

# 関西学院大学 研究成果報告

2019年3月15日

関西学院大学 学長殿

所属：理工学研究科  
職名：博士研究員  
氏名：飛谷 謙介

以下のとおり、報告いたします。

研究制度	<input type="checkbox"/> 特別研究期間 <input type="checkbox"/> 自由研究期間 <input type="checkbox"/> 大学共同研究 <input type="checkbox"/> 個人特別研究費 <input checked="" type="checkbox"/> 博士研究員 ※国際共同研究交通費補助については別様式にて作成してください。
研究課題	CNNのスタイル特徴と感性指標に基づく印象推定モデルと柄検索システム
研究実施場所	関西学院大学 感性価値創造研究センター
研究期間	2018年 4月 1日 ～2019年 3月31日 (12ヶ月)

## ◆ 研究成果概要 (2,500字程度)

上記研究課題に即して実施したことを具体的に記述してください。

### 1. はじめに

感性的質感認知において、対象物から喚起される多様な印象や情動を定量化・指標化し、モデル化する手法が求められている。これらの技術によって、プロダクトデザインにおいては、人の嗜好や満足といった感性価値に基づくデザイン支援が可能となる。

そこで本研究では、衣服の柄を対象とし、感性指標と関連付けた印象推定モデルの構築、およびそれを応用した柄検索システムの実装を目的とする。これまでテクスチャの研究として、一般物体認識に用いられるCNNであるVGG-19から抽出されるコンテンツ特徴とスタイル特徴を用いて画風を変換する手法がGatysらにより提案され、高精度な結果を示した[1]。本研究では、画像の色合いや質感を表現するのに適したスタイル特徴を柄画像における物理特性として用いる。しかし、物理特性と印象や情動との関係についてはこれまで十分に研究がなされていない。そのため、はじめに衣服の柄に対する印象を定量化する。次に、CNNを用いてスタイル特徴を抽出する。そして、印象と物理特性との関係性をモデル化する。さらに、得られたモデルに基づき、印象値が未知である大量の画像セットに対して印象の推定を行い、その結果をもとに柄検索システムを実装する。また、推定結果に対する定量的な妥当性の検証も行う。

## 2. 印象の定量化

### 2.1. 主観評価実験

本研究では、柄の中で代表的な例の一つである花柄を対象とし、印象を定量化するため、主観評価実験を行った。実験参加者は、学生40名（男性18名、女性22名）であった。刺激は花柄画像75枚を用い、評価語は自由記述実験・適合度実験により選定した形容詞28語と布や質感に関する先行研究から抜粋した形容詞12語の計40語を用いた。手続きとして、液晶にランダムに提示した刺激を観察し、各評価語に関してどの程度当てはまるかを-3から3の7段階で評価してもらった。そして、各刺激の印象の評価点として、40語の評価語それぞれに対する平均点を算出した。

### 2.2. 因子分析

花柄の印象に寄与する潜在因子を抽出するため、評価点を用いて因子分析（最尤法、プロマックス回転）を行った。その結果、6因子が抽出され（表1）、第1因子を「ポップ」因子、第2因子を「凝った」因子、第3因子を「爽やか」因子、第4因子を「斬新」因子、第5因子を「清楚」因子、第6因子を「スタイリッシュ」因子と解釈した。そして、得られた評価点、因子得点を各刺激に対する定量化された印象（印象値）とした。

表1 因子分析結果

	1	2	3	4	5	6
濃い	-1.061	0.316	0.101	-0.256	-0.089	
明るい	0.997	-0.228	0.081	0.109	-0.027	
凝実な	0.984	-0.182	-0.056	0.123	-0.069	
陽気な	-0.863	0.120	-0.132	0.081	0.067	
カラフルな	0.753	0.299	-0.270	0.096	0.106	
凝やかな	0.748	0.243	-0.059	-0.111	0.002	
爽やかな	0.722	0.334	-0.039	0.013	-0.112	
凝り気な	0.691	0.473	-0.131	-0.178	0.495	
凝結心	-0.624	0.269	-0.101	-0.041	0.150	
野暮な	-0.673	0.171	-0.265	0.025	-0.303	
凝り気な	0.588	0.435	-0.155	-0.058	-0.159	
凝り気な	0.489	0.297	-0.029	-0.142	-0.425	
字が字がした	0.457	0.363	0.015	-0.077	-0.333	
凝り気な	-0.413	-0.001	-0.297	-0.125	0.214	
凝り気な	-0.379	-0.057	0.318	0.221	-0.105	
凝り気な	-0.135	1.035	0.095	0.190	0.238	
凝り気な	0.029	-1.006	-0.041	-0.224	-0.276	
凝り気のある	-0.074	0.306	0.247	-0.093	0.006	
ガチャガチャした	-0.023	0.895	0.170	-0.170	-0.321	
ゴージャスな	0.117	0.725	-0.274	-0.184	0.338	
凝り気	0.000	-0.857	0.026	-0.224	0.025	
凝実な	-0.284	-0.600	-0.147	0.080	0.264	
凝り気のある	0.103	0.592	-0.067	0.585	0.020	
凝り気のある	-0.443	0.554	-0.150	0.426	0.170	
凝り気	0.118	0.388	-0.164	0.275	-0.335	
凝り気	0.034	0.037	1.008	-0.069	-0.087	
凝り気	-0.457	0.290	0.061	-0.034	-0.140	
凝り気のある	0.422	-0.087	0.721	0.002	0.253	
凝り気のある	-0.096	-0.022	0.093	-0.885	0.002	
凝り気	0.693	-0.019	0.018	0.655	-0.004	
凝り気	0.153	0.266	0.091	0.520	-0.132	
上品な	-0.056	0.216	-0.076	-0.091	0.993	
凝り気	-0.542	0.126	0.040	0.012	0.725	
凝り気	0.471	0.229	0.419	-0.130	0.623	
凝り気のある	-0.378	-0.224	0.164	-0.010	0.465	
凝り気	-0.046	-0.245	0.287	-0.064	0.274	
凝り気	-0.387	0.206	0.040	0.060	0.284	
凝り気	-0.134	0.275	0.325	0.184	0.099	
凝り気	0.340	-0.180	-0.183	-0.431	0.242	
凝り気	0.179	0.239	0.145	0.171	0.102	

## 3. スタイル特徴の抽出

花柄画像における物理特性として、Gatysらのstyle transferにおけるスタイル特徴を利用した。スタイル特徴は、VGG-19から抽出される特徴マップをGrammatrix化したものである。本研究では、pooling層1, 2, 3, 4で出力されるスタイル特徴を用いた。次元数はそれぞれ64×64, 128×128, 256×256, 512×512であった。

## 4. 印象と物理特性との関係性のモデル化

### 4.1. 回帰手法の検討

印象と物理特性との関係性を明らかにするため、目的変数を印象値、説明変数を各pooling層から出力されるスタイル特徴とする回帰問題を考える。竹本らは、Lasso回帰を用いて、定量化された感性的質感とテクスチャの物理特性との関係性をモデル化した。本研究では、サンプル数N=75に対し、説明変数のスタイル特徴が高次元であるため、過学習を起こすことが予想される。そこで竹本らと同様に、L1正則化を行うことで印象と強い関係のあるスタイル特徴のみを選択できるLasso回帰を用いた。

### 4.2. 印象推定モデルの構築

Lasso回帰を行った結果、各評価語・因子に対し4種類の回帰モデルが得られ、その中で決定係数が最大となったモデルを印象推定モデルとした。また、印象値付きの画像75枚に対し、印象推定モデルを用いて再度印象値を算出した。その後、人が付与した印象値と算出された印象値との相関係数を求めた結果、6因子では平均が0.92、評価語40語では0.85となった。さらに、全印象推定モデルにおける決定係数の平均は、6因子では0.84、評価語40語では0.70となった。

## 5. 柄検索システムの実装

前章で述べた印象推定モデルを用いて、印象値が未知である花柄画像1083枚分のスタイル特徴から、各評価語・因子に対する印象値を画像ごとに算出した。その後、算出された印象値に基づいて柄検索システムを実装した。

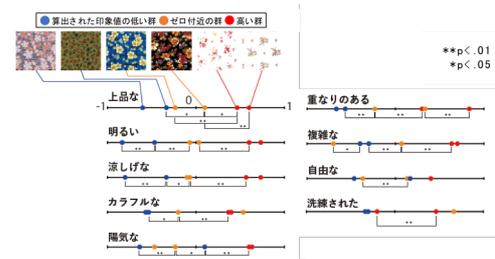


図1 一対比較実験結果

## 6. 妥当性の検証

推定結果に対する定量的な妥当性を検証するため、一対比較実験を行った。手法は、サーストンの一対比較法を用いた。実験参加者は、主観評価実験に参加した学生10名（男性5名、女性5名）であった。刺激は、算出された印象値が高い群・ゼロ付近の群・低い群から主観評価実験で使用していない画像を評価語ごとに2枚選択した計18枚を用いた。評価語は、各因子から選択した9語を用いた。手続きとして、液晶にランダムに提示した2種類の刺激を観察し、各評価語に関してどちらのほうが当てはまるかを評価してもらった。その結果、「上品な」・「明るい」・「涼しげな」では、算出された印象値がゼロ付近の群も含めて、順序構造を精度よく推定できていることがわかった。また、「自由な」・「洗練された」以外の7語においても、算出された印象値の高い群と低い群に有意水準1%で有意差が見られた。各画像の心理尺度値を評価語ごとに図2に示す。これにより、本モデルの有効性を確認した。

提出期限：研究期間終了後2ヶ月以内

※個人特別研究費：研究費支給年度終了後2ヶ月以内 博士研究員：期間終了まで

提出先：研究推進社会連携機構（NUC）

※特別研究期間、自由研究期間の報告は所属長、博士研究員は研究科委員長を経て提出してください。

◆研究成果概要は、大学ホームページにて公開します。研究遂行上大学ホームページでの公開に支障がある場合は研究推進社会連携機構までご連絡ください。