

類似意匠推薦システム実現のための意匠特徴部の検出

古木 拓哉^{1,a)} 岩村 雅一^{1,b)} 岩田 基^{1,c)} 黄瀬 浩一^{1,d)}

概要：意匠とは，商品のデザインのことであり，意匠を知的財産として守る意匠権という権利がある．この権利を取得するために受ける必要があるのが意匠審査である．意匠審査では，申請された意匠と登録されている意匠を比較し，意匠の類似性を調べ，類似した意匠がなければ申請された意匠は登録される．この審査は，年間三万件の意匠に対して審査官の目視によって行われており，審査官の負担が大きい．本研究では，意匠審査に利用できる類似意匠推薦システムを作成することで，比較すべき意匠の数を減らし，審査官の負担を軽減することを目的としている．そのために本稿では，類似性の判断において重要となる，意匠の特徴的な部分を検出する方法を考察し，自動車の意匠を用いて検証する．

1. はじめに

商品のデザインは我々のニーズを先取りするように時代とともに変わってきており，デザインの良し悪しが商品の売上を左右することもある．このようなことから，魅力のあるデザインは，真似されやすい．この問題を防ぐため，意匠権という，商品のデザインを知的財産として守る権利が存在する．意匠権を得るには，特許庁に意匠を申請し，意匠審査を受け，これを通過する必要がある．審査では申請された意匠と既に登録されている意匠（以降，既存意匠と呼ぶ）を比較し，類似したものがなければ登録される．

意匠審査は，毎年申請される約三万件の意匠に対して，図 1 のような出願時に提出される書類にある意匠の六図をもとにして，審査官の目視による比較作業により進められている．この目視による作業は，審査に用いる資料の多さから，審査官の負担が大きい作業となっている．もし，申請された意匠に対して，比較的類似している意匠や意匠以外の参考資料（以降，類似意匠と呼ぶ）を推薦できれば，審査員は多くの資料の中から優先的に見るべき資料を知ることができ，審査の効率化において大変有用である．また同時に，申請意匠と類似意匠のどの部分が似ているかという情報も同時に表示できれば，人による比較作業の補助もでき，審査をさらに効率化できる．

審査で用いられているものではないが，特許庁が一般向けに公開している類似意匠を検索するシステムとして，「画

像意匠公報検索支援ツール」^{*1}というものがある．これは，株式会社日立製作所が開発した，高速類似画像検索技術「EnraEnra」[1]を用いて，類似意匠図面検索を行うことができる．しかし，このシステムは主に線画の意匠を扱うものであり，図 2 に示すように自動車のような 3 次元物体の意匠に対して望ましい検索結果を得ることは，現状難しい．

そこで我々は，3 次元物体の意匠審査でも利用できる類似意匠推薦システムを作成することで，審査官の補助を目指す．システム作成にあたり，意匠登録されている 3 次元物体の中で多くの種類が存在する自動車の意匠を扱う．意匠審査では，意匠の中で特に特徴的であり，既存の類似意匠との差別化につながるとされる領域を選び，その領域と類似している既存の類似意匠を列挙し，順に比較する．類似意匠との差別化が可能な領域というのは，意匠の識別に有効な領域であると考えられる．そこで，そのような領域を可視化し，目視で検証する．具体的には，Convolutional Neural Network(CNN) [2]を用いて自動車の識別器を作成し，テスト画像を申請意匠に見立てて識別し，識別に有効な部分を可視化する．

2. 意匠特徴部検出システム

システムの流れを図 3 に示す．システムでは，まず，CNN を用いて自動車の意匠の識別器を作成する．そして，識別器が抽出した特徴量をもとに識別する際に有効となる部分（以下，注目部分と呼ぶ）を可視化する手法を用いて，未知の意匠において類似意匠と類似する部分として出力する．また，識別器に未知の意匠を入力した時の識別結果を，

¹ 大阪府立大学
Osaka Prefecture University
a) furuki@m.cs.osakafu-u.ac.jp
b) masa@cs.osakafu-u.ac.jp
c) iwata@cs.osakafu-u.ac.jp
d) kise@cs.osakafu-u.ac.jp

^{*1} <https://www.graphic-image.inpit.go.jp/>



図 1 六面図

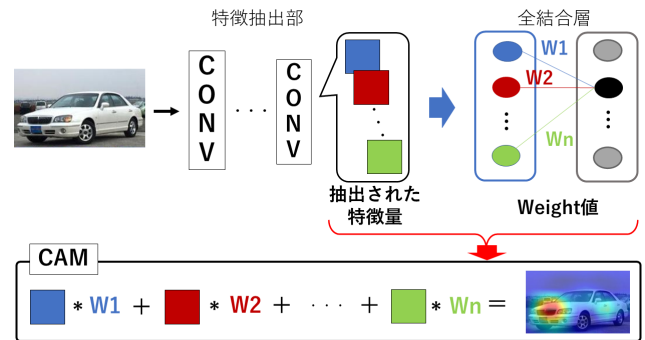


図 4 Class Activation Mapping(CAM) の概要

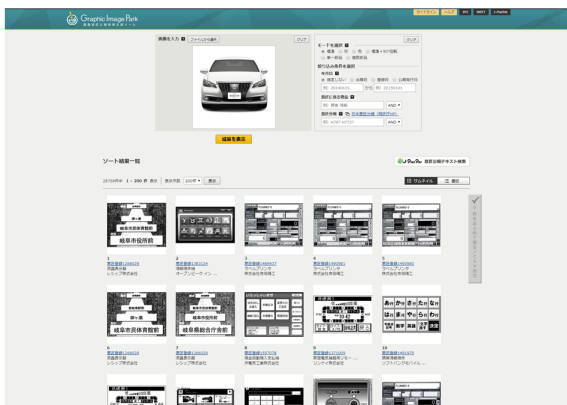


図 2 画像意匠公報検索支援ツールの検索例

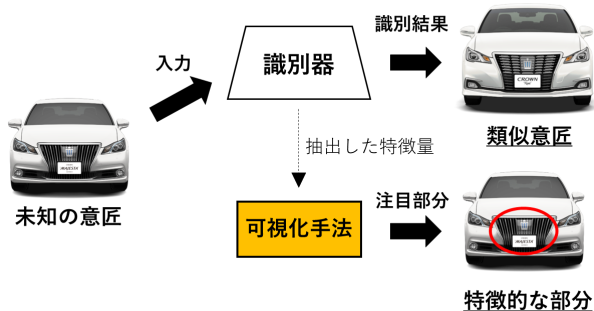


図 3 意匠特徴部検出システムの概要

未知の意匠に対する類似意匠として出力する。

2.1 学習用データセット

自動車の意匠の識別器を作成するためのデータセットを作成する。データセットは、インターネットにて車種別に画像を検索することで収集する。ここで画像に写る自動車は、前後左右様々な方向から撮影されたものが存在しているが、本稿では自動車同士の意匠について違いが分かりやすい自動車の正面部が映る画像を使用する。

2.2 識別機に使用するネットワーク

識別器に使用するネットワークには、Simonyan らの VGGnet [3] を使用する。これは大規模画像認識の協議会 ILSVCRC2014 の Classification 分野で一位となったネットワークである。層の数は畳み込み 13 層と全結合層 3 層の合計 16 層からなり、一般的な畳み込みニューラルネットワークに比べて大きな違いはなく、シンプルな構造となっている。VGGnet の特徴的な処理に、最後の畳み込み層で得られる結果（縦 14 x 横 14 x チャンネル 1024）について、チャンネル毎に平均を計算する処理がある。この処理の結果を後述する可視化手法で用いる。

2.3 可視化手法

前節で作成した識別器を解析して、自動車の識別に有効な部分を入力する。これには Zhon らの Class Activation Mapping(CAM) [4] を使用する。この手法は CNN が識別時に注目した部分を可視化する手法である。手法の概要を図 4 に示す。まず、CNN によって出力された特徴量が、最終的な識別結果にどう影響を与えるのかを全結合層の weight 値より判定する。その値を重みにして、入力された画像から抽出された特徴量を足し合わせると、入力画像において最終識別結果に影響を与える部分を推定できる。ここで、可視化の際に使用する weight 値は、識別器が出力結果を決めたときに決定される。つまり、出力されるクラス毎に可視化結果は異なる。

3. 実験

意匠特徴部検出システムを用いた意匠の特徴的な部分を検出において、2 つの検証実験を行う。一つ目の実験では、システムが識別器に登録された意匠において特徴的な部分を検出できるかを検証するため、識別器の学習に用いた車種の画像を入力として、識別に有効となる部分を出力する。二つ目の実験では、システムが未知の意匠において特徴的な部分を検出できるかを検証するため、システムに未知の意匠を入力し、識別結果と注目部分を出力する。

表 1 システム学習用データセットに用いた 20 車種

Alphard	Aqua(2012 年モデル)
Aqua(2015 年モデル)	BMW 320i
Crown Athlete	Cube
Days	Fit
Miraes	Moco
Note X	Odyssey
Passo	Prius(2010 年モデル)
Prius(2016 年モデル)	Serena
Sienta	Spade
Voxy	Xtrail

3.1 実験条件

本実験では、システムの学習用データセットに、中古車販売サイト「グー net」^{*2}に掲載されている自動車画像を使用した。学習用データセットは表 1 に示す 20 種類の自動車からなり、1 種類当たり約 400 枚から 600 枚の画像が存在し、合計 10046 枚であった。また、一つ目の実験におけるテスト用データセット（以下、テスト用データセット 1 と呼ぶ）として学習に用いた 20 種類の自動車の画像を 50 枚ずつ、二つ目の実験におけるテスト用データセット（以下、テスト用データセット 2 と呼ぶ）として学習に用いた 20 車種とは別の 2 種類の自動車（ヒュンダイ XG, ホンダ life）の画像を 10 枚ずつ用意した。これらの画像のサイズは統一されていなかったため、すべての画像に対し短辺と長辺が同じ長さになるようにパディングを行ったあと、224x224[pixel] にリサイズした。

3.2 登録された意匠の特徴的な部分の出力

実験の概要を図 5 に示す。学習用データセットをもとに作成したシステムに、テスト用データセット 1 の自動車画像を入力したときのシステムが注目した部分を出力した。

出力結果のうち、BMW と PRIUS の自動車画像を入力したときの結果を図 6 に示す。この結果を見るとシステムは、画像に写る自動車の方向に関わらず、同じ一部分に注目していることがわかる。このことから、自動車を識別する際に有効とする部分は意匠の一部に収束されるといえる。

つぎに、自動車の意匠についてシステムが特徴的と判断した部分を図 7 に示す。図は上側が入力画像、下側がシステムが注目した部分である。それぞれの図から、システムは自動車の意匠において、フロントライト、フロントグリル、ボンネットの形状に注目することが多いことがわかる。一般的にこうした部分は自動車において違いが出やすい、すなわち自動車のオリジナル性が表れやすい部分である。これらの部分は意匠審査で類似意匠と比較をする際の領域となりえることから、意匠の特徴的な部分は検出できるといえる。

^{*2} <https://www.goo-net.com/>

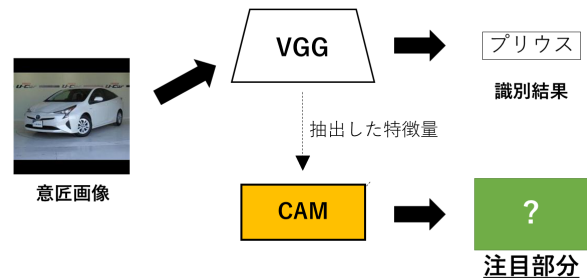


図 5 自動車の意匠における特徴的な部分を出力する実験の概要

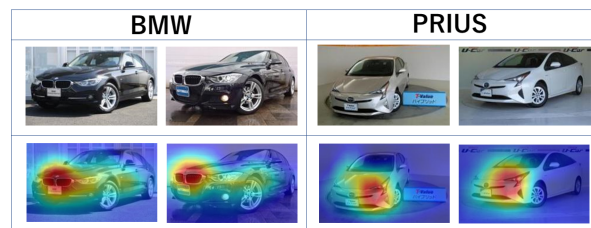


図 6 「BMW 320i」と「PRIUS」についてシステムが注目した部分

3.3 未知の意匠の特徴的な部分の出力

実験の概要を図 8 に示す。学習用データセットを用いて作成したシステムに、テスト用データセット 2 に含まれる自動車画像を入力する。なお、テスト用データセット 2 に含まれる自動車はシステムにとって未知の意匠を持つ自動車であり、システムが識別できる 20 種類の自動車のどれにも属さないものである。

システムの識別結果と注目部分の出力を図 9 に示す。上段が入力した意匠、中段が識別結果の意匠、下段が入力した意匠においてシステムが注目した部分である。また、それぞれの図のうち、最も右側の列は最も多く出力された識別結果と異なるものが出力された時の結果である。

未知の画像に対してシステムが注目した部分は、どちらもフロントグリル付近であることがわかる。このことについて、入力した意匠と識別結果として出力された意匠において、システムが注目した部分を比較すると、どちらの未知の意匠についてもフロントグリルの形状が類似していることが見て取れる。このうち、ヒュンダイ XG は韓国の現代自動車であり、一般的にフロントグリルにおいて、システムが最も多く識別結果として出力したドイツの BMW 社の自動車に似ているとされている自動車である。このことから、システムは意匠の特徴を捉えているといえ、また、注目した部分は未知の意匠の特徴的な部分をいえるのではないかと考えられる。ホンダ life については、ヒュンダイ XG のような一般的な情報は存在しないが、システムが注目した部分を見ると、フロントグリル周辺の形状が類似していることから、ヒュンダイ XG の結果と同様に意匠の特

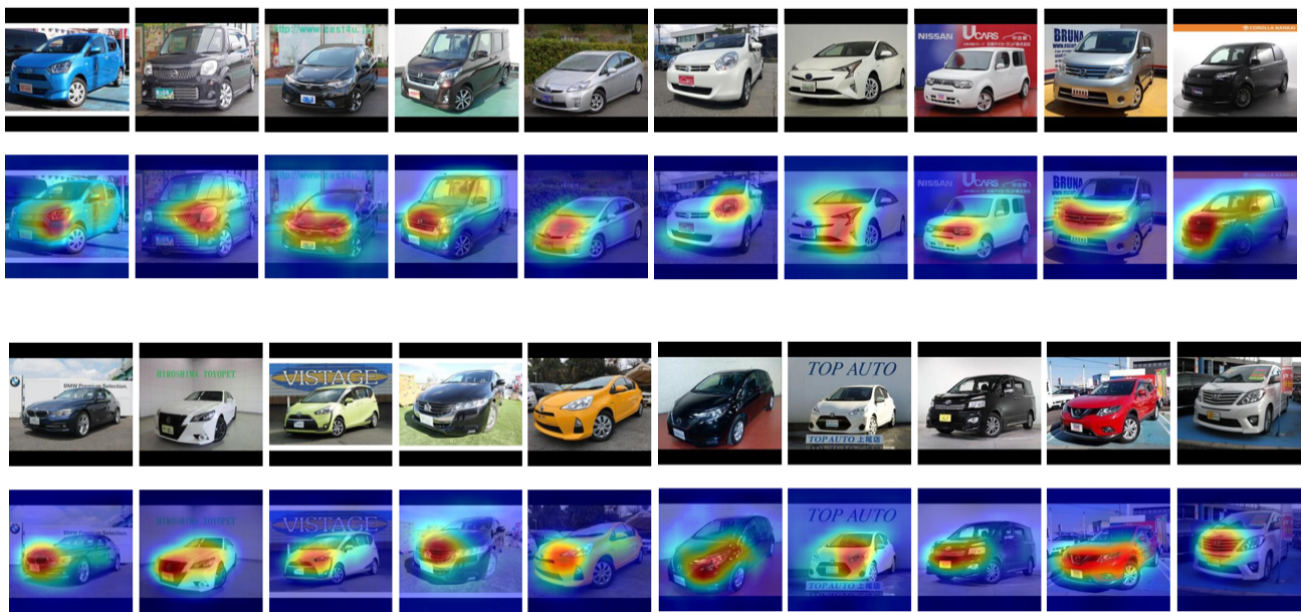


図 7 自動車の意匠でシステムが注目した部分

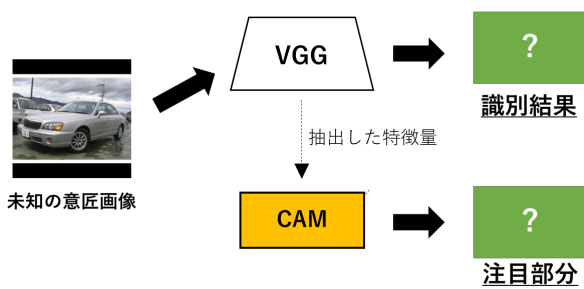


図 8 未知の意匠の特徴的な部分の出力実験の概要

徴的な部分を検出できているといえる。

また、図 9 における最も右の列の結果について、システムは他の入力画像とは異なる識別結果を出したことについて考察する。まず、ヒュンダイ XG の結果では、意匠の特徴的な部分とされるフロントグリルが、入力画像においてほとんど見えていないことから、システムが意匠を正しく認識できなかったことが原因であると考えられる。ホンダ life の結果では、入力画像の意匠の色が黒であり、画像撮影時の反射光などの影響により、システムが意匠を正しく認識できなかったことが原因であると考えられる。

ここで、図 9 でシステムが注目した部分について、3.2 節の結果である図 7 を交えて考察する。未知の意匠においてシステムが注目した部分であるフロントグリルとその周辺の領域は、システムの識別結果として出力した意匠について 3.2 節で行った実験の結果(図 7 の上段右から 2 番目、下段最左側)を見てみると、同じであることがわかる。このことから、システムは未知の意匠を持つ自動車を、学習

に用いた自動車のなかで、意匠の特徴的な部分が類似している自動車に識別していると考えられる。つまり、システムは意匠の特徴的な部分をもとにした類似検索を行える可能性があるといえる。

次に、図 9 の結果とは別の意匠の特徴的な部分について考える。一般的に、意匠における特徴的な部分は一つとは限らない。そこで、未知の意匠を入力したときのシステムの出力を増やすことで、複数の意匠の特徴的な部分を検出できないか検証した。図 10 はヒュンダイ XG を入力した際の識別結果とシステムが注目した部分を、出力層の値が大きい順に 4 番目まで示したものである。2 番目のシステムが注目した部分は、1 番目の時と同様にフロントグリル周辺を示していることがわかる。これは、図 7 の結果より、多くの車種についてフロントグリル周辺に注目することが多かったことが原因としてあげられる。しかし、これはフロントグリル周辺において、二つ目の類似した意匠を表示していると考えられる。2 番目の識別結果の意匠を見ると、フロントグリルの端の形状が類似していることがわかる。3 番目以降は、システムが注目する部分が広く分散していつていることから、意匠の特徴的な部分を絞ることはできないが、これは、システムに学習した意匠 20 種類の中に、未知の意匠と類似しているものが少数しかなかったことが考えられる。このことから、学習に用いた意匠の中に未知の意匠と類似している意匠が多数あった場合、特徴的な部分に対して複数の類似意匠の検索や、複数の意匠の特徴的な部分の検出ができる可能性があるといえる。今後は、学習に用いる意匠の数を増やすことで複数の意匠の特徴的な部分の検出を検証する。

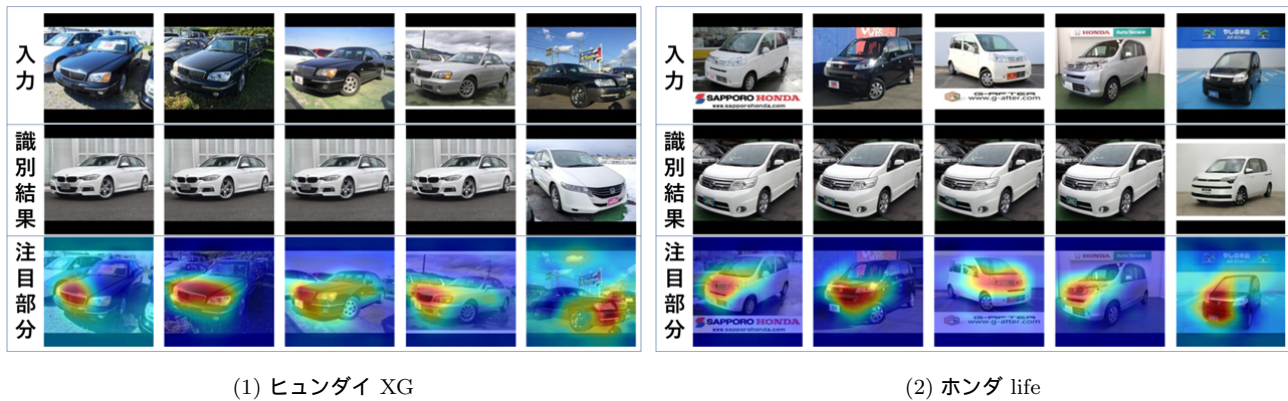


図 9 未知の意匠を入力したときの識別結果と注目部分

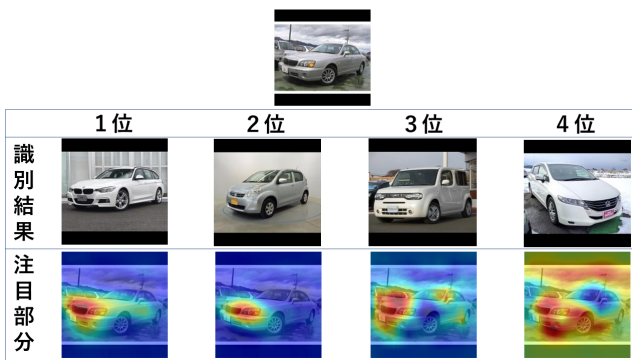


図 10 ヒュンダイ XG (上段の画像) を入力したときの複数の識別結果と注目部分

4. まとめ

本稿では、類似意匠推薦システム実現のために、物体識別器を用いて自動車の意匠で特徴的となる部分の検出した。システム実現にあたって、自動車の意匠において識別器が識別する際に注目する部分を意匠の特徴的な部分と仮定した。検証実験からシステムは自動車の意匠の特徴的な部分の検出することができ、また、より多くの特徴的な部分の検出や、特徴的な部分をもとにした類似意匠の検索の可能性を見いだせた。しかし、検出した意匠の特徴的な部分が、意匠審査において実際にどの程度正しいかは、実際に意匠審査に携わっている者にしか評価できないと考える。

今後は、システムが検出した意匠の特徴的な部分について、意匠審査関係者による評価実験を行うと同時に、複数の意匠の特徴的な部分の検出について、検証を進めていく。そして、この特徴的な部分をもとにした類似意匠の検索を行うことで、類似意匠推薦システムの実現を目指す。

参考文献

- [1] 廣池 敦ほか：類似画像検索システム「EnraEnra」(企業における AI 研究の最前線), 人工知能, Vol. 29, No. 5, pp. 430-438 (2014).
- [2] LeCun, Y., Bottou, L., Bengio, Y. and Haffner, P.:

Gradient-based learning applied to document recognition, *Proceedings of the IEEE*, Vol. 86, No. 11, pp. 2278-2324 (1998).

- [3] Simonyan, K. and Zisserman, A.: Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition, *arXiv preprint arXiv:1409.1556* (2014).
- [4] Zhou, B., Khosla, A., Lapedriza, A., Oliva, A. and Torralba, A.: Learning Deep Features for Discriminative Localization, *arXiv preprint arXiv:1512.04150* (2015).