

複数基準に基づく顔属性と 画像解析を用いた写真の自動検証

長橋 弘幸

学籍番号： 20122056

指導教員： Pann Yu Mon

1. 背景と目的

1.1 背景

マイナンバーカードやパスポート等の公的証明書類において、顔写真は本人の同一性を確認するための極めて重要な要素である。そのため、ICAO（国際民間航空機関）が定める国際規格に基づき、背景の単色性、顔の向き、表情、顔の占める比率などについて厳格な基準が設けられている。近年、スマートフォンの普及により、申請者自身が自撮りによって証明写真を作成する機会が増加している。しかし、これらの撮影基準を一般ユーザーが正確に理解し、適切に遵守することは容易ではなく、結果として写真不備による再提出が発生し、申請者の大きな負担となっている。

さらに、顔写真は公的証明書類に限らず、アルバイトや就職活動の応募書類においても広く利用されており、第一印象を形成する重要な要素である。特に昨今は採用選考のオンライン化が進み、紙の履歴書ではなく写真データを直接アップロードする「データ提出」が主流となっている。このように、証明写真の品質確保は行政手続きのみならず、個人の社会的活動全般において重要な課題である。

1.2 既存システムの課題

既存の自動判定アプリの多くは「合格／不合格」の判定やユーザーの手動調整に留まり、どの部位をどのように改善すべきかという具体的な指示に欠けている。また、証明写真機（800～1,200 円程度）や写真館（2,000 円程度）は金銭的負担が大きく、撮り直しの制限もある。

1.3 目的

本研究では、MediaPipe および YOLO を用いた画像解析により、規格適合性を検証し、ユーザ

ーに具体的な改善指示（フィードバック）を与えるシステムを構築する。これにより、自宅で低コストかつ確実に、Web 提出にも対応した規格準拠写真を撮影できる環境の実現を目的とする。

2. システム構成と使用技術

2.1 システム概要

本システムは、目や口、背景の状態など、証明写真に求められる規格を項目別に自動チェックする。判定結果に基づき、適切なサイズへのリサイズを行い、規格に適合した証明写真を簡単に作成できる。

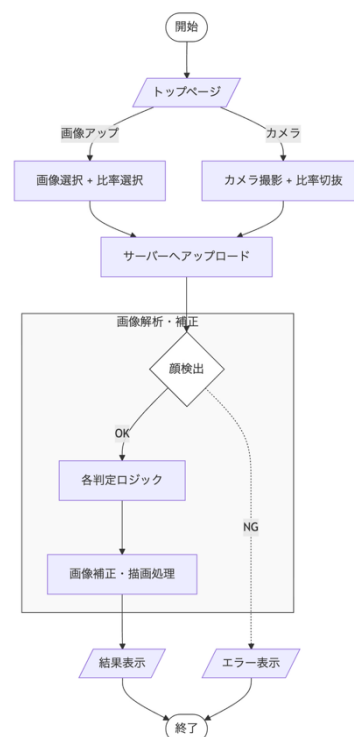


図 1. システムフロー

2.2 主要ライブラリ

主に、OpenCV、MediaPipe、YOLOv11 (Ultralytics)を使用して判定を行っている。

3. 機能と判定項目

3.1 機能

- ・ **画像アップロード**：判定したい画像をアップロードする。
- ・ **種類選択**：画像比率（4:3、9:7、5:4）を選択する。
- ・ **カメラ機能**：目安頭頂線・顎線、中心線を表示し、撮影をサポートする。
- ・ **項目判定**：計 10 項目を判定する。
- ・ **ガイド線表示**：アップロード画像に対して目安頭頂線・顎線、実頭頂線・顎線、中心線、角度線を描写する。
- ・ **補正**：アップロード画像に対して顔位置・画像比率調整を行い、補正画像を作成する。
- ・ **補正画像ダウンロード**：補正した画像をダウンロードする。

3.2 判定項目

- ・ **口の開閉**：口を閉じ、歯を見せていないかを判定。
- ・ **目の開閉・方向**：目を開け正面を向いているかを判定。
- ・ **耳の可視性**：両耳見えているかを判定。
- ・ **顔の中心**：顔が画像の中心であることを判定。
- ・ **顔の向き**：顔が正面を向いているかを判定。
- ・ **頭の傾き**：頭の角度が傾いていないかを判定。
- ・ **背景の状態**：背景に模様・物体・影・線などが写っていないかを判定。
- ・ **顔の比率**：種類選択でユーザーが選択した画像比率の目安顔位置に対して、実顔位置と比較し、基準内であることを判定。
- ・ **頭上の余白**：種類選択でユーザーが選択した画像比率の目安頭上余白に対して、実頭上余白と比較し、基準内であることを判定。
- ・ **画像の比率**：種類選択でユーザーが選択した画像比率と一致しているかを判定。

なお顔の比率基準は表 1 のようになっており、外務省のパスポート申請用写真の規格などをもとに作成した[1][2][3]。

比率	頭頂位置	顎位置	顔比率
4:3	上から 10%	下から 30%	60%
9:7	上から 8.8%	下から 15.6%	75.6%
5:4	上から 8.8%	下から 32%	59.2%

表 1. 顔比率の基準

図 2. 判定画面

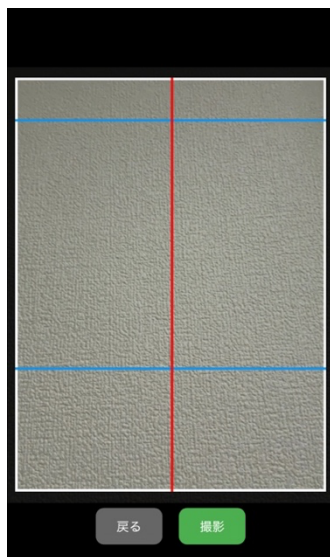


図 3. カメラ起動画面

4. 判定項目別の使用技術

- **口の開閉**：YOLOで口のバウンディングボックス抽出し、MediaPipe Face Landmarkerで口周りランドマークを取得。OpenCVで色空間変換し、口領域を切り抜き歯の白領域比率を計算。MAR (mouth aspect ratio) と歯の白領域比率から開閉を判定。
- **目の開閉・方向**：YOLOによる開閉分類と、OpenCVでグレースケール化、エッジ検出して目領域の遮蔽（サングラス等）を検出。輝度・分散・エッジ比で遮蔽判定。MediaPipe Face Landmarkerでランドマーク・瞳孔を取得し、視線の左右バランスを算出し判定。
- **耳の可視性**：YOLOで耳検出し、MediaPipe Face Landmarkerから顔中心を取得して左右に耳があるか判定。
- **顔の中心**：MediaPipe Face Landmarker全点を取得し、平均x座標と画像中心の差分比を比較し判定。
- **顔の向き**：MediaPipeから2Dランドマークを取得し、OpenCVで3D頭部モデルの姿勢推定、回転ベクトル→回転行列に変換してyawを算出し判定。
- **頭の傾き**：MediaPipeで目の左右ランドマーク取得し、OpenCVで傾き角を算出し判定。
- **背景の状態**：MediaPipe Selfie Segmenterで人物マスク生成。OpenCVでHSV色空間に変換、ノイズ除去、輝度ヒストグラム計算、エッジ検出して背景を評価。単色に近くエッジや彩度・ムラが少ないかで判定。

- **顔の比率（頭頂線、顎線）・頭上の余白**：MediaPipe Selfie Segmenterで人物を切り抜き、切り抜きの最高点を頭頂位置として抽出。YOLOのバウンディングボックスの最低点を顎位置として検出。抽出した頭頂と顎間の高さを規定比率または推薦比率と比較し判定。
- **画像の比率**：画像サイズを取得し、ユーザーが選択した比率（4:3、9:7、5:4）との差を計算して判定。

5. 評価実験と考察

5.1 実験方法

本システムの有効性を検証するため、被験者1名に対し、背景条件の異なる3環境下（白色背景、紺色背景、物体の映り込みあり）で撮影された合計139枚のテストデータを用いた性能評価実験を行った。評価にあたっては、遮蔽具着用等の条件を含む各画像に対し、人間による判定を真値として、システム判定との一致率を算出する比較分析を実施した。

5.2 実験結果

大項目	小項目	正確率
口	開閉	87.8%
目	開閉	66.9%
	方向	69.1%
耳	左右	84.2%
顔の中心	-	82.7%
顔の向き	左右正面	84.2%
頭の傾き	左右中央	85.6%
背景	-	100.0%
頭頂線	-	84.2%
顎線	-	88.5%
総合判定正確率		83.3%

表 2. 項目別判定正確率

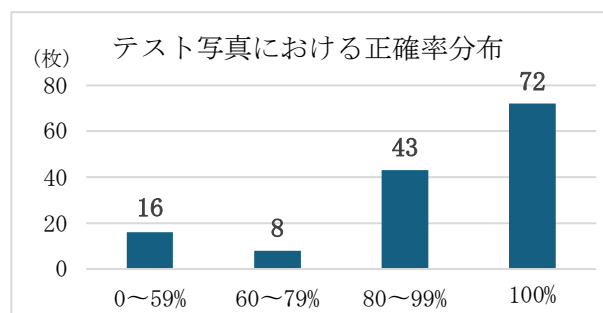


図 4. 正確率分布

表2より総合判定正確率は83.3%となり、背景の状態判定や口の開閉判定において高い精度を維持した一方で、特定の条件下で精度が低下する項目が確認された。図4では、100%は72枚となり一番多い枚数となったが、59%以下が16枚あり、全てが正確率10%という結果になった。

5.3 考察

本実験の結果、総合判定正確率は83.3%となり、一定の実用性を確認できたが、さらなる精度向上のための課題も明らかになった。

まず、判定項目の中で最も正確率が低かったのは「目の判定」であった。これについては、モデルの目が細い場面において、システムが開眼状態を「閉じている」と誤判定したこと、および照明環境が暗い場合に瞳孔の輝度差が消失し、信頼度が著しく低下したことが主な原因であると考ええる。また、図4の正確率59%以下が複数あり、全体の正確率を押し下げてしまった最大の要因は、解析の初期段階である「顔検出」の失敗にあると考ええる。サングラスやマスクによる顔の遮蔽、あるいは低照度によるコントラスト不足が原因で、YOLOやMediaPipeが顔そのものを読み込めない事例が発生した。本システムは顔検出を起点としたパイプライン構造であるため、顔が読み込めない場合は「口」や「耳」などの後続判定がすべて実行不可能となる。この「顔検出の成否」がシステム全体の堅牢性を左右するボトルネックになっていると考えられる。

一方で、社会的・コスト面から見ると、本システムは既存の証明写真機や写真館と比較して優位性を持つと考える。特にWeb提出が主流となるアルバイトや就活市場において、失敗時に具体的な改善指示をフィードバックする機能は、提出先からのユーザーの印象を良くするとともに、再提出リスクを劇的に低減させる効果があると考ええる。

6. 結論

本研究では、主に YOLO と MediaPipe を統合した証明写真自動検証システムを開発し、総合判定正確率 83.3%を達成した。実験により、主要項目で高い判定精度を達成し、ガイド表示が品質確保に有効であることを示した。今後の課題として、遮蔽物や低照度環境下でも安定して顔を認識できる検出モデルの再学習が必要である

と考える。個人の身体的特徴（目の細さ等）に左右されない、動的な判定しきい値の設定アルゴリズムの実装を検討したい。これらにより、さらなる高精度化と実用性の向上を目指す。また、本システムは、低コストで高品質な写真データを作成できることから、デジタル化が進む社会において大きな価値を持つと考える。

7. 参考文献

- [1] 外務省, パスポート申請用写真の規格, https://www.mofa.go.jp/mofaj/toko/passport/ic_photo.html, 2025-03-03
- [2] 千葉県警察, 申請用写真の例, https://www.police.pref.chiba.jp/menkyoka/licence_default.html
- [3] Life Photo Salon W, 証明写真の写真サイズと顔のサイズにつきまして, <https://life-photosalon-w.jp/idphoto-facesize/>