

ショートノート

復顔の自動化†

三重野 博 司‡

本研究は復顔作業の自動化である。復顔とは身元不明者の頭蓋骨を生前の顔を予測して復元するものである。この作業は人手によっていたため時間を要するので自動化した。その過程は、デジタル・カメラとマイコンで各部を自動計測して性別判定し、それによって顔の輪郭を構成し、マンマシン・システムによってあらかじめ記憶しておいた眼・鼻・口等を適宜配置するものである。

1. はじめに

本研究は、科学警察研究所法医第一研究室市川和義技官のもとに進められている「復顔方法の法医鑑識への応用」等についての研究^{2),3)}を自動化するものである。

復顔方法とは頭蓋骨をもとの顔に戻す方法である。わが国で実施されている復顔の目的は、身元不明の白骨の家族への返却・犯罪捜査で、これに寄与してきた。また、これは歴史上の人物の顔の復元にも適用されて文化・社会的貢献の場は広い。

しかし現在人手によっているため作成に長時間を要し、頭蓋骨そのものに直接触れて粘土で加工しなければならなかった。そこで、デジタル・カメラを通して無接触自動測定し、頭蓋骨の画像情報を記憶しておけば、触れることなくグラフィック・ディスプレイ上で肉づけた復顔画像をソフト技術で得られるようになる。しかもバラエティに富んだ画像を短時間で得られる。

本研究は、こうした社会的価値の高い未開発分野に着目し、復顔の手作業を分析して画像情報システムを設計した。デジタル・カメラとマイコンの組合せによる手軽な画像ハードシステムが市場に出たことを契機として、ピラミッド法¹⁾を用いたプログラムを作成したものである。

このような、専門化された分野は永年の人の勤によって作画する部分があり、人間の能力をフルにいかしたマンマシン・システムとすることが望ましい。したがってこれは一種の CAD の事例でもある。

2. 性別判断の機械化

男女の性別と年齢が顔を再現するには最も大切な事項であるといわれている。年齢は後頭部の縫合部・歯等の観測に依って成人は10~20代ぐらいの精度で判断可能であるが、機械化は困難で人手による観測とした。性別は次のように機械化できた。

復顔に先だって頭蓋骨の各部を計測し、判別関数によって性別を判定する。デジタル・カメラからの頭蓋骨の位置を固定することで、画像を自動計測できる。人手によるときはノギスで計っていたが、ここで用いたデジタル・カメラとアップルIIのマイコン・システムによれば、より高い精度で測定できた。

また、得られたデータをただちにマイコンで計算して性別判定する。判別式は現行のものによる⁴⁾。それは

$$Y_j = \sum a_{ij} \cdot X_i \quad (i=1\sim 9, j=1\sim 8)$$

において X_i は自動計測できる変数、 a_{ij} はその計数である。 Y_j が判別限界値 L_j より大なら男性、小なら女性である (表1参照)。

画面 A をメッシュに分けそのピクセルを a とする ($a \in A$)。一般に画像処理はピクセル a の数 $|A|$ に相当するだけのメモリを必要とし不経済である。そこでここではピラミッド法¹⁾によって処理時間・メモリを節約した。 A の部分集合 f を図形、その補集合 $A-f$ を地とする。いま f を黒、 $A-f$ を白とする2値図形のみを扱い、黒を1、白を0として濃さを数量化する。初め A を4分割してできた部分集合 α_k について濃さ $\mu(\alpha_k \cap f)$ を測定する。

測定値から判断して $\mu(\alpha_k \cap f) = 1$ なら、 $\alpha_k \subset f$ で $\forall a (a \in \alpha_k)$ は黒ゆえそれ以上分割する必要がない。
 $\mu(\alpha_k \cap f) = 0$ なら、 $\alpha_k \cap f = \emptyset$ で $\forall a (a \in \alpha_k)$ は白ゆえ同様である。 $0 < \mu(\alpha_k \cap f) < 1$ なら細分割して、同じ

† Automation of Skull Restoration to Original Facial Figure by HIROSHI MIENO (Faculty of Science and Engineering, Science University of Tokyo).

‡ 東京理科大学理工学部

表 1 性別の判別関数の係数

Table 1 A coefficient of sex discriminating function.

判別関数の係数 a_j の添字 j	同じく添字 i								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2.614	.996			2.364	2.005		
2	1	2.519	.586		.661		2.713		
3	1		.785		.404		1.981		
4	1	2.560	1.084				2.605		
5	1	2.271	1.391			2.708			
6	1	-.062	1.665	1.257					
7	1	.221		1.095	.504				
8						1	2.235	2.949	1.673

表 2 性別判定の例

Table 2 A case of sex discriminating.

j	Y_j	L_j	判定
1	699.4	850.7	女
2	671.4	807.4	女
3	395.0	428.1	女
4	678.0	809.7	女
5	597.1	748.3	女
6	473.4	580.0	女
7	336.2	380.9	女
8	339.3	388.5	女

ことを繰り返す。こうして逐次分割してできた α_i が図形・地のいずれに属するかまで追及する。この方法は全メッシュを観測せずに済むから一般には能率よい。

ここにおける X_{ij} の自動計測の場合まず2値化して、頭蓋骨 f の輪郭から輪郭までの長さを測定すればよいから、初め画像として把握するのはおおそ頭蓋骨の外形がよく、しだいに必要な輪郭線の位置を精度高く把握する。それができるように次に示す画面を逐次分割する。輪郭抽出の通常の方法はピクセルをすべて初めからスキャンして観測し、図形 f の差分(つまり隣接するピクセルの濃さの差)の大なる個所を結んだ線を輪郭とする。この方法では全ピクセルを観測するから能率が悪い。この方法のほかに黒白の境界を 3×3 のメッシュで探る方法もあるが、ここで取り上げたような黒白が複雑に入り組んでいる場合はこれも能率が悪い。

本研究で用いた頭蓋骨の計算実例では、女性とすべての判別式が判別していてその正確さを示していた(表2参照)。

3. 復顔のマンマシン・システム

前記の方法により性別を自動判定し、後頭部の縫合部分の形態から専門者により年齢を推定して、計算機内で各部の肉厚を既成の表よりルックアップして輪郭を拡大処理し、グラフィック・ディスプレイ上に復顔した画像を得る。

肉づけしたときおむね皮膚は白でよいが、立体感をもたせるため影をライトペンで人手によりつける。年齢によるしわ・皮膚のたるみも適宜ライトペンで付ける。使用機器はモノトーンで8階調の濃さが得られるカラーディスプレイを用いる。復顔の自動化におけるマンマシン・システム設計については、1章で述べた理由から頭蓋骨から判定できる事項は極力自動化し、できない事項は適宜人手によるデータのインプットをすることを原則とした。顔の目・眉・鼻・耳・口は、性別により次に示すような日本人に多い形のものを選んで、その組み合わせた幾通りもの顔を作成する。眉・眼・口は年齢による皮膚のたるみのための向きを考慮する。

以下の統計資料は市川氏³⁾提供のものである。(1)眉の位置は眼の上で目頭に左部を合わせる。(2)眉の形は日本人に多い水平直線型と上向き直線型とする。(3)髪際は年齢・個人差があるが資料³⁾によるものとする。(4)眼の位置は頭蓋骨の眼こう口に当たる下部から1/3の個所で、形は欧州型と蒙古型とする。(5)鼻の形状の突出度・幅は推定可能だが、形は適宜とする。(6)唇・耳も適宜とする。

4. ソフトウェアの開発

マンマシンの復顔システムにおいて、頭蓋骨から推定できない耳等の部分を、画面に表示しながら人が適宜、定めつつ合成することとする。そこでこれらのマンマシンの会話基本プログラムを開発した。それは前処理プログラムと眼や口等の配置プログラムに分かれる。前者は耳・口等のデータをテキストファイルとしてディスクに落とすもので、このとき配列として落とすものである。後者では、頭蓋骨のデータに肉付けを行い、前処理プログラムでディスクにファイルされたデータを読み、指定された配置処理を行う。

まず、入力 of データを用い、あるレベル以上のドットに対し、一定の値を加えることにより、頭蓋骨の凸凹の割合を減少させれば、肉付けを行ったようにする。それに耳・眼等のデータを順次配置し、配置がよ

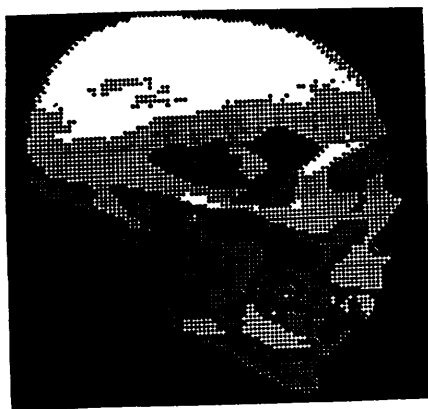


図 1 頭蓋骨側面 (入力)
Fig. 1 A skull (input).



図 2 復元した顔 (出力)
Fig. 2 A restoration face (output).

いか否かをディスプレイから人が観測する。修正はタブレットを用いる。それが終了すれば OK をキーインする。今回配慮したのは、眉・眼・口・鼻・耳の五つである。髪も同時に行える (図 1, 図 2 参照)。

5. あとがき

今回一応の成果を得たが、さらに年齢の推定等を機械化して完全自動化を図る。

謝辞 このショートノート作成に当たり、貴重な資料をいただいた科学警察研究所市川和義技官に深甚なる謝意を表す。また、安立電気(株)の米沢克正君には電算機処理とまとめに協力をえたことを謝する。

参 考 文 献

- 1) 山村他: ピラミッドモデルによるイメージの記述, 電子通信学会誌 J46 D-8, pp. 713-720 (1981).
- 2) 市川和義: 復顔に関する研究Ⅱ—復顔法の法医鑑識への応用, 科学警察研究所報告, Vol. 29, No. 2, pp. 61-75 (1976).
- 3) 市川和義: 復顔に関する研究Ⅰ—顔形における鼻幅と梨状口との形態学的関連, 科学警察研究所報告, Vol. 28, No. 3, pp. 133-136 (1975).
- 4) 埴原和郎: 判別関数による日本人頭骨ならびに肩甲骨の性別判定法, 人類学, Vol. 67, No. 4, pp. 191-195 (1954).

(昭和 58 年 4 月 28 日受付)
(昭和 58 年 9 月 13 日採録)