

深層学習によるプルキニエ像抽出

D-11

Extraction of Purkinje Images using Deep Learning
佐々木 貴行 高橋 正信

Takayuki Sasaki
芝浦工業大学

Masanobu Takahashi
システム理工学部

Shibaura Institute of Technology

College of Systems Engineering and Science

1. 背景

カメラ等の増加に伴い、犯罪捜査などにおける画像や映像の分析の重要性が増しており、新しい解析技術の開発も期待されている。

近年ではスマートフォンで撮影された画像を補正した結果、被害者の瞳に容疑者が映りこんでいることが分かり、それが犯行の裏付けとなった事例[1]が報告されている。この事例から、プルキニエ像が警察活動において有用であることが分かる。プルキニエ像とは、眼球と物体が図1のような位置関係にあるとき、図2のように角膜の表面に写り込んだ物体の像、即ち鏡面反射像(図2緑色部分)のことである。

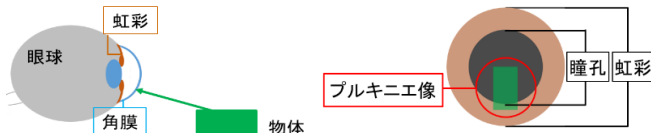


図 1 横方向眼球モデル

図 2 眼球モデル(正面)

従来手法[2]では眼球部分を撮影した画像を超解像度化し、コントラストを調整することでプルキニエ像を抽出していた。しかし、抽出されたプルキニエ像の色が映りこんでいる物体の色と異なる問題がある(図3)。この相違は、虹彩や瞳孔の色も含めてプルキニエ像を抽出していることが原因である。

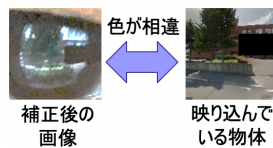


図 3 補正後の画像と映り込んだ物体の比較

2. 目的

本研究では、元の物体の色を保ったままプルキニエ像を抽出する手法を実現する。また、プルキニエ像にある歪みの補正も実現する。実現する手法としては深層学習の1手法である pix2pixを用いた。

3. 手法

3.1 pix2pix

pix2pixは画像間の関係を学習するネットワークである[3],[4]。画像を生成するGeneratorと、入力された画像が正解画像であるかの真偽を出力するDiscriminatorの2つのネットワークを交互に競合させ学習を行う。GeneratorはDiscriminatorを騙すことができる贗作データを生成できるように、DiscriminatorはGeneratorで生成された贗作データを偽と判定できるように学習するため、Generatorは正解画像により酷似した画像を生成できるようになる。画像生成には学習後のGeneratorのみを使用する。

3.2 pix2pixの利用法

本研究では撮影画像の虹彩部分をトリミングした画像(INPUT)を入力画像とし、角膜を映りこんでいる元の画像(TARGET)を正しい出力画像として、その関係を学習させる。歪みの無い画像を正しい出力画像として学習することで、歪みの補正も含めて学習する。

4. プルキニエ像抽出実験

4.1 データセット

図5のようにTARGETをディスプレイに表示し、眼球を撮影する。これにより、撮影した画像とそれから得られるべきプルキニエ像の対応付けが可能になる。1枚の撮影画像に対し、トリミングした画像とさらに3種類の反転処理を加えた画像の計4枚

をINPUTとした(図6赤枠内)。実験では作成したINPUTを学習用に448枚、評価用に72枚に分けて使用した。

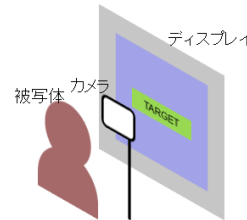


図 4 撮影環境

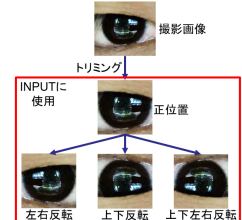


図 5 撮影後の処理

4.2 定量的評価法

評価には(1)式で計算される平均残差を用いた。(1)式中のN(実験では256)は画像の幅と高さである。TはTARGET, OはOUTPUTを示している。また、係数kは平均残差が小さくなるように画像ごとに調整する。

$$\text{平均残差} = \frac{1}{N^2} \sum_{y=1}^N \sum_{x=1}^N |T(x,y) - k \times O(x,y)| \quad (1)$$

4.3 結果と考察

学習回数は11160回とした。評価用の画像72枚に対する平均残差を計算した結果、平均残差が最小値/中央値/最大値であった画像を図6に示す。評価用画像の平均残差の平均は28.8、標準偏差は7.7であった。結果画像を主観的に評価した結果では、プルキニエ像を抽出するだけではなく、「歪曲」「色」「まつ毛の影響」も補正できることが分かった。

しかし、平均残差が最大の画像(右から1列目)のように、窓のような細かい部分を抽出できていない例があり、今後は精度の向上が課題となる。

INPUT			
OUTPUT			
TARGET			
平均残差	16.5	28.1	50.5

図 6 実験結果

【参考文献】

- [1] “被害者の瞳に映る容疑者 スマホ写真解析 徳島県警が裏付け証拠に”, <<https://www.sankei.com/region/news/170127/rgn1701270077-n1.html>>2019年5月28日アクセス。
- [2] “徳島県警 瞳に浮き上がる容疑者”, <<https://blog.fss.jp/?p=3961>>2019年6月6日アクセス。
- [3] “Image-to-Image Translation with Conditional Adversarial Networks”, <<https://arxiv.org/pdf/1611.07004.pdf>>2019年10月10日アクセス。
- [4] “Image-to-Image Translation in Tensorflow”, <<https://affinelayer.com/pix2pix/>>2019年10月22日アクセス。