

違和感の定量化のための画像分析とその応用に関する研究

神谷 浩平 指導教員：村上 和人

1 はじめに

図 1 に示すように物体の色を変えることでその物体を目立たせることが可能である。物体を目立たせることは、マーケティング分野では目立つ看板の作成、運転時の注意喚起では注意する物体を目立たせるといったことに応用できる。しかし、物体の色を加工することで加工後の物体に違和感が生じる可能性がある。このような違和感はマーケティング分野であれば顧客の不快感を引き起こす要因に、運転時の注意喚起では運転手へのストレスの要因となる。

本研究では、画像内に生じる違和感に影響する画像特徴を明らかにすることを目的とし、画像内で人が違和感を感じる領域を分析した。分析の結果、人が違和感を感じる領域は①彩度の輝度値が高い、②画像全体と比較して彩度の輝度値が高い、③画像全体と色味が違うという特徴がみられた。この 3 つの特徴が違和感に影響しているかを確認するために 3 つの特徴から違和感量推定式を作成した。そして違和感量推定式を用い、画像内の違和感量を示す画像を作成し、人が違和感を感じる領域との相関値を求める実験を行った。その結果、違和感量推定式に用いた 3 つの特徴が違和感に影響していることを確認した。

2 画像分析

2.1 人が違和感を感じる領域の抽出

本研究では違和感を「画像内の物体を実世界の物体としてとらえた場合に生じる不自然さ」と定義する。実験参加者にディスプレイで画像を提示し、画像内で違和感を感じる領域を線で囲うように指示することで、画像内で人が違和感を感じる領域を抽出した。2.3 節の分析で使用するため、違和感を感じる領域とその領域に感じる違和感量および最も多くの実験参加者が違和感を感じる領域とその領域に違和感を感じる人数の割合を抽出した。

2.2 抽出した領域の分析に用いる画像特徴

予備実験より色が違和感に影響しているという結果が得られたため、画像分析では色特徴に着目する。また、人が色を知覚する仕組みと類似している HSV 色空間を用いる。HSV 色空間の各色要素の輝度値、顕著度、ヒストグラムに着目する。色要素の顕著度は、色要素の顕著性画像における注目領域内の平均輝度を示す[1]。着目した理由



図 1: 物体が目立つように色を加工した例

はそれぞれ、単純な色要素の値であるため、周辺に比べて色要素が顕著な領域に違和感を感じると考えたため、分析する領域の中で最も多くの割合を占める値がその領域の色を決めると考えたためである。また、違和感を感じる領域の特徴は画像全体の特徴と異なると考え、人が違和感を感じる領域を R 、画像全体から R を除いた領域を \bar{R} として、それぞれの領域における特徴量の差も用いる。HSV 色空間における各色要素の① R 内の平均輝度値、② R 内と \bar{R} 内の平均輝度値の差の絶対値、③ R 内の顕著度、④ R 内と \bar{R} 内の顕著度の差の絶対値、⑤ R 内と \bar{R} 内のヒストグラムが最大になるときの輝度値の差の絶対値、の 5 つの特徴を分析に用いる画像特徴とする。

2.3 人が違和感を感じる領域の分析

本研究では、人が感じる違和感量に個人差が生じる可能性があるため 2 つの分析を行う。まず人が違和感を感じる領域の画像特徴とその領域に感じる違和感量との相関値を求める。違和感量は違和感を感じる領域を抽出する際に 5 段階評価で実験参加者の口頭により回答を得る。次に、違和感量は個人差が生じる可能性があるため、違和感を感じる人数の割合が高いほど違和感量が多いと仮定し以下の分析を行う。ここで本稿では、違和感の程度が強い、大きい、高い、を統一的に「違和感量が多い」と表記している。違和感を感じる領域の抽出に用いた各画像について最も多くの実験参加者が違和感を感じる領域を抽出し、その領域の画像特徴とその領域に違和感を感じる実験参加者の割合との相関値を求め、違和感を感じる人数の割合が高い領域を分析する。

2.4 人が違和感を感じる領域分析の結果

2 つの分析方法のそれぞれについて、3 種類の色要素および 5 つの画像特徴を用い、15 の相関値を算出した。1 つ目の分析方法の結果は相関値が $-0.3 \sim 0.2$ となり、高い相関値を示すものがみられなかった。これは実験参加者間で画像内の同一領域に違和感を感じた場合においても、感じる違和感量異なることが原因であると考えられる。2 つ目の分析方法の結果は違和感を感じる人数の割合と彩度の画像特徴①、彩度の画像特徴②、色相の画像特徴⑤について高い相関値を示し、それぞれ 0.73, 0.80, 0.65 となった。高い相関値を示した特徴の分布を図 2 に示す。

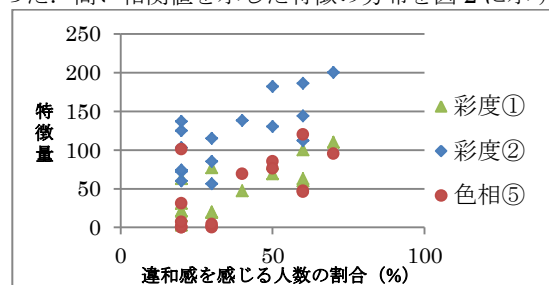


図 2: 高い相関値を示した特徴の分布

3 違和感量の推定

3.1 違和感量推定式

2.4 節の分析結果で高い相関値を示した 3 つの特徴を用いて任意の大きさの ROI 内の違和感量の推定式

$$UF = aS_{ave} + bS_{diff} + cH_{dis} + d \quad (1)$$

を定義する．ここで， UF は違和感量を， S_{ave} は ROI 内の彩度の平均輝度値， S_{diff} は ROI 内と画像全体から ROI を除いた領域内における彩度の平均輝度値の差の絶対値， H_{dis} は ROI 内と画像全体から ROI を除いた領域内における色相のヒストグラムが最大になるときの輝度値の差の絶対値を示す．

3.2 違和感量推定式の評価実験

ROI 内の違和感量を推定する式(1)の有効性を確かめる．そのため式(1)を用いて画像内の違和感量を示すマップ（以下，違和感マップと呼ぶ）を作成し，違和感マップと人が違和感を感じる領域を比較する．

3.2.1 違和感マップ作成方法

違和感マップ作成方法を説明する．まず，画像を入力し，入力画像 I から色相と彩度の色要素画像 E_H と E_S を作成する．次に E_H と E_S に対して，中心座標 (i, j) の円形注目領域 ROI を設定する．ここで I の高さを h ，幅を w ， $e \in \{\frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}\}$ とし， $\min\{h, w\} \times e$ を ROI の直径とする． E_H における ROI 内の $H_{dis}(i, j)$ を算出， E_S における ROI 内の $S_{ave}(i, j)$ と $S_{diff}(i, j)$ を算出し，

$$UF(i, j) = aS_{ave}(i, j) + bS_{diff}(i, j) + cH_{dis}(i, j) + d \quad (2)$$

により $UF(i, j)$ を求める．そして，入力画像と同じサイズで輝度値がすべて 0 の違和感マップを作成し，求めた $UF(i, j)$ が輝度値の値 0~255 になるように

$$UF'(i, j) = \frac{255UF(i, j)}{100} \quad (3)$$

により正規化し， $UF'(i, j)$ とする． $UF'(i, j)$ を違和感マップ内の座標 (i, j) に書きこむ．ROI の中心座標 (i, j) を走査範囲 F 内で順に移動させてそれぞれの ROI 内の $UF'(i, j)$ を計算し違和感マップに書き込む．走査範囲は

$$F = \{(i, j) \mid \frac{e}{2} \leq i \leq h - 1 - \frac{e}{2}, \frac{e}{2} \leq j \leq w - 1 - \frac{e}{2}\} \quad (4)$$

とする．

3.2.2 実験方法

N 人の実験参加者にディスプレイで M 枚の画像を 1 枚ずつ提示し，実験参加者は違和感を感じる領域を L 個まで 1 つずつ線で囲う．その後，画像ごとにすべての実験参加者の回答した領域を示す画像（以下，回答分布と呼ぶ）を作成する．回答分布と違和感マップとの正規化相互相関値を

$$R_{NCC} = \frac{\sum_{j=0}^{h-1} \sum_{i=0}^{w-1} M(i, j)A(i, j)}{\sqrt{\sum_{j=0}^{h-1} \sum_{i=0}^{w-1} M(i, j)^2 \times \sum_{j=0}^{h-1} \sum_{i=0}^{w-1} A(i, j)^2}} \quad (5)$$

により求める．ここで違和感マップを M ，回答分布を A ，違和感マップの高さを h ，幅を w とし，違和感マップの座

標 (i, j) の輝度値を $M(i, j)$ ，回答分布の座標 (i, j) の輝度値を $A(i, j)$ とする．

3.2.3 実験結果

分析で用いたデータを回帰分析することにより違和感量推定式の係数を $a = 1.1 \times 10^{-1}$ ， $b = 3.1 \times 10^{-1}$ ， $c = 2.8 \times 10^{-2}$ ， $d = 7.8$ に決定し違和感マップを作成した． $N = 10$ ， $M = 10$ ， $L = 2$ として実験を行った結果を表 1 に示す．表の見方は例えば左上の値は $e = \frac{1}{4}$ で作成した違和感マップと回答分布の相関値が 0.42 であることを示している．違和感マップと回答分布の例を図 3 に示す．

3.2.4 考察

表 1 ではすべての違和感マップで相関値 0.2 以上を示しており，今回違和感量推定に用いた画像特徴が違和感量に影響していると考えられる．しかし，画像 8 以外は高い相関値が得られなかったことから違和感量の推定には今回用いた画像特徴だけでは不十分であると考えられる．

4 おわりに

本稿では，画像内に生じる違和感に影響のある画像特徴を明らかにするため，画像内で人が違和感を感じる領域の抽出を行い，その領域の色特徴に着目し分析を行った．その結果 3 つの特徴量が違和感と強い相関があることが明らかになった．そして評価実験によりそれらの要素が違和感量に影響していることを確認した．

表 1: 相関値結果

	$e=1/4$	$e=1/8$	$e=1/16$
画像 1	0.42	0.42	0.41
画像 2	0.33	0.37	0.37
画像 3	0.39	0.42	0.41
画像 4	0.26	0.27	0.29
画像 5	0.31	0.31	0.31
画像 6	0.28	0.24	0.23
画像 7	0.46	0.47	0.45
画像 8	0.52	0.71	0.77
画像 9	0.24	0.21	0.20
画像 10	0.22	0.27	0.29



(a) 原画像 (b) 回答分布 (c) 違和感マップ

図 3: 回答分布と違和感マップの例

参考文献

- [1] H. Manabe, and K. Murakami, "Color feature adjustment to design salient object based on human visibility," Proc. of IWAIT2014, pp. 585-588, Bangkok, 2014.