

クロスメディア感性検索システムにおける個人適応について

宝珍 輝尚

大阪府立大学 総合科学部
〒599-8531 堺市学園町 1 - 1
hochin@mi.cias.osakafu-u.ac.jp

本論文では、感性に基づくマルチメディア検索システムにおける個人適応について検討する。著者らが開発中のマルチメディア検索システムではSD法と因子分析を使用しているため、利用者の嗜好に合わせた検索を行うためには大量のマルチメディアデータを利用者に評価してもらう必要がある。これは利用者にとってもシステムにとっても重い負荷である。そこで、因子分析を回避するために、行列演算に基づく方法を提案する。提案法は、平均の因子負荷量行列と因子得点行列を利用し、再度因子分析することなく行列演算により個人の因子負荷量行列を推定するものである。これにより、検索システムを安定化することができる。本論文では、提案法を用いると、平均の因子負荷量行列を私用した場合よりも良い検索精度が得られることを示す。

On the Personal Adaptation in *Kansei* Multimedia Retrieval System

Teruhisa HOCHIN

Osaka Prefecture University
1-1, Gakuen-cho, Sakai-shi, Osaka 599-8531 Japan

This paper addresses to the personal adaptation in retrieving multimedia data based on *Kansei*. As the multimedia retrieval system we have developed uses SD method and factor analysis, evaluating a lot of media data is required in order to retrieve multimedia data according to the user's favor. This will cause heavy burden to the user as well as the system. For the purpose of avoiding the re-application of factor analysis, the method using the matrix operation is proposed. The proposed method uses the factor burden matrix and the factor score one obtained from the matrix of averaged evaluation values. The factor burden matrix for a user is estimated by using these matrices without factor analysis. This will bring the stability to the system. This paper shows that the better retrieval characteristics can be obtained by using the proposed method.

1. はじめに

近年、インターネット上に、画像・動画・音といったマルチメディアデータが遍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り、様々な研究が行われてきている。ここで、画像・動画・音といった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。例えば、小川の写真が清涼感を与えるといったことである。従って、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当然存在し、印象に基づいて画像・動画・音を検索する研究も盛んに行われている[1-24]。

著者らは、あるメディアデータにふさわしい他メディアのデータを取り出す試みを行っている[18,19]。画像、音クリップ、音楽クリップ、動画クリップに対して感性の主因子を求めたところ、メディアに共通の因子が存在するのではないかという結果が得られている。また、この結果を利用した、画像、音クリップ、動画クリップの相互検索システムを試作し、明らかに適合していないもの以外を正解集合とすると、様々なメディアデータを感性の主因子により対応付ける方法は良い検索特性を持つことを明らかにしてきた。また、重回帰分析を用いて、画像と音クリップの特徴量から因子得点を推定する式を求めてきている[20-23]。

ここで、この相互検索システムでは、評価実験で得られた評点の平均値を使用して因子得点を求めている。従って、各個人に対して最も適した検索結果を返却してはいない。検索結果を各個人の感性に合ったものにするための研究も盛んに行われてきている[3,12-16]。ここでは、主に学習により個人適応を図っている。すなわち、ある検索結果に対して求めるものに合っているか合っていないかをシステムに知らせ、システムはその応答に従って個人毎の性向を学習し、各個人に対してより適合した検索結果を返却できるよう

にするという方法である。この学習には、数回の学習でうまく適応するという報告もあれば、かなりの学習を要するという報告もある。また、感性検索の場合、利用者や環境の状態によって求めるものが異なるのではないかという問題もある。例えば、夏は涼しく感じたものでも冬には寒く感じるといったことや、爽快な気分するときと憂鬱な気分するときでは同じものを見ても異なる印象を受けるのではないかということである。その時の気分を反映させるためにも、学習を行うのであれば、学習は短時間で済ませる必要がある。また、現在の試作システムの基本となる感性の主因子は、因子分析を使用して求めている。従って、各個人に再度マルチメディアデータを評価してもらうならば、各個人毎に因子分析を行わなければならない。しかし、これにより因子が変わる可能性が生じる。因子の変更に対するシステム的な対処は非常に困難であるので、なるべく因子分析を各個人毎に行わない方法が求められる。

そこで、本論文では、感性に基づくマルチメディアデータの相互検索システムにおける個人適応を、利用者と検索システムの双方になるべく負荷をかけずに実現することを目的として、各個人毎に再度因子分析を行わない方法を提案する。提案する方法は行列の演算を用いる方法で、平均の因子負荷量行列と因子得点行列から各個人の因子負荷量行列を推定する方法である。ここで、因子負荷量行列と因子得点行列は正方行列ではないため、擬逆行列を使用する。印象語からの検索により評価を行い、平均の因子負荷量行列を用いた場合と比較して、より個人の感性に合致した検索結果が得られることを明らかにする。

以下、2では感性の主因子について述べる。3で、擬逆行列を用いた行列演算により個人の感性の主因子を推定する方法を提案する。そして、4で、提案手法を検索精度の観点から評価する。最後に、5でまとめ、今後の課題を示す。

2. 感性の主因子

心理学の研究では、印象語が表す感性的な性質はいくつかの基本的な因子（感性の主因子）によって表現されることが

明らかとなっている。これは、Semantic Differential (SD)法という手法を用いて解析した結果得られるものである。SD法とは心理学者 Osgood が考案した手法で、複数の反対の意味を持つ印象語の対を尺度とし、その間をいくつかの段階に分けてある対象物を被験者に評価させるものである[25]。

これらの印象語対がそれぞれ単一次元の特性を抽出すると仮定し、因子分析を適用すると、次元の少ない、より簡潔なものとする事ができる。因子分析では、 n 個の観測対象に対する p 変量のデータの行列を Z とすると、 Z を下式のように表現する[26]。

$$Z = F A' + E$$

ここで、 F は $n \times m$ の行列、 A' は $p \times m$ の行 A の転置行列、 E は $n \times p$ の行列であり、 m をできるだけ小さくとり、かつ、 E を十分小さくなるように分解し、 F と A を求める。 F は因子得点行列、 A は因子負荷量行列、 E は残差行列と呼ばれる。変量の数 p よりもかなり小さい m を用いることで潜在的な因子を求める。

ここで、 E を十分小さくするにはいくつかの方法がある[26]。 E の分散・共分散行列を $U = E' E$ とすると、 U の各要素の 2 乗和を最小にする方法は主成分分析法と呼ばれ、 U の非対角要素の 2 乗和を最小にする方法は Minres 法と呼ばれる。

因子負荷行列 A は一意に決定できるものではなく、自由度がある。通常は、ある変量は絶対値が大きく、他の変量は絶対値が小さくなるような回転を施し、説明をやすくするのが一般的である。良く利用される方法にバリマックス法がある[26]。

また、因子得点行列 F も一意に決定できるものではない。良く知られている方法には以下の方法

がある[26]。

$$F1 = X R' A$$

$$F2 = X W A (A' W A)^{-1}$$

ここで、 W は重み行列である[26]。

この因子分析を SD 法によって求めた得点に適用すると、ものや概念に内在する因子が得られる[注 26]。これを感性の主因子と呼ぶ。

3. 個人の感性の主因子

因子分析では、 n 個の観測対象に対する p 変量のデータの行列を Z とすると、 Z を下式のように表現することは既に述べた。

$$Z = F A' + E$$

これまでは、被験者の平均のデータを用いているので、これとこれに基づく因子得点行列、因子負荷量行列、ならびに、残差行列を、おのおの、 Z_{ave} 、 F_{ave} 、 A_{ave} 、ならびに、 E_{ave} とすると、これらには以下の関係がある。

$$Z_{ave} = F_{ave} A'_{ave} + E_{ave}$$

一方、個人ごとの評点行列、因子得点行列、因子負荷量行列、ならびに、残差行列を、おのおの、 Z_i 、 F_i 、 A_i 、ならびに、 E_i とすると、これらには以下の関係がある。

$$Z_i = F_i A'_i + E_i$$

ここで、 F_i が F_{ave} を用いて以下のように記述できるとする。

$$F_i = F_{ave} M_i$$

ここで、 M_i は $m \times m$ の行列である。

同様に、 A'_i が A'_{ave} を用いて以下のように記述できるとする。

$$A'_i = N_i A'_{ave}$$

ここで、 N_i は $m \times m$ の行列である。

これより、 Z_i は以下のように書くことができる。

$$Z_i = F_{ave} M_i N_i A'_{ave} + E_i$$

ここで、 $M_i N_i$ を P_i と置いて下式が得られる。

$$Z_i = F_{ave} P_i A'_{ave} + E_i$$

さらに、 E_i は小さいので無視できるとすると、 P_i は以下のように求まる。

$$P_i = F_{ave}^+ Z_i A'_{ave}^+$$

ここで、 F_{ave}^+ と A'_{ave}^+ は、おのおの、 F_{ave} と A'_{ave} の擬逆行列である。

擬逆行列とは、一般化逆行列の一つである。一般化逆行列とは、 m 行 n 列の行列 A に対して、 $AXA=A$ となる n 行 m 列の行列 X である[27]。また、この中で、 $AXA=A$ 、 $XAX=X$ 、 $(AX)^*=AX$ 、 $(XA)^*=XA$ という4つの条件を満足するものを擬逆行列(または、ムーア-ペンローズ逆行列)といい、 A^+ と表す[27]。ここで、 A^+ は行列 A の随伴行列(複素共役行列の転置行列)である。正則行列でない行列の逆行列は一意に決定できないが、擬逆行列はなるべく誤差が少なくなるように選んだ一般逆行列とすることができる。

F_{ave}^+ と A'_{ave}^+ はすでに求まっている F_{ave} と A'_{ave} から求められるので、各個人の Z_i が求まれば、 P_i を求めることができる。従って、再度因子分析をしなくても良くなる。 P_i が I (単位行列)の場合は Z_i は平均の評価値 Z_{ave} になるので、 P_i は各個人の個性を表現する行列と考えられる。そこで、 P_i を個性行列と呼ぶことにする。

ここで、 $Z_i = F_{ave} (P_i A'_{ave}) + E_i$ のように考えると、 $P_i A'_{ave}$ は平均の因子負荷量行列に何らかの演算を施しているものと見ることができる。すなわち、各データの因子得点があるままの値になるように因子の軸が移動したものと考えられる。

逆に、 $Z_i = (F_{ave} P_i) A'_{ave} + E_i$ のように考えると、 $F_{ave} P_i$ は因子得点行列に何らかの演算を施しているものと見ることができる。これは、因子はそのまま、各データの因子得点が各個人に合わせて変化したものと考えられる。

いずれにせよ、 Z_i が求まれば、 P_i が求まることになる。画像に対して得られている5因子[18,19]に対して P_i を求めた例を以下に示す。

$$P_i = \begin{pmatrix} 0.75 & 0.16 & 0.09 & -0.02 & -0.16 \\ 0.11 & 0.42 & 0.06 & -0.17 & -0.13 \\ 0.07 & 0.06 & 0.59 & -0.06 & -0.12 \\ 0.08 & -0.12 & -0.06 & 0.62 & -0.01 \\ -0.04 & 0.01 & 0.07 & 0.08 & 0.81 \end{pmatrix}$$

ここで5因子とは、第一因子から順に、明快性、力量性、活動性、自然性、ならびに、堅鋭性である[18,19]。この P_i を見てみると、主対角要素は比較的絶対値が大きく、非対角要素は絶対値が小さくなっている。従って、基本的には、5つの因子に沿った感じ方となっているが、一部、平均の感性における他の因子からの影響を受ける感じ方になっていると考えられる。

4. 評価

4.1 評価方法

ここでは、印象語を用いた画像検索を通して、提案してきた個人適応法を評価する。印象語としては、明快性、力量性、活動性、自然性、ならびに、堅鋭性の5つの因子を最も良く表すと考えられる、因子負荷量の絶対値が最大の印象語を使用する。これは、おのおの、「明るい」、「大きい」、「動的な」、「美しい」、「鋭い」である[18,19]。また、検索対象の画像はこれまで試作してきた感性に基づくマルチメディアデータ検索システム[18,19]で使用している40の画像を用いる。

まず、あらかじめ著者の一人が、40の画像から上述の5つの印象語に合致する画像を選択しておく。次に、感性に基づくマルチメディアデータ検索システムを用いて、個性行列を使用しない場合(すなわち、平均の因子負荷量行列のみを使用した場合)の各印象語に対する画像の検索を行う。さらに、個性行列を使用した場合の各印象語に対する画像の検索を行う。そして、検索の結果を、適合率(precision)と再現率(recall)で評価する。ここで、適合率は正答数と検索結果の比、再現率は正答数と全正答数の比である。

4.2 評価結果

明快性、力量性、活動性、自然性、ならびに、堅鋭性に対する評価結果を、おのおの、図1から図5に示す。

すべての因子で、個人適応の場合の方が検索精度が良くなっている。特に、力量性の因子(図2)で顕著である。また、堅鋭性の因子(図5)では、

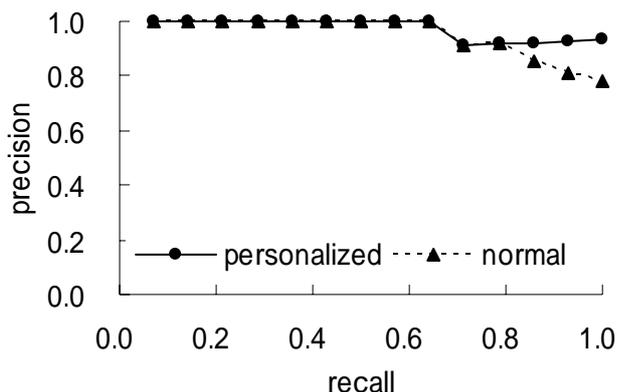


図 1 : 明快性の因子の評価結果

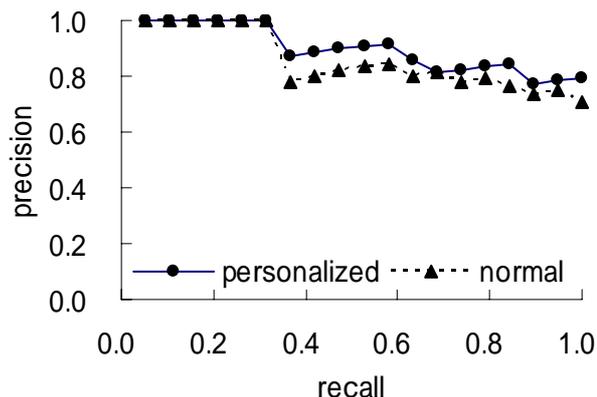


図 4 : 自然性の因子の評価結果

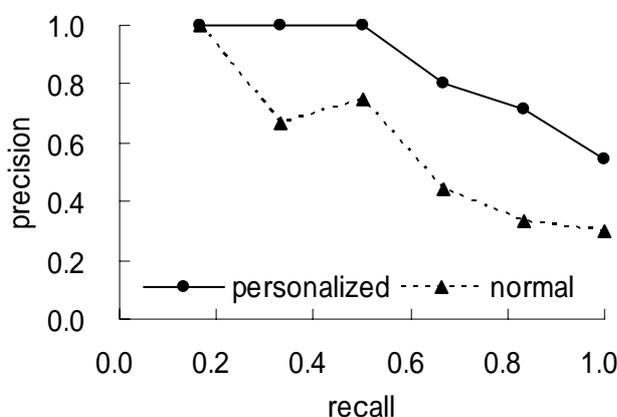


図 2 : 力量性の因子の評価結果

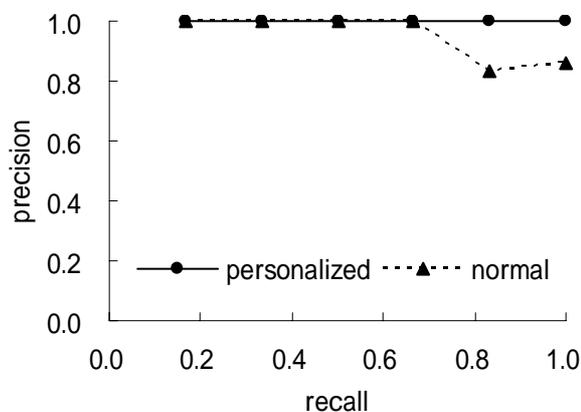


図 5 : 堅鋭性の因子の評価結果

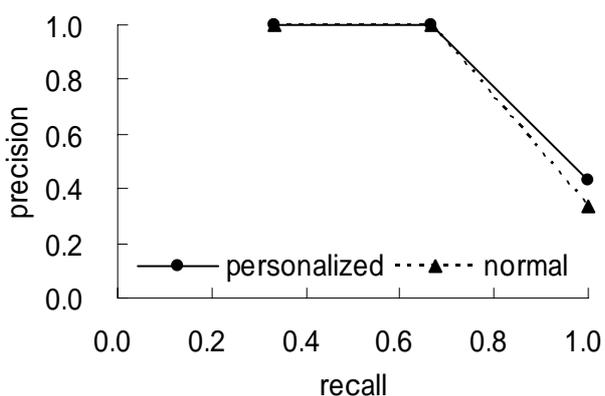


図 3 : 活動性の因子の評価結果

個人適応の場合は理想の検索精度となっている。すなわち、第一候補からすべての検索結果が正答であり、誤検索が生じていないということである。

以上より、すべての因子において、被験者があ
る感性語に合致しているとした画像が検索の上
位に出現しているということが分かる。従って、
個人の評価値を用いながら、再度因子分析す
ることなく、個人の感性に適応した検索結果を
得ることができていると考えられ、本論文で
示した擬逆行列を用いた個人適応法は有効で
あると考えられる。

5 . おわりに

本論文では、感性に基づくマルチメディアデー
タの相互検索システムにおける個人適応を、利
用者と検索システムの双方になるべく負荷を
かけずに実現することを目的として、各個人毎
に因子

分析を行わずに個人適応を行う方法を提案した。提案した方法は擬逆行列を使用した行列演算による方法で、平均の因子負荷量行列と因子得点行列から各個人の因子負荷量行列を推定する方法である。検索精度により評価した結果、個人に適応した検索結果を得ることができることを明らかにした。

本論文では、すべての画像に対してすべての印象語対の評価値が得られることを前提にして議論してきた。しかし、これは、学習という観点からは負荷が大きく、採用できる前提ではない。学習負荷の軽減は今後の課題である。また、画像を対象として議論を進めてきた。音クリップ、音楽クリップ、ならびに、動画クリップに対する検証は今後の課題である。また、提案手法に基づく個人適応手法を試作中のマルチメディア相互検索システムで実装し、有効性を評価することも今後の課題である。

謝辞

本研究は、一部、財団法人 電気通信普及財団の助成による。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) Uemura, S., Arisawa, H., Arikawa, M., and Kiyoki, Y. : Digital Media Information Base, IEICE Trans. Inf. & Syst., Vol. E82-D, No. 1, pp. 22-33, 1999
- 2) 栗田 多喜夫, 加藤 俊一, 福田 郁美, 板倉 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, pp. 1373-1383, 1992
- 3) 清木 康, 金子 昌史, 北川 高嗣 : 意味の数学モデルによる画像データベース探索方式とその学習機構, 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol. J79-D-II, No. 4, pp. 509-519, 1996
- 4) 八村 広三郎, 英保 茂 : 色彩分布と印象語に基づく絵画データの検索, 情報処理学会研究報告, Vol. 95, No. 91, pp. 37-44, 1995
- 5) 佐々木 和也, 清水 裕子, 春日 正男, 庄 健二 : 二色配列が視覚イメージに与える影響, 第 2 回日本感性工学会大会予稿集, pg. 106, 2000
- 6) 佐藤 聡, 菊地 幸平, 北上 始 : 音楽データを

- 対象としたイメージ検索のための感情価の自動生成, 情報処理学会研究報告, DBS 118-8 FI 54-8, pp. 57-64, 1999
- 7) 吉野 太智, 高木 秀幸, 清木 康, 北川 高嗣 : 楽曲データを対象としたメタデータ自動生成方式とその意味的連想検索への適用, 情報処理学会研究報告, DBS 116-41, pp. 109-116, 1998
 - 8) 辻 康博, 星 守, 大森 匡 : 曲の局所パターン特徴量を用いた類似曲検索・感性語による検索, 信学技報, 音声研究会 SP96-124, pp. 17-24, 1997
 - 9) 鄭 載旭, 原田 昭 : 「音」の検索支援のためのイメージ語活用, 第 2 回日本感性工学会大会予稿集, pg. 67, 2000
 - 10) 神里 志穂子 他 : 舞踏における手指軌道の運動特性と主観的印象との関係, 信学技報 HIP2000-14, pp. 47-51, 2000
 - 11) 鈴木 健嗣, 橋本 周司 : ニューラルネットワークを用いた感性情報の数量化, 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol. J82-D-II, No. 4, 677-684, 1999
 - 12) 吉田 香 : 新規ユーザの感性モデル構築における学習用コンテンツの選出手法, 第 4 回日本感性工学会大会予稿集 9-22, pg. 268, 2002
 - 13) 吉田 香, 加藤 俊一 : フルカラー絵画データベースシステム ART MUSEUM における感性検索と感性モデル構築法, 第 2 回日本感性工学会大会予稿集 F19, pg. 185, 2000
 - 14) 吉田 香, 加藤 俊一 : ART MUSEUM における感性モデルに関する考察, 情報処理学会研報, Vol. 2001, No. 44, pp. 65-72, 2001
 - 15) 柴田 滝也, 加藤 俊一 : 画像における主観的解釈の差のモデル化 - 画像データベースへの応用 -, 情報処理学会研究会報告, Vol. 2001, No. 44, pp. 73-80, 2001
 - 16) 河部 雄太, 王 硯玉, 土谷 武士 : 複数の感性語句による音色変更システムの研究, 第 4 回日本感性工学会大会予稿集 1-03, pg. 88, 2002
 - 17) Hochin, T., Yamada, K., and Tsuji, T. : Multimedia Data Access Based on the Sensitivity Factors, Proc. of the 2000 International Database Engineering & Applications Symposium, pp. 319-326, 2000
 - 18) Hochin, T., Tsuji, T. : Mutual Multimedia Access using *Kansei* Factors, *Kansei Engineering International*, Vol. 2, No. 4, pp. 9-18, 2001
 - 19) 宝珍 輝尚, 都司 達夫 : 感性に基づくマルチメディアデータの相互アクセス法, 情報処理学会論文誌, Vol. 43, SIG 2(TOD 13), pp. 69-79,

2002

- 20) 宝珍 輝尚, 都司 達夫: 画像の特徴量からの感性の主因子の因子得点の推定, 第 6 3 回情報処理学会全国大会講演論文集, pp. 3-229 - 3-230, 2001
- 21) 宝珍 輝尚, 都司 達夫: 音の特徴量からの感性の主因子の因子得点の推定, 第 3 回日本感性工学会大会予稿集 E08, pg. 129, 2001
- 22) 宝珍 輝尚, 都司 達夫: 音の特徴量からの感性の主因子の因子得点の推定(2), 第 4 回日本感性工学会大会予稿集 1-08, pg. 93, 2002
- 23) 宝珍 輝尚他: 音クリップの特徴量からの交互作用を考慮した感性因子得点の推定, データベースと Web 情報システムに関するシンポジウム (DBWeb2003), pp. 275-282, 2002
- 24) 宝珍 輝尚 他: 感性に基づくマルチメディア検索における個人適応に関する一考察, 感性ダイナミックスシンポジウム 2002, pp. 33-36, 2002
- 25) Snider, J. G. and Osgood, C. E. : Semantic Differential Technique - A Sourcebook, Aldine Pub. Company, 1969
- 26) 奥野 忠一, 久米 均, 芳賀 敏郎, 吉澤 正: 多変量解析法, 日科技連, 1981
- 27) 齋藤正彦: 線形代数演習, 東京大学出版会, 1985