

局所自己相関特徴や感性作用素を用いた画像の特徴量からの感性の因子得点の推定法

Method of Estimating Kansei Factor Scores of Pictures with Local Autocorrelation and Kansei Operator

嶋野 雅支† 宝珍 輝尚† 野宮 浩揮†
Masashi Shimano Teruhisa Hochin Hiroki Nomiya

1. はじめに

近年、インターネット上に、画像・音・動画といったマルチメディアデータが偏在するようになってきている。これらのメディアデータを内容に基づいて検索したいという要求は古くからある。ここで、マルチメディアデータは人間に対してある種の印象を与える。たとえば、小川の写真が清涼感を与えると言ったことであり、印象に基づいてマルチメディアデータを検索したいという要求もある。宝珍らは、異なるメディアデータにまたがって印象の類似したデータを取り出すことを目指し、多種のメディアデータ間の相互の関連付けを人間の感性に基づいて行うことを目的として、画像・音・動画のマルチメディアデータを感性の主因子により対応付ける方法を提案している[1]。画像、音クリップ、動画クリップに対して印象評価実験と因子分析を用いて感性の主因子を求めたところ、共通の因子が求められ、これに基づいて検索システムを試作している。

しかし、このままでは、新たな画像等を検索対象とするには、再度評価実験を行わなければならない、使用には耐えない。そこで、任意のマルチメディアデータを利用することを目的として、各メディアデータの特徴量から推定した感性の主因子の因子得点を使用する方法を検討している[2]。ここでは、画像の特徴量から重回帰分析により推定する方法が検討されている。しかしながら十分な推定精度が得られていないという問題がある。

そこで、本論文では、印象に基づく異種メディアデータ検索システムにおいて、任意のマルチメディアデータの利用を可能とすることを目的として、画像の特徴量からの重回帰分析による感性の主因子の因子得点の推定法に新たな特徴量を追加し改良を試みる。本稿では、局所自己相関特徴を特徴量として新たに追加し、また、特徴量に感性作用素を適用して得られた結果を報告する。

以降では、2.では先行研究について概説する。3.では、高次局所自己相関特徴と感性作用素について述べ、4.で特徴量を追加した分析について述べる。最後に、5.でまとめる。

2. 先行研究

2.1 画像に対する感性の主因子

宝珍らは、これまでに、心理学に用いられる Semantic Differential 法 (SD 法) と因子分析により、画像・音クリップ・動画クリップに対する感性の主因子を求めてい

る[1]。画像に対しては、40 枚の画像 (風景や植物などの自然画) を、男子大学生 12 名が、SD 法により 2, 1, 0, -1, -2 の 5 段階で 16 対の印象語に対して評価し、得られた評価値の平均値を求め、因子分析を行って感性の主因子を求めている。この実験の結果、画像に対しては、明快性、力量性、活動性、自然性、堅鋭性という 5 つの主因子が得られている。

2.2 特徴量からの因子得点の推定

2.1 で述べた感性の主因子を利用して、これまでに、画像の任意のデータの利用を可能とすることを目的として、重回帰分析により、画像の特徴量から感性の主因子の因子得点を推定する方法について検討している[2]。

重回帰分析を行った結果、推定の精度を表す重相関係数はそれぞれ、明快性が 0.67、力量性が 0.86、活動性が 0.96、自然性が 0.83、堅鋭性が 0.96 となっている。

力量性と自然性の分析に用いている 35 個の特徴量 g を表 1 に示す。また、明快性、活動性、堅鋭性の分析に用いている 35 個の特徴量 h を表 2 に示す。

3. 関連研究

3.1 高次局所自己相関特徴

高次局所自己相関特徴は、対象の並行移動に対して不変で、しかも、画面に関する加法性 (画面に関する加法性: 対象が画像枠内に 2 個あれば、特徴も 2 倍になる) をもつ。こうした性質は、画像の認識や計測にとって有効に働くことが示されている[3]。

ここでは、カラー画像に対する一次の局所自己相関特徴を用いることにする。今、カラー画像を以下とする。

$$\{f(i,j) = (r(i,j), g(i,j), b(i,j))^T \mid i \in I, j \in J\}$$

ただし、 $r(i,j), g(i,j), b(i,j)$ はそれぞれ画素 (i,j) における赤、緑、青成分を表す。変移方向を $\mathbf{a} = (\mathbf{a}_i, \mathbf{a}_j)$ とすると、一次の局所自己相関特徴は以下で表される。

$$\begin{pmatrix} \sigma_r & \sigma_{rg} & \sigma_{rb} \\ \sigma_{rg} & \sigma_g & \sigma_{gr} \\ \sigma_{rb} & \sigma_{gb} & \sigma_b \end{pmatrix} = \frac{1}{|I|} \sum_{i \in I, j \in J} \mathbf{f}(i,j) \mathbf{f}(i + \mathbf{a}_i, j + \mathbf{a}_j)^T$$

† 京都工芸繊維大学, Kyoto Institute of Technology

表 1:特徴量 g

g	特徴量
g1	Gの平均値
g2	彩度の平均値
g3	トーン平面での彩度軸からの角度
g4	最大の色相の画素数の比
g5	第二の色相の画素数の比
g6	第三の色相の画素数の比
g7	第四の色相の画素数の比
g8	最大の2色相の距離
g9	第二第三の2色相の距離
g10	第二第三の2色相の平均値
g11	最大の色相に対する赤・青の度合い
g12	トーンstの割合
g13	トーンdpの割合
g14	トーンltの割合
g15	トーンdlの割合
g16	トーンdkの割合
g17	トーンplの割合
g18	トーンtgの割合
g19	トーンgrの割合
g20	トーンdkgの割合
g21	トーンwhの割合
g22	トーンlgyの割合
g23	トーンdkgyの割合
g24	トーンbkの割合
g25	色相20の割合
g26	色相22の割合
g27	色相24の割合
g28	色相2の割合
g29	色相4の割合
g30	色相6の割合
g31	色相10の割合
g32	色相12の割合
g33	色相18の割合
g34	彩度の2次元DFTのパワースペクトルの平均値
g35	彩度の2次元DFTのパワースペクトルの横方向の傾き

表 2: 特徴量 h

h	特徴量
h1	明度の平均値
h2	彩度の平均値
h3	トーン平面での彩度軸からの角度
h4	最大彩度領域の比
h5	色相(値)の最大値
h6	最大の色相の画素数の比
h7	第二の色相の画素数の比
h8	第三の色相の画素数の比
h9	第四の色相の画素数の比
h10	最大の2色相の距離
h11	第二第三の2色相の距離
h12	最大4色相の平均値
h13	(XYZ表色系の)Z/(X+Y+Z)の平均値
h14	最大の色相に対する赤・青の度合い
h15	トーンvの割合
h16	トーンbrの割合
h17	トーンstの割合
h18	トーンltの割合
h19	トーンdlの割合
h20	トーンdkの割合
h21	トーンplの割合
h22	トーンtgの割合
h23	トーンgrの割合
h24	トーンwhの割合
h25	トーンlgyの割合
h26	トーンdkgyの割合
h27	トーンbkの割合
h28	色相20の割合
h29	色相22の割合
h30	色相24の割合
h31	色相2の割合
h32	色相4の割合
h33	色相6の割合
h34	色相12の割合
h35	彩度の2次元DFTのパワースペクトルの平均値

変位方向 **a** の取り方は、ここでは、簡単のため、それを 3×3 の局所領域に限定する。局所領域のシフトにより同じになる変位方向を除くと、可能な変位方向のパターンは中心点に参照点として、図 3 に示す 5 種類に限定される。各変移パターンに対して、6 個の独立な特徴量が計算されるので、合計 30 個の一次局所自己相関特徴が得られる。縮小した画像に対し、この式のように 30 個の特徴量を求めた。これら 30 個の特徴量は 8 分の 1 に縮小した画像から得ている。

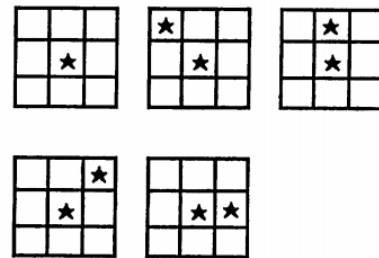


図 3: 局所自己相関の変位パターン

3.2 感性作用素

感性作用素は人間の感性や直感に反映した写像を実現するとされる[4]。感覚の大きさは基本的刺激値の対数に比例するという Fechner の法則がある。Fechner は刺激の大きさ(刺激強度)と我々が感じる感覚の大きさについて、式(1)が成立するとした。

$$d\gamma = k \frac{d\beta}{\beta} \quad (1)$$

(k: 比例定数, β : 刺激強度, γ : 感覚の大きさ, $d\beta$, $d\gamma$: 刺激強度と感覚の大きさの微分の増減)

式(1)を積分して式(2)が得られる。

$$\gamma = k(\log \beta - \log b) \quad (2)$$

(ただし $\log b$ は積分定数)

よって、式(3)が得られる。

$$\gamma = k \log \frac{\beta}{b} \quad (3)$$

Fechner はこれらの式について、「感覚の大きさ γ は刺激の絶対的大きさではなく刺激の大きさの対数で比例する。ここで刺激の大きさは閾値 b 、すなわち、感覚が生じかつ消失する刺激の単位としている。要するに、感覚の大きさは基本的刺激値の対数に比例する。」と説明している。これがその後 Fechner の法則と呼ばれている。

刺激強度が 1 のとき感覚の大きさは 1 であると定義する。これより式(2)に刺激強度 $\beta=1$ 、感覚の大きさ $\gamma=1$ を代入して、下式が得られる。

$$1 = k(\log 1 - \log b) \quad (4)$$

$$\log b = -\frac{1}{k} \quad (k \neq 0) \quad (5)$$

これを式(2)に代入すると、

$$\gamma = k \log \beta + 1 \quad (6)$$

となる。

刺激強度が 0 の場合、感覚の大きさは 0 と定義する。

また刺激強度 $\beta < 0$ の場合以下のように定義する。

$$\gamma = -(k \log |\beta| + 1) \quad (7)$$

対象のメディアデータを解析し、メディアデータの印象を決定する特徴量を抽出し感性作用素を適用する[5]。

その特徴量ベクトル \mathbf{x} を以下のように表す.

$$\mathbf{x}=(f_1, f_2, \dots, f_n)^T$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

特徴量ベクトル \mathbf{x} に感性作用素 g を適用する.

$$g(\mathbf{x}) := (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$$

$$Y_j = \begin{cases} k \log_{\alpha} |f_j| + 1 & (f_j > 0 \text{ のとき}) \\ 0 & (f_j = 0 \text{ のとき}) \\ -(k \log_{\alpha} |f_j| + 1) & (f_j < 0 \text{ のとき}) \end{cases} \quad (9)$$

上式の k を感覚ボリューム係数とし, メディアデータの違いや検索者個々の感性の違いによって設定するパラメータとする. また, 対数の底の値 α についても同様の役割を果たすパラメータとする. これら二つのパラメータ (k, α) を感性パラメータとする.

感性パラメータの変化による実験[4]では, $k=1$ に固定し, 底 α を 2~40 で変化させていた. ここで $\alpha=8$ の時, 最も結果が望ましくなり, つづいて $\alpha=8$ に固定して, k の値を 0.1~2 の値で変化させ, $k=1$ が最もよい結果となっている.

4. 特徴量を追加した重回帰分析

4.1 トーン・色相の割合の追加

今回はさらに, 一次の項のみ特徴量を相関の強いものの一方を削除して選択する際に, 有効であると考えられる特徴量を主観で残して 34 個の特徴量を選択した. これらの特徴量 i を表 3 に示す. 特徴量 i を用いて二次の項を考慮し, 重回帰分析を行った結果, 重相関係数は, 明快性が 0.85 に, 力量性は 0.90 に向上した.

明快性と力量性の説明変数に選ばれた特徴量とその偏回帰係数, 標準化偏回帰係数を表 4 に示す.

4.2 自己相関特徴の追加

文献[3]に対し, 一次の局所自己相関特徴をその自己相関が得られるように変えたものを求める. $f(i, j)$ の平均を \bar{f} とすると, 以下となる.

$$\begin{pmatrix} \sigma_r & \sigma_{rg} & \sigma_{rb} \\ \sigma_{rg} & \sigma_g & \sigma_{gr} \\ \sigma_{rb} & \sigma_{gb} & \sigma_b \end{pmatrix} = \frac{1}{ij} \sum_{i \in I, j \in J} (f(i, j) - \bar{f})(f(i + a_i, j + a_j) - \bar{f})^T$$

これらの局所自己相関特徴は 8 分の 1 に縮小した画像から抽出する.

30 個の一次局所自己相関特徴を取得し, それらの特徴量同士の相関係数が 0.7 よりも大きいものの一方を削除すると, 変移方向無しの σ_r と変移方向左上の σ_b の 2 つが選択された.

これらの特徴量を特徴量 i に追加し, 二次の項を考慮して重回帰分析を行った結果, 重相関係数は堅鋭性のみ 0.999 に向上した.

堅鋭性の説明変数に選ばれた特徴量の標準化偏回帰係数の絶対値が大きいものの偏回帰係数と標準化偏回帰係数を表 5 に示す. ただし, 新たに追加した自己相関特徴は, それぞれ, $i35, i36$ とする.

4.3 感性作用素の適用

フェヒナーの法則に適したような関数を得るために $\log_8(x+1)$ という関数を用いる. ここでは感性パラメータは,

表 3: 特徴量 i

i	特徴量
i1	明度の平均値
i2	彩度の平均値
i3	トーン平面での彩度軸からの角度
i4	最大彩度領域の比
i5	最大の色相の画素数の比
i6	第二の色相の画素数の比
i7	第三の色相の画素数の比
i8	第四の色相の画素数の比
i9	最大の2色相の距離
i10	第二第三の2色相の距離
i11	トーンvの割合
i12	トーンbrの割合
i13	トーンstの割合
i14	トーンdpの割合
i15	トーンplの割合
i16	トーンltgの割合
i17	トーンgrの割合
i18	トーンdkgの割合
i19	トーンwhの割合
i20	トーンlgyの割合
i21	トーンdkgyの割合
i22	トーンbkの割合
i23	色相20の割合
i24	色相22の割合
i25	色相24の割合
i26	色相2の割合
i27	色相4の割合
i28	色相6の割合
i29	色相8の割合
i30	色相10の割合
i31	色相12の割合
i32	色相16の割合
i33	明度の2次元DFTパワースペクトルの平均値
i34	彩度の2次元DFTのパワースペクトルの平均値

表 4: 特徴量 i での分析結果
(a)明快性(0.85)

説明変数	偏回帰係数	標準化偏回帰係数
i10(第二第三の2色相の距離)*i29(色相8の割合)	0.00	0.62
i18(トーンdkgの割合)	0.14	0.59
i32(色相16の割合)	0.07	0.33
i17(トーンgrの割合)*i32(色相16の割合)	0.01	0.31
i21(トーンdkgyの割合)*i29(色相8の割合)	0.00	-0.27
i12(トーンbrの割合)*i15(トーンplの割合)	-0.03	-0.39
i29(色相8の割合)*i32(色相16の割合)	-0.02	-0.71
定数項	-0.73	

(b)力量性(0.90)

説明変数	偏回帰係数	標準化偏回帰係数
i16(トーンltgの割合)*i21(トーンdkgyの割合)	0.01	0.63
i13(トーンstの割合)	0.60	0.55
i4(最大彩度領域の比)	20.40	0.30
i11(トーンvの割合)*i20(トーンlgyの割合)	0.05	0.28
i16(トーンltgの割合)*i18(トーンdkgの割合)	0.00	0.20
i7(第三の色相の画素数の比)	-9.39	-0.21
i13(トーンstの割合)*i28(色相6の割合)	-0.09	-0.70
i30(色相10の割合)	-0.06	-0.76
i16(トーンltgの割合)*i23(色相20の割合)	0.00	-0.79
定数項	1.84	

表 5: 堅鋭性(0.999)

説明変数	偏回帰係数	標準化偏回帰係数
i9(最大の2色相の距離)*j18(トーンdkgの割合)	1.57E-03	0.61
i16(トーンltgの割合)*i26(色相2の割合)	1.4E-02	0.33
i19(トーンwhの割合)*i21(トーンdkgyの割合)	1.4E-02	0.31
i12(トーンbrの割合)*i19(トーンwhの割合)	9.21E-03	0.30
i14(トーンdpの割合)*i23(色相20の割合)	-2.43E-03	-0.22
i35(jiko2_a2 sigma b)	-1.30E-04	-0.22
i17(トーンgrの割合)	-3.1E-02	-0.34
i9(最大の2色相の距離)	-9.78E-03	-0.52
i16(トーンltgの割合)*j18(トーンdkgの割合)	-1.3E-02	-0.61
定数項	-3.8E-01	

3.2 節で示した感性パラメータの実験結果を参考に, 対数の底 $\alpha=8$ とし, 感覚ボリューム係数 $k=1$ とした. トー

ン・色相のそれぞれの割合の特微量にこの対数関数を適用する。

また、ここでは、色相の割合の抽出の修正を行っている。これまで、画像の特微量として扱ってきた12種類の色相の割合の抽出では、従来の判定の方法では、色相の種類を判定してからトーンの割合を判定していた。これでは、もしトーンで無彩色（色味が無い）と判定されても、いずれかの色相に分類してしまっていた。そこで、無彩色と判定された場合は色相にカウントしないようにし、色相の割合の抽出を修正した。新たに無彩色の割合という特微量も追加した。

これまでに得ている特微量の中でトーンの割合・色相の割合の特微量に対数関数方式を適用したものを従来方式の特微量と差し替え、さらに無彩色のトーンの割合を追加した特微量を用いる。まず特微量同士の相関係数の絶対値が0.7より大きいもの一方を削除する。この時の特微量の選択の仕方は、明快性と力量性の精度が高かった4.1を参考にした。選択した33個の特微量jを表6に示す。これらの特微量の二次の項を考慮し、再び、相関係数の絶対値が0.7よりも大きいもの一方を削除し、77個の特微量を選択した。重回帰分析を行った結果、重相関係数はそれぞれ、明快性は0.82、力量性は0.65、活動性は0.64、自然性は0.70、堅鋭性は0.80となりいずれも精度は低くなった。

表 6: 特微量 j

j	特微量
j1	明度の平均値
j2	彩度の平均値
j3	最大彩度領域の比
j4	色相(値)の最大値
j5	最大の色相の画素数の比
j6	第二の色相の画素数の比
j7	第三の色相の画素数の比
j8	第四の色相の画素数の比
j9	最大2色相の加重平均
j10	最大の2色相の距離
j11	第二第三の2色相の距離
j12	(XYZ表色系の)Z/(X+Y+Z)の平均値
j13	トーンvの割合(対数)
j14	トーンstの割合(対数)
j15	トーンdpの割合(対数)
j16	トーンltの割合(対数)
j17	トーンsfの割合(対数)
j18	トーンplの割合(対数)
j19	トーンltgの割合(対数)
j20	トーンgrの割合(対数)
j21	トーンdkgの割合(対数)
j22	トーンwhの割合(対数)
j23	トーンdkgyの割合(対数)
j24	色相20(青紫)の割合(対数)
j25	色相22(紫)の割合(対数)
j26	色相24(赤紫)の割合(対数)
j27	色相02(赤)の割合(対数)
j28	色相06(橙)の割合(対数)
j29	色相10(黄緑)の割合(対数)
j30	色相12(緑)の割合(対数)
j31	無彩色の割合(対数)
j32	明度の2次元DFTパワースペクトルの平均値
j33	彩度の2次元DFTのパワースペクトルの平均値

5. おわりに

印象に基づく異種メディアデータ検索システムにおいて、任意の画像データを利用可能とすることを目的として、画像の特微量を用いた重回帰分析による感性の主因子の因子得点の推定法において、トーン・色相の割合を用いた特微量の再考、局所自己相関特徴という特微量の追加、感性作用素の適用を行い、重回帰分析の精度の向上を試みた。特微量の再考では、有効であるとする特微量を主観で選択することによって、明快性、堅鋭性の精度を向上させることができた。また、局所自己相関特徴を追加することで堅鋭性の精度を向上した。しかしながら、感性作用素を適用しても精度を向上させることはできなかった。

今後は、推定精度を向上させるために、特微量の選択の再考を行う。また、新たな特微量を追加することや、新たな特微量の抽出法を適用し精度を向上させ、印象に基づく異種メディアデータ検索システムにおいての任意の画像の利用可能を目指す。

参考文献

- 1) 宝珍輝尚, 都司達夫: 印象に基づくマルチメディアデータの相互アクセス法, 情処論, Vol.43, No.SIG 2(TOD13), 2002.
- 2) 嶋野雅支, 宝珍輝尚, 都司達夫: 画像の特微量からの感性の主因子の因子得点の推定法の考察, 情報処理学会関西支部支部大会後援論文集, C-14, 2011.
- 3) 栗田多喜夫, 加藤俊一, 福田郁美, 坂倉あゆみ, “印象語による絵画データベースの検索”, 情報処理学会論文誌 Vol. 33 No. 11(1992)
- 4) 中西崇文, 北川高嗣, 清木 康: “画像メディアデータを対象としたメタデータ自動抽出方式の実現とその意味的画像検索への適用”, 第13回データ子学ワークショップ (DEWS2002) 論文集, 電子情報通信学会, 2002.
- 5) 中西崇文, 北川高嗣, 清木 康: “意味の数学モデルによる異種メディア間検索の実現”, 日本データベース学会 Letters, 1巻, 1号, p.71-74, 2002/10.