KiTeMiROOM：オンラインショッピングのための ファッションコーディネート検索システムの提案

益子　宗[†]　　Shirmenbaatar Myagmarsuren[†]　　酒巻　隆治[†]

EC を利用してファッション関連商品を購入する利用者が近年増加してきている．しかし，商品の検索結果は衣服画像をリスト形式に並べて表示する場合が多く，試着した様子や他の衣服とのコーディネートがわかり辛いという問題があった．そこで，本稿では EC サイトにある大量の衣服画像群から機械的に衣服領域を抽出し，カルーセルパネルにより衣服画像を動的に並べて表示することで，トップス・ボトムス・シューズのコーディネートを高速に閲覧できるスマートフォン向けの検索インタフェース KiTeMiROOM を提案した．最後に，提案した手法を実際の EC サイトに適用し，コーディネートを考慮した商品検索の効率が向上することを確認した．

KiTeMiROOM : Fashion Coordinate System for Online Shopping

SOH MASUKO[†]　　SHIRMENBAATAR MYAGMARSUREN[†]　　SAKAMAKI RYUJI[†]

The number of users purchasing fashion-related items through e-commerce sites has increased in recent years. In most cases, however, item search results are displayed as a list of images and it is hard to imagine the fitting and coordinates with other clothes. In this paper, we created cloth-only image data by mechanically extracting cloth regions from a large number of item images on e-commerce sites. And we proposed "KiTeMiROOM" search interface for fast browsing coordinates of tops, bottoms and shoes by displaying the extracted images side-by-side using carousel panel. Finally, we applied the proposed method to an actual e-commerce site and confirmed that "KiTeMiROOM" interface enhances the convenience of coordinate-considered item searches.

1. はじめに

ネットを利用して商品購入や金融取引をしたことのある人の割合は日本人の全体の 53.3%と，消費者向け EC 市場が年々拡大し [1)]，ファッション分野に関しても EC を利用して衣服を購入する消費者が増加してきている．しかし，EC におけるファッション関連商品の提示方法は他のジャンルの商品と同様にリスト形式によって表示されることが多く，試着イメージや他の服とのコーディネートがわかり辛いという問題があった．特に，近年増加しているスマートフォン利用者は PC に比べ画面が小さいため，リスト形式の表示方法では同時に閲覧できる衣服画像数が少なく，衣服の組み合わせを考えながら購入することが難しい．

そのような問題を解決するために，実際に試着できない EC 環境においてアバタや利用者の写真に衣服を合成するバーチャルフィッティングシステムが普及してきている [2)3)]．しかし,それらのシステムで利用している衣服データはあらかじめ衣服形状を調整することや複数の角度から撮影した衣服画像を必要としており，

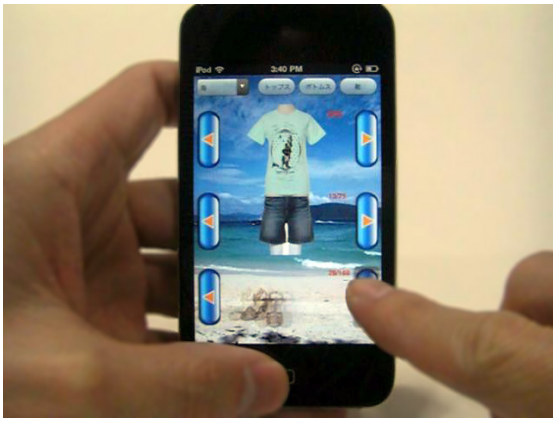

図1 KiTeMiROOM：コーディネート検索システム

衣服データを作成するためには時間や金銭的コストがかかるといった問題がある．そのため，大量の衣服データを作成することが難しく，EC の強みである大量の商品群から衣服を検索することが難しかった．

そこで，本稿では EC サイトにある既存の大量の商品画像群を用いて，ファッションコーディネートを考慮して効率的に商品を検索することを実現するシステム KiTeMiROOM を提案する（図 1）．本システムでは，大量の衣服画像のコーディネートを高速に閲覧するために，「衣服データ作成・調整モジュール」により機

† 楽天株式会社　楽天技術研究所
Rakuten,Inc. Rakuten Institute of Technology

械的に衣服データを作成し，また，「コーディネート表示画面」によりトップス・ボトムス・シューズの３カテゴリの商品を並べ，スワイプ操作によって商品を検索するＵＩを実現した（図 2）．最後に，実際の EC サイト [4]に掲載されている商品画像を対象に衣服データを作成し，EC で標準的に利用されているリスト表示型の商品提示手法と KiTeMiROOM によるコーディネート提示手法との比較を行った．その結果，従来のリスト表示型の検索システムに比べ本システムを利用した場合にコーディネートをイメージしやすいとの評価を得ることができ，コーディネートを考慮した利用者の検索効率を向上させることが可能であることを示した．

2. 関連研究

EC でのファッション関連商品の販売は実際に商品を手にとることができず，サイズや質感などを確認することができないことから， 従来から EC におけるファッション関連商品の提示手法や新しい商品検索インタフェースが提案されてきている．例えば，利用者に試着したイメージを提供するためにマネキンやアバタに衣服を合成するサービスが普及してきている [2)3)]．また，夢展望の夢コレは指定された姿勢で撮影された利用者の写真に衣服画像を合成することで，仮想的に試着できる iPhone 向けのアプリである [5)]．これらの試着インタフェースは，着せ替え機能を提供することで，商品と接する機会を増やし，購入に導くことを実現している．しかし,それらのシステムで利用している衣服データの作成には時間や金銭的コストがかかるといった問題があり，大量の衣服データを作成することが難しい．

また，EC サイト上に登録されている衣服は膨大であるためファッション関連商品を選ぶ際にはコーディネートを考えることが重要とされ [6)]，過去の自分の衣服や他者の意見を取り入れコーディネートをシミュレートするシステムも多く提案されている．武井らは EC 上の商品群の中から利用者にお勧めのコーディネートを推薦するシステムの必要性を述べ，t-Style（Trend Style）という洋服に対する口コミの内容からお勧めのコーディネートを推薦するシステムを提案している [6)]．佐藤らは毎日の服装の写真を記録し，その写真を用いて PC 上で任意のトップスとボトムスの組み合わせを変えることができる suGATARIUM というアプリケーションを提案している [7)]．また，Asa1-coordinator という過去の行動履歴や天気や会う人などの情報に応じてコーディネートを推薦するシステム [8)]

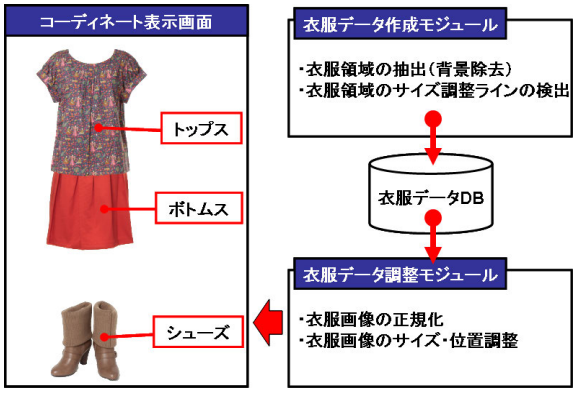

図2 システムの概要

や，Magic Wardrobe という利用者の所有している衣服に合わせた商品をレコメンドし，洋服ダンスに取り付けられたディスプレイからオンラインショッピングへと誘導するシステムなどが提案されている [9)]．

3. システムの概要

本稿で提案するシステムの概要を図 2 に示す．本システムでは「衣服データ作成モジュール」と「衣服データ調整モジュール」の 2 つの衣服データ作成用の画像加工モジュールと，「コーディネート表示画面」から構成される．

「衣服データ作成モジュール」では EC サイト上の衣服画像を利用し，あらかじめ衣服データの作成を行う．まず，背景を機械的に除去することで衣服領域の抽出を行う．次に，衣服画像は衣服ごとにサイズや画像内の位置といった撮影条件が異なっているため，衣服のサイズの基準となるサイズ調整ラインを自動的に検出することで「衣服データ DB」を構築する．サイズ調整ラインの定義・検出方法については 4 章で述べる．ただし，本稿では衣服画像は正面から撮影されたものを利用するものとする．

「衣服データ調整モジュール」では「衣服データ作成モジュール」で得られたサイズ調整ラインを基準に，衣服画像のサイズ調整を行い，トップス・ボトムス・シューズを位置調整ラインにあわせるように重ねて並べることで衣服画像のコーディネートの表示を行う．ただし，本システムでは標準的な人体モデルの肩と腰の位置に応じてサイズ調整，位置調整を行う．これにより，既存の多くの仮想ファッションシステムのようにアバタやマネキンの体型にあわせて衣服形状のサイズ調整や複数角度からの衣服データを作成する必要がなくなり，衣服データの作成が容易になる．また，衣服以外の情報を提示しないため，利用者は衣服のコーディネートに集中することが可能であると考えられる．

また，本稿では衣服ごとの重なり順序であるレイヤ

ー構造は（トップス>ボトムス>シューズ）の順で上位レイヤーとし，商品カテゴリとしてトップスとボトムス，シューズの 3 カテゴリの商品を扱うこととした．ただし，商品カテゴリごとに重なり順序をあらかじめ定義しておくことで他のカテゴリの衣服を扱うようにシステムを拡張することは可能である．

4. 衣服データの作成

4.1 衣服領域の抽出

画像から任意の領域を抽出する処理は画像や映像編集といった場面において多く用いられており [10]，手動でマーキングした前景領域・背景領域の情報から背景部分推定し背景領域を削除する手法 [11) 12)] や，商品の形状や色などの衣服特徴を学習し機械的に背景部分を削除する手法が提案されている [13]．しかし，EC サイト上の膨大な衣服画像を手作業でマーキングすることは時間のかかる作業であり，また，同様に多くの衣服形状や撮影条件に対応した服特徴の学習データを作成することは難しい．

そこで本稿では，衣服データに用いる衣服画像は単色もしくは類似色の背景で撮影されている画像に限定し，単純な背景除去処理を行う．本手法では衣服画像のエッジを検出し，画像の上下左右の 4 辺に接している 1 ピクセルの領域を背景領域とみなし，Seeded Region Growing のアルゴリズム [14] を用いて領域拡張することで背景領域を削除した後，膨張・収縮処理により「ごま塩ノイズ」を削除し衣服領域の抽出を行った．図 3 中の白色以外で表示している部分が本手法により背景とみなされた領域である．ただし，衣服領域の学習データや手作業でのマーキングにより背景を除去する手法を用いることで，背景領域が複雑な場合にも，本稿以降の手法を適用することが可能である．

4.2 衣服領域のサイズ調整ラインの検出

衣服画像は商品が画像内に大きく映るように撮影されている場合が多いため，衣服形状により画像内のサイズや位置といった撮影条件が異なっている．そのため，衣服領域のサイズを調整するための基準となるサイズ調整ラインを自動的に検出することが重要となる．本節では，異なる衣服画像のサイズと画像中の位置を正規化するために，トップスは肩のライン，ボトムスは腰のライン，シューズは靴の上の部分をサイズ調整ラインとして自動的に検出する手法について述べる．

4.2.1 トップスのサイズ調整ライン

トップスは肩の部分の曲率が大きくなる傾向があるため，背景除去された衣服領域の横方向のヒストグラムの勾配を調べることで肩のラインを検出する．まず，

図3 背景除去による衣服領域の抽出

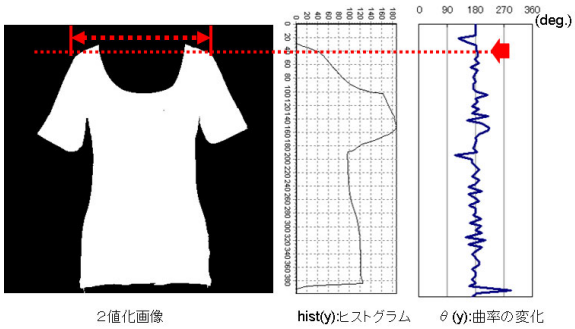

図4 トップス画像のヒストグラムと曲率の変化

衣服画像を 2 値化し横方向のヒストグラム $hist(y)$を求める．次にヒストグラムの曲率 $\theta(y)$の変化を画像上部から順に調べ，最初に 180° より大きな曲率の変化がある位置を肩の高さとして検出し，肩のサイズ調整ラインとする．図 4 に実際の衣服画像に対してヒストグラムを求め，曲率の変化からサイズ調整ラインを求めた様子を示す．図 4 中の破線矢印の部分が本手法により求められた肩のサイズ調整ラインである．ただし，ヒストグラムは式(1)により横方向のピクセル数をカウントし，曲率 $\theta(y)$の変化は式(2)により内積を計算することで求める．本稿では縦横サイズ 400×400 ピクセルの衣服画像を用いて，曲率を求める際の高さ h を 5 ピクセルとして計算を行った．

$$\begin{cases} hist(y) = \sum_{x=o}^{width} pixel(x,y) \\ pixel(x,y) \in \{0,1\} \end{cases} \tag{1}$$

$$\begin{cases} \vec{A} = (hist(y-h), -h) \\ \vec{B} = (hist(y+h), h) \\ \theta(y) = \dfrac{\cos^{-1}(\vec{A}\cdot\vec{B})}{|\vec{A}||\vec{B}|} \end{cases} \tag{2}$$

4.2.2　ボトムスのサイズ調整ライン

ボトムスの腰まわりはトップス同様に曲率が大きくなる傾向がある．そのため，トップス画像と同じ手法により衣服領域の横方向のヒストグラムの勾配の変化を調べることで腰の位置を検出することが可能である．図 5 に実際の衣服画像に対してヒストグラムを求め，曲率の変化からサイズ調整ラインを求めた様子を示す．図 5 中の破線矢印の部分が本手法により求められた腰の位置である．

4.2.3　シューズのサイズ調整ライン

靴の形状はブーツやパンプスといった種類によって大幅に変化するため，トップスやボトムスのように曲率の変化を利用して適切なサイズ調整ラインを求めることは難しい．また，シューズの撮影されている角度が商品画像によって異なることが多く，シューズの向きも機械的に判別する必要があり非常に難しい問題である．そこで，本稿ではシューズの高さの 1/3 の位置をサイズ調整ラインとして検出を行い，おおよそのサイズ調整を行うにとどめるものとした（図 6）．正確なサイズ調整手法は今後の課題である．

5.　衣服データの調整

商品画像は商品ごとに画像内でのサイズや位置が異なるため，「衣服データ調整モジュール」では「衣服データ作成モジュール」で得られたサイズ調整ラインを基準に，衣服画像のサイズ調整と衣服画像の中心位置を調整し正規化を行う．また，標準的な人体モデルの肩と腰，地面の位置を，トップス・ボトムス・シューズの位置調整ラインとして定義し，位置調整ライン上に衣服が重なるように衣服画像のサイズ調整と位置調整を行う．

5.1　衣服画像の正規化

衣服画像の正規化は衣服画像の幅を w，サイズ調整ラインの中心が画像中心かつ，画像上辺から d ピクセルになるように以下の 4 ステップにより移動，拡大縮小処理を行う．

Step1．衣服画像のサイズ調整ラインの長さを S になるように画像を拡大縮小する

Step2．サイズ調整ラインの中心が出力画像の中心になるように水平方向に移動する

Step3．衣服画像を垂直方向に移動させ，サイズ調整ラインを画像の上辺から d ピクセルの高さに配置する

Step4．出力画像の幅を w にトリミングする

5.2　衣服画像のサイズと位置の調整

衣服画像のサイズ・位置の調整は，あらかじめ用意した仮想的な人体モデルのサイズに応じて行う．本手法では正規化されたトップス・ボトムス・シューズの画像内のサイズ調整ラインの長さ w を人体モデルの位置調整ラインの長さ Ls，La，Ll と位置にあわせることで衣服画像のサイズ・位置調整を行い，コーディネート結果を表示する（図 7）．ただし，トップスとボトムスの位置調整ラインはサイズ調整ラインと同じ位置とし，靴は衣服画像の下辺を地面に接するように配置するために地面を位置調整ラインとする．また，人体モデルは性別や年齢，利用者の体型に応じてサイズを変更することなども可能である．

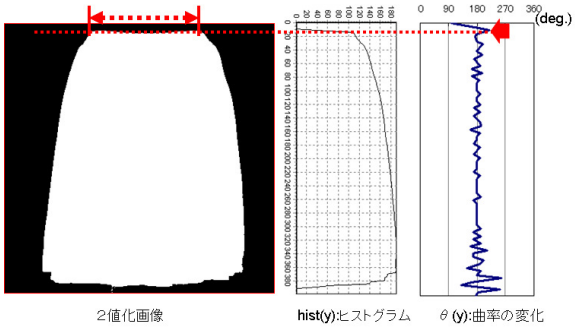

図5　ボトムス画像のヒストグラムと曲率の変化

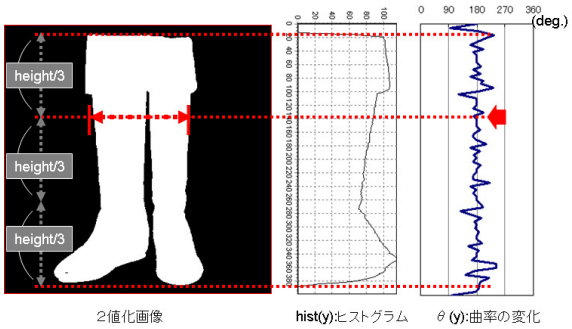

図6　シューズ画像のヒストグラムと曲率の変化

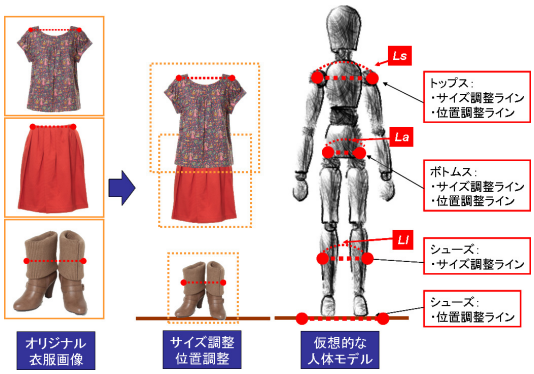

図7　衣服画像の正規化と位置調整

6.　コーディネート表示画面の実装

本システムでは大量の商品を閲覧することを実現するためにトップス・ボトムス・シューズの衣服画像をカルーセルパネル表示により高速に切り替え提示する

インタフェースを構築した（図 8）．カルーセルパネルは Web デザインの一種で，画像などのコンテンツをスムーズに横にスライドさせる表示方法である．衣服画像はスワイプ操作により商品画像を変更することができ，各衣服画像の横に配置したボタンを長押しすることで同様に商品画像を変更することが可能である．さらに，任意の衣服画像をタップすることで EC サイト上の商品取り扱いページへ移動することができる．

実装は HTML，JavaScript，カルーセルパネル部分は CUBIQ.ORG の SWIPEVIEW ライブラリを利用した [15]．また，自動的に衣服画像を変更する仕組みを実装し，利用者が操作しなくてもコーディネートが変わる機能を用意した．この機能を用いることで利用者が想像していなかった新たなコーディネートを発見することができ，セレンディピティ効果が期待できる．さらに，任意の背景画像を利用者は選択することができ，衣服着用場面に応じたコーディネートを想像しやすくなるように画面設計を行った．

7. 評価実験

本稿で提案したコーディネート検索システム KiTeMiROOM の有用性を検証するために，EC サイトで多く用いられているリスト表示型による商品検索画面との比較実験を行った．実験ではファッション EC サイト：FineStyle[4]に掲載されているトップス 795 点，ボトムス 271 点,シューズ 199 点を対象に iPhone を用いて閲覧を行った．リスト表示型は Safari ブラウザ上で 1 画面に最大 4 つの商品画像が提示され，スクロールすることにより 1 ページあたり 10 件の商品画像を閲覧することができる（図 9）．次ページを表示するためにはリスト下部にあるページ番号のリンクをタップする必要がある．また，KiTeMiROOM で利用する衣服データは FineStyle[4]に掲載されている 1265 点の商品画像を利用してあらかじめ機械的に作成した．ただし，衣服画像によってはモデルが映りこんでいるなど 4.1 で述べた背景除去手法では綺麗に衣服領域が抽出されない場合もあり，衣服領域として 2 つ以上の領域が抽出された衣服画像はノイズ画像とみなし利用しないものとした．実験ではボトムス 271 点中の 156 点が有効な衣服画像であった．

7.1 実験の内容

実験では 12 名の被験者（男性: 20 代 6 名，女性: 20 代 6 名）に対しリスト表示型と KiTeMiROOM によるコーディネート表示型の 2 つの検索環境において，「特定のトップスとシューズに似合うボトムスを探す」という課題を与え商品を検索してもらった．同時

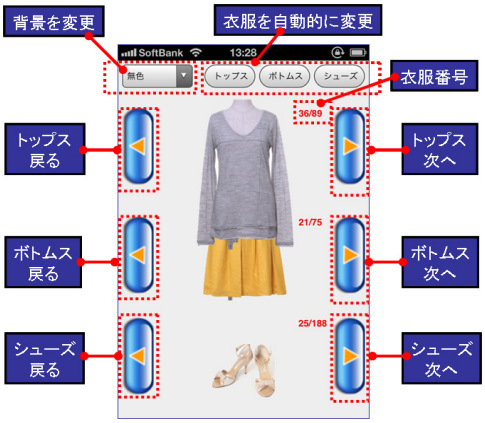

図8 KiTeMiROOM のコーディネート表示画面 UI

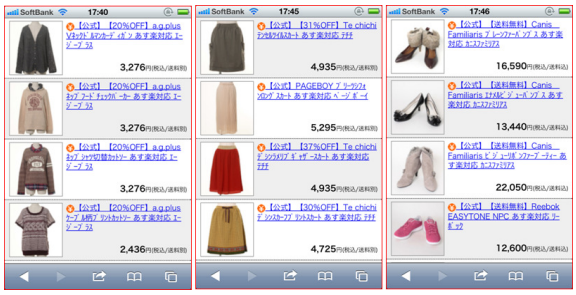

図9 実験に用いたリスト表示型の商品検索画面

に検索の様子をビデオ撮影し，商品閲覧数と課題を終えるまでに要した商品検索時間を計測した．また，実験の最後にアンケートに回答してもらい，コーディネートを考慮した効率的な商品検索が実現できたかどうかを調査した．ただしトップスとシューズの画像は，リスト表示型の場合には Safari ブラウザ上の別のページに商品を表示しページを切り替えることで確認でき，KiTeMiROOM を使った場合は常に画面上のトップスとシューズの位置に表示されるものとした．

7.2 実験の考察

まず，「画像抽出・調整モジュール」について注目して考察する．アンケート結果から「着丈が把握しやすい」「個々の衣服画像の縮尺があっており衣服のコーディネートがイメージしやすい」というコメントが得られており，画像のサイズ・位置調整に関しては一定の効果が見受けられた．しかし一方で，「商品画像の背景が残って汚いものがあって残念」というコメントもあり，背景除去手法の更なる改善が今後の課題として表出した．また，「シューズの縮尺がトップスやボトムスより小さい気がする」という意見があり，本稿で提案したシューズのサイズ調整手法には更なる改善が必要であることがわかった．次に，「コーディネート表示画面」について考察する．表 1 から KiTeMiROOM はリスト表示型に比べ総商品数が少ないにもかかわらず，平均検索時間は長くなり，単位時

間あたりの商品閲覧数は減少する傾向が見られた（図10）．ビデオ映像を確認したところ，この結果はリスト表示型に比べ KiTeMiROOM を利用した場合，以前に閲覧した衣服画像を頻繁に戻って見るなど衣服の組み合わせを試行錯誤しながら検討していたためと考えられる．また，アンケートによる主観評価では「KiTeMiROOM はページの切り替えが不要で，トップスとシューズとの色の相性が一目でわかりやすい」，「意外な組み合わせがあって見ていて面白い」といった満足度が高いコメントも得られており，リスト表示型に比べ KiTeMiROOM を利用することで効率的にコーディネートを考慮して商品検索を行えたことがわかる．しかし，ボトムスはシューズよりも上層に表示される設定となっていたため，「ジーンズなどのボトムスをブーツの中に入れた時の様子が見たい」との意見もあり，商品ごとのレイヤー構造を動的に調整できる機能を加え柔軟なコーディネートを実現が必要である．また，「以前に閲覧した衣服画像に戻るのが難しい」「お気に入りのコーディネートを登録したい」「色味で絞込みたい」という意見もあり，商品の絞込みや閲覧方法に関する改善も今後の課題として抽出された．

8. おわりに

本稿では EC サイトにある既存の大量の商品画像群を対象に，ファッションコーディネートを考慮した効率的な商品検索を実現するために，衣服データを機械的に作成する「衣服データ作成・調整モジュール」と，大量の衣服画像のコーディネートを高速に閲覧できる「コーディネート表示画面」を提案した．また，実際に提案手法を FineStyle[4)]に掲載されている商品画像に適用することで提案手法が有効であることを確認した．最後に，商品検索画面で標準的に利用されているリスト表示型の提示手法と KiTeMiROOM との比較を行い，KiTeMiROOM を利用した場合にコーディネートを考慮した商品検索の効率を向上させることが可能であることを示した．今後の課題として，レイヤー構造の順番を自動的に判定することでアウターやアクセサリーといった他のカテゴリの複数商品の「重ね着」を可能にすることが考えられる．

表1 平均閲覧数と平均検索時間

	リスト表示型	KiTeMiROOM
平均閲覧枚数（枚）	144.2	136.9
平均検索時間（秒）	329.8	393.7

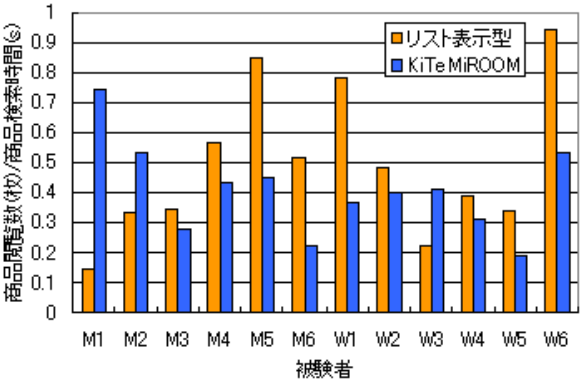

図10 被験者ごとの単位時間あたりの商品閲覧数
（M は男性，W は女性の被験者を表す）

参 考 文 献

1) 総務省，平成 22 年版情報通信白書，(2010).
2) STYLE SHARE™，http://www.hanasake.jp/ (参照 2011-12-05)
3) 益子宗，中野敦: 対話的な仮想ファッションシステムの実現，平成 14 年度未踏ソフトウェア創造事業開発成果報告，(2003).
4) FineStyle， http://event.rakuten.co.jp/style/finestyle/ (参照 2011-12-05)
5) 夢コレ，http://itunes.apple.com/jp/app/id433548326 (参照 2011-12-05)
6) 武井万恵，波多野賢治: 他者の意見を反映した
7) 洋服コーディネート推薦システム，情報処理学会全国大会講演論文集，Vol.71，No.4，pp. 503-504 (2009).
8) 佐藤彩夏，椎尾一郎: suGATARIUM:眺めるファッションコーディネート支援システム，情報処理学会全国大会，(2011).
9) 辻田眸，北村香織，神原啓介，塚田浩二，椎尾一郎: Asa1-coordinator:履歴情報を利用したファッションコーディネート支援，ヒューマンインタフェースシンポジウム 2009，pp. 85-88 (2009).
10) Wang, J. and Cohen, M.F.: Image and Video Matting, Now Publishers Inc., Hanover, MA, USA (2008).
11) 清野達也，林貴宏，尾内理紀夫，三條正裕，森正弥: 改良領域拡張法による高速画像切り抜き手法の提案と評価，情報処理学会論文誌，Vol.50, No.12, pp. 3233-3249 (2009).
12) Li, Y., Sun, J., Tang, C.-K. and Shum, H.-Y.: Lazy snapping, ACM Trans. Graph., Vol.23, No.3, pp. 303-308 (2004).
13) 山川義介，北研二: EC サイトにおける画像の類似性測定:『SUDACHI』の開発と商品推薦エンジンへの応用，日本行動計量学会大会発表論文抄録集，Vol.36, pp. 5-6 (2008).
14) Adams, R. and Bischof, L.: Seeded Region Growing, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.16, No.6, pp. 641-647 (1994).
15) CUBIQ.ORG SWIPEVIEW, http://cubiq.org/swipeview (参照 2011-12-05)