

陶芸教育システムの陶器識別手法における機械学習適用の提案

A Proposal for Machine Learning Application in Pottery Identification Method of Pottery Education System

浜本 隆^{*1}, 山下 明博^{*2}
 Takashi HAMAMOTO^{*1}, Akihiro YAMASHITA^{*2}
^{*1,2} 安田女子大学
^{*1,2}Yasuda Women's University
 Email: hama@yasuda-u.ac.jp

あらまし：陶芸教育において制作技術を習得するためには、自学自習への取り組みは不可欠である。しかし、自学自習は指導者によるフィードバックがないため、技術を向上させるににくい。そこで、自学自習における学習者への客観的なフィードバックとして、アドバイス機能をもつ陶芸教育システムの提案をおこなう。本稿では、システムの陶器識別機能を実現するために機械学習を用い、その教師データの Data Augmentation として、等濃線を用いる手法を提案した。実験の結果、識別精度の Accuracy は 99.0%となり、陶器識別手法として有効であることが確認できた。

キーワード：自学自習、機械学習、Data Augmentation、等濃線、陶芸

1. はじめに

陶芸教育の作品制作において、学習者が作品を意図したとおりに制作できるようになるためには、自学自習への取り組みが不可欠である。工芸技術である陶芸は、わざ習得の認知過程の「修練の段階」では、親方と同じ製品が作れるよう基本を繰り返して体得する⁽¹⁾と言われている。工芸技術のわざ習得と同様に、陶芸教育での技術の習得においても、練習を繰り返し体得する自学自習への取り組みは不可欠である。

一方で、自学自習は、指導者によるフィードバックがないため、技術の向上につながりにくい。学習者は練習を繰り返す過程において、客観的なフィードバックが与えられることで、改善点に気づき、修正を加え、技術を向上させることができる。しかし、自学自習のように練習の過程で指導者のフィードバックがない場合は、改善点に気づきにくいいため、技術の向上につながりにくい。

そこで、指導者が不在の練習環境において、学習者に客観的なフィードバックを行う陶芸教育システムを提案する。具体的には、手本を模倣する学習において、学習者が制作した陶器をシステムが評価し、システムは学習者に客観的なフィードバックとしてアドバイスをを行う(図1)。システムは、識別機能と評価機能、アドバイス機能によって構成され、学習者が制作した陶器の形状を読み取り(識別機能)、読み取った形状から学習者の技術の評価し(評価機能)、技術の評価からアドバイスを生成して学習者に提供する(アドバイス機能)。

本研究では、陶器の識別機能として機械学習を用いることを提案する。先行研究では、陶器の表面性状を非接触レーザ変位計で読取る定量評価の手法⁽²⁾が提案されているが、特定成分のみの評価のため、形状を識別する方法として使用することは難しい。

また、類似形状立体を識別する方法として、多面体の類似度を定量化する手法⁽³⁾が提案されているが、陶器のような自由な形状の識別にはなじまない。そこで我々は、陶器を対象とする識別機能について、機械学習を用いた等濃線による陶器識別手法を提案する。

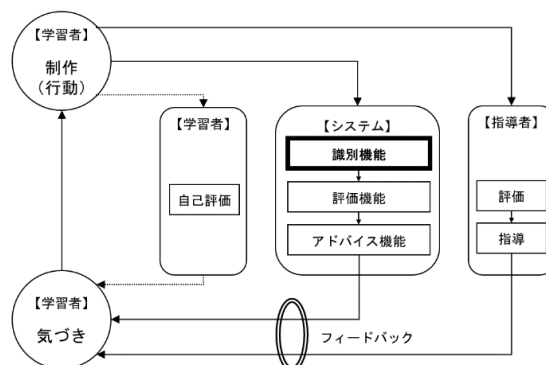


図1 自学自習システム概念図

2. 等濃線による陶器識別手法

本研究は、陶器の識別に機械学習を採用し、教師データの Data Augmentation として、等濃線を用いる方法を提案する。機械学習は、教師データの量と質が識別の精度に大きな影響を与える。陶芸教育では制作される陶器の数が限られており、教師データとして量が足りないため、そのままでは使用することはできない。このように教師データが不足する場合は、撮影した画像をもとに教師データを拡張⁽⁴⁾する Data Augmentation が行われる。Data Augmentation は量を増やす際に、データの特徴を保持しなければならないため⁽⁵⁾、量の増幅と特徴の維持を両立させる手法が課題となる。本研究では、陶器の立体的な特徴である輪郭や起伏が、陰影の濃淡で表現されていることに着目し、濃淡を等高線のように表現する等濃

線⁽⁶⁾による Data Augmentation を提案する。

3. 方法

本実験は、陶器の撮影と教師データの Data Augmentation を行ったのちに、機械学習と評価を行った。撮影は陶器の陰影と濃淡を強調するため、暗室を使用した。教師データの Data Augmentation は、識別精度を比較するため、基本的な手法⁽⁷⁾である幾何学的な画像の回転と、提案手法である等濃線分布による等濃線での描画の2つの手法で行った。Data Augmentation と機械学習は Google Collaboratory, Python を使用した。

3.1 陰影画像の撮影

立体形状の特徴を捉えるため、陶器の陰 (Shade) と輪郭の影 (Shadow) の濃淡を強調する撮影を行った (図2)。具体的には、形状以外の要素である色情報を抑制し陰影と濃淡を強調するため、撮影は暗室で行い照明は逆光とした。陶器は回転台に配置しカメラは三脚に搭載した (図3)。陶器は45度ずつ回転させ、陶器1点につき8枚の陰影画像を撮影した。

本実験では、市販の陶器17種類30点を対象に陰影画像240枚を撮影した (表1)。



図2 陰影画像

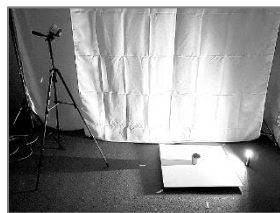


図3 撮影環境

3.2 教師データの Data Augmentation

実験に使用する教師データは、画像を回転させた回転画像と等濃線で表現した等濃線画像の2種類を Data Augmentation にて生成した。回転画像は、陰影画像の中心を原点として6度ずつ回転させて生成した。等濃線画像は、陰影と濃淡を等高線のように表現する等濃線を描画するため、グレースケール256階調で表現された陰影画像について、各階調の画像の輪郭が陶器の形状に該当する部分を等濃線に変換し、1階調ごとに1枚ずつ生成した (図4)。

本実験では、240枚の陰影画像をもとに Data Augmentation を行い、回転画像を12,960枚、等濃線画像を12,098枚生成した (表1)。

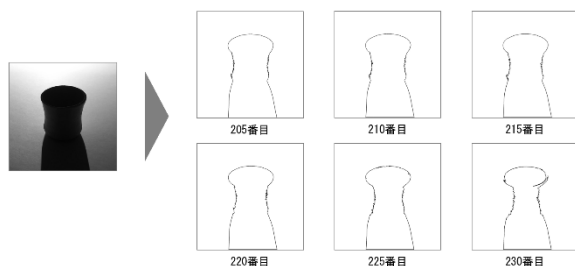


図4 陰影画像 (左) と等濃線画像 (右)

3.3 機械学習と評価

陰影画像と回転画像、等濃線画像の3種類の教師データを用いて機械学習を行い、Accuracyを算出した。前処理として教師データは28×28ピクセルの正方面像に変換し、学習データを80%、検証データを20%に分割した。機械学習のアルゴリズムはランダムフォレストを用い、学習データを使用して分類モデルを構築した。精度の検証は、検証データを分類モデルへ読み込み、Accuracyを算出して評価した。

4. 実験結果と考察

実験の結果、検証データの Accuracy は陰影画像75.0%に対して回転画像は80.7%であったが、等濃線画像は99.0%と高い精度を示した (表1)。よって、等濃線を用いた Data Augmentation は、陶器の識別に有効であることが確認できた。

表1 実行結果

教師データ	画像数	Accuracy
陰影画像	240枚	75.0%
回転画像	12,960枚	80.7%
等濃線画像	12,098枚	99.0%

5. まとめ

本研究では、陶芸教育システムの陶器識別機能を実現するために機械学習を用い、その教師データの Data Augmentation として、等濃線を用いる手法の有効性を確認することができた。今後は、実際の学習環境で制作された陶器を用いて、学習者の技術の評価する要素について機械学習を行い、アドバイスを自動的に生成する機能 (評価機能・アドバイス機能) を実装し、陶芸教育の手本を模倣する練習過程において、学習者に客観的なフィードバックを行う陶芸教育システムの開発を進めたい。

参考文献

- (1) 隼瀬大輔: “「工芸」における「伝統」に関する一考察”, 美術教育学研究, 第49巻, 第1号, pp.321-328 (2017)
- (2) 酒井孝, 笠井信三, 山本耕治: “巨視的領域における陶器表面性状の定量的評価”, 塑性と加工, 第50巻, 第576号, pp.44-48 (2009)
- (3) 向井伸治, 古川進, 黒田満: “多面体の類似度の定量化に関する研究(第2報)”, 精密工学会誌, 第68巻, 第6号, pp.782-787 (2002)
- (4) 山下明博: “AI研究のための手書き動物イラストデータセットの開発”, 安田女子大学紀要, 第48巻, pp.247-256 (2020)
- (5) 小田昌宏: “ディープラーニング活用の重要ポイント”, 日本医用画像工学会, 第36巻, 第2号, pp.72-75 (2018)
- (6) 加藤雅弘, 高橋和樹, 中村納, 南敏: “等濃線分布に基づく顔画像の識別”, テレビジョン学会技術報告, 第14巻, 第36号, pp.1-6 (1990)
- (7) Shorten, C., Khoshgoftaar, T.M.: “A survey on Image Data Augmentation for Deep Learning”, J Big Data, 6, 60 (2019)