

计算机人像生成系统 FCS 的设计与实现*

吴 清 江

(华侨大学计算机科学系, 泉州 362011)

摘要 设计和实现一个计算机人像生成系统 FCS. 介绍人像特征的分类、描述、生成、修改及其实现技术, 提出一种解决特征模糊查找和人像隐线消除的方法.

关键词 人像特征, 模糊查找, 隐藏线

分类号 TP 391.41

计算机人像生成是根据对某对象的记忆或印象来描述对象的容貌特征, 经计算机处理后显示出对象的人像, 并允许对其进行反复修改, 直到生成被认为是逼真的人像为止. 它完全不同于人像照片的复制或人像写生. 解决人像生成问题的关键, 在于人像特征的分类、描述、生成、建库和修改. 人的容貌特征千差万别, 有效的分类方法不仅与人像的固有特征相关, 而且与特征库的组织 and 特征的查找效率密切相关. 在描述对象特征时往往带有模糊性和不确定性, 因此必须具有处理模糊描述的能力. 对人像生成过程中出现的特征图形交叉和不到位等问题的研究, 则涉及隐线消除和特征修改技术.

1 人像特征的分类和描述

人像特征是人类容貌的特有征象, 其稳定而最基本的特征, 主要表现在头发、脸型、眉、眼、鼻、嘴、耳、胡子和眼镜等. 此外, 在描述稳定特征时还要区别其显著特征, 例如方脸型或圆脸型, 尖下巴或圆下巴等等形中的局部差异. 因此, 描述人像特征可按三个层次格式进行分类并统一编码. 编码格式如下

类别 (即特征名, 编码 1~9); 种别 (编码 01~99); 形别 (编码 01~99).

类别对应人像的稳定特征, 种别和形别则将显著特征再分为两个层次. 我们设计和实现的 FCS 系统允许用户在描述对象特征时, 除了可以按类别 (特征名是类别的中文名)、种别和形别的次序进行简单描述外, 还可以对“圆脸或椭圆脸且不是方脸”这一类, 进行更有实用性的模糊描述.

2 特征图形的生成和特征库的建立

FCS 系统是用点集表示法描述特征图形. 其目的是在特征点上对特征图形进行修改, 也

* 本文 1993-12-01 收到; 国务院侨办重点学科科研基金项目

为利用数字仪来提高特征图形的生成过程奠定基础. 图 1 是由 FCS 生成的一幅人像. 虽然现有的绘图软件程序包已足以支持各类线框图形的生成, 但考虑到人像特征图形的特殊性(各类特征图形的线框图表示相近, 且线型表达较为丰富), 我们推出具有适应性的 FCS 系统绘图编辑器. 它为用户提供了用汇编语言实现的 15 种绘图指令.

2.1 绘图指令格式及其分类

FCS 系统绘图编辑器的指令格式以及其中的控制码部分格式, 分别列于下面左右绘图编辑器提供的 15 种指令, 按其类型分为三类. (1) 绘图类: “L” 直线; “A” 弧; “C” 圆; “P” 点; “F” 填充; “M” 镜像. (2) 线型类(指令类型为“T”, 可在 4 种线型中选取 1 种): 前/后轮廓线(用以形成特征图形轮廓, 且只用于绘画头发); 普通线用于绘制特征中的细节部分; 隐线用于辅助轮廓线形成闭合图形.

CCD	$x_1, y_1; x_2, y_2; \dots; x_n, y_n$
-----	---------------------------------------

控制码 点坐标序列

指令类型	点	数	maxx	maxy	minx	miny
1	2	3	4	5	6	

(3) 操作类: “O” 移动; “Z” 放大/缩小; “D” 部分删除; “E” 指令删除; “B” 区域删除; “N” 全部删除; “U” 单位(指定用户坐标系的单位长度); “R” 重画.

2.2 特征图形的数据结构

生成人像特征图形的指令数不同, 且其同一条指令中涉及的点坐标数也不同, 必然构成不定长记录, 同时该特征图形可能需要修改(涉及点和线的增、删、改). 因此, FCS 采用图 2 所示的双向循环链表作为特征图形的存贮结构.

2.3 特征图形的生成

特征库中的特征图形要求规格化, 以使用其生成的人像各部分比例能够协调. FCS 系统设计一个辅助框功能, 用于帮助用户生成规格化的特征图形. 用户在绘制各类特征图形时, 系统将自动显示大小和形状各不相同的矩形辅助框, 如绘制面形和眼睛的辅助框(图 3). 辅助框中出现的虚线有特征图形的上(下)/左(右)界, 用于避免图形越界, 其余的虚线则用于辅助特征轮廓的生成. 不同特征图形在对应的辅助框中预设数量不同的特征基点. 特征基点的作用: (1) 它是人像生成时各部分特征在人像定位的坐标位置; (2) 指示各类特征的主要特征点. 图 3(a) 中脸型辅助框中的 p_1 和 p_2 , 指示出面部的耳根位置.

2.4 特征图形库与特征硬拷贝库

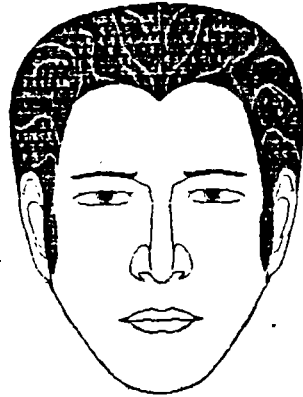


图 1 FCS 生成的人像

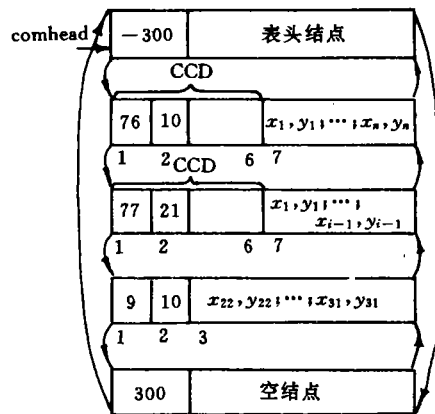


图 2 特征图形的双向循环链表表示

FCS 在生成特征图形库的同时, 将显示在屏幕上的特征图形以硬拷贝的形式存入特征硬

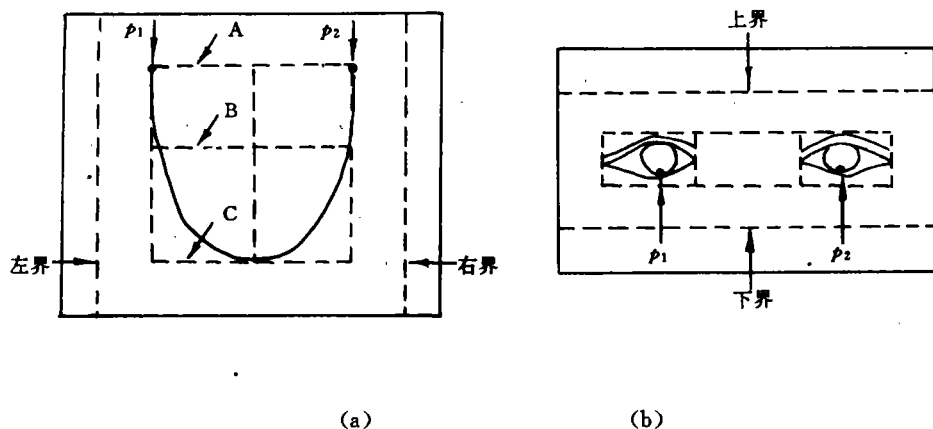


图3 脸形和眼睛特征生成时的辅助框

拷贝库. 同一特征图形要存放到两个库中, 是因为用户在描述特征时 (如特征模糊描述), 系统对用户描述的解释, 往往需要显示一系列的特征图形供用户选择. 显然, 要同时显示较多的特征图形, 速度上又需达到要求, 采用硬拷贝形式是可行的手段. 至于硬拷贝将占用大量外存的问题, 我们采用文〔4〕的图像压缩方法加以解决.

3 特征索引结构与特征查找

FCS 系统为实现快速查找和模糊查找, 设计了特有的特征索引矩阵和相应的索引文件.

3.1 特征索引矩阵

特征索引矩阵 $\text{matrix} \uparrow$ 仅在系统发生对特征查找要求时, 才在内存动态生成. 其结构见图4. 特征矩阵 $\text{matrix} \uparrow$ 除最左边一列外, 是一个仅取0,1值的布尔矩阵. 图4中特征行 A, B, C, D 可用来表示脸形中的圆脸、椭圆脸、方脸和长方脸等不同种别, 而同属圆脸的特征还可以有尖下巴和圆下巴的形别. 矩阵的第0行指示有效记录号, 即该列中只要某一行指示的特征有记录, 则该记录位指示为有效 (库中具有该列号指示的记录). 某些特征在图形表示时十分接近, 为节省存贮可用同一图形表示, 这就是矩阵中可能出现同一列有对应不同特征的记录存在的原因. 左边一列的

		Rec#1				Rec#5			
眼									
眉									
头发									
脸形									
matrix \uparrow [0]	max#5	1	1	1	1	1	1	1	有效记录号
特征 A \rightarrow [1]	max#3	1		1					
特征 B \rightarrow [2]	max#5			1		1			在 Rec#5 有记录
特征 C \rightarrow [3]	max#5		1			1			
特征 D \rightarrow [4]	max#3	1		1					在 Rec#5 无记录
...	...								

图4 特征矩阵 $\text{matrix} \uparrow$

\max^* 指示特征行中存在特征记录的最大记录号, 可使特征查找过程减少多余逻辑运算. 每一类均有一个特征索引文件, 当系统响应特征查找要求时, 即根据特征索引文件生成特征索引矩阵. 因此, $\text{matrix} \uparrow$ 为脸型等几类不同特征所共享.

3.2 特征查找

(1) 模糊查找. 在描述对象特征时往往带有模糊性和不确定性, 而特征本身也带有相近性. 因此, 提供模糊查找手段就成为特征查找描述的一种重要方式. FCS 系统的特征模糊查找, 是通过不同特征行的逻辑运算来实现的. 例如特征逻辑表达式, $A \text{ OR } B \text{ AND NOT } C$, 是一个合法的特征模糊查找描述. (2) 范围查找. 当要求对某一特征按记录号的范围进行特征查找时, 可按 “ $\sim 4, 7, 21 \sim 30, 40 \sim$ ” 形式的范围查找表达式进行描述. 这一表达式, 被解释为查找库中某类特征的第 1 至 4, 7, 21 至 30 号记录和第 40 号以后的所有记录. (3) 顺序查找. 输出 $\text{matrix} \uparrow [0]$ 中指示的所有有效记录号.

3.3 特征索引结构

图 5 表示 FCS 系统的特征索引结构和文件间的关系.

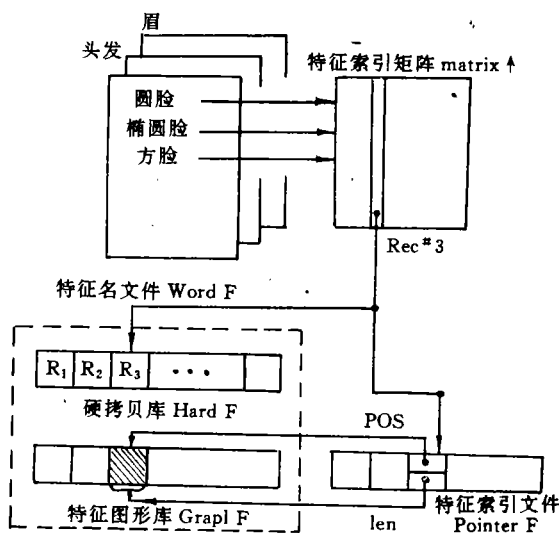


图 5 特征索引结构和文件间的关系

4 人像生成与隐藏线消除

为了使生成的人像各部分特征准确到位, 规定标准人像为正面, 两眼平视, 脸部五官以

鼻梁为中轴线形成基本对称的姿势. 人像生成的过程, 是将脸部的各部分特征按图 6 所示的相对位置和比例关系, 用图形迭加的方法产生的. 图 6 中圆点是特征基点, 特征图形可通过基点定位的作用, 至此已经清楚. 由于在屏幕上生成的人像是将各特征图形按一定顺序迭加而成的, 而各特征图形的大小实际上却存在着差异. 因此, 生成的人像在特征图形之间就存在着交叉和不到位的问题, 从而影响了人像的真实感. 人像生成时, 特征图形的交叉现象, 可用计算机图形学中三维立体生成出现的隐藏线问题予以解释. 但是, 要解决交叉问题, 不能照搬现有的各种消隐算法. 为此, 我们设计出一种简单有效的消隐算法. 其基本思想是, 由后向前顺序绘画, 并将先前一个面的重复部分复盖. 下面介绍这种算法的主要步骤.

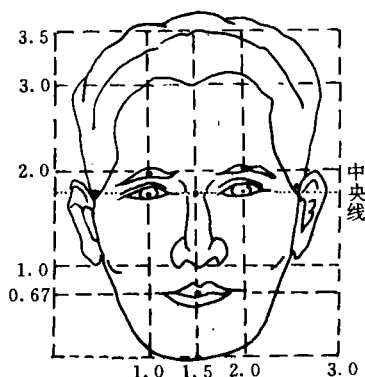


图 6 人像特征的相对位置和比例关系

(1) 若当前特征图形不为闭合面, 则使用隐线将其闭合。(2) 将头发后轮廓区域填上 0, 再画上耳形。(3) 先将耳轮廓区域填上 0, 再画上脸形。(4) 将脸形轮廓区域填上 0, 再画上脸形。(5) 画上眉、眼、鼻、嘴等。(6) 将头发前轮廓区域填上 1。

5 FCS 系统结构及其修改功能

FCS 系统结构如图 7 所示。FCS 系统提供的修改功能包括选择、修改、填色修正、还原和

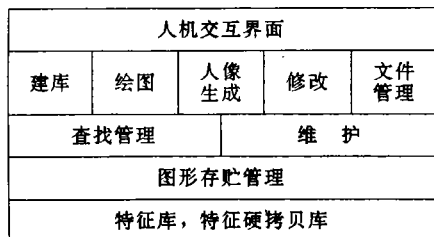


图 7 FCS 系统结构图

暂存。修改是针对特征图形进行的, 以实现其局部或整体的平移、旋转、放大和缩小。FCS 系统提供一个伸缩框, 用于辅助平移、放大和缩小等修改手段的实现。同时, 它还提供一个旋转光标用于辅助旋转手段的实现。至于涉及特征细微部分的修改, 如增加脸部皱纹、刀疤等, 则可借助 FCS 的绘图编辑器实现。

6 结束语

FCS 系统全部软件, 采用 TURBO PASCAL 语言和汇编语言编写。通过试运行验证, 本文所提出的设计方法是可行的和有效的。该系统改进后, 在公安系统的案件侦破中有着很好的应用前景。

参 考 文 献

- 1 William M, Robert F. Principles of interactive computer graphics. New York: McGraw-Hill International Book Co, 1984, 79~90, 159~181, 247~2358
- 2 Steven H. Computer graphics. New York: McGraw-Hill Book Co., 1986. 24~60, 88~120, 284~353
- 3 王东泉. 计算机图形学与 CAD 技术. 上海: 上海交通大学出版社, 1992. 131~153, 243~27
- 4 陈启泉, 陈维斌, 吴清江. C 语言嵌入式数据压缩器 C-DC 的设计. 计算机辅助设计与图形学学报, 1993, 4 (4): 44~48

Design and Implementation of a Computer-Aided Human Face Image Generating System

Wu Qingjiang

(Dept. of Computer Science, Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

Abstract The author presents a computer-aided human face image generating system. The presentation centers on the classification and description of the characteristics of human face image, its generation, modification and implementation. A method is proposed for fuzzy searching its characteristics and removing its hidden lines.

Keywords characteristics of human face image, fuzzy searching, hidden line