

AIによるフィギュア面相の不良検出および 再構成画像を用いた官能評価の数値化の一考察

Defect detection of figure face by AI and Quantification of sensory evaluation using reconstructed images.

山根 知之

Tomoyuki Yamane

電子・有機素材研究所 電子システムグループ

アニメフィギュア製造工程における製品検査では、印刷ズレなどによるフィギュア面相の表情の微妙な変化を判定する必要性から、人の官能評価に頼る部分が多く、不良判定が高度なため省力化・効率化を目的とした自動化が実現されていない。そこで本研究では、フィギュアの顔へ適用できる AI (人工知能) を開発し、印刷で構成される顔パーツ (眉、まつげ、目、口等) を精度よく検出することで、マスターデータとの比較を容易とし、工程自動検査を可能とする技術開発を行った。

1. はじめに

県内におけるフィギュア製造の現場においても製品検査自動化の面相評価については内容が高度であり、全て勘による評価に頼っているのが現状である。

タンポ印刷とは、インクを載せたシリコンゴムのパッドを、スタンプのように商品に押し付けて印刷する方法で、多少の曲面にも印刷できる。図1に示すように、デザイン部が凹版になっており、ここにインクをためた状態でシリコンパッドを押し当て、インクを製品に転移させることで印刷する。

面相評価は大きく分けて①パーツ毎 (目、眉、口など) の傷、②かすれや汚れなどの印刷品質、③印刷位置精度に起因する官能評価 (表情の変化、かわいい/かわいくない、など) に分かれている。かわいさは、印刷位置のズレから生じる、目と眉毛の距離や、目の位置などの微妙な表情の変化である。②の印刷品質については、カメラ撮影によってマスター画像と比較することで行われているが、不良は小さなもので数ピクセルであり、また顔の輪郭や各パ

ーツのバリエーションが多いため従来の画像処理手法では対応が困難である。

そこで人工知能 (以下 AI) を用いて、表現豊かなフィギュアの各パーツを AI に学習させることで、各タンポ印刷に対応する検査領域をパーツ毎に抽出し、製品検査の自動化・高速化を可能とする技術開発を目指した。

2. 研究の技術ポイント

従来の画像処理手法では、テンプレートマッチングによる全走査による探索が考えられるが、処理時間が長くなるほか、印刷状態によって探索目標が変化するため適用が難しい。AI を用いた手法でセマンティックセグメンテーションによる領域抽出手法も考えられるが、これは見えている範囲の領域抽出にとどまるため、1ショットごとの印刷状態までは検出ができない。そこで本研究では、目標画像を与えられたパーツの変形、配置を自動化し印刷の重心、変形を再現することが可能であり、印刷状態を数値化することができる AI を開発した。

また上記パーツの位置を数値化することで、面相の印刷状態を数値化することが可能となる。これに



図1. タンポ印刷の流れ

より例えば「より目」「目が離れている」「眉毛の角度が違う」などが数値化でき、官能評価に影響するパーツと印刷状態が分かる。

これらの技術を用い、図2に示す流れで工程へ実装することで、人手によって評価している工程検査を、自動撮影・搬送装置などにより自動化（または半自動化）を行い、工数の削減が可能となる。タンポ印刷後に製品を撮影し、取り込んだ画像を基にAIで処理することで、検査OK、NGを自動判定する。



図2 AI学習と工程実装への流れ

3. 研究内容及び結果と考察

3.1 タンポ印刷の重なりを考慮した1ショット毎の位置抽出手法の確立

実際のフィギュア画像（写真）、各パーツの情報切り出し、その画像をランダムに配置した学習用画像を3000枚生成し、それを用いてAIを学習した。AIの学習ブロックを図3に示す。このAIモデルにより、入力画像に対する印刷パーツの変形と配置を推論することで印刷の重心、変形を再現することができ、図4のように入力画像に対する各パーツの印刷状態を再構成することができた。結果として図5のグラフのようにパーツ重心の位置ズレを数値化することが可能となった。

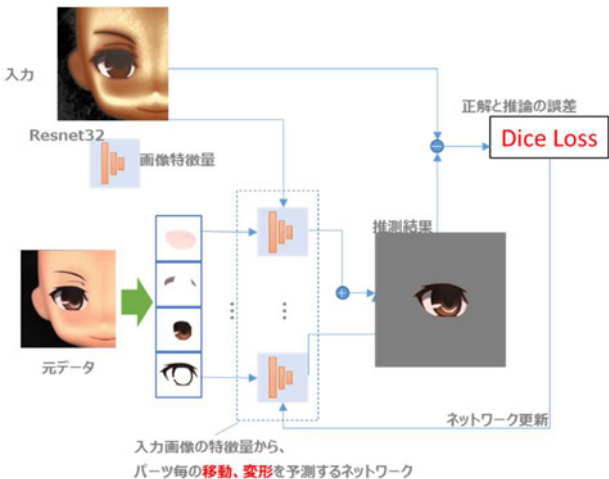


図3 開発したAI学習のブロック図

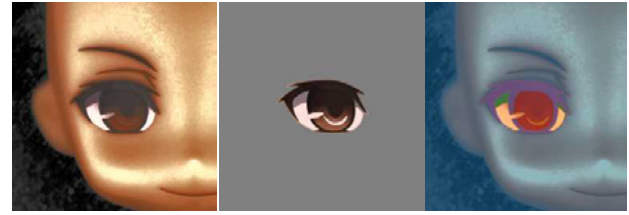


図4 入力画像と推論結果

左：入力画像、中央：推論結果、右：入力画像にパーツごとの領域を重ね書したもの

グラフは一番大きな眉毛のパーツを基準として、白目、影、瞳のパーツ位置が相対的にどれだけずれているかを、横軸を入力画像としてあらわしたものである。縦軸は画像サイズを1とし、青が横方向、オレンジが縦方向のズレ量としている。

研究当初は印刷の重心位置、角度の検出精度90%以上を目標としていたが、最終的な検出精度の平均は85%であった。これは、一番大きなパーツであるまつ毛のマスク形状を画像から上手く抽出することができなかったことが原因であり、重心位置のズレは10%以内に収まっていた。

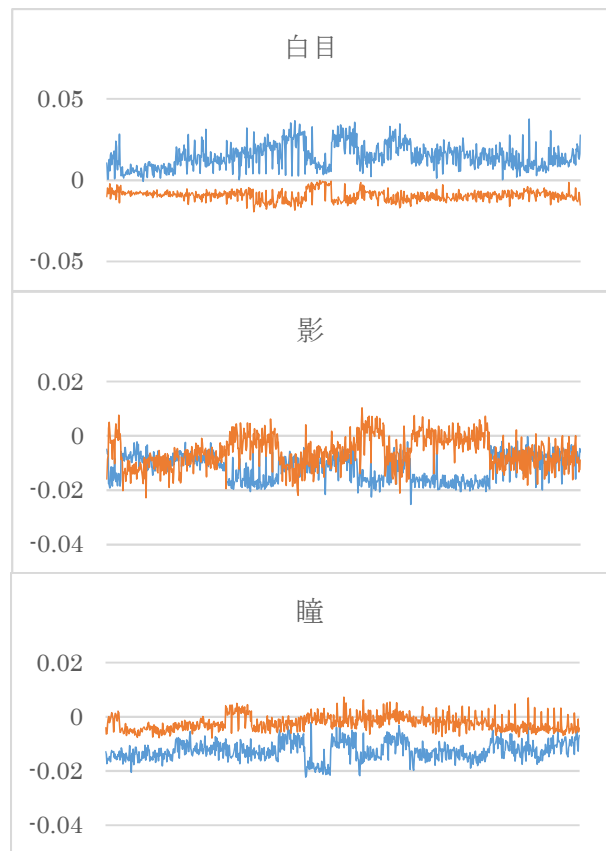


図5 眉毛との相対的位置ズレ（画像800枚分）

3.2 印刷位置ズレが官能評価に及ぼす影響の評価

印刷位置ズレが官能評価に及ぼす影響をグラフ化することで、官能評価である表情の正確性（例えば「かわいい／かわいくない」）の閾値を数値化することが目的であったが、現時点ではできていない。

3.1 項の AI 開発によって、各パーツの位置ズレを数値化することが可能となり、評価用に準備していたフィギュアにおいて、良品であっても細かな印刷ズレが起きていることが確認できた。しかし当フィギュアにおいては、目元の印刷が官能評価で NG になった事例がなく、官能評価に影響を及ぼすズレを評価するにいたならなかったのが原因である。

3.3 工場検査工程での実用化検討

グッドスマイルカンパニーにご協力いただき、フィギュアの印刷工程で全数画像撮影を実施するとともに、①で作成した AI モデルを実装するための GPU を搭載した PC の準備を行った（図 6）。現在、入力画像から AI による推論を行うプログラムを作成中である。検査内容は、印刷位置ズレの数値化と印刷不良の自動検査である。

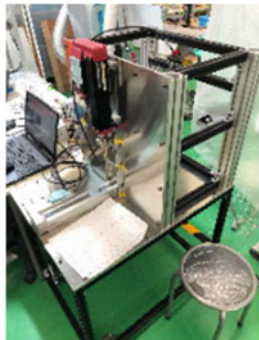


図 6 フィギュア面相撮影装置

4. おわりに

本研究では複数パーツが重なるタンポ印刷において、各パーツの位置を AI によって推論することで、フィギュアごとの印刷位置ズレを数値化することができた。この技術により、印刷品質の官能評価への応用と、自動検査実装の可能性が確認できた。

謝辞

本研究を進めるにあたり、フィギュア面相画像の撮影や、撮影装置の実装にご協力を頂いた株式会社グッドスマイルカンパニー植田氏に厚くお礼を申し上げます。