット・セータ”というクエリをシステムに発行するが、女性物の衣類は種類が豊富であるため、ここで検索される商品の件数は膨大である。この結果から、ユーザは商品の件数を減らすために自分の曖昧な要求を明確化して、クエリを書き換えなければいけない。また、発したクエリに何件の商品が検索されるか、ユーザは事前には知ることができないため、”該当する商品が無い”という最悪の状態も起こりうる。さらに、検索結果からその都度判断してクエリの修正を行うため、クエリ書き換え回数が過多になりやすい。その上、商品件数を絞って閲覧した後も”他の商品を見たい””気に入るデザインがなかった”というようなことから、検索は引き続き行われる。結果としてユーザ自身がかなり積極的にクエリ修正を行わないと、様々な商品を閲覧することはできないということが起こる。このように従来のオンラインショッピングサイトの検索システムは”要求が曖昧だが様々なものを見てみたい”という要求を持っている人にとって、精神的ストレスを生じやすいということがわかる。このようにユーザが積極的にクエリを発する検索を能動的検索と呼ぶことにする。それに対して近年では、要求な曖昧な状況に

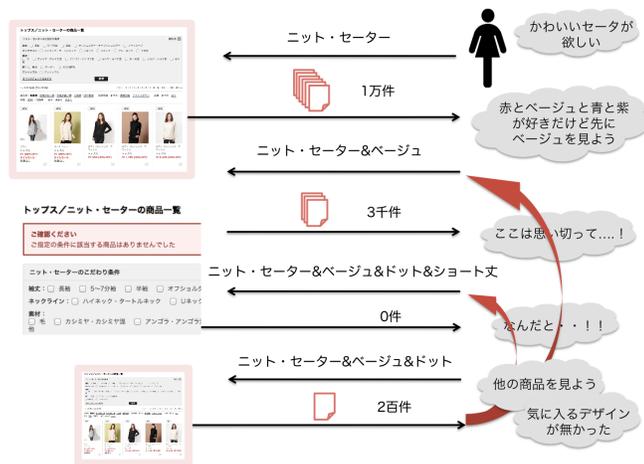


図1 従来のオンラインショッピングサイトの検索

おける検索を支援する仕組みとして Exploratory Search [4] という概念が提唱されている。女性の買物は「多くの商品を買いたい」という要求から、検索対象が複数の商品群に分岐することが多く、Exploratory Search の中でも複雑度が高い商品検索となることが多い。このことにより、女性の買物の場合、能動的検索はユーザにとって負荷が懸かりやすいということがわかる。このような状況を考慮して、様々な視点から検索できるようなキーワードをあらかじめサイト側が用意している例はある。しかし、衣類などのように商品の種類が多く、さらに商品それぞれの特徴を表すキーワードが複雑な場合には、結局は何通りもの組み合わせを検索者自身で作成するという煩雑な操作が生じ、能動的な検索になることが多い。また、インターネット上は商品が膨大であることから、現実の店舗における買物のような「隅から隅まで見て回る」というような閲覧は難しいさらに、女性は特に様々な事象に興味を引かれやすい傾向があり、それが情報過多になって、結果として混乱を招いたり、また重要な

情報を見落とすことがある。例えば、クエリを作る過程で、組み合わせ済みのキーワードとそうでないキーワードはどれだったか、途中で気が変わってクエリを変更したが最初に欲しいと考えていた商品は何だったか、能動的な検索は繰り返すうちに忘れやすく、本来の目的から大きく逸れてしまう場合がある。

このように現実の店舗でもインターネット上でも、女性の買物行動には難点を伴う。これを解決するための一手段として、我々は以下の要件を満たす受動的な商品検索システムが有効ではないかと考える。

要件 1: 曖昧な要求に対しても満足できる買物ができるように、利用開始時に明確なクエリを必要としない。

要件 2: 好きなもの以外にも興味を引けるようにある程度の多様な商品群を一斉に表示しつつ、情報過多になって混乱を招くことがないようにその表示数を適正に保つ。

要件 3: 「気に入った商品」「気に入らない商品」をその都度入力することで対話的なフィードバックをシステムに与えつつ、その反復時間が過多にならないようにする。

要件 4: 多くの女性が好むと思われる「全体を統合したイメージ」を重視したデザインと、現実の買物行動にある程度近い商品検索を実現可能なシステム構成を意識する。

この仮説に従って本報告では、可視化技術と対話型進化計算を用いた推薦アルゴリズムを適用し、適正な提示量の商品を一覧表示しながらユーザに商品の嗜好を入力させ、反復的な商品提示によって多方向に商品を探索できるシステムを提案する。本手法では、ユーザの嗜好に合う商品は高い確率で提示するが、嗜好から少し外れる商品もある程度提示し、ユーザの嗜好に全く合わない商品は提示しない、という方針によって商品の提示量を適正化する。本報告では、女性向けの商品が多い衣類を例にして、本システムの実装を示す。

2. 関連研究

2.1 従来のオンラインショッピングサイトの推薦システム

従来のアパレル関係のオンラインショッピングサイトには、協調型の推薦システムを利用しているサイトが多い [7] [8] [9] [10] 衣類のように主観や感性で商品を選ぶことが多い商品において、内容型や知識型の推薦システムよりも、協調型推薦システムが有効に働く可能性は高いと考えられる。しかし前章でも述べた通り、ユーザの要求が曖昧な場合、多くのサイトが適用しているインターフェースでは検索操作が煩雑になり、商品を閲覧することが難しい。また、衣類の場合は商品の転換サイクルが速く新規の商品が多く、購入履歴が十分でない場合が多いため、協調型推薦のコールドスタートの問題がしばしば生じる。一方で衣類は他の商品に比べ、ユーザの「他人と同じものを着たくない」という心理が働きやすいが、複数の人に同じ組み合わせの商品を買わせないためには多くの商品を推薦しなければならなくなり、ますます十分な量の購入履歴が必要になる。以上を解決するために我々は、協調型の推薦のみに頼らない推薦アルゴリズムとユーザの Exploratory Search を支援するシステムが重要であると考えられる。

2.2 一覧で全検索結果を表示する可視化手法

ユーザの Exploratory Search を可視化技術によって支援するオンラインシステムの例として、BlogoPolice [5] が挙げられる。このシステムは、プログラミングサービス TopHatenar に登録された 20 万件超のブログを 3D の仮想都市景観に凝縮し、検索結果を仮想都市上にプロットすることで検索結果を一覧表示する。このようなシステムは検索対象を全体として把握することには向いているが、多様なものに興味関心がある人にとっては、一度に目に入る情報が多すぎてその中から特定の事象を選ぶのが難しいことが多い。特に女性はアパレル商品に関してはその傾向が強いと言えることより、あまりにも大量の検索結果全てを一覧表示させるシステムは、本手法には向かないことがわかる。

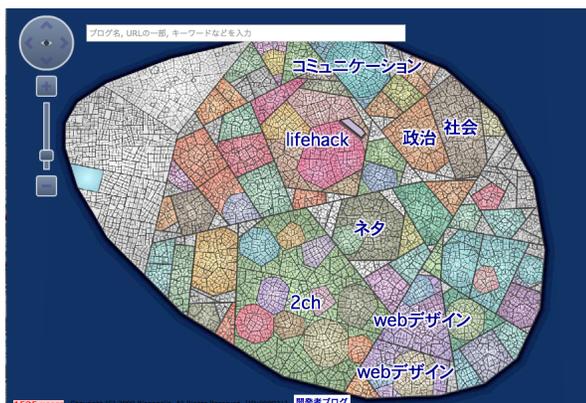


図 2 BlogoPolice (参考文献 [5] より転載)

2.3 対話的進化計算による情報推薦

明確なクエリ入力による検索や、一覧表示結果からの選択とは別に、反復的な情報推薦によって対話的にユーザの嗜好にあった情報を得るシステムも多数研究されている。本報告の提案手法もユーザ操作を伴う対話的進化計算に基づいた手法の一種であるといえる。その一例として MusicCube [3] は、遺伝的アルゴリズムを使用した対話型の楽曲提示システムである。このシステムは楽曲を提示して視聴させ、その評価結果を入力させることで、徐々に満足度の高い推薦結果を提供するとともに、その分布を可視化することで自分の嗜好がどのような楽曲特徴量に起因しやすいかを気づかせる。このような対話的な情報推薦システムは他にも多数発表されているが、しかし我々が調査する限り、女性の買物行動を意識した情報推薦手法はまだ少ない。

2.4 FRUITS Net

本手法で適用するネットワーク可視化手法 FRUITS Net (Framework and User Interface for Tangled Segments Network) [2] は、1 個以上のアイテムが各ノードに負荷されたネットワークを対象とした可視化手法である。FRUITS Net ではノードをアイテム毎に色分けし、ノード間の連結をエッジで表す。そして、力学モデルと空間充填モデルを併用した配置アルゴリズムによりノード配置を決定することにより、複数のアイテム情報を有するネットワークの全体像を一画面上で表す

ことが可能となる。FRUITS Net では下記の条件を同時に満たす画面配置を実現する。

[配置条件 1] 画像どうし、クラスタどうしの重なり回避。

[配置条件 2] 配置占領面積の低減、長方形領域の形状保証。

[配置条件 3] 共通項の多いクラスタ群の近隣性の保証。

[配置条件 4] エッジ長の総計、およびエッジ交差数の低減。

前述の Blogopolis などの可視化システムと比べても、FRUITS Net におけるこれらの配置条件は、3.2 節で後述する通り提案システムにおいて非常に有効である。

3. 提示量を適正化した商品検索システムの提案

本章では提案システムの概要と処理手順を論じる。本システムの概観を図 3 に示す。本システムでは商品全体を複数の集合に分類し、各集合をアイコンで表示する。これらを段階的に次々と表示させることで、現実のウィンドウショッピングのように時間をかけて商品を眺めるプロセスを楽しみつつ、適正な量の多様な商品群を一斉に提示する。

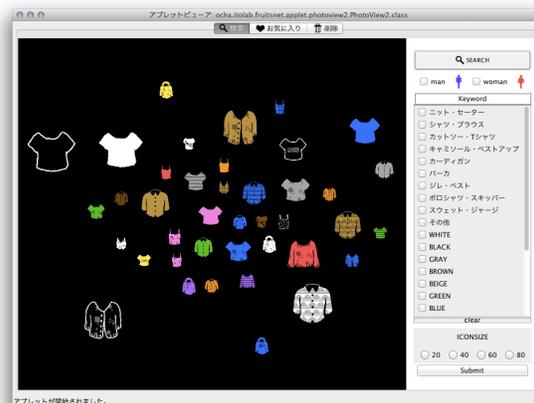


図 3 アイコン群の一覧表示例とユーザインタフェース

本システムでは、商品にその特徴を表すキーワード（商品の種別や色、柄など）がタグとして複数つけられていると仮定する。キーワードは開発者によってあらかじめ用意されているとする。そして本システムでは、全く同一の組み合わせのキーワード群が付与された商品群が同一グループに属するように、商品が分類されているものとする。

3.1 アイコンの生成

本手法では前処理として、あらかじめキーワードごとに用意したデザイン画像の組み合わせに沿って、複数のデザイン画像を合成したアイコン画像を生成する。図 4 は商品の種別（T シャツ）、色（赤）、柄（ドット）のデザイン画像の合成によってアイコン画像を生成した例である。このようなアイコンを表示することで本システムは、サイト全体にわたる統合したイメージを作り、キーワードの組み合わせに対応する商品集合をユーザに直感的に伝える。我々の実装では、多くの女性が魅力を感じると言われる平面的であたたかみのあるデザインを採用することで、システムへの興味の心理的助長を目指している。また、多くの女性はアパレル商品に関して視覚的なデザインを

特に重視されていることから、デザインの大部分に大きく影響を与える商品の種別、色、柄を表すキーワードをアイコンの生成に用いている。

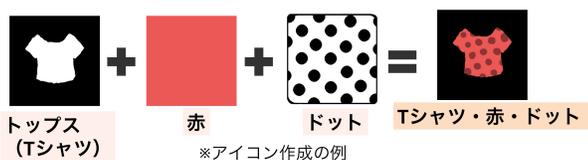


図 4 アイコン生成の例

3.2 アイコン群の一覧表示

続いて本手法では、3.4 節にて後述するアルゴリズムで自動的に選択された一定個数のアイコンだけを表示させることにより、情報過多による混乱を防いでいる。ここで本システムでは、図 3 に示すように、各アイコンが示すキーワード群と同じキーワードを有する商品を、対応する各アイコンに紐付けし、その商品件数をアイコンの大きさで表現する。これを眺めることでユーザは、どのような商品が提示され、それが何件あるかを一目で把握できる。また、従来のインターネット上の検索サイトとは異なる詳細なカテゴリごとの閲覧を可能にすることによって、要求が曖昧な場合でも、簡単に詳細な商品選択が可能である。例えば、ユーザは「ニットが欲しい」という曖昧な要求を持っているとする。図 5(左) に示した従来のシステムでは、ニットというキーワードのついた商品が所定の順番で表示され、商品件数を絞るためにはユーザがキーワードをさらに選択しなければならない。一方で図 5(右) に示した本システムでは、ニットというキーワードのついたアイコンをまず表示させることによって、ユーザはキーワードの選択無しで詳細な商品選択をすることができる。

本システムでは各アイコンの画面配置のために、可視化手法 FRUITSNet [2] のアルゴリズムを適用している。FRUITS Net が [配置条件 1][配置条件 2] を満たすことで、適正な量のアイコン群を良好な形状で、かつ画面上で重なることなく表示できる。また FRUITS Net が [配置条件 3] を満たすことで、共通項の多いアイコン群を画面上で近くに配置し、アイコン群の全体的分布を適切に表現する。



図 5 ニット・セーターを検索した場合の比較 (左) 従来のオンラインショッピングサイト(注1) (右) 本手法

(注1): MAGASEEK <http://www.magaseek.com/>

(注2): 現時点での我々の実装では、MAGASEEK(http://www.magaseek.com) から抽出した衣類商品情報を利用している。



図 6 商品の表示例とユーザインタフェース(注2)

3.3 ユーザインタフェース

我々の実装では以下のユーザインタフェースを搭載している。アイコンの表示件数の選択：図 3 のウィンドウ右下のラジオボタンで、ユーザは 4 段階のアイコン表示数の選択をすることができる。これにより各ユーザに合わせたアイコン数を表示することが可能である。

キーワード群の選択：図 3 に示した本システムにて、ウィンドウ右側には性別、商品種別、値段、サイズ、カテゴリなどを指定するためのボタン群が搭載されている。このボタン操作を本システムは初期条件と解釈し、それに合致するアイコン群を起動時に優先的に表示する。逆にボタン操作がない場合には、全てのアイコン群の中からシステムが選択したアイコン群が表示される。これにより、「買いたい商品が全く決まっていない」という場合でも商品探索が可能である。また、右下の Submit ボタンをクリックすることにより初期値を反映し、右上の Search ボタンをクリックすることにより、システムが選択したアイコン群を表示する。

アイコンの選択：図 3 で表示されているアイコンのうち 1 個をクリック操作すると、本システムはクリックされたアイコンが示すキーワード群を付与された商品を一覧表示する。商品の表示画面を図 6 に示す。このようにして表示された商品を閲覧し終わったら、上の x ボタンをクリックすることによってアイコン表示の状態に戻ることができる。

「お気に入り」と「削除」：商品の表示画面において、特定の商品にカーソルを当てて右クリックすると、その商品に付与されているキーワードとともに、「お気に入りに追加」「商品および商品集合の削除」の 2 つのボタンが表示される。この入力によって、その後の操作によるアイコン表示において、「お気に入りに追加」した商品と共通性の高い商品群は表示される可能性が高くなり、「削除」した商品と共通性の高い商品群は表示される可能性が低くなる。

本システムにおける削除ボタンは、「赤以外の商品を見たい」というような消去法による検索を可能にするものである。多くの女性には、好きな商品以外にも多くの商品に注意が引かれやすい傾向があるが、一方で購入しないと決めた商品を視界から

除外することで消去法的に商品を絞り込む傾向もある。よって削除機能による消去法的な検索が有効であると考える。1章で述べた「ユーザの嗜好に全く合わない商品は提示しない」という閲覧方法を、この機能により実現している。

3.4 アイコン選択のアルゴリズム

前節で論じた通り、本システムでは Search ボタンを押すごとにアイコン群を選択表示する。本節ではそのアイコン選択のために、以下の対話的進化計算アルゴリズムを導入している。本節では、推薦に利用するアイコンを種アイコン、種アイコンから進化計算で推薦されたアイコンを派生アイコンと呼ぶ。また本節では以下の変数を説明に用いるものとする。

- n : システムが用意するキーワード数
- x : システムが一度に表示するアイコン数
- $d = \{d_1, \dots, d_n\}$: 各商品について、各キーワードの付与の有無を表すベクトル。ここで j 番目のキーワードが付与されている商品では $d_j = 1$ であり、付与されていない商品では $d_j = 0$ であるとする。
- $Q = \{q_1, \dots, q_n\}$: ユーザの嗜好に関する各キーワードの重みを示すベクトル。以下「ユーザの嗜好ベクトル」と称する。また Search ボタンを k 回押した時点での Q の値を Q_k と表す。
- A : 現在表示されている x 個のアイコンの集合。
- S : システムが優先的に表示するアイコンの集合。データ構造にキューを持つ。
- T : 種アイコンの集合。

以下、本システムが搭載するアルゴリズムの処理手順を示す。この処理手順のうち Step1 ~ Step6 は、ユーザが Search ボタンを押すたびに実行されるものとする。

Step0: ユーザの嗜好ベクトル Q_0 と優先アイコン集合 S を以下のように初期化する。

ユーザの嗜好ベクトル Q_0

– ユーザが初めて本システムを使う場合、全ての要素を同一の値に設定する。

– ユーザが以前に本システムを使っている場合、前回までの履歴から値を算出する。

優先アイコン集合 S

– ユーザがキーワード群を選択していない場合、 S を空にする。

– ユーザがキーワード群を選択している場合、キーワードに合致するアイコンを S に追加する。

Step1: 種アイコン集合 T を空にする。表示アイコン群 A を空にし、以下のように構築する。

– 優先アイコン群 S が x 個以下の場合、全ての優先アイコンを取り出して表示アイコン群 A に追加し、 A が x 個になるようにランダムかつ重複無く決めたアイコンで補充する。

– 優先アイコン群 S が x 個以上の場合、最初から x 個までの優先アイコンを取り出し、表示アイコン群に追加する。

Step2: 表示アイコン群 A を表示する。ユーザは提示された商品に対し「お気に入り」「削除」などの操作を行う。

Step3: Rocchio のアルゴリズム [6] に用いられるフィードバック

算出式に類似した以下の式によって、 Q_m (m は Search ボタンを押した回数) を更新する。この更新により、「お気に入り」の商品と共通項の多い商品は表示されやすくなり、「削除」の商品の共通項の多い商品は表示されにくくなる。

D_m^+ : m 回目にお気に入りに入れた商品の集合

D_m^- : m 回目に削除した商品の集合

$$Q_m = Q_{m-1} + \sum_{d^+ \in D_m^+} d^+ - \sum_{d^- \in D_m^-} d^-$$

Step4: ユーザが「お気に入り」に入れた商品と同じキーワードを有するアイコンを、種アイコン集合 T に登録する。

Step5: 各々の種アイコンから何個の派生アイコンを作るかを決定する。

Step6: 各々の種アイコン $t \in T$ に対して以下の処理を実行する。

(1) 種アイコン集合に属するアイコン t について、 $d_i = 0$ であるキーワード群を集め、ユーザの嗜好ベクトルの各次元 q_i の大きさに比例する確率で i 番目のキーワードが出現するルーレットを用意する。

(2) ルーレットから k 番目のキーワードを選ぶ。

(3) 種アイコン t にて $d_i = 1$ であるキーワードのうち、 k 番目のキーワードと排他的に出現すべき j 番目のキーワードを選び、その値について $d_j = 0$ とし、代わりに $d_k = 1$ としたベクトル d に対応するアイコンを、派生アイコン集合に登録する。このとき派生アイコンは m 回までに使用したアイコンと重複が無いように選択する。

(4) この派生アイコンを、優先アイコン群 S に追加する。

(5) (2) ~ (4) を、派生アイコンの個数だけ反復する。

(6) (1) ~ (5) を、種アイコンの個数だけ反復する。

推薦アルゴリズムの概要を図 7 に示す。

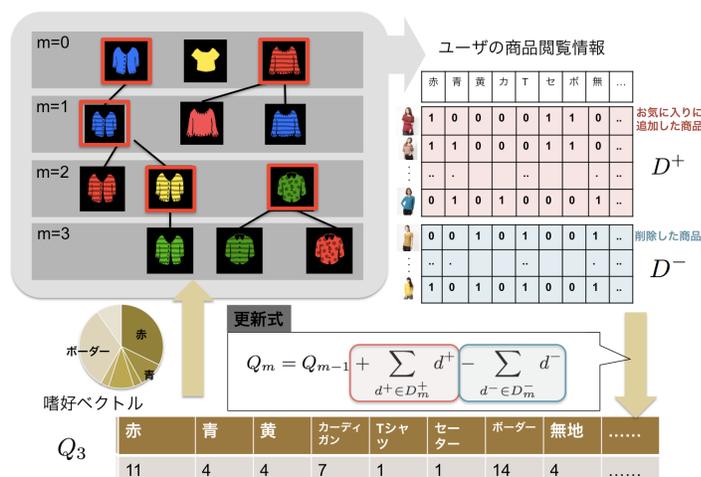


図 7 推薦アルゴリズム

この推薦アルゴリズムは、ユーザが「お気に入り」に指定した商品と共通項の多い商品群を高い確率で優先的に探索する。その探索の過程で本システムは、現在表示されているアイコンから、商品が衣類であれば例えば色だけ異なる商品群、柄だけ

異なる商品群を, 優先的に派生アイコンとして選択して次回表示する. 現実の買物でも, 色だけ異なる商品や, 柄だけ異なる商品は, 店舗の陳列の中でも近隣しているために連続的に閲覧する機会が多い. その点から本システムによる商品の推薦順は, 現実の買物の閲覧順に近い自然なものになると考えられる.

一方で本システムは低い確率ながらも, ユーザが「お気に入り」に指定した商品と共通項が少ない方向にも派生アイコンを選択する. この振る舞いにより本システムは, 高い確率でユーザの嗜好に近い商品群を提示しつつ, ユーザは明示的に「お気に入り」としていない商品も含めて幅広い商品群を提示できると考えられる.

4. まとめと今後の課題

本報告では女性の買物行動を考慮した検索支援システムを提案し, アパレル商品を例とした実装を示した. 本システムはユーザの要求が曖昧でもストレスが少なく商品の閲覧が可能である. また, 女性の移り気な要素を取り入れつつもユーザの嗜好から離れすぎない対話型進化計算を用いて商品を探るということから, 「要求が曖昧だが様々な商品がみたい」という女性の要求に答えながらも最適な提示量で商品を探ることができる. さらに, 様々な商品を閲覧することに特化したシステムということから, 衣類の協調型推薦システムのコールドスタートの解決を期待できると考えられる,

今後はユーザテストにより, その有効性を従来手法と比較したい. また, この手法に, ブランドの推薦, 協調型推薦などのよりユーザの好みのデザインを考慮した推薦を導入し, 女性の様々な商品を見たいというニーズに答えたい.

文 献

- [1] 織田隼人, 女性はなぜ買物に時間がかかるか?, PHP 研究所, ISBN978-4-569-69428-3, 2007.
- [2] T. Itoh, C. Muelder, K.-L. Ma, J. Sese, A Hybrid Space-Filling and Force-Directed Layout Method for Visualizing Multiple-Category Graphs, IEEE Pacific Visualization Symposium, 121-128, 2009.
- [3] Y. Saito, T. Itoh, MusiCube: A Visual Music Recommendation System featuring Interactive Evolutionary Computing, Visual Information Communication - Information Symposium (VINCI'11), 2011.
- [4] R. W. White, R. A. Roth, Exploratory Search: Beyond the Query-Response Paradigm, Synthesis Lectures on Information Concepts, Retrieval, and Services, Vol. 1, No. 1, pp. 1-98, 2009.
- [5] BlogoPolice, <http://blogopolis.jp>, 2009
- [6] G. Saltom, The SMART retrieval system - experiments in automatic document processing, Prentice-Hall, 1971.
- [7] G. Linden, B. Smith, J. York, Amazon.com recommendations: item-to-item collaborative filtering, IEEE Internet Computing, Vol. 7 No. 1, p.76, 2003.
- [8] 松村, 武田, et al. 選好商品のクラスタリングに基づく嗜好の変化の検出, 情報処理学会論文誌, Vol. 50, No. 2, pp. 1234-1239, 2009.
- [9] 麻生, 小野, 本村, 黒川, 櫻井, 協調フィルタリングと属性ベースフィルタリングの統合について, 電子情報通信学会技術研究報告, ニューロコンピューティング, Vol. 106(279), pp. 55-59, 2006.
- [10] 江崎, 倉島, 市川, 高屋, 内山, ネットショッピングにおける商品