

# アンティークステレオ画像のアーカイブのための歪み補正

堂國友史<sup>†§</sup> 清水郁子<sup>†</sup>

<sup>†</sup>東京農工大学大学院工学府

## 1 はじめに

左右の目に対応する2つの異なる視点から撮影した画像の組をステレオ画像とよぶ。100年以上前に撮影されたアンティークステレオ写真は歴史的価値があり、アーカイブして活用することが望まれる。アンティークステレオ画像は紙面が歪んでおり補正が必要があるが、既存のアンティークステレオ画像のアーカイブシステムでは、いくつかの補正パターンを用意し、ユーザが種類と補正の度合いを手動で選択していたが、精度が十分ではないという問題があった [1]。

本研究では、ステレオ画像の端点など少数の点をユーザがクリックして選択し、曲線で補間することで歪み補正を行う手法を提案する。提案手法では、ステレオ画像の境界を2次補間することでモデル化する。ステレオ画像を複数の小領域に分割し、局所的に直線で近似して区分的に射影変換することで歪みを補正する。実験では、提案手法による歪み補正の精度を評価するため、補正前後の画像を特徴点マッチングすることで画像のズレを比較した結果を報告する。

## 2 紙面の歪み補正

本手法では、歪んだ紙面を小領域に分割し、領域ごとに射影変換を行うことで歪みの補正を行う。まず、ユーザが画像の端点をクリックして入力する。これをもとに、画像を小領域に分割し、それぞれを射影変換して画像を本来の形に変形する。

紙面が歪んだステレオ画像をカメラで撮影すると図1のような歪んだ形となる。ステレオ画像の境界を自動検出するのは困難であるため、本手法ではユーザは少数の点を指定してその点を補間することで境界を求める。

ユーザがクリックして指定した図1の赤点で示された8点を用い、まず画像境界の左右のそれぞれ3点の座標から2次のラグランジュ補間多項式(式(1))を用いて二次曲線での補間を行い、図2のように左右それぞれ等間隔に点を配置する。さらに、画像境界の上下そ

れぞれの中心点から一次補間を行い、中央に等間隔に点を配置する(図3, 図4)。

ラグランジュ補間について説明する。図5において、点 $p_{mn}$ の $x$ 座標を $x_{mn}$ 、 $y$ 座標を $y_{mn}$ とする。クリック入力された点のうち任意の3点である画像の初端の点 $p_{0n}$ 、画像の midpoint の $p_{\frac{\alpha}{2}n}$ 、画像の終端の点 $p_{\alpha n}$ を用いて $p_{mn}$ の座標を求める二次のラグランジュ補間の式(1)を以下に示す。

$$y_{mn} = y_{0n} \frac{(x_{mn} - x_{\frac{\alpha}{2}n})(x_{mn} - x_{\alpha n})}{(x_{0n} - x_{\frac{\alpha}{2}n})(x_{0n} - x_{\alpha n})} + y_{\frac{\alpha}{2}n} \frac{(x_{mn} - x_{0n})(x_{mn} - x_{\alpha n})}{(x_{\frac{\alpha}{2}n} - x_{0n})(x_{\frac{\alpha}{2}n} - x_{\alpha n})} + y_{\alpha n} \frac{(x_{mn} - x_{0n})(x_{mn} - x_{\frac{\alpha}{2}n})}{(x_{\alpha n} - x_{0n})(x_{\alpha n} - x_{\frac{\alpha}{2}n})} \quad (1)$$

そして、これらの点を結んだ小領域を射影変換する。図5において、全ての小領域 $A_{mn}$ を、対応する射影変換行列 $H_{mn}$ を用い、 $A'_{mn}$ に変換する。具体的には、 $X$ は変換前の画像座標、 $X'$ は変換後の画像座標として $X' = H_{mn}X$  ( $X' \in A'_{mn}$ ,  $X \in A_{mn}$ )のように変換する。

本手法を用いて紙面歪みを補正したアンティークステレオ写真の例を図6, 図7に示す。提案手法により、異なる方向の歪みがある紙面が補正できていることがわかる。

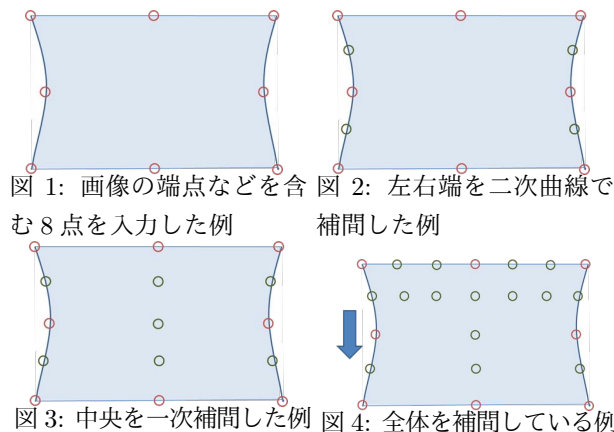


図1: 画像の端点などを含む8点を入力した例  
 図2: 左右端を二次曲線で補間した例  
 図3: 中央を一次補間した例  
 図4: 全体を補間している例

Distortion Correction for Achieving Antique Stereoscopic Images  
 Tomofumi DOKUNI<sup>†§</sup>, Shimizu IKUKO<sup>†</sup>  
<sup>†</sup>Graduate School of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology, 184-8588, Tokyo, Japan  
<sup>§</sup>ss178823z@st.go.tuat.ac.jp

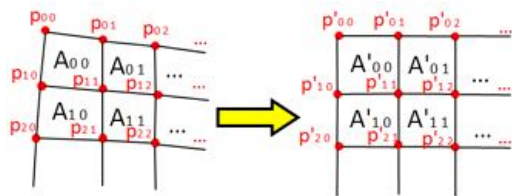


図 5: 小領域に分割した射影変換による歪んだ紙面を補正



(a) 補正前



(b) 補正後

図 6: 結果例 1



(a) 補正前



(b) 補正後

図 7: 結果例 2

### 3 歪み補正の精度の評価

提案手法の歪み補正の精度を定量的に検証するため、適当な画像（以下、元画像とする）を印刷し、印刷した

写真を湾曲して歪ませて撮影し、本提案手法を用いて歪んだ写真を補正した画像（以下、補正画像とする）を作成した。以上のようにして得られた元画像と補正画像を解像度  $800 \times 400$  にリサイズし、グレースケール変換した画像を SIFT[2] を用いて特徴点マッチングを行った。マッチングした任意の 100 点の対応点対のピクセル間のユークリッド距離からズレの平均を計算し、この結果を本提案手法の精度を検証するための定量的な精度として定義した。この精度を用いて、画像を精度よく補正するにはどの程度の小領域に分割するのが適切なのかについて検証した。

以上の方法を用いて 1 枚の適当な画像のズレの平均を図 8 に示す。図 8 のグラフを見ると、本手法で紙面歪みを補正するためには、補間する点の数を横 7 点、縦 5 点以上の点を補間するとよいことがわかった。

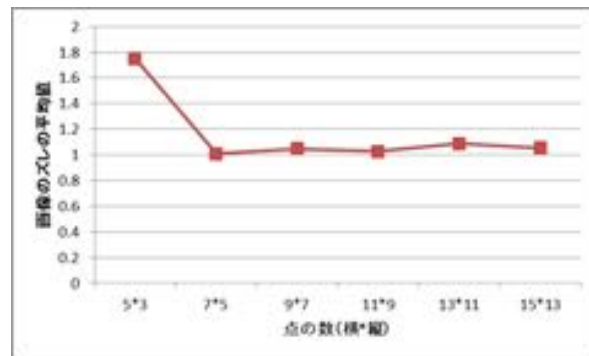


図 8: 補間点に対する画像のズレの平均のグラフ

### 4 まとめ

本論文では、画像の任意の 8 点をクリックすることで、紙面の歪みを補完した二次曲線でモデル化し、紙面の歪みを補正するアルゴリズムを提案した。また、対応点マッチングを行い、元画像と補正画像を定量的な精度を用いてピクセルのズレを見ることにより、本手法の歪み補正の精度を確認した。その結果、本手法では平均 1 ピクセル程度のズレで補正できていることが確認できた。

### 参考文献

- [1] 北川正理, 長岡翔一, 清水郁子, “アンティークステレオ写真のアーカイブと修復支援に関する検討”, 3次元画像コンファレンス 2017, 2017.7
- [2] D. G. Lowe, “Object recognition from local scaleinvariant features”, Proc. of IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), pp. 1150-1157, 1999