

## 超2次関数と首パラメータによる土器画像検索の評価

茂呂 優太<sup>†</sup> 安達 文夫<sup>‡</sup> 徳永 幸生<sup>†</sup> 杉山 精<sup>†</sup>芝浦工業大学<sup>†</sup>国立歴史民俗博物館<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

近年、博物館収蔵品のデジタル画像化が進み、様々なデータベースが構築されている。そのデータベースにおける検索法は、キーワードを用いるものがほとんどであるが、収蔵品について詳しい知識が無い人にとってキーワードで検索することは難しい。

一般に画像検索では、画像の持つ特徴(意味、関係、領域、画素)に特徴量を付与し検索を行う<sup>[1]</sup>。筆者らはその中でも領域特徴を利用して画像を分類し、詳しい知識が無くとも“こんな形”といった形状イメージで画像を検索することのできるシステムの構築を目指し検討を進めている。

検索対象は国立歴史民俗博物館(歴博)にて収録されている土器画像とし、画像への特徴量の付与(インデクシング)には本報告の目的や土器の持つ形状特徴を考慮して様々な手法を比較検討した結果、他の手法よりも少ないパラメータで特徴を記述できる可能性のある超2次関数<sup>[2]</sup>を採用するのが適当と判断した<sup>[3]</sup>。

しかし、土器に見られる上部の凹凸や首部の括れなどの形状特徴は超2次関数だけでは表現できないため、これらを補助パラメータとして加えた。

本報告では、この首パラメータの有用性について検証する。

## 2. 土器輪郭画像からのパラメータ抽出

パラメータの抽出には超2次関数を変形させた式(1)を使用し、土器の輪郭画像と近似させる。

$$S(x, z) = \left( \frac{x}{1 - k(z/a_3)a_1} \right)^{\varepsilon_1} + \left( \frac{z}{a_3} \right)^{\varepsilon_1} \quad (1)$$

$$\gamma^2 = \sum (S(x, z) - 1)^2 \quad (2)$$

画像各点の2乗誤差の和 $\gamma^2$ は式(2)より求められ、 $\gamma^2$ が最小になるパラメータの組み合わせを探索し、その中からスケール( $s = a_1/a_3$ )・形状( $e = \varepsilon_1$ )・変

形(k)の3つを形状の特徴量として抽出する。

補助パラメータのうち上部パラメータ(j)は、画素行ごとに走査して輪郭形状との交点の数を取得し、取得した交点数が3つ以上となった時の位置とそれより上の部分における左右の端点と最上点の四方で囲まれた長方形内各画素列の凹凸を取得、その標準偏差をパラメータとして抽出する。

首パラメータは土器の時代判別にも利用される首部の位置と太さを特徴量とするもので、画像上部でありかつ土器口部より下にある画素行の内で最も細くなっている部分の位置を取得し、その位置の輪郭形状に対する高さ(nh)と太さ(nw)の比率をそれぞれパラメータとして抽出する。

歴博資料図録1の土器画像200枚を上記の方法でインデクシングし、土器画像の首パラメータの分布をとったグラフが図1である。

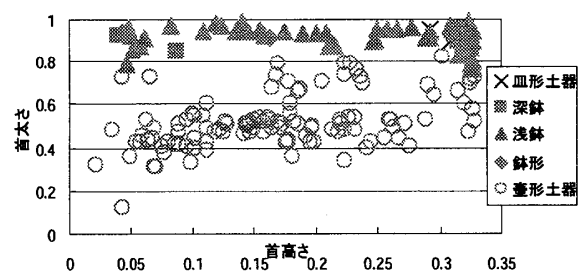


図1 土器画像の分布(首太さ/首高さ)

このグラフを見ると、首部に括れを持つ壺形と持たない形状でそれぞれ集団が形成されており、首パラメータが土器の形状記述に有用であるといえる。

## 3. 土器画像検索システム

## ① 重みパラメータによる検索精度の向上

検索システムにおいて精度の高い検索結果を得るには、各パラメータ間のマッチングに加えそれぞれの重要度や関連度も考慮する必要がある。

本報告では利用者が“似ている”と感じる順番に検索結果を表示することを精度の高い検索結果と考え、その為にどのパラメータが重要視されているかを調べる実験を行った。

まず与えられた検索キー毎に表示された9枚の画像を、被験者が似ていると思う順に並べ替えて貰う。

Evaluation of Earthenware Retrieval System by Super quadrics and Neck Parameters

<sup>†</sup>Yuta Moro, Yukio Tokunaga, Kiyoshi Sugiyama

(Shibaura Institute of Technology)

<sup>‡</sup>Fumio Adachi (National Museum of Japanese History)

その被験者が付けた順位と、前回の実験を元に事前に用意した 50 通りの重みの組み合わせを式(3)に当てはめて付けた各画像の順位を比較する。

そして、重みの組み合わせ毎に式(4)を用いて T の値を計算し、実験結果としてどの重みの組み合わせが最も利用者の感覚に近いかを調べた。

$$V = W(s) \left( \frac{s - s_{db}}{s_t} \right)^2 + W(e) \left( \frac{e - e_{db}}{e_t} \right)^2 + W(k) \left( \frac{k - k_{db}}{k_t} \right)^2 + W(j) \left( \frac{j - j_{db}}{j_t} \right)^2 + W(nh) \left( \frac{nh - nh_{db}}{nh_t} \right)^2 + W(nw) \left( \frac{nw - nw_{db}}{nw_t} \right)^2 \quad (3)$$

$x_{db}$ : データベースの値  $x_t$ : 標準偏差  $W(x)$ : 重み

$$T = \sum \left| \frac{n - m}{V_n - V_m} \right| \quad (4)$$

n: 被験者が付けた順位 m: 式(3)から付けた順位

$V_n, V_m$ : 各順位の V の値

検索キーの画像は後述する展示時の利用ログから 1 セット 8 枚ずつ 2 セット. 検索対象の画像は 351 枚. 被験者は 1 セット 10 人の計 20 人とした。

表 1 にセット 1 の実験結果 (T 値の順位) を示す。

表 1 重みパラメータ実験結果上位 20 通り セット 1

順位	s	e	k	j	nh	nw	T 平均
1位	8	8	2	2	2	2	3.062
2位	8	8	2	2	3	1	3.099
3位	10	6	2	2	2	2	3.225
4位	10	6	2	2	3	1	3.277
5位	9	8	3	2	1	1	3.309
6位	8	8	2	2	4	0	3.326
7位	10	7	3	2	1	1	3.360
8位	8	5	5	2	2	2	3.374
9位	8	5	5	2	3	1	3.386
10位	12	4	2	2	2	2	3.431
11位	10	4	4	2	2	2	3.449
12位	10	6	2	2	4	0	3.469
13位	10	4	4	2	3	1	3.477
14位	12	3	3	2	2	2	3.482
15位	12	4	2	2	3	1	3.535
16位	12	5	3	2	1	1	3.573
17位	8	6	6	2	1	1	3.584
18位	12	3	3	2	3	1	3.588
19位	10	9	3	2	0	0	3.620
20位	10	4	4	2	4	0	3.633

この結果から、補助パラメータを導入後もスケールパラメータと形状パラメータに重みを高くつけることによって検索精度が高まることがわかった。

また、首パラメータに重みが付いていない組み合わせの最上位は実験セット 1 においては 19 位、

実験セット 2 においては 16 位であり、共に首パラメータに重みが付いている組み合わせが付いていない組み合わせよりも上位に位置している。

この結果から、土器画像検索システムにおいて首パラメータが補助パラメータとして有効に働いていることがわかった。

## ② 入力方法の検討

本検索システムは博物館内での展示やホームページ上での公開など様々な利用場面が考えられる。

利用場面によって機材や入力環境はまちまちであり、それに応じて適切な入力方法を検討し構築するため、“手書きスケッチ” “言葉ボタン” “つかんで動かす” の 3 つの方法について実験と比較検討をし、それぞれの長所と短所を明らかにした。

## 4. 企画展示と土器画像検索システムの評価

2007 年 7 月 3 日から 9 月 2 日まで歴博で開催された企画展示「弥生はいつから!？」に、首パラメータをとり入れ検索精度を高めた本検索システムを導入した。この展示ではタッチパネルディスプレイを利用することから、検索システムの入力方法には“手書きスケッチ”のみを採用した。

また、本検索システムの利用者にアンケートを行なった結果、「スケッチに対して出た検索結果の土器画像は良かったと思いますか?」という質問に対して、39 人中 28 人が「とても良かった」または「少し良かった」と回答するなどの高い評価を得ることができた。

## 5. おわりに

本報告では超 2 次関数と補助パラメータを用いて土器画像検索システムを構築した。

その際、重みパラメータの実験を通して首パラメータが土器画像検索システムの検索精度を高めるのに有効であることを明らかにした。

さらに、企画展示への出展とアンケートによって本検索システムが有用であることを示した。

本報告について討論いただいた歴博の企画展示プロジェクトメンバー各位に感謝する。

## 参考文献

- [1] 北本朝展, 高木幹雄: 類似画像検索システム構築のフレームワークとしての階層モデル, 信学技報, IE97-27 (PRM97-58, MVE97-43), pp. 25-32, (1997).
- [2] 堀越力, 笠原久嗣: 超 2 次関数による 3 次元形状インデクシング, 電子情報通信学会論文誌, D-II, Vol. J73-D-II, No. 10, pp. 1716-1724, (1990).
- [3] 茂呂優太, 安達文夫, 徳永幸生: パラメータによる土器画像の分類とその検索システム, 第 69 回情報処理学会全国大会, 1-629, (2007).