

個人の服装を考慮した髪型画像検索手法

川岸 樹奈^{1,a)} 内海 ゆづ子^{1,b)} 岩村 雅一^{1,c)} 黄瀬 浩一^{1,d)}

概要：流行の髪型を知るために、あるいは自分に似合う髪型を探すために、多数の髪型を掲載したヘアカタログサイトを利用する機会が増えている。これらのヘアカタログサイトでは、ユーザが選択した髪型のキーワードで髪型を検索できるが、検索結果は誰が検索しても同じである。本研究では、髪型の検索結果にユーザの嗜好を反映させて、ヘアカタログサイトをより使いやすくすることを目指す。本稿ではユーザの服装画像からユーザの嗜好を推定し、ヘアカタログサイトの髪型画像をユーザの嗜好に沿った順番にリランキングする手法を提案する。

キーワード：画像処理，髪型，ファッション，画像検索手法

1. はじめに

美容室に行く際、なりたい髪型を HOT PEPPER beauty^{*1}や楽天 beauty^{*2}などのヘアカタログサイトで検索する機会が増えている。ユーザはこれらのサイトで、『ショート』『ロング』といった髪の長さを表す単語や、『ナチュラル』や『キュート』といった髪型の雰囲気やイメージを形容したキーワード（以降、髪型のイメージと呼ぶ）を選択し、自分のなりたい髪型画像を検索する。ヘアカタログサイト上の髪型画像には、髪の長さやイメージのキーワードラベルが付加されており、ユーザが選択したキーワードと一致したものが検索結果として出力される。

しかし、ユーザは自分の嗜好に合った髪型を探しているにも関わらず、出力された髪型画像群の中に自分の嗜好と合わないものが含まれていることがある。このような現象は、検索キーワードに対する認識が人によって異なるために起こると考えられる。例えば、『ショート』や『ロング』といった髪の長さを表す単語では人々の認識に差異はほとんどないが、『ナチュラル』や『キュート』といった髪型のイメージには個人の嗜好が大きく影響するため、どのような髪型を『キュート』な髪型であると認識するかは人によって異なる。そのため、ユーザの嗜好を検索キーワードのみで表している現在のヘアカタログサイトでは、選択さ

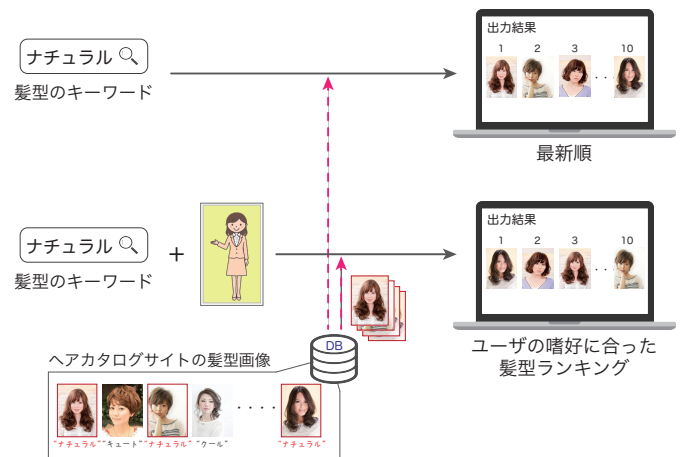


図 1: 本研究の概要

れた検索キーワードが同じ『キュート』であれば、一人一人認識が異なるにも関わらず誰でも一緒に髪型画像を出力してしまう。こうした問題を解決するためには、ユーザー一人一人の嗜好に合った髪型画像を提示する手法が必要である。

ユーザの嗜好に合った髪型画像を出力するために、人の嗜好をモデル化し、それを髪型画像検索に反映させることを考える。人の嗜好をモデル化する手法として、Kovashkaらは個人に合わせた画像の属性識別器生成の手法を提案している [1]。例えば、靴の画像を例にとると、いくつかの靴画像に対してユーザに相対的な属性（例えば、どの靴がよりフォーマルか）を評価させ、それをもとに個別の属性識別器を生成することで、人の嗜好をモデル化している。この手法を髪型画像に適用しようとするれば、ユーザに手動で

¹ 大阪府立大学大学院工学研究科
^{a)} kawagishi@m.cs.osakafu-u.ac.jp
^{b)} yuzuko@cs.osakafu-u.ac.jp
^{c)} masa@cs.osakafu-u.ac.jp
^{d)} kise@cs.osakafu-u.ac.jp
^{*1} <https://beauty.hotpepper.jp/catalog/>
^{*2} <https://beauty.rakuten.co.jp/style/>

複数枚ラベルづけしてもらった必要があり煩わしい。また、ユーザの購買情報をもとに協調フィルタリングを用いてユーザの好みに沿った商品を推薦する Amazon.com のレコメンデーションシステム [2] もあるが、これは膨大なユーザ数もたらすデータの蓄積によって成り立っており、個人のデータの蓄積がない髪型に対して、同様の手法を用いることは不可能である。

そこで本稿では、ユーザの嗜好を服装を用いて抽出する。服装は人間の容姿において髪型と同様に個人の嗜好を表現するものの一つである。可愛い服装をしている人の髪型は巻き髪が多く、ボーイッシュな服装を好む人は髪型もクールな髪型をしているように、服装の嗜好と髪型の嗜好には関連がある。また、服装の好みや系統は頻繁に変わるものではない。このことから、人の嗜好を服装から推測可能であると予測される。ユーザの服装からユーザ個人の嗜好を推定し、その結果をキーワードのみで検索した結果に反映させることで、ユーザの嗜好に合った髪型画像を提示する手法を提案する。従来の髪型検索と、本研究での髪型検索を比較したものを図 1 に示す。図 1 上段のように、従来のヘアカタログサイトでは、キーワードのみの検索であった。これに対して、提案手法では、図 1 下段に示すように、キーワードと、ユーザの服装を用いて髪型データベースの検索をすることで、よりユーザの嗜好に沿った髪型画像検索を実現する。

2. 関連研究

近年、ファッションの研究は数多くされており、さまざまな手法が提案されている。その多くは服装に関する研究で、髪型に関する研究は限られている。髪型を扱った研究としては、Liu らは、ユーザの顔画像に対して、似合う髪型や化粧を推薦するシステムを開発している [3]。このシステムでは、さまざまな人物の画像を集めたデータベースから、髪型、化粧の推薦モデルを作成し、ユーザの顔画像に合わせた髪型をテンプレートの中から選択する。顔に合った化粧や髪型を推薦してくれるが、ユーザの好みは反映されていないため、ユーザ好みに合った髪型が推薦されるには限らない。他に、髪型を認識・合成する手法 [4] が提案されている。この手法では、64 種類、約 3 万枚の髪型画像を収集し、そのデータを深層学習に適用して、髪型の認識や合成・編集を実現している。髪型の合成や編集をして、自分に似合う髪型を探す補助を目的としているが、ユーザの好みをもとに推薦を行う手法ではない。他にも、髪型を CG で描画するためのモデル化 [5] などが行われている。

また、ユーザの好みに合わせたファッションの推薦に関しても、多くが服装の推薦である。協調フィルタリングを用いて個人の好みにあった服装を推薦する手法 [6] や、ユーザの持っている服装の中で、状況に応じた服装の組み合わせを推薦するシステム [7] が提案されている。いずれも、

服装の推薦をしており、髪型を推薦するものではない。

3. 提案手法

本稿では、ユーザの服装から嗜好を推測し、ユーザの嗜好に合った髪型を推薦する髪型画像検索手法を提案する。提案手法の流れを図 2 に示す。まず図 2①に示すように、ユーザの服装画像と各女性ファッション誌内に掲載されている服装画像の特徴マップを作成し、ユーザの服装画像と最も類似度の高い女性ファッション誌をユーザの嗜好が反映されたファッション誌と決定する。その後、図 2②に示すように、Web 上のヘアカタログサイトでユーザが選択したキーワードと一致した髪型画像の集合の中から、推定されたファッション誌の中の髪型画像と最も近いものから順に並べて出力する。

以下、3.1 で①ユーザの服装画像から最適なファッション誌を決定するための推定方法について、3.2 で②従来のキーワード検索による出力結果にファッション誌の髪型データを付加し、よりユーザの嗜好に合った髪型を出力するための髪型画像の選抜方法 (Hair Re-Ranking) について説明していく。

3.1 入力服装画像に対するファッション誌の推定

まず、ユーザの嗜好をモデル化するために女性ファッション誌を用いる。髪型と服装は人の嗜好に大きく影響を受けているため、それらを用いればユーザの嗜好を推測できると考えられるが、そのためには髪型と服装の関係を表すデータが必要となる。そこで本研究では、それら両方のデータを含む女性ファッション誌を用いる。日本で販売されている女性ファッション誌は図 3 に示すように対象年齢・ファッションの系統別に刊行されている。そこで、ユーザの服装がどの女性ファッション誌の系統に含まれるかを推定することでユーザの嗜好をモデル化する。

次に、ユーザの服装がどの女性ファッション誌の系統に含まれるかを推定する方法について説明する。ユーザの全身が映った画像 1 枚を入力とする。ユーザの服装画像と同じ条件に揃えるために、女性ファッション誌の各ページの中からモデルの全身が写っている領域を検出する。検出には Yang らの手法 [8] を用いて、図 4 に示すような人間の身体を 26 部位に分けた領域を自動的に検出し、頭部から足元まで領域がある人物が写っているものをファッション誌内の服装画像として用いる。

そして、図 2①に示すようにユーザの服装画像と検出した各女性ファッション誌内の服装画像の特徴マップを作成する。特徴量は StyleNet [9] を用いて抽出する。ユーザが撮影する服装画像も女性ファッション誌の服装画像も背景は統一されていない。そのため服装画像をそのまま用いて特徴抽出する際には背景の影響を考慮しなければならない。StyleNet は背景が含まれていても良好に服装の特徴抽出が

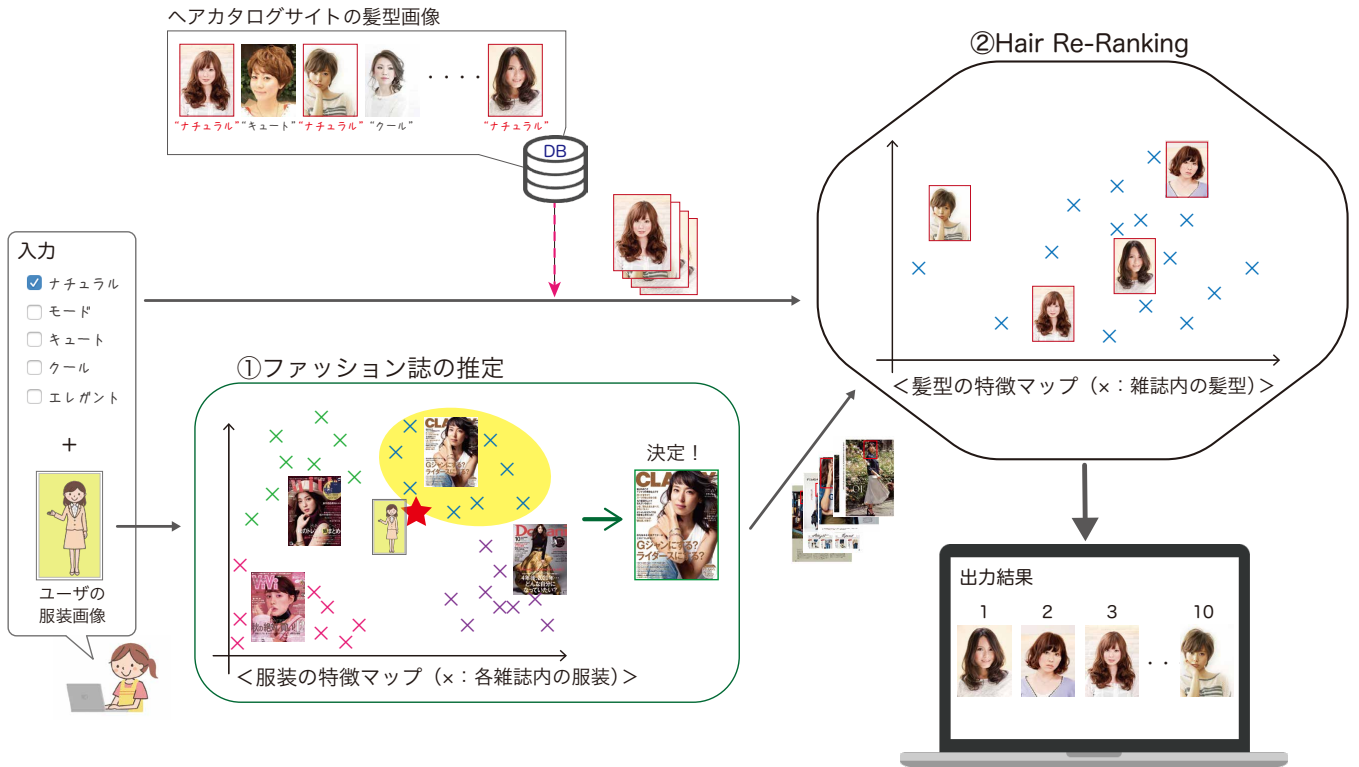


図 2: 提案手法の概要

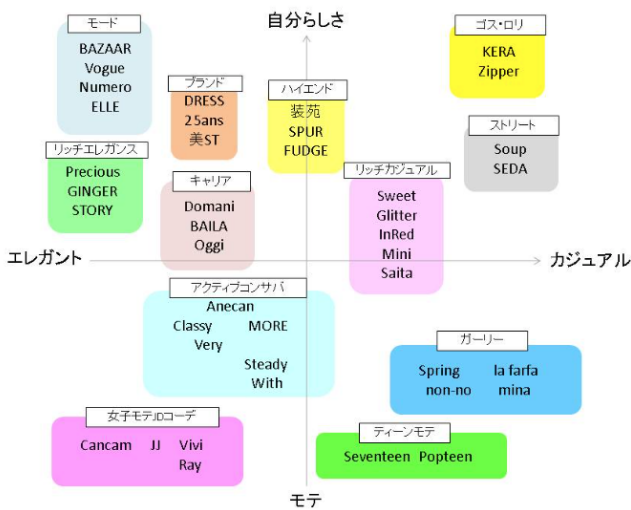


図 3: 女性ファッション誌の分布 (<http://toianna.blog.fc2.com/blog-entry-31.html> より引用)

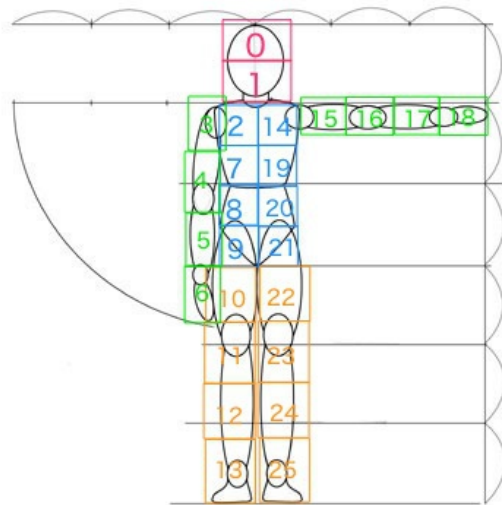


図 4: 人間の 26 部位の詳細

できるネットワークであるため手法として採用する。抽出された特徴量を用いて、ユーザーの服装画像と各女性ファッション誌の服装画像とのユークリッド距離を計算する。一つの女性ファッション誌内のすべての服装画像とユーザーの服装画像のユークリッド距離の総和が最も低い女性ファッション誌をユーザーの嗜好が反映された女性ファッション誌と決定する。決定したファッション誌内の顔画像を検出し、次の Hair Re-Ranking に使用する。

3.1.1 StyleNet

StyleNet [9] は、Simo-Serra Edgar らの研究によって開発された、多様なファッション画像を効果的に分類できる特徴量抽出手法である。全身が写った服装画像を入力とし、128次元の特徴ベクトルを出力する。ランキングロスと識別ロスを合わせて畳込みニューラルネットワークを学習させることで、背景が異なる服装データセットに対しても良好に特徴抽出が行えることを示している。

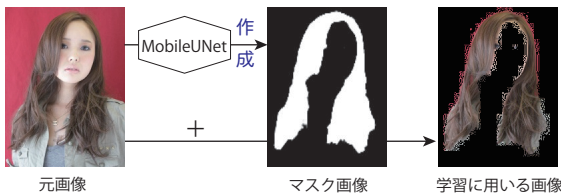


図 5: 学習に用いる髪型画像の作成

3.2 Hair Re-Ranking

ユーザの嗜好に合った髪型画像を得るために、ユーザが選択したキーワードと一致したヘアカタログサイトの髪型画像をリランキングする。

図 2②に示すように、ヘアカタログサイトの髪型画像と 3.1 で推定した女性ファッション誌内の髪型画像の特徴マップを作成する。このとき用いるファッション誌内の髪型画像は、3.1 で推定に用いた全身が写っている人物の頭部領域を切り出したものである。それぞれの髪型画像の特徴量を抽出するにあたり、StyleNet のような背景に影響を受けず髪型の特徴抽出を行えるネットワークは我々の知る限り存在しないため、本稿では VGG19 [10] を用いて髪型特徴抽出器を作成する。

まず、背景の影響を取り除くために髪型のセグメンテーションを行う。図 5 に示すように、ヘアカタログサイトと女性ファッション誌の髪型画像を MobileUNet [11] を用いて髪型領域を抽出したマスク画像を作成し、元画像とマスク画像を重ね合わせることで背景に影響されない髪型画像を得る。

次に、上記で得られた髪型画像のうちヘアカタログサイトの髪型画像のみを学習に用いて特徴抽出器を作成する。作成後、ヘアカタログサイトと推定された女性ファッション誌の髪型の特徴を抽出し、特徴マップを作成する。ヘアカタログサイトの髪型画像一枚一枚に対し、女性ファッション誌内のすべての髪型と比較しユークリッド距離の総和を求める。総和が低いものから順に並び替えることで、ユーザの嗜好が反映された髪型画像を提示する。

3.2.1 MobileUNet

MobileUNet [11] は、U-Net [12] に MobileNet [13] を組み合わせることで、高速にかつコンパクトに処理を行え、iPad などのデバイス上でリアルタイムで髪を正確にセグメントすることを実現したものである。髪は非常に複雑な構造をしており、学習に必要な正確なマスク画像を得ることが難しい。そこで、粗いセグメンテーション画像に対し、ガイデッドフィルタ [14] を用いた HairSegNet を適用することで髪の毛の細部まで分割することができている。

4. 実験

提案手法の有用性を検証するために実験を行った。本稿では、ユーザの服装画像から女性ファッション誌を推定し

表 1: 楽天 Beauty における髪型のキーワード一覧

髪の長さ (全 5 種類)	ベリーショート, ショート, ミディアム, セミロング, ロング
髪イメージ (全 10 種類)	ナチュラル, キュート, フェミニン, セクシー, エレガント, クール, ストリート, モード, 外国人風, 和服・着物

たという前提のもとで、推定される女性ファッション誌が異なると出力される髪型画像にどのような変化が見られるかを検証する実験を行なった。4.1 では実験条件を、4.2 では Hair Re-Ranking の実験について説明する。

4.1 実験条件

ヘアカタログサイトの髪型画像として、楽天 beauty^{*3}の髪型画像 20,252 枚を用いた。これらの髪型画像には、表 1 に示した髪の長さを表すキーワードと髪型のイメージを表すキーワードのラベルが付与されている。髪型のイメージごとの画像枚数を表 2 に示す。女性ファッション誌は 13 冊 (美的, Cancam, Classy, Domani, eclat, JJ, mina, MORE, Oggi, STORY, ViVi, VOICE, With. 全て 2016 年 10 月号) を用いた。各ファッション誌内の全身が写っている画像枚数を表 3 に示す。また、髪型のセグメンテーションを行う MobileUNet [11] の学習には LFW Part データセット [15] を用いた。

4.2 Hair Re-Ranking

髪型画像の特徴量を抽出する識別器を VGG19 [10] を用いて作成した。学習にはヘアカタログサイトの髪型画像のみを用いた。作成した識別器を用いてヘアカタログサイトと各女性ファッション誌の髪型画像の特徴量を抽出し、ヘアカタログサイトの髪型画像一枚一枚を女性ファッション誌内のすべての髪型と比較しユークリッド距離の総和を求める。総和が低いものから順に並び替え、上位 10 個の髪型画像を出力した。

図 6 は髪型のイメージが『フェミニン』であるときの各女性ファッション誌ごとのリランキング結果である。図 3 の女性ファッション誌の分布図でファッションの系統が大きく異なる Domani と ViVi を比較すると 10 個の髪型画像にばらつきがみられる。また、分布図で同じ“女子モテ JD コード”にカテゴリ化されている JJ と ViVi はリランキングの結果も似通っている。一方で、図 7 は髪型のイメージが『ナチュラル』であるときの各女性ファッション誌ごとのリランキング結果だが、『フェミニン』の結果に比べ上位 3 位をしめる画像に差異がほとんど見られない。

5. まとめと今後の課題

本稿では、ユーザの服装画像からユーザ個人の服装の嗜好を推測し、ユーザの嗜好に合った髪型を推奨する髪型画

^{*3} <https://beauty.rakuten.co.jp/style/>

表 2: ヘアカタログサイトの各髪型イメージの画像枚数 (単位: 枚)

ナチュラル	キュート	フェミニン	セクシー	エレガント	クール	ストリート	モード	外国人風	和服・着物
2321	2288	2091	2013	2044	2149	2314	1484	2113	1435

表 3: 各女性ファッション誌の全身画像枚数 (単位: 枚)

美的	CanCam	Classy	Domani	eclat	JJ	mina	MORE	Oggi	STORY	ViVi	VOICE	With
137	183	157	89	77	64	128	137	27	129	180	11	130

像検索手法を提案した。推定される女性ファッション誌が異なると出力される髪型画像がどのように変化するかの検証を行った。ファッションの系統が似たファッション誌同士はランキング後の髪型画像もかなり似かよる, 系統が離れているもの同士だとランキング後の髪型画像にばらつきが見られた。

ユーザの嗜好を女性ファッション誌だけで推定してしまうと結果はファッション誌数の 13 パターンに収まってしまいうため, 今後, 他の服装データセットを用いることで一人一人異なる結果を提示できるよう実験を行っていく。また, ユーザの服装画像から女性ファッション誌の推定精度の検証とユーザによる評価実験を行っていく。

参考文献

- [1] Kovashka, A. and Grauman, K.: Attribute adaptation for personalized image search, *Proceedings of International Conference on Computer Vision*, pp. 3432–3439 (2013).
- [2] Smith, B. and Linden, G.: Two decades of recommender systems at Amazon.com, *IEEE Internet Computing*, Vol. 21, No. 3, pp. 12–18 (2017).
- [3] Liu, L., Xing, J., Liu, S., Xu, H., Zhou, X. and Yan, S.: Wow! you are so beautiful today!, *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications*, Vol. 11, No. 1s, p. 20 (2014).
- [4] Yin, W., Fu, Y., Ma, Y., Jiang, Y.-G., Xiang, T. and Xue, X.: Learning to Generate and Edit Hairstyles, *Proceedings of ACM Multimedia*, pp. 1627–1635 (2017).
- [5] Hu, L., Ma, C., Luo, L. and Li, H.: Single-view hair modeling using a hairstyle database, *ACM Transactions on Graphics*, Vol. 34, No. 4, pp. 125:1–125:9 (2015).
- [6] Hu, Y., Yi, X. and Davis, L. S.: .
- [7] Liu, S., Feng, J., Song, Z., Zhang, T., Lu, H., Xu, C. and Yan, S.: “Hi , Magic Closet , Tell Me What to Wear !”, *Proceedings of the 20th ACM international conference on Multimedia*, pp. 619–628 (2012).
- [8] Yang, Y. and Ramanan, D.: Articulated pose estimation with flexible mixtures-of-parts, *Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 1385–1392 (2011).
- [9] Simo-Serra, E. and Ishikawa, H.: Fashion Style in 128 Floats: Joint Ranking and Classification using Weak Data for Feature Extraction, *Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 298–307 (2016).
- [10] Simonyan, K. and Zisserman, A.: Very Deep Convolutional Networks for Large-scale Image Recognition, *arXiv preprint arXiv:1409.1556* (2014).
- [11] Levinshtein, A., Chang, C., Phung, E., Kezele, I., Guo, W. and Aarabi, P.: Real-time Deep Hair Matting on Mobile Devices, *arXiv preprint arXiv:1712.07168* (2017).
- [12] Ronneberger, O., Fischer, P. and Brox, T.: U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation, *Proceedings of International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention*, pp. 234–241 (2015).
- [13] Howard, A. G., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., Andreetto, M. and Adam, H.: Mobilenets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications, *arXiv preprint arXiv:1704.04861* (2017).
- [14] He, K., Sun, J. and Tang, X.: Guided image filtering, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 35, No. 6, pp. 1397–1409 (2013).
- [15] Kae, A., Sohn, K., Lee, H. and Learned-Miller, E.: Augmenting CRFs with Boltzmann machine shape priors for image labeling, *Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 2019–2026 (2013).

	リランキング後のヘアカタログサイトの髪型画像									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
美的										
CanCam										
Classy										
Domani										
Eclat										
JJ										
mina										
MORE										
Oggi										
STORY										
Vivi										
VOICE										
With										

図 6: 各雑誌ごとの髪型画像ランキング (髪型のイメージ: フェミニン)

	リランキング後のヘアカタログサイトの髪型画像									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
美的										
CanCam										
Classy										
Domani										
Eclat										
JJ										
mina										
MORE										
Oggi										
STORY										
ViVi										
VOICE										
With										

図 7: 各雑誌ごとの髪型画像ランキング (髪型のイメージ: ナチュラル)