

技術解説

顔画像識別技術と監視カメラが産み出す「機械の目」の特性

Features of Face Recognition System for Crime Investigation

澤田 雅之
Sawada Masayuki

我が国の顔画像識別技術は、世界のトップランナーである。その識別精度と識別速度は「人の目」を遥かに凌駕しており、防犯カメラの録画映像からの犯人の身元割り出しや、監視カメラのライブ映像からの指名手配犯の発見は、既に実用の域に達している。ここで本技術の性能を決定する基本として問題となるのが、防犯カメラや監視カメラの映像品質である。顔画像識別技術の優れた性能を存分に引き出すには、その技術的な特性に適合した撮影システムの構築が欠かせない。そこで、顔画像識別技術の性能や特性、満たすべき映像品質について、具体例に基づき解説する。

Japan is the world first runner on the technology of face image identification. Precision and speed in the identification process surpass far human's eye. Therefore, the technology has already reached practical level in Mugshot Retrieval or Terrorist Detection. However, it is picture quality of surveillance camera to become problem. Camera system adapted for the characteristic of the technology is indispensable to vivify the superior performance of the technology.

キーワード：顔画像識別技術，一対多数照合，防犯カメラ，監視カメラ，顔画像識別エンジン

1 はじめに

顔画像識別技術は、入退室管理や出入国管理における生体認証による本人確認手段として、一対一照合の分野では既に効果的に活用されている。

一対多数照合の分野では、防犯カメラの録画映像から犯人の身元を割り出す写真検索システムや、監視カメラのライブ映像から指名手配犯を発見するターゲット発見システムが、顔画像識別技術の代表的な活用事例として考えられるところである。しかし、これまで長年にわたり、効果的なシステムを実現する試みが各国でなされてきたが、未だに効果的な実現事例は見当たらない。

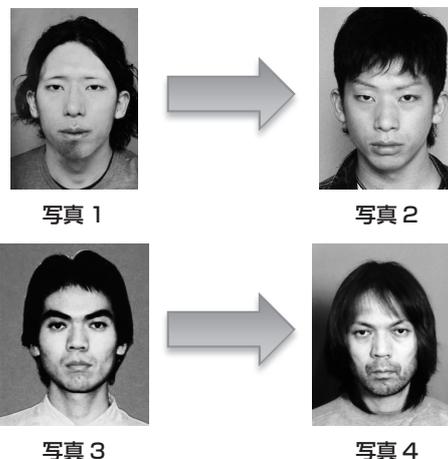
そこで、一対多数照合の分野に焦点を絞り、2項では顔画像識別エンジンの性能と特性を解説する。次いで、効果的なシステムを実現するための要諦について、3項では写真検索システムを例として、4項ではターゲット発見システムを例として、それぞれ解説する。

2 顔画像識別エンジンの性能と特性

2.1 性能

本項で例示した顔写真は、全てインターネット上の公開情報から引用したものである。また、本

項で例示した顔画像識別エンジンは、NISTのFace Recognition Vendor Test（結果が2014年に公開）において好成績を収めた国産品である。



さて、写真1は写真2と同一人物であるが、鼻翼、下唇及び眉間の整形手術により、人の目には全く別人の印象を与える。また、写真3は写真4と同一人物であるが、17年にわたる経年変化、剃った眉毛及び女性的な髪型が影響して、こちらも人の目には全く別人の印象を与える。しかし、顔画像識別エンジンは、写真1を用いて写真2を、写真3を用いて写真4を、数十万人分の顔写真の中からいずれも類似度一位に瞬時に検索できる。

このことから、顔画像識別エンジンの照合速度

は超高速であるとともに、その照合精度は、整形手術、経年変化、変装などにより人の目には別人と映る場合でも看破できる水準であるといえる。

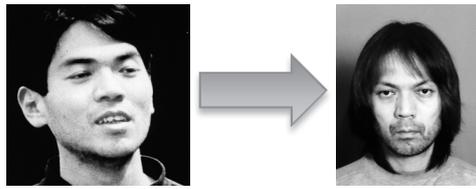


写真5

写真4

次に、写真5は、写真3と同一人物をほぼ同じ時期に撮影したものであるが、写真3と比べて、撮影角度が真正面ではない上に何かを語りかけるような柔和な表情の影響が重なり、人の目にはとても同一人物には見えない。また、写真5は写真3と比べて、画質の点でも緻密さと鮮明さがかなり劣っている。このような写真5を用いて写真4を数十万人分の顔写真の中から検索した場合には、類似度約百位に瞬時に検索される。

このことから、顔画像識別エンジンの照合精度は、防犯カメラや監視カメラで捉えた顔画像の品質次第であるといえる。

2.2 特性

顔画像識別エンジンは、鮮明かつ緻密に真正面から捉えた無表情顔に対して最高の照合精度を発揮する。このため、顔画像の鮮明度、緻密度、撮影角度、表情の有無等に応じて次の特性を示す。

- 1) 鮮明度：ブレ、ボケ、ノイズ、低コントラストが照合精度を劣化させる。
- 2) 緻密度：目間画素数（両目の中心を結ぶ線上の画素数）が50画素程度あれば、十分な照合精度を発揮する。このため、目間画素数として数百画素を確保しても、照合精度の向上には寄与しない。
- 3) 撮影角度：撮影角度が大きいほど、他の劣化要因への余裕度が減少する。また、上下方向は約20度を、左右方向は約30度を超えると照合精度の劣化が著しくなる。
- 4) 顔の経年変化・表情の有無・眼鏡等の有無：カメラ側の工夫では対処不可能な要因であるが、顔画像識別エンジン側で特徴抽出フィルタ等の工夫により対処している。このため、

照合精度を劣化させる主要因ではなくなっている。

3 写真検索システム

3.1 概要

図1にシステムの概要を示す。防犯カメラの録画映像の中から犯人の顔画像を肉眼で捜して静止画として取り出し、顔画像識別エンジンを用いて、数百万枚規模の顔写真データベースを検索・照合するシステムである。検索結果として出力される類似度上位の数千枚の顔写真と犯人の顔画像を肉眼で対照し、合致する顔写真が発見できれば、犯人の身元を割ることができる。

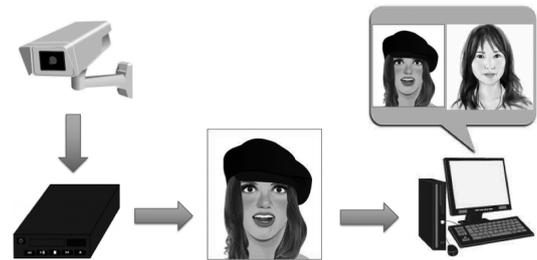


図1 写真検索システムの概要

3.2 効果的なシステム実現の要諦

効果的なシステムを実現するための要諦は、次の2点である。

- 1) データベース内に犯人の顔写真が存在する場合には、この顔写真を取りこぼすことなく、類似度上位の数千枚の中にリストアップすること。
- 2) 犯人の顔画像と類似度上位の顔写真を肉眼で対照する際に、髪型、表情、眼鏡、経年変化、撮影時の角度や陰影等が影響して別人の印象を与える場合でも、見過ごさないようにするマン・マシンインタフェースとすること。

なお、2)のマン・マシンインタフェースについては、人の目の特性の理解が欠かせないため、本解説では説明を省略する。関心のある方は引用・参考文献の1)を参照願いたい。

3.3 類似度上位数千枚へのリストアップ

3.2項の1)に記載した類似度上位数千枚へのリストアップの成否は、検索に用いる顔画像の品

質次第である。例えば、2.1 項に例示した写真 1 及び写真 3 の品質であれば、類似度のトップクラスにリストアップ可能であり、写真 5 の品質であっても、類似度上位数千枚へのリストアップが可能となる。そこで、検索に用いる顔画像の品質を高める次のような対策が効果的である。

- 1) 録画映像の中から、理想（緻密かつ鮮明な正面無表情顔）に近い顔画像を選択すること。
- 2) 選択した顔画像が不鮮明な場合には、画像鮮明化処理を施すこと（照合結果に改善が見られる場合が多い）。
- 3) 防犯カメラを、低照度環境下でもブレやノイズの無い、緻密で鮮明な映像を撮影できる高精細デジタルビデオカメラに更新すること。

3.4 防犯カメラの高精細デジタル化

2013 年まで、国内における防犯カメラの全出荷台数の過半をアナログ型ビデオカメラが占めていたため、既設の防犯カメラの大半はアナログ型である。しかし、アナログ型には、①高精細（緻密）な映像を撮影できない、②映像の伝送時や記録時に画質が劣化（不鮮明化）する、③動きの大きな部分ほどインターリーブによるズレが生じて不鮮明となる、などのデメリットがある。このため、広角撮影側に設定したアナログ型防犯カメラの映像を高圧縮記録した場合などでは、取り出して拡大・鮮明化処理を施した顔画像を用いても、前記の類似度上位数千枚へのリストアップは期待できない。

この問題の解決策は、防犯カメラの高精細デジタル化に尽きる。デジタル型では、映像の伝送時や記録時に S/N 比が低下して 0 と 1 の判別誤りが生じて、デジタル処理による誤り訂正機能により、撮影時の映像品質が保たれる。このため、緻密かつ鮮明な高精細映像を扱うのに適している。既に 4K 画質のデジタル型防犯カメラが市販されており、拡大しても緻密な画像が得られる。

また、デジタル型では、3 次元ノイズリダクションやワイドダイナミックレンジなどのデジタル映像処理機能により、ノイズや低コントラストを改善した鮮明な画像を得ることができる。

4 ターゲット発見システム

4.1 概要

図 2 にシステムの概要を示す。監視カメラのライブ映像の中から人物の顔画像を静止画として自動的に取り出し、顔画像識別エンジンを用いて、ターゲット（指名手配犯）の顔画像と即時に照合し、合致した場合にはターゲット発見の警報を直ちに発するシステムである。



図 2 ターゲット発見システムの概要

4.2 効果的なシステム実現の要諦

効果的なシステムを実現するための要諦は、次の 2 点である。

- 1) 監視カメラでターゲットを捉えてから発見の警報出力までに要する時間は、数十秒の単位ではなく、数秒の単位であること。
- 2) 極めて低い他人誤認率（0.01 %以下）において、高い本人発見率（90 %以上）を達成すること。

ここで 1) については、2.1 項に記載のとおり、顔画像識別エンジンの照合速度が超高速であることから、達成は困難ではない。

問題は 2) である。ターゲット発見システムは、2001 年に米国タンパ警察が世界で初めて導入したが、指名手配犯を全く発見できないため 2 年後に撤去されている。その後、ロンドンなどでも導入されたが、これまで発見事例は報告されていない。このように、効果的なターゲット発見システムの実現事例は今日までない。顔画像識別エンジンと監視カメラ双方の性能が低かったため、2) を達成できなかったのである。

しかし、近年、顔画像識別エンジンと監視カメラの性能が飛躍的に向上している。特に、我が国の顔画像識別技術及び監視カメラ技術は、いずれも世界のトップランナーである。このため、効果

的なターゲット発見システムを、世界で初めて実現できる環境が整ったといえる。

4.3 本人見逃率と他人誤認率はトレードオフ

ターゲットとする顔画像は、運転免許証写真やパスポート写真などの緻密かつ鮮明な正面顔写真を用いることができる。そこで、ターゲット発見システムの照合精度は、監視カメラで捉える顔画像の品質次第となる。例えば、2.1項に例示した写真5では、写真4を類似度のトップにリストアップできないため、監視カメラ顔画像品質としては不適格である。ターゲット発見システムでは、本人を見逃さないよう、本人のターゲット顔画像を類似度トップにリストアップしなければならないからである。また、他人をターゲットと誤認しないようにすることが肝要である。これには、顔画像間の同一性（類似性）を判定する閾値（基準値）を高く設定する他にない。

しかし、閾値を高くするほど、他人誤認率は下がるが本人見逃率（本人発見率の補数）は上がる。閾値を低くするほど、他人誤認率は上がるが本人見逃率は下がる。このように、他人誤認率と本人見逃率は、トレードオフの関係にある。

このため、0.01%以下の他人誤認率において90%以上の本人発見率を達成するには、監視カメラで捉える顔画像について、次の品質向上対策を要する。

- 1) 高感度で高精細なデジタル型監視カメラを用いて、緻密な顔画像を撮影する。
- 2) 3次元ノイズリダクションやワイドダイナミックレンジなどのデジタル処理機能を用いて、ノイズや低コントラストを改善した鮮明な顔画像を撮影する。
- 3) ほぼ正面から捉えた瞬きしていない無表情顔が理想である。このため、同一の人物を捉えた一連のライブ映像の中からサンプリングの手法により複数の顔画像を取り出して、ターゲット顔画像との照合に順次供する。

5 おわりに

顔画像識別技術は、既に効果的な実用化が進展

している一対一照合の分野に加えて、これからは一対多数照合の分野における効果的な活用が期待される。

そこで、防犯カメラの録画映像から犯人の身元を割り出すための写真検索システムと、監視カメラのライブ映像から指名手配犯を発見するためのターゲット発見システムを、一対多数照合の分野における代表事例として取り上げ、効果的なシステム実現の要諦としての映像品質について次のおり解説した。

- 1) 我が国が世界のトップランナーである顔画像識別技術の照合精度と照合速度は、効果的な写真検索システム及びターゲット発見システムを実現する上で十分な水準にある。
- 2) 効果的な写真検索システムの実現には、防犯カメラの録画映像が緻密かつ鮮明であることが要諦となる。
- 3) 効果的なターゲット発見システムの実現には、監視カメラのライブ映像が緻密かつ鮮明であることに加えて、ライブ映像の中からサンプリングの手法により、照合に適した顔画像を抽出することが要諦となる。

<引用・参考文献>

- 1) 澤田雅之：顔画像識別における人の目の特性と機械の目の特性，警察政策第17巻，pp.188-205，2015
- 2) 堀内雄人ほか：顔画像自動識別技術の大規模データベースに対する適用に向けて，警察政策第16巻，pp.163-182，2014
- 3) 堀内雄人：顔画像自動識別技術の動向，警察政策第14巻，pp.67-88，2012
- 4) NIST：Face Recognition Vendor Test, NIST Interagency Report 8009, 2014
- 5) 法務省：日本人出帰国審査における顔認証技術に係る実証実験結果報告，2014

澤田 雅之 (さわだ まさゆき)
技術士（電気電子部門）

澤田雅之技術士事務所 所長
日本技術士会登録グループIT21の会 会長
e-mail : sawada-eng@amail.plala.or.jp

