

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G06T 7/00

G06K 9/00



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00124954.1

[45] 授权公告日 2004 年 3 月 31 日

[11] 授权公告号 CN 1144158C

[22] 申请日 2000.9.25 [21] 申请号 00124954.1

[71] 专利权人 王介生

地址 100080 北京市科学院南路中关村 952 楼 607 号

[72] 发明人 王介生

审查员 马红梅

[74] 专利代理机构 北京北新智诚知识产权代理有限公司

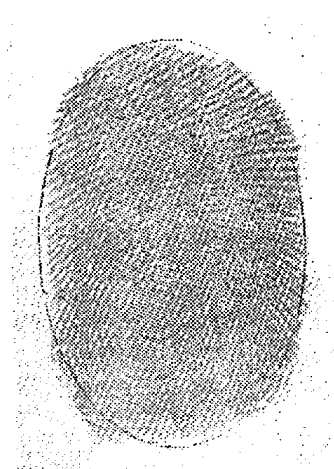
代理人 张卫华

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 1 页

[54] 发明名称 人体生物特征识别方法

[57] 摘要

本发明步骤为：(1) 图像分离：从人体生物组织图像中检测分析对象的边缘、轮廓线或区域；(2) 区域标准化变换：在分离出的图像区域上建立标准网格；(3) 对标准格网中纹理进行规则化变换；(4) 等长、最大熵编码：将各小区域上纹理的规则化表征编成代码；(5) 特征码分析：对同一人体生物组织的两个不同图像用上述步骤处理后的两组代码进行分析，两组代码相近则这两图像同一，否则为不同。该方法适用于各种可以通过图像采集设备采集到可用图像的人体生物组织的识别，其在微观尺度上对图像进行分析，误识率远低于现有方法。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1.一种使用图像采集设备和计算机进行的人体生物特征识别方法，其步骤为：

5 (1)图像分离

用图像采集设备采集人体生物组织图像，用计算机从该人体生物组织图像中检测出特定分析对象的边缘、轮廓线或区域，以便分离、提取分析对象；

(2)区域标准化变换

10 用计算机在分离出的图像区域即分析区域上建立标准网格，进行区域标准化变换；

(3)纹理特征规则化变换

用计算机对标准格网中纹理进行如下规则化变换：

15 以经过区域标准化变换后的分析区域中的每一小区域的几何中心为中心，在每个小区域上建立坐标系，在此坐标系下对每个小区域上的纹理进行如下规则化变换：

a.对图像进行平滑：对每个点的灰度值加权，这些权函数从坐标、正弦函数、余弦函数、指数函数、双曲函数中选取；

b.对给定的点，求以上述不同的权函数对该点的灰度 $g(x_m, y_n)$ 进行多次平滑的和，即多次加权求和；

20 c.对小区域中的所有点求上述 a.、b.中所述的加权和，则该加权和为该小区域上纹理特征的规则化表征；

(4)等长、最大熵编码

用计算机将各小区域上纹理的规则化表征编成代码，用作整个分析区域上图像纹理的数字表征；

25 (5)特征码分析

用计算机对同一人体生物组织的两个不同图像用上述(1)-(4)中的方法处理后的两组代码进行分析，以确定这两图像是否来自同一人的同一人体生物组织，即进行身份认证，两组代码中取值不同的对应码位在全部码位中所占百分比小于等于规定值者，则这两图像同一，否则为不同。

30 2.如权利要求1所述的人体生物特征识别方法，其特征在于所述图像分离的方法为：

将人体生物组织的二维灰度图像用 $F(x)$ 表示，其中 x 表示图像中象素点的位置， $f(x)$ 为该点的灰度；把识别过程中的边界/区域自动检测机制称作自定义边界/区域检测器，自定义边界/区域检测器的过程如下：

35 a.自定义要检测的边界或区域的结构：如果要检测的边界是由直线段构成，就定义一个线性边界检测器 $F(x, \lambda)$ ，该检测器是图像 $f(x)$ 以 λ 为参数的线积分或面积分， $F(x, \lambda)$ 为 $f(x)$ 的函数， λ 是与要检测的边界或区域的形状相关的几何参数；

b.对检测器进行平滑：对边界检测器 $F(x, \lambda)$ 确定其作用域，并对边界检测

器 $F(x, \lambda)$ 上的每个点用平滑函数在作用域上进行平滑；

c. 对 λ 求导数或计算改变量：计算 λ 变化时各个可能边界的总体特征的变化，以从可能边界中搜索出真正的边界；

5 d. 计算导数或改变量的极值：通过计算导数或改变量的极值来确定真正的边界。

3. 如权利要求 1 所述的人体生物特征识别方法，其特征在于所述区域标准化变换的方法为以下方法 a-d 中的至少一种：

a. 将平面上分析区域的图像变换到另一区域；

b. 将图像中分析区域的边界从一种形状变换为另一种形状；

10 c. 对分析对象内部的纹理特征进行标准化处理；

d. 将图像从一个坐标空间变换到另一个坐标空间；

其中，上述 a、b 两种变换的方法如下：

15 a. 在所给分析区域上建立标准格网，建立格网要遵循两个原则：一是对同一种生理组织建立同一种格网，二是依据区域的几何形状划分格网中的网格；如果分析区域的几何形状已经适于分析处理，标准格网建立后不再进行其它变换；

20 b. 如果要对分析区域的几何形状进行变换，则须将格网中的线段逐一变换到目标区域，变换以下述方式进行：设正在变换中的线段 a 与边界轮廓线 C1 的交点为 x_1 、 x_2 ， $a(x)$ 为线段 a 上的点，则变换后图像 $f(x)$ 在目标区域中的值由两个已知的标准化处理函数 $h_1(x, x_1)$ 、 $h_2(x, x_2)$ 确定。

4. 如权利要求 1 所述的人体生物特征识别方法，其特征在于所述等长、最大熵编码的方法为：

a. 在纹理特征规则化变换中的权函数都可以互为映射，且把互为映射的规则化表征视作相同；

25 b. 将映射中的不变量取作编码阈值，每一小区域上各点的加权值小于等于该编码阈值的，对应码位取值为 0，否则取值为 1；

c. 对确定的人体生物组织，在纹理特征规则化变换中都采用相同次数、相同权函数的平滑处理，由此得出等长编码，这一编码方法为最大熵编码，包含有最大信息量。

人体生物特征识别方法

技术领域

5 本发明涉及人体生物特征识别方法。

背景技术

10 人体生物特征是指可以用来鉴别个人身份的人体生理组织，例如指纹、视网膜、虹膜、面容、面型、DNA等。与口令、密码、印鉴等非人体生物特征身份认证相比，人体生物特征是个人的、不变的、与生俱来不离不弃的身份认证依据，人体生物特征身份认证是天然合理的身份认证方法。在人体生物特征识别技术中，数字指纹识别系统已有较长的发展历史，近年来，又有其它一些数字识别系统陆续出现。综观现有人体生物特征识别技术，可以看到有如下特点：

1. 独立性

15 现有人体生物特征识别技术的一个特点是对不同生理组织有不同识别方法。根据这些方法开发出的技术与产品自然也就分别构成不同的独立系统，有各自独立的图像采集设备、各自独立的算法、各自独立的软件与芯片，以至于各自独立的应用领域和使用环境。

2. 采用模式匹配方法

20 现有技术的另一个特点是大多采用模式匹配方法，这些方法或者是以人工比对方法为基础开发的数字方法，或者是以模式纹理图像处理技术为基础形成的方法。因为所用方法带有经验性或者不能在微观尺度上对图像进行分析，因而这类方法的精确性和可靠性差。此外，用这类方法产生的代码通常为不等长码，不适于进行匹配，既增加了识别难度，又降低了识别精度。

发明内容

30 针对现有技术存在的问题，本发明将给出一种新的识别方法，该方法以特定的人体生理组织为识别对象，使用采集设备获取图像，通过对图像进行纹理特征规则化变换并生成特征序列来认证身份。这一方法适用于各种可以通过图像采集设备采集到可用图像的人体生物组织的识别，其对不同人体生物组织给出一般性的识别方法和技术，并在微观尺度上对图像进行分析，使误识率远低于现有方法与技术。

本发明的任务通过以下技术方案实现：

一种使用图像采集设备和计算机进行的人体生物特征识别方法，其步骤为：

35 (1) 图像分离

用图像采集设备采集人体生物组织图像，用计算机从该人体生物组织图像中检测出特定分析对象的边缘、轮廓线或区域，以便分离、提取分析对象；

(2) 区域标准化变换

用计算机在分离出的图像区域即分析区域上建立标准网格，进行区域标准化变换；

(3)纹理特征规则化变换

用计算机对标准格网中纹理进行如下规则化变换：

5 以经过区域标准化变换后的分析区域中的每一小区域的几何中心为中心，在每个小区域上建立坐标系，在此坐标系下对每个小区域上的纹理进行如下规则化变换：

a.对图像进行平滑：对每个点的灰度值加权，这些权函数从坐标、正弦函数、余弦函数、指数函数、双曲函数中选取；

10 b.对给定的点，求以上述不同的权函数对该点的灰度 $g(x_m, y_n)$ 进行多次平滑的和，即多次加权求和；

c.对小区域中的所有点求上述 a.、b.中所述的加权和，则该加权和为该小区域上纹理特征的规则化表征；

(4)等长、最大熵编码

15 用计算机将各小区域上纹理的规则化表征编成代码，用作整个分析区域上图像纹理的数字表征；

(5)特征码分析

用计算机对同一人体生物组织的两个不同图像用上述(1)-(4)中的方法处理后的两组代码进行分析，以确定这两图像是否来自同一人的同一人体生物组织，即进行身份认证，两组代码中取值不同的对应码位在全部码位中所占百分比小于等于规定值者，则这两图像同一，否则为不同。

该方法有如下优点：

1.统一性：对不同人体生物组织给出一般性的识别方法和技术，使用这种方法与技术可以开发出综合性的人体生物特征识别产品；

2.可靠性：在微观尺度上对图像进行分析，使误识率远低于现有方法与技术；

3.实用性：可以将不同人体生物组织的图像采集设备集成为单一设备，将计算机软件集成为单一芯片，将不同人体生物组织识别系统集成成为单一产品，在统一环境下使用。

30 附图说明

图 1 为人体的虹膜图像；

图 2 为人体的指纹图像；

图 3 为人体的面部图像。

具体实施方式

35 下面结合实施例详细说明。

本发明是一种使用图像采集设备和计算机进行的人体生物特征识别方法，它适用于可以通过某种手段获取其图像的人体生物特征的识别。因为要识别特定的人体生物组织及其图像，首先就要把这部分生物组织的图像从背景中分离出来。然后，从分离出来的图像中提取纹理特征，再对这些特征进行分析并同

档案库(数据库)中的档案资料进行比较判别,最后对持有这一生理组织的主体作出身份认证结论。本发明对上述一般过程中的每一个子过程都提出了新的实现方法,从而成为一种全新的识别技术。这些新方法和新技术如下表所示:

	目的	内容	方法
5	图像分离	边缘/区域检测	自定义边界/区域检测器
	特征分析	空域分析	区域标准化变换机理
		时域分析	纹理特征规则化变换机理 表法机理
10	特征识别	特征表述	等长、最大熵编码器
		特征识别	特征码分析器

本发明方法步骤的具体说明如下:

(1)自定义边界/区域检测器

A.要解决的问题

15 从所给图像中检测出特定分析对象的边缘、轮廓线或区域,以分离、提取分析对象。

B.方法

20 通过图像采集设备获取特定人体生物组织的图像。为叙述方便,这一生物组织的二维灰度图像用 $f(x)$ 表示,其中 x 表示图像中像素点的位置, $f(x)$ 为该点的灰度。我们把识别过程中的边界/区域自动检测机制称作自定义边界/区域检测器,该机制可以通过软件或芯片实现。现将自定义边界/区域检测器的工作原理叙述如下:

25 a.自定义要检测的边界或区域的结构:如果要检测的边界是由直线段构成,就可以定义一个线性边界检测器。一般来说,检测器不一定是线性的,通常是图像 $f(x)$ 以 λ 为参数的某个线积分(用以检测边界)或面积分(用以检测区域),记作 $F(x, \lambda)$, 则 $F(x, \lambda)$ 为 $f(x)$ 的函数。其中, λ 是与要检测的边界或区域的形状相关的几何参数,如角度、半径、曲率半径等。

b.对检测器进行平滑:为说明检测器平滑的概念,我们先说明对图像点的平滑。

30 对图像点的平滑:不应孤立地看待图像中的每个点(当前点),应该计算周围的点对它的影响,也就是说要进行平滑。需要对当前点考虑其影响的点称作当前点的作用点,作用点所构成的区域称做作用域。如果只考虑线性影响,作用域可以是以当前点为中点的线段,否则,可以是以当前点为中心的矩形或其它形状。每个作用点对当前点的影响大小可以不同,需要通过平滑函数给定。如果考虑到近处的点影响大,远处的点影响小,一般选取高斯函数 $G(x, \sigma)$ 35 作为平滑函数,其中 σ 为尺度因子。

检测器的平滑:对检测器 $F(x, \lambda)$ 确定其作用域,并对 $F(x, \lambda)$ 上的每个点(检测点,即当前点)用 $G(x, \sigma)$ 在作用域上进行平滑。

c.对 λ 求导数或计算改变量:检测器以 λ 为参数。以 λ 为参数的物理意义是:在图像中可能有多组可以构成检测器所定义的边界形状的像素点(一组点

称作一个可能边界),但一般来说只有其中一组是真正的边界。不同的可能边界有不同的 λ 值。为了从可能边界中搜索出真正的边界,需要计算 λ 变化时各个可能边界的总体特征(例如,可能边界的总灰度值)的变化,也就是说,要以 λ 为变量对各个可能边界求导数,或计算改变量。

- 5 d.计算导数或改变量的极值:从图像性质上说,真正的边界都有这样的性质:其改变量在所有可能边界中达到最大。因此,可通过计算导数或改变量的极值来确定真正的边界。

(2)区域标准化变换机理

A.要解决的问题

- 10 即使对同一个人的同一种生理组织,在不同时间、不同环境下都可能取得不同大小的图像,图像的其它性质也有可能不同。此外,图像的原始形状可能给分析处理带来许多不便。为处理同一生理组织的不同图像并使分析区域具有适合于处理的形状,须对分析区域进行标准化变换。我们仍用 $f(x)$ 表示特定生理组织的图像,变换要求可概括如下(可能只要求满足其中的一部分):

- 15 a.将平面上某一分析区域的图像变换到另一区域;
b.将图像中某一分析区域的边界从一种形状变换为另一种形状;
c.对分析对象内部的纹理特征进行标准化处理;
d.将图像从一个坐标空间变换到另一个坐标空间。

B.方法

- 20 一般情况下,并不要求进行上述要求中的全部变换。对上述要求中的d项,在变换前后的坐标系给定后,可由通常的坐标变换实现,这里不予讨论。现对上述a、b、c三项给出以下一般性方法:

- 25 a.按照实际问题的特点在所给分析区域上建立标准格网;建立格网要遵循两个原则:一是对同一种生理组织建立同一种格网,二是依据区域的几何形状划分格网中的网格。如果分析区域的几何形状已经适于分析处理,标准格网建立后可以不再进行其它变换。

- 30 b.如果要对分析区域的几何形状进行变换,则须将格网中的线段逐一变换到目标区域。在此情况下,原边界轮廓线(设为 $C1$)及要转换成的另一种轮廓线(设为 $C2$)皆为已知。变换以下述方式进行:设正在变换中的线段 a 与边界轮廓线 $C1$ 的交点为 $x1$ 、 $x2$, $a(x)$ 为线段 a 上的点,则变换后图像 $f(x)$ 在目标区域中的值由两个已知函数 $h1(x,x1),h2(x,x2)$ 确定, $h1(x,x1),h2(x,x2)$ 称作标准化处理函数。

(3)纹理特征规则化变换机理

A.要解决的问题

- 35 有两类不同的纹理结构。一类是模式纹理,这种纹理结构中存在纹理基元,且纹理基元或由基元组成的局部结构在更大范围内大致作均匀重复排列;另一类是无结构规律的纹理,这类纹理具有无序性、无特征性(没有明显的纹理基元)、不均匀性(非均匀重复排列)、不确定性(同一类生理或物理组织具有不确定的纹理结构)等特点。人体生物组织纹理都可被看作无结构规律的纹理。对

于这类纹理,提取几何特征十分困难。本发明给出了使这类纹理特征规则化的全新方法,可以统一处理不同的人体生物特征组织纹理,这就使本发明完全不同于现有技术如指纹识别技术,而且可以把不同人体生物特征的识别统一起来。

5 B.方法 1

我们把经过区域特征化变换后的分析区域记作 $R(x,y)$, R_i 为由变换后的格网划分成的第 i 个小区域, (x_0,y_0) 为这一小区域的几何中心。以 (x_0,y_0) 为中心在每个小区域上建立坐标系, (x_m,y_n) 为 R_i 中任一点的坐标, $g(x_m,y_n)$ 为点 (x_m,y_n) 的灰度。我们将在此坐标系下对每个小区域上的纹理进行规则化变换。
10 纹理特征规则化变换机理如下:

a.对图像进行平滑:在“自定义边界/区域检测器”的实现方法中,我们曾对图像进行平滑以检测边界或区域。这里,我们再次进行图像平滑以使纹理特征规则化。方法如下:对每个点的灰度值 $g(x_m,y_n)$ 加权(即乘以某一因子,或称权函数)。这些权函数除坐标 x_m 、 y_n 外,还可以从正弦函数、余弦函数、
15 指数函数、双曲函数或其它函数中选取。

b.对给定的点,求以不同的权函数对 $g(x_m,y_n)$ 进行多次平滑的和,即多次加权求和,一般采用偶数种。

c.对 R_i 中的所有点求上述 a、b 中所述的加权和 c_i ,则 c_i 为区域 R_i 上纹理特征的规则化表征。再由各小区域的纹理特征的规则化表征组成特征序列。

20 C.方法 2

规则化表法:可以把纹理特征规则化变换的加权平滑算法概括成一组数值运算,以得出在划分后的小区域上实施频谱分析的数值系数并编制成表,使用时只要在表中适当区域选取数值系数并做简单的算术运算,就可以实现这一小区域上的人体生物组织纹理特征的规则化表征,这一方法称为规则化表法。规则化表法仅仅是方法 1 的一种简便计算方法,并无实质性区别。
25

(4)等长、最大熵编码

A.要解决的问题

将各个小区域上的纹理特征的规则化表征编成代码,用作整个分析区域上图像纹理的数字表征,并作为特征识别的依据。因对分析区域已经实现标准化,
30 故所编代码为等长码。

B.方法

a.在纹理特征规则化变换 B. a.中的权函数(正弦函数、余弦函数等)都可以互为映射(特殊情况下可为正负两支),且把互为映射的规则化表征视作相同。

b.为满足上述要求,须将映射中的不变量 f 取作编码阈值:区域 R_i 上各点的加权值 $c_i \leq f$,则对应码位取值为 0,否则取值为 1。
35

c.对确定的人体生物组织,在纹理特征规则化变换 B.中都采用相同次数、相同权函数的平滑处理,由此得出等长编码。可以证明,这一编码方法为最大熵编码,包含有最大信息量。

(5)特征码分析

A.要解决的问题

给定同一人体生物组织的两个不同图像,用上述步骤(1)至(4)中的方法处理后得到两组代码(特征码),须对此两组代码进行分析,以确定这两个图像是否来自同一个人体生物组织,也就是说,进行身份鉴别。

5 B.方法

a.计算两组代码的海明距离 hd ,即两组代码中取值不同的对应码位在全部码位中所占百分比;

b.根据统计特征确定认证阈值 δ ,当 $hd \leq \delta$ 时,认为同一,否则认为不同。

10 下面是应用本发明方法对人体生物组织进行识别的具体实例:

1.虹膜识别

虹膜图像如图 1 所示:图中黑色瞳孔与白色巩膜间的环状组织为虹膜,黄种人的虹膜呈深棕色。虹膜识别过程如下:

15 (1) $F(x, \lambda)$ 与 $f(x)$ 在圆弧 AB 上的值相关,参数 λ 为该圆弧的半径。使用自定义边界/区域检测方法求出虹膜的内外边界,确定分析区域;

(2)以下述方式在环状分析区域上建立格网:将外圆直径在虹膜一侧的部分(图中左侧黑色线段)分为 k 等份,将外圆周分为 l 等份(图中白色线段所示),在虹膜上建立 $k \times l$ 格网,作为标准化分析区域;

20 (3)计算区域 R_i 上纹理特征的规则化表征 c_i, c_i 由 $w[m, n] * g[m, n]$ 求得,其中, $w[m, n]$ 为权函数, $g[m, n]$ 为像素点 $[m, n]$ 的灰度;

(4)进行两种或四种平滑,对所有虹膜图像保持同一平滑顺序及同一小区域(R_i)顺序。在两种或四种平滑情况下,代码长度分别为 $2 * K * L$ 和 $4 * K * L$, K 、 L 分别由 k 、 l 确定。计算 hd 及认证阈值 δ ,进行身份认证。

2.指纹识别

25 指纹图像如图 2 所示,识别过程如下:

(1)参照图像采集设备提供的定位模板, $F(x, \lambda)$ 与 $f(x)$ 在以焦距 λ 为参数的椭圆上的值相关,使用自定义边界/区域检测方法求出指纹的外边界。图中所示椭圆内的区域即分析区域;

30 (2)以下述方式在椭圆分析区域上建立格网:将椭圆长轴分为 k 等份,将短轴分为 l 等份,在指纹图像分析区域上建立格网,作为标准化分析区域;

(3)计算区域 R_i 上纹理特征的规则化表征 c_i, c_i 由 $w[m, n] * g[m, n]$ 求得,其中, $w[m, n]$ 为权函数, $g[m, n]$ 为像素点 $[m, n]$ 的灰度;

35 (4)进行两次或四次平滑,对所有指纹图像保持同一平滑顺序及同一 R_i 顺序,在两次平滑及四次平滑情况下,均可得到等长代码(四次平滑时的代码长度为两次平滑时的二倍)。计算 hd 及认证阈值 δ 进行身份认证。

3.面部识别

可以适当选取面部某一部分组织的图像进行识别,如图 3 所示,识别过程如下:

(1) $F(x, \lambda)$ 与 $f(x)$ 在以曲率半径 λ 为参数的弧上的值相关,使用自定义边界

/区域检测方法求出图中所示白色特征点。由特征点划定的多边形区域即分析区域。

5 (2)以下述方式在多边形分析区域上建立格网：将上端水平线段分为 k 等份，将图像中部上下两端特征点间的线段分为 l 等份，在面部图像上建立格网，作为标准化分析区域。

(3)、(4)两部分同于指纹识别。

10 本发明将把申请人的另外一项发明“图像微处理技术”用于人体生物特征识别，从而给出虹膜、指纹、面部组织等人体生物特征的综合识别技术。使用这种综合识别技术可以开发出人体生物特征身份认证综合产品。这种产品的出现适应了社会对安全、实用的身份认证产品的需求与期待，满足了在网络环境下，以无人监控方式，以高可靠性快速、自动、安全地进行身份认证的使用要求，从而可以替代现有身份认证手段，为社会构筑一道新的安全屏障，为家庭和个人提供安全保护。

15 可以将使用本发明开发出的人体生物特征识别产品的应用领域概括为三个方面：① 重要出入口控制（即控制有形的门，或物理意义上的通道），② 信息系统访问控制（即控制无形的门，或逻辑意义上的通道），③ 与相关领域产品结合使用。下表给出上述领域中的一些具体应用项目：

应用方面	所属应用领域	应用项目举例
重要出入口控制 (控制物理意义上的通道)	社会安全 国家安全 金融安全	①门禁系统，如：金库、武器库、药品库、机要办公室、保险箱、防盗门 ②公共通道，如：考勤系统、出入境口岸、地铁入口、高考试场
信息系统访问控制(控制逻辑意义上的通道)	信息安全 社会安全 金融安全	①互联网络：Internet、Intranet、WAN、LAN ② 网络应用系统：MIS、电子金融系统、电子商务、政府网络应用系统等 ③ 智能卡，驾驶证，身份证等 ④ 微机、工作站、服务器开机口令等
与相关领域产品结合使用		用于手机、家电产品，作为开机口令；用于动态口令器；用于汽车防盗系统等

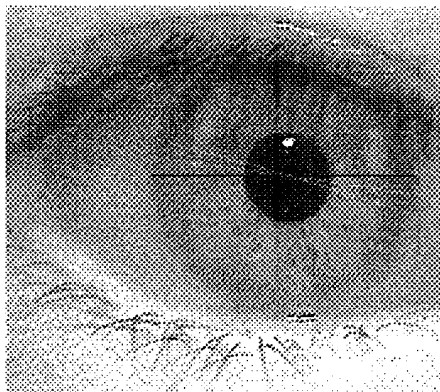


图 1

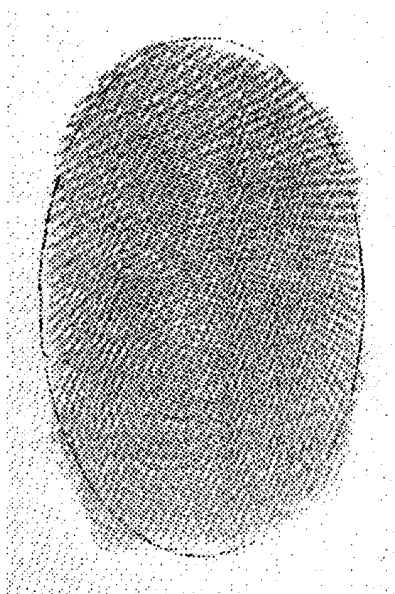


图 2

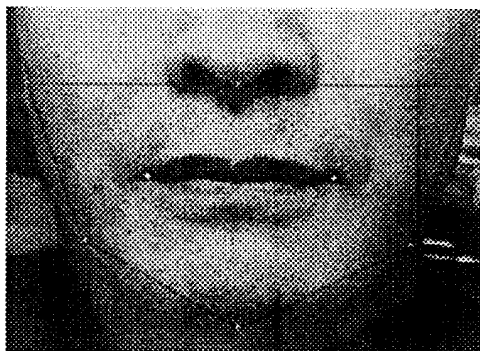


图 3