

法科学における顔画像識別

吉野 峰生

和文抄録

法科学における顔画像識別の最近の技術と将来の展望について実験的データを基に述べた。3次元顔貌レンジファインダを用いた2次元/3次元顔画像スーパーインポーズシステムは、犯罪現場で撮影された様々な顔向きの犯人の顔画像の識別に有用であり、帽子やマスクで顔の一部が被われた顔画像の識別にも応用可能であった。試験的研究として、犯人の2次元顔画像から被疑者の3次元顔画像データベースに対して照合が行える検索システムを考案した。口演発表においては、2次元/3次元顔画像スーパーインポーズシステムを応用した2,3の実際の鑑定例を紹介する。

Facial Image Identification in Forensic Science

Mineo YOSHINO

英文抄録

The current technique and future prospect of facial image identification in forensic science were discussed based on experimental data. A 2D/3D facial image superimposition system using a 3D physiognomic range finder is useful for identifying facial images of criminals taken from various angles at the crime scene. This method is applicable to identify images of criminal faces partially hidden with a hat or gauze mask. As a pilot study, a retrieval system, which can verify a 2D criminal facial image and the database of 3D facial images taken from suspects, was designed. In the oral presentation, a few actual cases in which the 2D/3D facial image superimposition system was employed are presented.

1 はじめに

近年、バイオメトリクスとして、指紋、顔、虹彩、音声など様々な生体情報がヒトの識別に用いられている[1]。法科学においては、万人不同、終生不変といわれる指紋が最も識別能力が高いものとされているが、顔も犯罪捜査や鑑定に伝統的に活用されてきている。特に、防犯ビデオが、銀行やコンビニエンスストアをはじめ、街頭に設置され、犯罪現場の目撃者として用いられるようになり、顔画像の個人識別は法科学的に重要な課題になっている。科学警察研究所においては、1988年から2002年までに263件の鑑定を行っており、その事件は、強盗・窃盗(36.9%)、道路交通法違反(18.3%)、旅券法・出入国管理法違反(15.6%)、有印私文書偽造同行使・詐欺(14.4%)、殺人・傷害(9.9%)、放

著者所属 警察庁科学警察研究所 法科学第一部

First Forensic Science Division, National Research Institute of Police Science

火・器物損壊（3.0%）、その他（1.9%）と多岐に亘っており、顔画像識別の信頼性および高度化が強く望まれている。一般に、顔画像の個人識別は、顔型や眉、眼、外鼻、口唇、耳介などの顔の構成要素の形態学的比較、頭顔部の人類学的計測値に基づく指数の比較ならびに顔画像相互のスーパーインポーズ法の3手法によって行われているが[2-4]、証拠資料として鑑定に供される顔画像は、被疑者写真と顔向きが著しく異なっていたり、画質が不鮮明であったりするものなどがあり、被疑者写真と比較することが困難な事例に遭遇することも多い。こうした流れのなかで、著者らは、3次元顔貌用レンジファインダ（Fiore, NEC エンジニアリング）を用いた2次元/3次元顔画像スーパーインポーズシステムを考案した[5]。

2 2次元/3次元顔画像スーパーインポーズシステム

日本人成人男性 25 名を被験者として、これらの3次元顔画像データを"Fiore"を用いて取得し、被験者の2次元左斜め側貌像とのスーパーインポーズをソフトウェア"3D-Rugle3"（メディックエンジニアリング）を用いて行った[6, 7]。スーパーインポーズ顔画像における合致性の指標としては、顔画像の輪郭線[6]と16ポイントの解剖学的標記点[7]を用い、同一人の2次元顔画像と3次元顔画像の合致性評価のためには、25名各人について10回スーパーインポーズを繰り返し250組のスーパーインポーズを実施した。一方、別人における顔画像の輪郭線と解剖学的標記点の合致性評価については、25名各人の3次元顔画像と他の24名の2次元顔画像600組のスーパーインポーズを行った（図1, 2）。

2次元顔画像と3次元顔画像の輪郭線の相違を示す平均距離は、同一人においては0.5-1.6mmであり、別人では1.0-4.3mmであった。同一人および別人における輪郭線間の平均距離の平均値はそれぞれ1.1mmおよび2.3mmであり、有意差がみられた（ $P<0.001$, $t=31.9$, $df=848$ ）。また、2次元顔画像と3次元顔画像の対応する解剖学的標記点間の相違を示す平均距離は、同一人においては1.4-3.3mmであったのに対して、別人では2.6-7.0mmと幅広い値を示した。同一人および別人における解剖学的標記点間の平均距離の平均値はそれぞれ2.3mmおよび4.7mmであり、有意差が認められた（ $P<0.001$, $t=37.8$, $df=848$ ）。顔画像の輪郭線間と解剖学的標記点間の平均距離の合計値は、同一

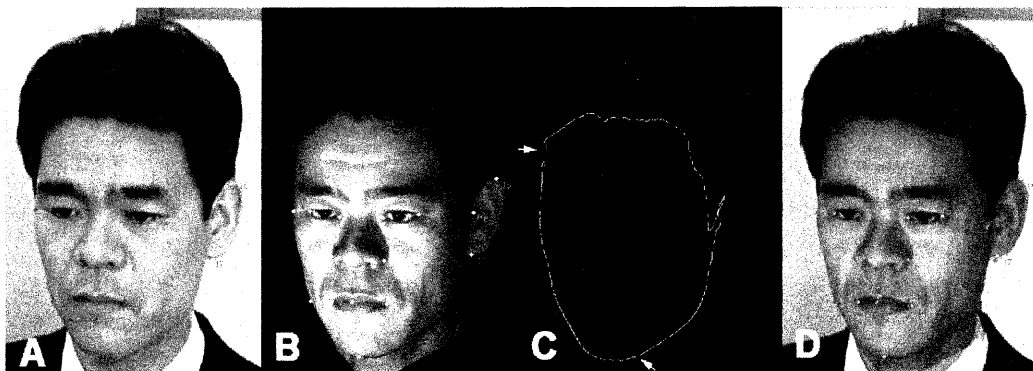


図1 同一人における2次元顔画像と3次元顔画像の輪郭線と解剖学的標記点の合致性

A: 2次元顔画像 B: 3次元顔画像 C: 輪郭線の合致性 D: 解剖学的標記点の合致性

2次元顔画像と3次元顔画像の矢印で示した輪郭線間の平均距離は0.6mm, 16ポイントの解剖学的標記点間の平均距離は1.9mmであり、その合計値は2.5mmである。

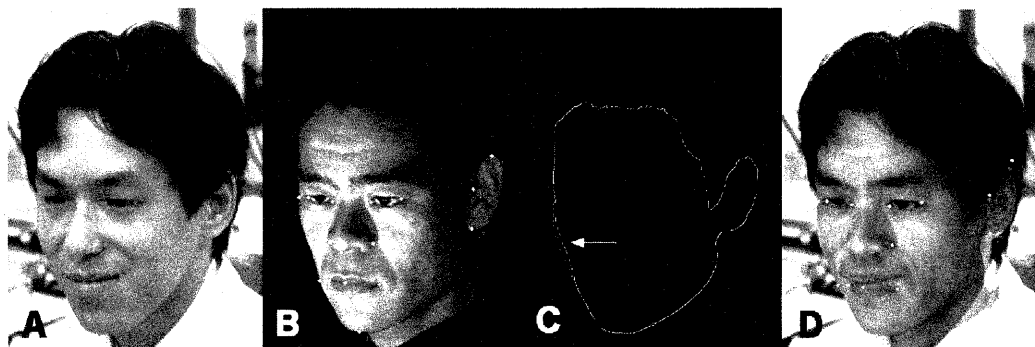


図2 別人における2次元顔画像と3次元顔画像の輪郭線と解剖学的標記点の合致性

A: 2次元顔画像 B: 3次元顔画像 C: 輪郭線の合致性 D: 解剖学的標記点の合致性
2次元顔画像と3次元顔画像の輪郭線は矢印の部位で相違しており、輪郭線の平均距離は1.8mmである。16ポイントの解剖学的標記点間の平均距離は6.2mmであり、合計値は8.0mmである。

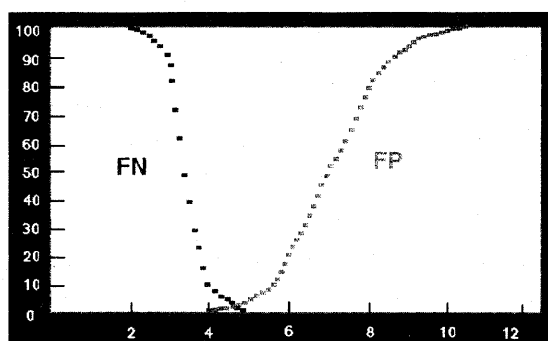


図3 顔画像の輪郭線間と解剖学的標記点間の平均距離の合計値に基づく

顔画像識別のための False positive (FP) / False negative (FN) 曲線

クロスオーバーポイント: 4.6mm, 誤判率: 1.7%

人においては 2.3-4.7mm であり、別人では 4.0-10.5mm であった。同一人および別人における平均距離の平均値はそれぞれ 3.5mm および 7.0mm であり、有意差がみられた ($P < 0.001$, $t = 45.9$, $df = 848$)。顔画像の輪郭線間と解剖学的標記点間の平均距離の合計値に基づく3次元顔画像と2次元顔画像の識別のための誤判率は、図3にプロットしたごとくであり、別人を同一人としてしまう誤判定 (False positive) の曲線と別人を同一人としてしまう誤判定 (False negative) の曲線との交点の平均距離は4.6mmであり、その誤判率は1.7%であった。この交点とは、False positive, すなわち、犯人ではない者を犯人としてしまう誤り、タイプ II エラーと False negative, すなわち、犯人を犯人ではない者としてしまう誤り、タイプ I エラーが同率で起こることを示す点であり、その率が低いほど識別法として適切であるといえる。法科学においては、タイプ I エラーもタイプ II エラーも低いことが要求されるが、特に、高率のタイプ II エラーを惹起させるような識別法を鑑定に应用することは慎まなければならない。

上述した成績は、概ね普通の表情の顔全体が観察できる顔画像についてのものであるが、実際の鑑定では、顔が帽子やマスクによって隠され部分的にしか認められない顔画像に遭遇することもある。そ



図4 帽子およびマスクにより顔の一部が隠された2次元顔画像(A, C)と同一人の3次元顔画像のスーパーインポーズ像(B, D). Bは8ポイント, Dは7ポイントの解剖学的標記点を用いており, それぞれにおける平均距離は2.3mm, 2.6mmである.

ここで, 著者らは, 顔の一部が隠された顔画像について, 顔の輪郭線間と解剖学的標記点間の平均距離の合計値による識別評価を実験的に行った[8]. 図4に示すように, 帽子, マスク, サングラスによって顔の一部を被われた3名の人物の2次元右斜め側貌像9枚と100名の3次元顔画像をスーパーインポーズし, 顔の輪郭線間と解剖学的標記点間の平均距離の合計値を求めたところ, 同一人では2.3-2.8mm, 別人では4.0-14.6mmであった. このような場合には, 顔全体が観察できる顔画像に比べ検査すべき顔の輪郭線が短くなり, また, 解剖学的標記点の数も減少するために, その識別の信頼性は低くなるものの, 実験成績が示すように両者の合計値の範囲はオーバーラップすることなく, 応用可能であることが示された. また, この方法は, 顔画像の画質[9]や民族特徴[10]などの観点からも検討されており, 不鮮明な顔画像については, 観察される顔の構成要素のあいまいな形態を数値によって補足することができ[9], 日本人以外の民族にも応用可能であることが示唆されている[10]. しかしながら, 顔の表情の変化および加齢的变化に対しては, 外眼角点や口角点などの解剖学的標記点が固有の位置から移動してしまうためにこの方法を応用することはできない.

3 3次元顔画像データベース検索システム

顔画像の識別は, その目的から二つに大別されるものと思われる. すなわち, 被疑者写真のような大規模なデータベースから対象となる未知の個人(犯人)の顔画像を捜し出し, 最終的にその個人を特定するいわゆる個人識別と, 会社のように限定された比較的小規模なデータベースに属する既知の人物の顔画像を確認する, 個人認証とでもいうべきものである. 前者は, 法科学的な問題であり, 後者は, 外部の侵入者を防ぐために利用されるセキュリティの問題である. 後者については, 様々な優れたソフトウェアが開発され, 市販されているところであるが, これらのソフトウェアを法科学的領域に応用するには, 犯罪現場で撮影された犯人の顔向きをはじめ, 変装, 表情の違い, 撮影時期の違いなど解決しなければならない課題がある. 著者らは, これらの課題のうち, 顔向きについて検討を加え, 2次元顔画像に対する3次元顔画像データベースの顔向き調整を自動的に行うソフトウェア"3D-Rugle3 for Face-To-Face"(メディックエンジニアリング)を開発した[11]. このソフトウェアは, 3次元顔画像を概ね耳眼面により規準化し, その顔画像に解剖学的標記点14点をマークしてデータベース化するとともに, 比較すべき2次元顔画像にも3次元顔画像の解剖学的標記点と対応する確認可能な標記点をマークすることにより自動的にデータベースの3次元顔画像の向きを調整するものである. こうして得られた3次元顔画像データベースの顔画像と検索すべき人物の2次元顔画像の照合に

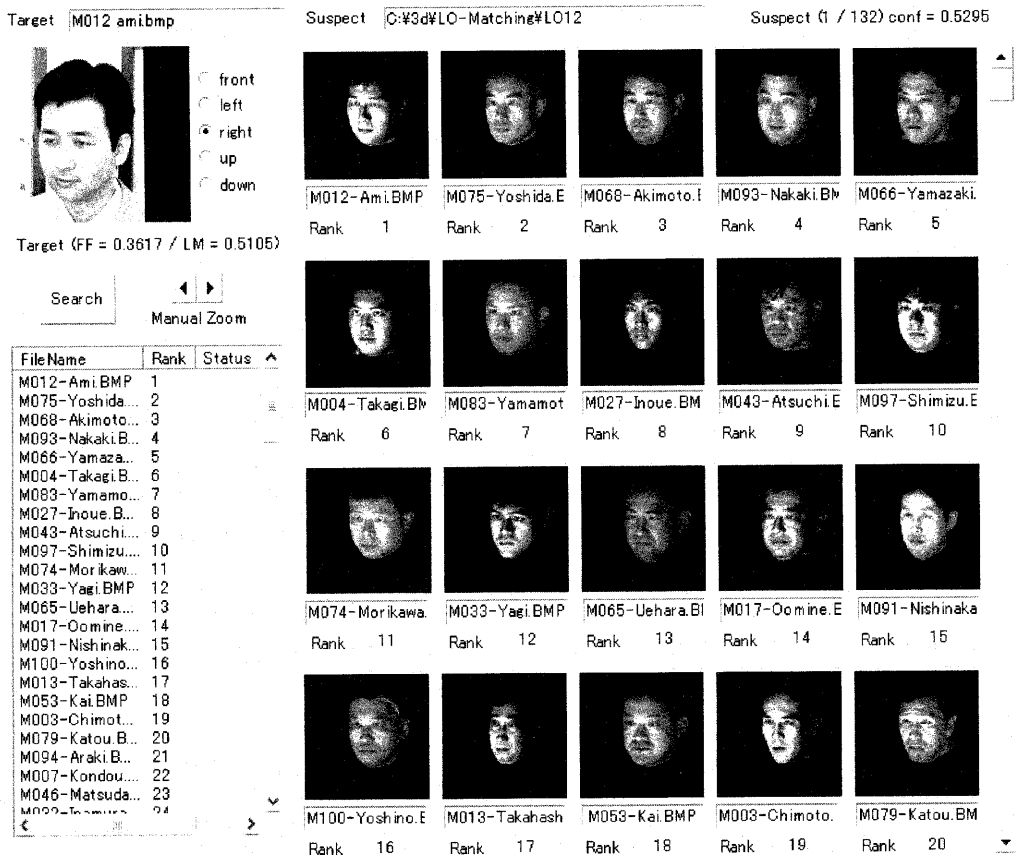


図5 2次元顔画像の3次元顔画像データベースに対する照合

検索すべき人物の2次元顔画像が132名の3次元顔画像データベースの中から1位に選出された例を示す。

は、グラフマッチングを用いたソフトウェア" FaceList" (オムロン) を使用した。オリジナルのソフトウェアは正面顔用グラフのみを有するものであり、様々な顔向きに対してグラフを構成するノードを最適な位置に移動することができず、適切なグラフが作成し得ないことから、左右上下の4方向の斜め顔用グラフを加えることにより、斜め側貌画像にも対応できるようにした。しかしながら、現状では132名の3次元顔画像データベースから検索すべき人物の2次元顔画像が1位に選出される率は25%程度、また、10位以内に選出される率は約70%であり、実用化にはまだまだ遠い道のりが残されている。

4 おわりに

現行の被疑者写真(正貌、右斜め側貌)を対照資料としたのでは個人識別が不可能な犯人の顔画像に対して、被疑者の3次元顔画像を利用した2次元/3次元顔画像スーパーインポーズシステムは有用であり、実務鑑定に応用されるようになった。しかしながら、この方法は、犯罪手口などの捜査によって被疑者を割り出し、犯人と被疑者の1対1の顔画像識別を行うものであり、犯人の2次元顔画像を

被疑者の3次元顔画像データベースから検索するような1対Nの識別に対処するものではない。著者らは、3次元顔画像データベースを用いた1対Nの照合が行える検索システムの試作を試みているが、現状としては十分なものではなく、今後、この方面の研究開発が強く望まれるところである。

参考文献

- [1] 坂野 鋭, バイオメトリック個人認証技術の動向と課題. 信学技報, Vo.99 No.118, 75-82, 1999.
- [2] M.Y. Iscan, Photo image identification. In *Encyclopedia of Forensic Sciences* Vol.2, J.A. Siegel, P.J. Saukko and G.C. Knupfer (eds.), pp. 795-807, Academic Press, London, 2000.
- [3] 吉野峰生, 宮坂祥夫: 捜査のための顔の法科学的識別. 令文社, 東京, 2000.
- [4] M. Yoshino, Recent advances in facial image identification. *Jpn.J.Sci.Tech.Iden.*, 7, 1-17, 2002.
- [5] M. Yoshino, H. Matsuda, K. Kubota, K. Imaizumi and S. Miyasaka, Computer-assisted facial image identification system using a 3D physiognomic range finder. *Forensic Sci, Int.*, 109, 225-237, 2000.
- [6] 吉野峰生, 厚地 将, 松田秀明, 窪田 聡, 今泉和彦, 谷尻豊寿, C.D.L. Thomas, J.G. Clement, 顔画像相互のスーパーインポーズ像における輪郭合致度の評価. 科警研報告法科学編, 54, 1-6, 2001.
- [7] M. Yoshino, H. Matsuda, K. Kubota, K. Imaizumi and S. Miyasaka, Assessment of computer-assisted comparison between 3D and 2D facial images. *Jpn.J.Sci.Tech.Iden.*, 5, 9-15, 2000.
- [8] M. Yoshino, K. Noguchi, M. Atsuchi, S. Kubota, K. Imaizumi, C.D.L. Thomas and J.G. Clement, Individual identification of disguised faces by morphometrical matching. *Forensic Sci, Int.*, 127, 97-103, 2002.
- [9] M. Atsuchi, K. Noguchi, S. Kubota, K. Imagism, K. Sakurada, M. Yoshino, N.L. Fraser, C.D.L. Thomas and J.G. Clement, Evaluation of morph metric matching for the identification of Caucasian faces from blurred images. *Jpn.J.Sci.Tech.Iden.*, 6, 135-138, 2002.
- [10] N.L. Fraser, M. Yoshino, K. Imaizumi, S.A. Blackwell, A Japanese computer-assisted facial identification system successfully identifies non-Japanese faces. *Forensic Sci, Int.*, 2003 (in press).
- [11] M. Yoshino, K. Imaizumi, T. Tanijiri and J.G. Clement, Automatic adjustment of facial orientation in 3D face image database. *Jpn.J.Sci.Tech.Iden.*, 8, 2003 (in press).