

顔認証を用いた自然な動作の入退室管理

秋山裕太[†] 工藤司[†]静岡理科大学 情報学部 情報デザイン学科[†]

1. はじめに

現在、顔認証は様々な分野に応用されており、入退室管理においても本人認証に活用されている。しかし、顔認証は通常正面から見た顔を対象としているため、対象者がカメラの前に立つという手間がかかった。

そこで、本研究では複数台のカメラを配置することで、対象者がカメラを意識することなく入退室を行った場合であっても、より高い精度の入退室管理が可能になることを示す。具体的には、各カメラの対象者のデータを紐付けることで、認証精度を向上できることを示す。

2. 提案

本研究は、大学の研究室の出入り口をカメラで監視し、自然な動作の入退室であっても対象者の判定を可能とすることを目的とする。具体的には、複数台のカメラを設置することで、入退室の際にスマートフォンを見るなどカメラを意識しなくとも、顔の方向に左右されない判定を可能とする。また、本研究では現在タイムレコーダを使用して入退室時刻を記録しているため、その操作時間をなくすことで、入退室時間を短縮することを狙う。

服装が自由な大学の研究室であるため、顔以外での対象者の紐付け方法として、本研究では服の色を使用する。各々のカメラが対象者の顔を認識した時点で顔認証を行い、対象者を識別して服の色の情報と共に記録する。別のカメラでも認識した場合には、そのカメラでも同様に識別し記録する。これにより、複数のカメラの間で同一人物の紐付けが可能となる。こうして、複数のカメラで、同一人物と識別され、かつ服の色も一致した場合にのみ、該当者が入室したと判定する。

服の色の判定には図 1 に示す様に、上半身の高さを顔の大きさの 2 倍、横幅を 1.5 倍として、顔の下を服の範囲として取得し、その範囲内のヒストグラムが最も高い色を、対象者の服の色として HSV に変換して取得する。対象者の位置によって各々のカメラで色の差が発生すること

がある為、同一色と判定する際に、マージンを設定する。具体的には、取得した色の彩度が 10/100 以上、すなわち赤や青といったモノクロではない服については、色相の差が $\pm 15/360$ 以内である場合と同じ色であるとする。同様に、彩度が 10/100 以下、すなわちモノクロの服については、色相では判定ができないため、明度の差が $\pm 5/100$ の範囲である場合と同じ色の服であると判定する。

また、対象学生が入室したと判定された場合には、個人ごとに特定の音を鳴らすことで、画面を見ることなく対象者の入室判定の可、不可を確認できる構成にする。

3 実験環境と実装

実験のため、図 2 に示すように研究室入り口に 3 台のカメラを設置した。画像処理には Python (Ver. 3.7) と OpenCV (Ver. 4.1.0.25) を使用した。顔認証は深層学習で行い Keras (Ver. 2.2.4) および、バックエンドで TensorFlow (Ver. 1.13.1) を使用した。カメラは logicool C920n を使用した。

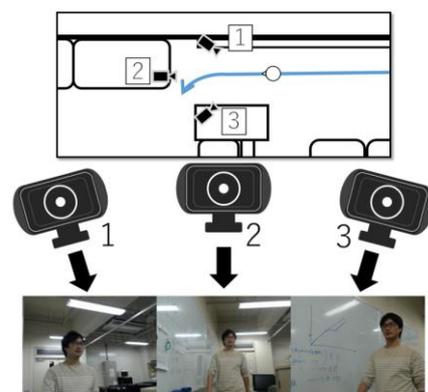


図 1 顔と服の取得範囲

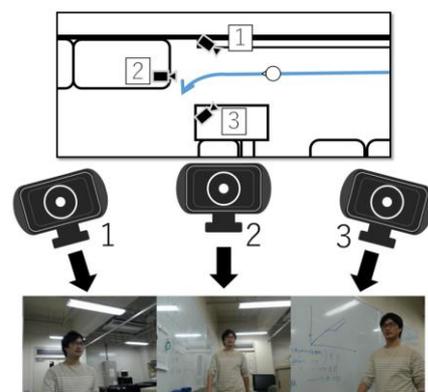


図 2 カメラの設置位置

顔の検出には OpenCV の Haar-cascade 検出器の `haarcascade_frontalface_alt2` を使用した。この検出器で検出可能な顔の角度を調べるため、予備実験を行った様子を図 3 に示す。横向きの顔では概ね 45° 以上から顔の認識が難しくなった。一方、上向きや下向きについては、自然な

動作の範囲では検出が可能であった。

深層学習では、多クラス分類の教師あり学習を使用した。学習データとして、研究室の対象学生4名と、それ以外の7名の学生の顔の写真を、1人あたり平均4000枚、動きを伴う動画として撮影した。そこから5フレーム間隔で顔写真を切り取り、画像サイズを100×100ピクセルに縮小して保存した。さらに、その他の人のデータとして、AIが作成した顔[1]を其他大勢の顔として約3000枚を準備した。その上で、各々の画像に正解ラベルを割り振った。なお、4名の対象学生以外の画像は、対象学生を正しく認証できることの検証のために追加したものである。

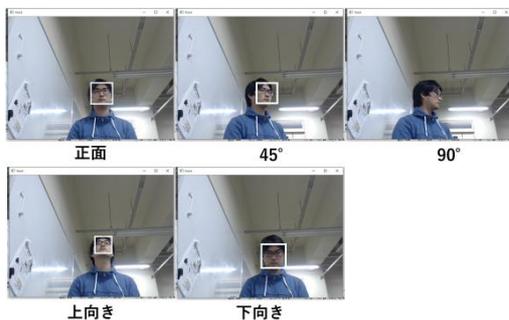


図3 カメラ1台の顔認証可能な角度

4. 実験と評価

図1の実験環境で、4名の対象学生について精度と所要時間の評価を行った。

4.1 精度の評価

精度については、カメラ1台の積極認証、カメラ1台と3台の非積極認証、服の色による対象者の紐付けを行った場合を比較評価した。

第一の積極認証では、立ち止まった状態で意識してカメラに顔を向け、500回認証が行われるまで繰り返し認証を行った。第二の非積極認証ではカメラを意識せずに50回入室動作を繰り返し、動画として撮影した。

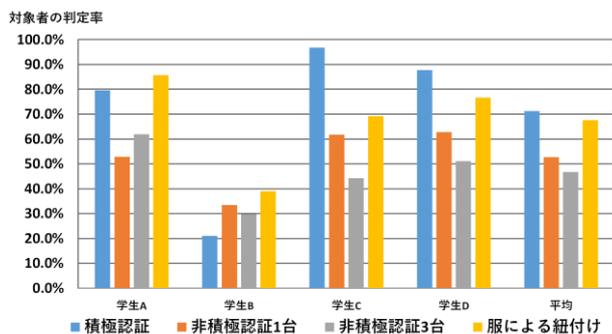


図4 認証制度の評価結果

図4に示すように、入室判定の判定率は対象者間でばらつきがあった。しかし、平均では、

カメラ1台の場合、積極認証の判定率は71.3%であったが、非積極認証の場合は52.8%になった。また、カメラ3台の場合は46.8%に下がった。一方で、服の色を使用して対象者を紐付けした場合は67.6%に向上した。

4.2 所要時間の評価

所要時間は、対象者が研究室のドアを開けてから席に着くまでの時間を、従来のタイムレコーダ、積極認証、非積極認証によって比較評価した。実験では各々の時間を30回計測した。各々の所要時間の平均を図5に示す。タイムレコーダを使用した場合には入室までに平均23.9秒かかったのに対し、積極認証では平均15.4秒、非積極認証では平均12.0秒であった。すなわち、非積極認証では、積極認証に比較して3.4秒改善した。

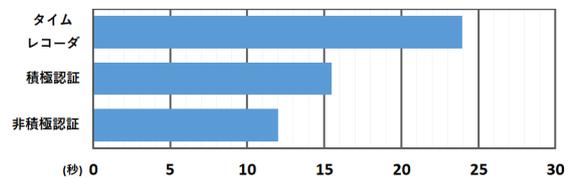


図5 入室時間の比較

5. 考察とまとめ

本稿では、顔認証を用いた自然な入退室管理方式を提案した。1台のカメラで非積極認証を行った場合に比べ、複数台のカメラを使用した場合には判定率が低下した。これは、顔を側面から捉えたカメラでは、認証精度が低下することによる。これに対し、服の色を用いて紐付けした認証では精度を向上できた。従って、カメラの台数を増やし、撮影可能な角度を広げることで、判定率をさらに改善できると考えられる。

なお、本研究では、大学の研究室であるため、紐付けに服の色を使用した。大学以外の場合であっても、状況に応じたデータで紐付けることで、判定精度を改善できると考えられる。

また、積極認証に比べ、非積極認証の方が入室時間を短縮できた。さらに、積極認証では入退室の際に認証忘れが発生してしまう可能性があるが、非積極認証では認証忘れは発生しない。そこで、実際の運用では、対象者ごとの音によって非積極認証の判定結果を通知し、正しく判定されなかった場合には、同様に音を伴う積極認証で正しく判定することが有効と考えられる。

なお、本研究はJSPS 科研費19K11985および東海産業技術振興財団の助成を受けたものです。

参考文献

[1] Generated Photos <https://generated.photos/>