

## 万華鏡フィルタによる個人情報に配慮した顔認証方法

白石 克<sup>†</sup> 三木 良雄<sup>‡</sup>工学院大学情報学部システム数理学科<sup>†</sup> 工学院大学情報学部情報科学科<sup>‡</sup>

## 1. 背景・目的

近年、顔認識や顔認証、行動認識は、様々な場面で活用されている。例えば、駅や大型商業施設などで、個人や行動、人物の移動経路を認識することにより、町づくりやマーケティング、混雑緩和、通路や棚の最適配置などに活用されている。[1] 多くの場合、情報を得るためのセンサーはカメラやGPS・LiDARなどが使われており、そのなかでも離れた場所、別の日時、何も持っていないとも個人の流れを追跡が容易であるのは、カメラによる顔認証である。

しかしながら、カメラを使用することにより個人情報の保護とデータ活用の両立が非常に難しくなっている現状である。本研究では、カメラに物理的なフィルタを装着し顔を撮影することにより、人間には個人の判別を困難であるが、機械的には判別可能にすることで、個人情報への配慮とデータ活用の両立を図ることが目的である。

## 2. 類似研究と本研究のアプローチ

個人情報に配慮したカメラによる個人認証に関する研究において、符号化開口カメラの開口部に、複数のピンホールを備えたレンズレスマルチピンホールカメラによる顔認識[1]や被写体が誰であるか特定できない程、映像を低解像度化し人物同定を行う手法[2]などが提案されている。

本研究では、webカメラに物理的なフィルタを装着し顔を撮影することにより人間には個人の判別を困難であるが、機械的には判別可能にする手法を提案する

## 3. 技術検討

## 3.1. 個人情報に配慮した、物理フィルタの検討

個人情報への配慮を行うため、人物の顔写真が人の目によって特定を困難とする、カメラに装着する物理的なフィルタの検討を行う。

カメラに、半透明の色付きのフィルタを装着し、色や傷、枚数などを変更した顔写真(例 図1)と万華鏡フィルタ[3]によって顔を分割した人物の顔写真(例 図2)が人の目によって特定可能か、検討を行った。その結果、半透明の色付きのフィルタでは多くの組み合わせにおいて、顔の輪郭やパーツの位置を認知することが容易であり、人の目によって人物の顔写真の特定が容易であった。半透明の色付きのフィルタの一部の組み合わせと、万華鏡フィルタによる顔写真は人の目によって人物を特定が困難であった。

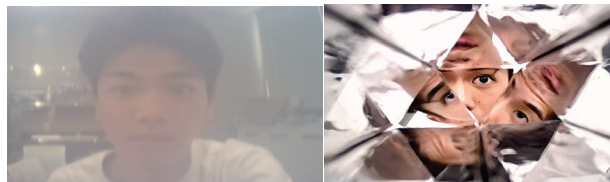


図1 半透明の色付きのフィルタ例

図2 万華鏡フィルタ例

## 3.2. 機械的に同一人物であるか判別する手法の検証

個人情報への配慮が可能な、物理的なフィルタを通して、撮影された顔写真に対して、機械的に同一人物であるか判別する手法の検証を行う。

3.1の結果で、人の目によって人物の顔写真の特定が困難であった、半透明の色付きのフィルタでは、画像自体が暗く、エッジ、パーツの判別が画像認識においても困難であった。万華鏡フィルタでは、エッジ、パーツの判別が画像認識可能であったため、本研究では、万華鏡フィルタを使用する。

## 4. 提案手法

## 4.1. 使用した画像

万華鏡フィルタをwebカメラに装着し、33人の有名人の画像をwebから取得し、その画像を万華鏡フィルタに通して顔画像を各人3枚ずつ撮影した。以後、万華鏡で撮影した画像を万華鏡画像と呼ぶ。万華鏡画像からは、図3に示されているa~gの特徴量を取得する。

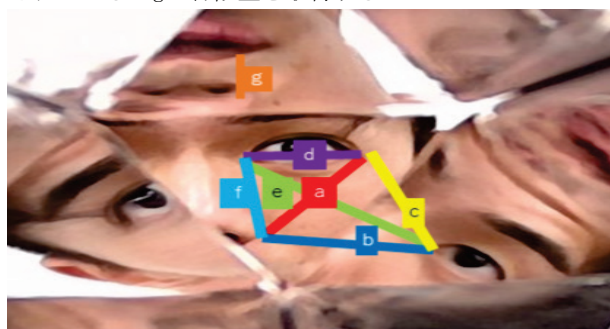


図3 万華鏡画像特徴量

## 4.2. 万華鏡画像による個人情報配慮の定量化

人による個人判別の精度低ければ低いほど、撮影された画像の悪用が難しく、顔が映っている画像をデータ活用しやすい。

取得した有名人の万華鏡画像を表示し、表示した画像に映っている有名人に対して、アンケートAに回答してもらった。回答内容は、A 誰か分からない、B 顔は分かるが名前がわからない、C 名前の記入の3択である。このアンケートAの結果を元に、有名人の元画像と名前を表示した、アンケートBを実施し、各有名人の認知度や、アンケートAでの回答Bの正確性を検証した。

Kaleidoscope Filtering Face Recognition Methods with Consideration for Personal Information

<sup>†</sup>Katsumi Shiraiishi, Kougakuin University

<sup>‡</sup>Yoshio Miki, Kougakuin University

### 4.3. 万華鏡画像の個人判別

万華鏡画像から、個人判別を行うための手法として、(1)万華鏡画像に映る特徴量 $a\sim g$ を用いた類似度計算、(2)万華鏡画像の顔のパーツが映っている部分をトリミングしたものをベクトル化し類似度を計算、(3)万華鏡画像の顔のパーツが映っている部分をトリミングしたものを特徴点マッチングAKAZEによる類似度計算の3種類を行い比較する。

類似度計算後、正解率、再現率、適合率が閾値によってそれぞれ変化するため、閾値を調整する。今回の個人判別において、間違った分類をしないことが、取りこぼしが無いことよりも重要であるため適合率が重要な指標となる。

## 5. 結果と提案

### 5.1. 万華鏡による個人情報配慮の定量化の結果

4.2の万華鏡画像による個人情報配慮のアンケート結果を表1に示す。

表1 個人情報配慮のアンケート結果

回答人数	回答数	純正解数	そもそも知らない	名前が思い出せない	正解率
13	429	126	15	14	33.8%

回答人数13人に対して、各人33問の質問をした結果、万華鏡画像から元の有名人を当てた純正解数が126個あり、正解率は以下のような以下の式1で求めた。

$$\text{正解率} = \frac{\text{純正解数} + \text{名前が思い出せない}}{\text{回答数} - \text{そもそも知らない}} \quad \dots \text{式1}$$

結果として、万華鏡画像とすることにより、人による個人判別精度が33.8%となった。

### 5.2. 万華鏡画像の個人判別結果

個人判別の際の指標の比較をするため、閾値の固定化を図る。正解数の約25%にあたる50個前後が判別により正解となった時の閾値を使用し、比較した。

(1) 万華鏡画像に映る特徴量 $b\sim g$ を特徴量 $a$ で割った特徴量 $b/a\sim g/a$ を用いて、コサイン類似度を計算した結果を表2に示す。

表2 万華鏡画像に映る特徴量 $a\sim g$ を用いた類似度計算

			F 値	0.1126
	同一人物	他人	Accuracy (正解率)	92%
判定で同一人物	48	606	Recall (再現率)	24%
判定で他人	150	8898	Precision (適合率)	7%

(2) 万華鏡画像の顔のパーツが映っている部分をトリミングし、トリミングした万華鏡画像をベクトル化した後コサイン類似度を計算する。その結果を表3に示す。

表3 万華鏡画像ベクトル化コサイン類似度計算

			F 値	0.0972
	同一人物	他人	Accuracy (正解率)	91%
判定で同一人物	46	702	Recall (再現率)	23%
判定で他人	152	880	Precision (適合率)	6%

(3) 万華鏡画像の顔のパーツが映っている部分をトリミングし、トリミングした万華鏡画像を特徴点マッチングAKAZEによる類似度計算の結果を表4に示す。

表4 AKAZEによる類似度計算

			F 値	0.24096
	同一人物	他人	Accuracy (正解率)	97%
判定で同一人物	50	167	Recall (再現率)	25%
判定で他人	148	933	Precision (適合率)	23%

表2, 3, 4を比較すると、いずれの項目もAKAZEによる類似度計算が、その他の類似度計算よりも優れた結果となり、正解率97%, 再現率25%, 適合率23%といった結果となった。

### 5.3. 提案

5.1, 5.2の結果より、人による顔写真から個人の判別を困難とし、機械による個人の判別が可能である、万華鏡フィルタを通して顔写真を撮影した、万華鏡画像を用いての顔認証システムを提案する。このシステムを使用することにより、撮影された顔写真から個人情報を取得したことが人間には認識困難となることで、東京都スマートポールなどのカメラの活用によって、個人の行動から新たなサービスを生み出すが可能となる。

## 6. 結論と今後の課題

万華鏡画像から人が個人の判別を行うことで、判別精度が33.8%となり判別を困難とすることが確認できた。万華鏡画像から個人判別を行うと、正解率97%, 再現率25%, 適合率23%で判別が可能であった。

今後の課題としては、判別制度の向上と共に、万華鏡画像を実際に取得する際のカメラの向きや、被写体との距離によって、人が個人の判別を行うことが容易にならない配置を検証していく必要がある。

## 7. 参考文献

- [1] 国土交通省「データを活用したまちづくり～取組のヒントと事例～（第1.1版）」  
URL: [https://www.mlit.go.jp/toshi/city\\_plan/content/001479261.pdf](https://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/content/001479261.pdf) (2023/12/23 アクセス)
- [2] 石井育規, 佐藤智, 山下隆義 “レンズレスマルチピンホールカメラによるプライバシーを配慮した顔認識,” 電子情報通信学会誌, Vol. 106, No. 1, pp. 47-51, 2023-01-01
- [3] 鄭明燮, 辻健太郎, 宮崎信浩, 松田裕司, 馬場孝之, 瀬川英吾, 上原祐介 “顔が判別できない低解像度映像を用いた複数カメラ間の人物同定,” 研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア (CVIM), 2017-CVIM-206, 14号, pp1-6, 2017-03-02
- [4] ZEN LABO 万華鏡カメラ作り方  
URL: [https://zenji.info/technique/kaleido\\_03](https://zenji.info/technique/kaleido_03) (2023/12/23 アクセス)
- [5] 経済産業省, 総務省「カメラ画像利活用ガイドブック ver3.0」  
URL: <https://www.meti.go.jp/press/2021/03/20220330001/20220330001-1.pdf> (2023/12/23 アクセス)