

## 宅内見守りカメラを用いた衣服着用頻度集計システムの提案

○川西 康友 †, 村瀬 洋 †, 田坂 和之 †, 柳原 広昌 †

○ Yasutomo KAWANISHI † Hiroshi MURASE †  
Kazuyuki TASAKA † and Hiromasa YANAGIHARA †

† : 名古屋大学 大学院情報学研究科, {kawanishi,murase}@i.nagoya-u.ac.jp

‡ : KDDI 総合研究所 {ka-tasaka,yanap}@kddi-research.jp

〈要約〉自分がどのような服をどのくらいの頻度で着ているのかを知ることは、毎日の服装選びの助けとなる。しかし、毎日何を着たかを手動で記録することは非常に面倒である。本発表では、宅内見守りカメラを用いて、日々着ている服を自動的に集計するシステムを提案する。画像中から衣服の領域を切り出し、衣服から抽出した特徴量をもとに、逐次的クラスタリングによって毎日逐次的に衣服データベースを更新しつつ、着用回数を集計する。実験では、仮想的に作成したデータベースを用い、着用回数が集計される様子を確認した。

〈キーワード〉衣服着用頻度集計, 衣服データベース, 逐次的クラスタリング

### 1 はじめに

我々は毎朝、その日に着る服装を選ぶ。服装選びの際には、様々な条件が存在する。例えば、同じ衣服を連続して着たくない、好きな衣服は頻繁に着たい、殆ど着ていない衣服はもったいない、などである。また、衣服は同時に着るものの組み合わせが重要である。このように、日々の服装選びには考慮しなければならない要因が多数存在するため、適切な衣服を選択することが苦手な人は多い。

また、新たに衣服を購入する際にも、普段着ている服との組み合わせを考慮する必要がある。

そのため、衣服の支援は活発に研究されており、近年ではスマートフォンのアプリ等も多数存在している。しかし、前述のような条件を満たした衣服を推薦するためには、どのような服を所有しているか、どのような頻度で着ているか、どれがお気に入りか、といった情報をシステムが把握する必要がある。一方、そのような推薦システムを使わないとしても、普段着ている服の種類や、傾向を把握できると、自身の服選びに有用である。

毎日どの服を着たのかを記録し続ければ、自分がどの服をどの程度着ているのかを知ることはできると考えられる。しかし、毎朝忙しい中、欠かさず記録をつ

けるのは非常に困難である。

そこで本研究では、手間をかけずに、衣服をどのような頻度で着ているのかを、自動的に記録、可視化するシステムを提案する(図1)。近年、宅内にはAIスピーカー [1] の普及が進んでいるが、Echo Look などカメラを搭載する機器も出てきている。今後、こうしたカメラ搭載 AI スピーカーの普及や、宅内での見守りカメラの普及が期待されている。提案システムでは、そのような宅内見守りカメラで毎朝撮影することを考える。その撮影画像から、衣服領域を切り出し、衣服の特徴をもとにクラスタリングすることによって自動的に衣服データベースを構築し、各衣服をどのような頻度で着ているかを記録する。これにより、普段着ている服の種類や傾向を把握できるシステムを実現する。

以降では、まず2節でファッション関係の関連研究について紹介する。続いて3節で、提案する着衣頻度集計システムについて詳述する。そして4節では評価実験の結果について報告し、5節でまとめと今後の課題について述べる。

### 2 関連研究

ファッションの分析に関する研究は非常に注目されている分野であり、多数の研究がなされている。特に、インターネット上での衣服販売を想定し、ユーザの好

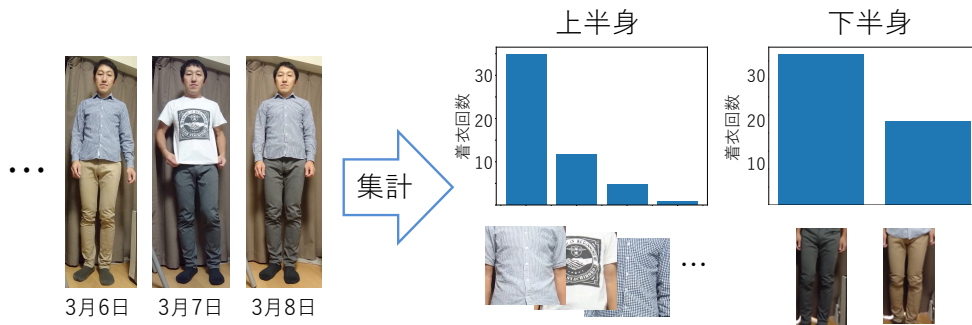


図 1 着衣記録システムの入力と出力例

みや希望に合わせて、コーディネート提案する様々なシステムが提案されている [2, 3]. また、インターネット上の写真から人物画像を切り出し、地域別に服装を分析した研究もある [4]. 画像特徴に着目し、衣服の組み合わせの良さを評価する研究 [5] も注目されている.

一方、自宅での服装選びを支援する研究としては、ユーザが服を着たときに撮影しておいた写真をユーザに提示し、それをユーザが選択することで服選びに役立つためのユーザインターフェースが提案されている [6, 7]. また、ユーザのクローゼット内にある服の組み合わせを提案する研究もある [8]. こうした宅内での衣服の推薦システムでは、所持している衣服を予めデータベースに登録したり、毎日の着衣記録を入力する必要があるが、非常に手間のかかる作業である.

### 3 着衣頻度集計システム

#### 3.1 提案システムの概要

提案する着衣頻度集計システムは、宅内見守りカメラ等で日常的に撮影された画像から、その人物がどのような服をどのような頻度で着ているのかを自動的に集計することを目的としている. 提案手法の流れを図 2 に示す. 毎朝、出かける際に玄関等で画像が 1 枚撮影され、このシステムに入力されることを想定する.

#### 3.2 人物検出・姿勢推定

衣服領域を得るため、まずカメラで撮影した画像中から、人物を検出し、姿勢推定を行なう. この結果、人物の各関節点の座標値が得られる. 姿勢推定を行なった結果の例を図 3 に示す.

なお、人物検出によって複数の人物が検出される場合も考えられるが、本発表では、カメラ視野内に存在する人物は 1 人であると仮定する.

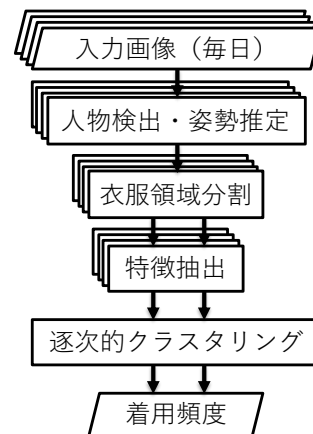


図 2 処理の流れ

#### 3.3 衣服領域分割

本発表では、初期検討として、関節点をもとに上半身と下半身に分割する. 実際は、ロングコートなど、上下分割では不十分な衣服も存在するが、本発表では対象外とする.

衣服は基本的に上半身と下半身にわかれていることが多いため、本発表では、3.2 節で得た人物の各関節点の座標値をもとに、腰を中心に上半身と下半身に分割する.

そして、上半身・下半身それぞれの関節点を囲む最小矩形で画像を切り出す. 切り出しには、上半身は、両肩・両肘・腰を含む矩形を設定し、下半身は腰と両足首を含む矩形を設定する. 図 4 に切り出した画像の例を示す. こうして切り出した上半身・下半身の画像に対し、以降の処理は、上半身・下半身それぞれ独立に行なう.



図 3 人物検出・姿勢推定の結果例



(i) 上半身 (ii) 下半身

図 4 切り出した画像の例

### 3.4 衣服特徴抽出

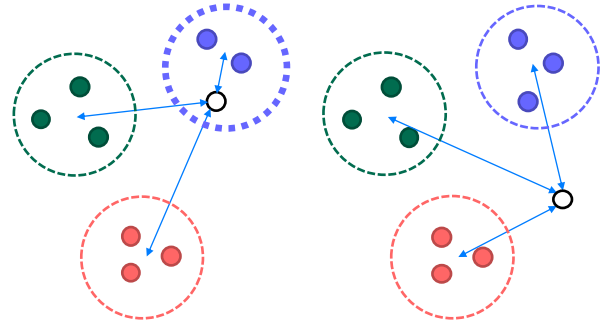
上半身・下半身に分割された画像は、画像の周辺部に背景も含む。背景の影響を低減させるため、まず、画像の中央部分上下左右 60% の範囲を切り出す。

次に、切り出した領域から画像特徴を抽出する。画像特徴は様々考えられるが、本発表では、衣服の大きな特徴を捉えるため、 $4^3$  ビンの HSV 色ヒストグラムを特徴量とする。

### 3.5 衣服の逐次クラスタリング

1 日ごとに新たな画像が撮影されるので、そのたびに前述の画像切り出しを行ない、データベースに追加する。そのため、追加された画像の特徴量を用いて逐次クラスタリング [9] を行なう。

逐次クラスタリングでは、まず初期値として、クラスタの代表の集合  $C$  を空集合 ( $C = \emptyset$ ) とする。新たに画像が追加された場合、その画像から得た特徴量  $\mathbf{f}_t$  と、各クラスタの代表の特徴量  $\mathbf{c}_i \in C$  との距離  $d(\mathbf{f}_t, \mathbf{c}_i)$  を



(i) 既存クラスタへ追加 (ii) 新規クラスタを作成

図 5 逐次クラスタリング処理の例。白抜き丸印が、新たに追加されたデータを表す。

計算する。そして、距離が最小のときのクラスタ番号

$$\hat{i} = \underset{i}{\operatorname{argmin}} d(\mathbf{f}_t, \mathbf{c}_i) \quad (1)$$

を得る。もし、最も距離が小さいクラスタとの距離が閾値  $\tau$  以内ならば、入力データを  $\hat{i}$  番目のクラスタに追加し、そのクラスタに属する特徴量の平均でそのクラスタの代表を更新する (図 5 (i))。一方、クラスタの代表の集合が空集合、または最も距離が小さいクラスタとの距離が閾値  $\tau$  よりも大きければ、入力画像を新たな衣服であるとし、新規クラスタとして登録する (図 5 (ii))。

なお、本発表では、入力された特徴と各クラスタの代表との距離比較  $d(\cdot, \cdot)$  には、ユークリッド距離を用いる。

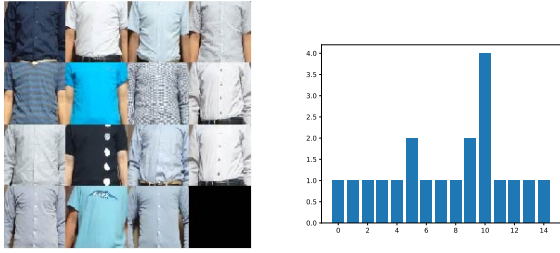
最後に、各クラスタ内の画像枚数を集計する。上下の衣服ごとに集計を行ない、衣服の着用回数を出力する。

## 4 実験

### 4.1 データセット

システムを評価するため、実際の着衣データを収集した。本研究で想定するような、毎朝自動的に撮影されたデータ収集するには多くの日数を要するが、短期間で多数のデータを用意するため、服装を様々に変化させながら、服装の組み合わせごとに複数枚の画像を撮影した。なお、本データセットに含まれる被験者数は 1 人である。

撮影に用いた衣服は、上半身としてワイシャツと T シャツ 26 着、下半身ズボン 3 着の組み合わせ 78 組である。各衣服の組み合わせに対し、それを着用した写



(i) クラスタの代表例 (ii) 各クラスタ内の衣服数

図 6 逐次クラスタリングの途中結果

表 1 クラスタリング結果の修正 Rnad 指標による評価

| 特徴量     | 上半身          | 下半身          |
|---------|--------------|--------------|
| HSV 色特徴 | <b>0.259</b> | <b>0.251</b> |
| RGB 色特徴 | 0.180        | 0.140        |

真 250 枚ずつを撮影し、合計 19,500 枚の画像を収集した。その画像をランダムに選択して並べ、仮想的に毎日 1 枚ずつ撮影されたものとした。そして、前半 15,600 枚を閾値  $\tau$  の調整用に、後半 3,900 枚を精度評価に用いた。

人物検出・姿勢推定には、Cao ら [10] の OpenPose を利用した。クラスタリングのための画像特徴量には、色特徴として HSV 色ヒストグラムを利用した。比較手法として、HSV 色特徴量の代わりに RGB 色特徴量を用いる場合も評価した。

#### 4.2 結果

クラスタリングの途中段階での、クラスタの代表例の画像と、その頻度を図 6 に示す。入力した画像に応じて、衣服がクラスタリングされ、それぞれの頻度が可視化できていることがわかる。

また、クラスタリングの精度を評価するため、修正 Rand 指標 [11] による評価を行なった。修正 Rand 指標とは、2 つのラベル割当て結果の間の類似度を評価する指標である。ここでは、全てのデータに対し、クラスタリング処理によって得られたクラスタ番号及び、正解として与えられたクラスタ番号が、それぞれ割当てられているものとする。修正 Rand 指標は、ラベル割当て結果が一致した時に最大値 1 となり、ラベル割当てがチャンスレート以下の際には負の値にもなる指標である。結果を表 1 に示す。表 1 より、HSV 色

特徴でのクラスタリングの方が性能が良いことがわかる。しかし、現状では、修正 Rand 指標のスコアは全体的に低い。特に、類似した衣服であっても、照明の違いなどから別クラスタに分けられることが見られたため、特徴量やクラスタリングの方法を検討する必要がある。衣類を詳細に分類する必要があるため、例えば人物照合で使われている特徴量 [12] などが有効だと考えられる。また、ファッションの分析に用いられる特徴量 [13] も有効だと考えられる。

#### 5 おわりに

本発表では、宅内の見守りカメラに毎朝撮影されるだけで、自動的に衣類の着用頻度が集計できるシステムを提案した。人体姿勢に基づいて入力画像を上半身と下半身に分け、それぞれから抽出した色特徴を用いて逐次的クラスタリングを適用することで、自動的な集計を実現した。

今後の課題として、まず、クラスタリングに用いる特徴量の検討が挙げられる。また、今回は単純な逐次クラスタリング方法を用いたが、他のクラスタリング方法も検討する余地がある。

#### 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP17H00745 の助成を受けたものである。

#### 参考文献

- [1] B. Li, T. Sainath, A. Narayanan, J. Caroselli, M. Bacchiani, A. Misra, I. Shafran, H. Sak, G. Pundak, K. Chin, et al., “Acoustic modeling for google home,” Proceedings of INTERSPEECH 2017, pp.399–403, Aug. 2017.
- [2] Y. Hu, X. Yi, and L.S. Davis, “Collaborative fashion recommendation: A functional tensor factorization approach,” Proceedings of the 23rd ACM international conference on MultimediaACM, pp.129–138 Nov. 2015.
- [3] X. Han, Z. Wu, Y.-G. Jiang, and L.S. Davis, “Learning fashion compatibility with bidirectional LSTMs,” Proceedings of the 25th ACM International Conference on Multimedia, pp.1078–1086, Oct. 2017.

- [4] K. Abe, T. Suzuki, S. Ueta, A. Nakamura, Y. Satoh, and H. Kataoka, “Changing fashion cultures,” *Computer Research Repository*, pp.1–9, Aug. 2017. <http://arxiv.org/abs/1703.07920>
- [5] 嵐 一樹, 手塚太郎, “画像処理を用いたパーソナライズドコーディネートシステム,” 第10回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, pp.1–7, March 2018.
- [6] 辻田 暉, 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, pp.85–88, Sept. 2009.
- [7] A. Sato, K. Watanabe, M. Yasumura, and J. Rekimoto, “suGATALOG: Fashion coordination system that supports users to choose everyday fashion with clothed pictures,” *Proceedings of the 15th International Conference on Human-Computer Interaction*, pp.112–121, July 2013.
- [8] P. Tangseng, K. Yamaguchi, and T. Okatani, “Recommending outfits from personal closet,” *Proceedings of the 2018 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision*, pp.269–277, March 2018.
- [9] M. Ackerman and S. Dasgupta, “Incremental Clustering: The case for extra clusters,” *Advances in Neural Information Processing Systems 27*, pp.307–315, Dec. 2014.
- [10] Z. Cao, T. Simon, S.-E. Wei, and Y. Sheikh, “Realtime multi-person 2d pose estimation using part affinity fields,” *Proceedings of the 2017 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp.7291–7299, July 2017.
- [11] E. Boutellaa, A. Hadid, M. Bengherabi, and S. Ait-Aoudia, “On the use of kinect depth data for identity, gender and ethnicity classification from facial images,” *Pattern Recognition Letters*, vol.68, pp.270–277, July 2015.
- [12] L. Bazzani, M. Cristani, and V. Murino, “Symmetry-driven accumulation of local features for human characterization and re-identification,” *Computer Vision and Image Understanding*, vol.117, no.2, pp.130–144, Feb. 2013.
- [13] E. Simo-Serra and H. Ishikawa, “Fashion Style in 128 Floats: Joint Ranking and Classification using Weak Data for Feature Extraction,” *Proceedings of the 2016 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp.298–307, June 2016.