

パラメータによる土器画像の分類とその検索システム

茂呂 優太[†] 安達 文夫[‡] 徳永 幸生[†]

芝浦工業大学[†] 国立歴史民俗博物館[‡]

1. はじめに

近年、博物館収蔵品のデジタル画像化が進み、収蔵品の画像データベースが構築されている。その検索法は、キーワードを用いるものがほとんどである。しかし、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非常に難しい。

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。^[1] 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にて収録されている土器画像とした。

2. 画像への特徴量の付与と分類

特徴量の付与(インデクシング)

形状へのインデクシングには、八分木表現や CSG など様々な方法がある。その中から本研究の目的や土器の持つ形状特徴を鑑みて適用性を比較した結果、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 次関数を使用した。

超 2 次関数の特徴

超 2 次関数は式(1)のように示される。^[2]

$$S(x, y, z) = \left\{ \left(\frac{x}{f(z)_1} \right)^{\frac{2}{\varepsilon_1}} + \left(\frac{y}{f(z)_2} \right)^{\frac{2}{\varepsilon_2}} \right\}^{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}} + \left(\frac{z}{a_3} \right)^{\frac{2}{\varepsilon_1}} = 1 \quad (1)$$

$$f(z)_i = \left(1 - k_i \frac{z}{a_3} \right) a_i, \quad i=1,2$$

$a_1 \cdot a_2 \cdot a_3$ は xyz 各軸における長さ、 $\varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2$ は xz・xy 各平面における角張り具合を表し、 $k_1 \cdot k_2$ は z 軸方向の先細りパラメータである。これらのパラメータを変化させることで、球や直方体などといった多様な立体形状を表すことができる。

この表現方法は、他の方法と比べて少数のパラメータで形状を表現することができる。また、形状

認識が容易で“丸く”や“長く”などの言葉と結び付けやすい。その一方で、左右対称な形状に制限されるなどといった特徴がある。^[3]

輪郭画像からのパラメータ抽出

使用する土器画像は横から見た平面画像のため、超 2 次関数の xz 平面部分のみを適用する。したがって式(1)で $y = 0$ と置いた、式(2)を使用する。

この式(2)に土器の輪郭画像を近似し、各点の誤差を求めてパラメータを取得する。画像各点の誤差は $S(x, z) - 1$ で求められ、2 乗誤差の和 γ^2 は式(3)より求められる。

$$S(x, z) = \left(\frac{x}{1 - k(z/a_3)a_1} \right)^{\frac{2}{\varepsilon_1}} + \left(\frac{z}{a_3} \right)^{\frac{2}{\varepsilon_1}} = 1 \quad (2)$$

$$\gamma^2 = \sum (S(x, z) - 1)^2 \quad (3)$$

この γ^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(a_1/a_3)・形状(ε_1)・変形(k)の 3 つを形状の特徴量として抽出する。

これだけでは表現しきれない形状特徴として、多くの土器に見られる上部の凹凸に着目し、画像上部の複雑さを上部パラメータとして抽出する。

土器画像の分類

前述の方法によって国立歴史民俗博物館資料図録 1 から北海道・東日本で出土した土器の画像 200 枚をインデクシングし、画像特徴量の分布をとったグラフが図 1・図 2 である。

これらのグラフを見ると土器画像の資料名称毎に集団が形成されていて、超 2 次関数によって土器形状の分類ができていることがわかる。

しかし、考古学資料集 19 に収録されている西日本で出土した土器の画像も含めて画像特徴量の分布をとった場合、東日本と西日本の土器の間で明確な違いが得られず分類することができなかった。

土器研究において、土器の地域・時代の判別には土器の肩の部分を見ることが有効であるとされている。従って地域・時代の分類を行うには、土器の肩の部分の特徴パラメータとして新たに抽出する必要があると考える。

Classification of earthenware image by parameter and its search engine

[†]Yuta Moro, Yukio Tokunaga (Shibaura Institute of Technology)

[‡]Fumio Adachi (National Museum of Japanese History)

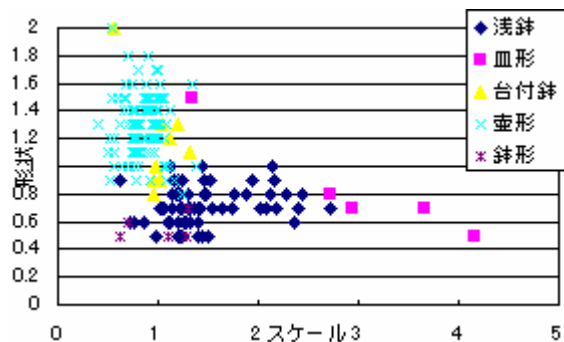


図1 土器画像の分布 (形状 / スケール)

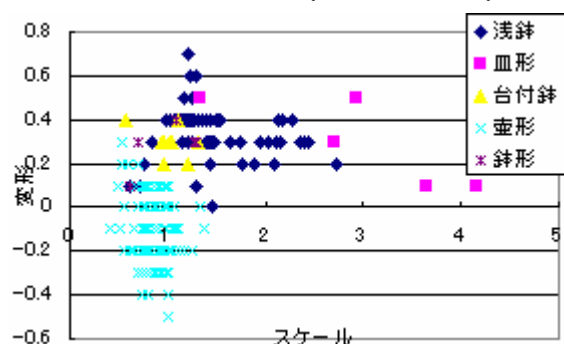


図2 土器画像の分布 (変形 / スケール)

3. 検索システム

3.1. 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。

そこで“似ている”と感じるときの各パラメータの重要度を実験で調べた結果、スケールパラメータに重みを付けた順位が被験者の付けた順位に最も近く、重要視されていることが分かった。^[3]

3.2. 入力方法の検討

本検索システムは、館内やホームページなど様々な場面で利用できることを目指している。この場合、利用者が使う入力環境はまちまちなので、どんな入力方法ならばその環境に依らずに“こんな土器”というイメージをシステムに伝えられるのかを考えて製作しなければならない。

これまでにいくつかの方法を試作・比較し、検討を行ったので以下に記す。

手書きスケッチによる入力方法

これは、用意された入力画面に利用者が輪郭イメージを描くことで入力とする方法である。

この方法は利用者のイメージを細かい部分まで含めてそのまま入力できるというメリットがある。

しかし、マウスなどからでは思った通りの形状イメージを描きにくいことが問題であり、描いたイメージのピクセル毎に関数の近似を行うために時間を要することも欠点である。

言葉での調整による入力方法

この方法は超2次関数の持つ“言葉と結び付けやすい”という特徴を生かし、“横長に”“丸く”などの言葉を使って検索させる方法である。

システムに“横長に”“丸く”などの言葉のボタンを用意し、利用者はそれを押すことで画面に表示された画像を変化させ、検索キーを決定する。

この方法では入力環境による使いやすさの差はほとんど出ない。また、パラメータ抽出の必要がなく検索にかかる時間も短縮することができる。

しかし、細かいニュアンスを表現することは困難であり、検索キーを決める出発点が利用者の求める形状から離れていた場合、求める形状にたどり着くまでに時間を要するという欠点がある。

ポインタを掴んで動かす入力方法

これは図3のように画面上の図形に設けた印をポインタで掴んで動かすことによって図形を変形させ、検索キーを決定する方法である。

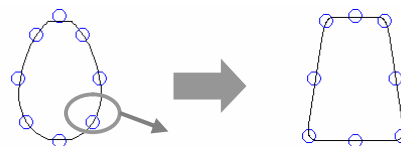


図3 ポインタで掴んで動かす入力方法の例

この入力方法もポインタを動かした幅に応じてパラメータの量を変化させている為、パラメータ抽出の手間を省くことができる。しかし、どの印を掴んで動かせばどのパラメータが変化するのが一見して分かりにくいのが欠点である。

5. おわりに

特徴量の付与に超2次関数を用いることで土器画像の形状を分類することができた。

今後、地域や時代も分類できるように新たなパラメータやその取得方法について検討していく。

検索システムの入力方法についてはそれぞれのメリット生かせるように機能を組み合わせ、さらに新しい入力方法を創出する。

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(PRMU97-58, 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-, Vol. J73-D-, No.10, pp.1716-1724, (1990).
- [3] 茂呂優太, 安達文夫, 徳永幸生, “超2次関数を用いた土器画像検索システムとその入力方法”, 画像電子学会第34回年次大会予稿集, pp.49-50, (2006).