

活体虹膜图像采集方法及采集装置

申请号：[200410047920.5](#)

申请日：2004-06-11

申请(专利权)人 [清华大学](#)
地址 100084北京市海淀区清华园
发明(设计)人 [林喜荣](#) [胡竞](#) [谭汝谋](#) [周斌](#) [瞿蓬](#)
主分类号 [G06K9/00](#)
分类号 [G06K9/00](#)
公开(公告)号 1584917A
公开(公告)日 2005-02-23
专利代理机构 [北京清亦华知识产权代理事务所](#)
代理人 [廖元秋](#)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410047920.5

[45] 授权公告日 2007 年 2 月 7 日

[11] 授权公告号 CN 1299231C

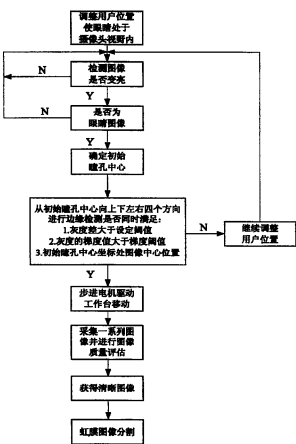
[22] 申请日 2004.6.11
[21] 申请号 200410047920.5
[73] 专利权人 清华大学
地址 100084 北京市海淀区清华园
[72] 发明人 林喜荣 胡 竞 谭汝谋 周 斌
瞿 蓬
[56] 参考文献
US 5036400A 1991.7.30
CN 1160446A 1997.9.24
CN 1276710A 2000.12.13
审查员 韩燕_2

[74] 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务所
代理人 廖元秋

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

[54] 发明名称
活体虹膜图像采集方法及采集装置

[57] 摘要
本发明涉及活体虹膜图像采集方法及采集装置，属于生物特征识别和自动身份鉴别技术领域。包括摄像头不断传输采集到的动态图像；若中间部分图像的灰度值低于周围图像的灰度值，则确认为是眼睛图像；统计眼睛图像灰度值，找到灰度值最低区域中心点为初始瞳孔中心；若满足：检测到灰度差大于所述设定的灰度差阈值；检测灰度的梯度值超过所述设定的灰度的梯度阈值，再检测初始瞳孔中心坐标是否处于图像中心位置三个条件；则可开始采集；前后自动移动摄像头，采集一系列不同焦平面的眼睛图像进行图像质量评估，确定质量最好的虹膜图像。本发明采集的图像清晰度比较高，在虹膜图像区域的特征纹理非常明显，而且没有照明光斑噪声，不需要额外的后续处理。



1、一种活体虹膜图像采集方法，包括眼睛位置检测及图像质量评估两个部分；具体包括以下步骤：

1) 被采集者调整前后位置使其眼睛处于摄像头的视野范围内，摄像头不断传输采集到的动态图像；

2) 当动态图像由暗变亮时，在整个图像中抽样，若中间部分图像的灰度值低于周围图像的灰度值，则确认为眼睛图像；

3) 统计眼睛图像灰度值，找到灰度值最低区域中心点，把这一点设定为初始瞳孔中心；

4) 设定一个眼睛图像的灰度差阈值和灰度的梯度阈值，从该初始瞳孔中心向上下左右四个方进行边缘检测，并满足以下三个条件：检测到灰度差大于所述设定的灰度差阈值；检测灰度的梯度值超过所述设定的灰度的梯度阈值，再检测初始瞳孔中心坐标是否处于图像中心位置；

5) 若步骤4)中所述任何一个条件不满足，则通过表示条件不满足的提示信号来提示继续调整被采集者前后位置，直到所述三个条件均满足，则通过表示开始采集的信号来提示被采集者注视镜头并且保持不动；

6) 前后自动移动摄像头，采集一系列不同焦平面的眼睛图像进行图像质量评估，质量最好的眼睛图像确定为虹膜图像；所述的图像质量评估的具体方法为：选出眼睛图像上的一块固定区域，对每帧图像上的这块区域求整体的梯度变化，最后取一个梯度变化最大的图像区域确定为质量最好的虹膜图像。

2、如权利要求1所述的活体虹膜图像采集方法，其特征在于，还包括：7) 对第6)步得到的虹膜图像进行分割，分割的具体方法为：将根据瞳孔的边缘所划分出的瞳孔区域内的照明光斑填充为黑色，再根据重新进行对灰度值的分布统计，找到灰度值分布最低的一点，并结合瞳孔的边缘检测计算出上下和左右的四个半径，根据这四个半径取平均值，得到瞳孔的最终半径；然后利用哈夫变换求出虹膜的外圆的中心坐标和半径；根据瞳孔和虹膜外圆的半径和中心坐标把虹膜内部的瞳孔和外部的其它图像全部切割掉，剩下的图像部分为初步分割出来的虹膜图像。

3、一种活体虹膜图像采集装置，包括一底座，安装在该底座上的一维移动工作台及其驱动电机，在该移动工作台上安装的提示信号装置和CCD摄像头，以及与CCD摄像头连接的计算机，该计算机内装有眼睛位置检测及图像质量评估模块；该CCD摄像头的镜头的周围均匀地分布着多个红外发光管，该CCD摄像头的镜头前方装有冷反光镜，该冷反光镜采用可见光被反射，部分红外光可以通过的光学滤镜；在工作台后端安装有与计算机连接的控制电路及电源，该计算机发指令来控制工作台前后移动和改变显示装置的工作状态；其特征在于，所述眼睛位置检测模块包括：统计眼睛图像灰度值，找到灰度值最低区域中心点，把这一点设定为初始瞳孔中心；设定一个眼睛

图像的灰度差阈值和灰度的梯度阈值，从该初始瞳孔中心向上下左右四个方进行边缘检测，并满足：检测到灰度差大于所述设定的灰度差阈值；检测灰度的梯度值超过所述设定的灰度的梯度阈值，再检测初始瞳孔中心坐标是否处于图像中心位置；所述图像质量评估模块包括：选出眼睛图像上的一块固定区域，对每帧图像上的这块区域求整体的梯度变化，最后取一个梯度变化最大的图像区域确定为质量最好的虹膜图像。

活体虹膜图像采集方法及采集装置

技术领域

本发明属于生物特征识别和自动身份鉴别技术领域，特别涉及活体虹膜图像采集技术。

背景技术

随着信息科技的日益发展，生物特征识别技术也越来越融入到人们的日常生活中，对于我国这样一个拥有众多人口的国家，生物特征识别技术尤其具有广泛的应用前景和技术意义。由于信息技术领域里对于各级权限验证的频度明显增大，使用密码、IC卡等加密手段容易被人窃取，加上遗失等偶然事件会给使用者带来诸多不便。然而生物特征识别具有其它身份鉴别系统所不具备的优点，这为它成为安全实用的安全终端提供了坚实的技术基础，而且方便快捷的生物特征识别技术依靠 Internet 这一载体使得它（生物特征识别）成为未来的信息安全终端最佳选择。

虹膜识别技术就是利用人体眼睛虹膜纹理的不同来识别人身份的一种生物特征识别方式，与其它的生物特征识别技术相比，虹膜识别具有很高的识别率、稳定性和防伪性。活体虹膜图像采集是虹膜识别技术的关键，所采集到的虹膜图像质量好坏将直接影响整个系统的识别率，图 1 为一幅在虹膜区域有光斑噪声的虹膜图像，虹膜 11 位于巩膜 12 和瞳孔 14 之间，虹膜 11 区域上有照明光斑噪声 13 和 15，照明光斑噪声 13 和 15 将造成虹膜 11 的部分纹理特征丢失，这就会影响系统的识别率。

目前活体虹膜图像采集的方式主要有以下两种：

1. 固定眼睛的定焦采集法。这种方法是让使用者把眼睛贴靠在镜头前的一个固定装置上，眼睛虹膜部位处在镜头清晰成像的聚焦平面上，然后用 CCD 摄像头采集得到虹膜图像。例如：2000 年 8 月 16 日公开的专利 CN 2392219Y 就是实现这种方法的采集装置，该装置结构的剖面图如图 2 所示，主体结构包括外壳 21、中部有透明窗口的毛玻璃 22、红外发射管 23、发光二极管 24 和 CCD 摄像头 25，采集的时候被采集者将眼睛部位贴靠在外壳 21 的前端面 211（镜头清晰成像的聚焦平面）即可。这种方式可以得到较为清晰的图像，但对使用者来说是一种有侵害的采集方式，因为使用者必须把眼睛贴靠在镜头前的装置上，眼睛是一个容易过敏的器官，如果在频繁使用的场合下就可能造成眼睛疾病的交叉感染，而且采集过程也不便捷。

2. 人工对焦采集法。该方法是给定使用者在镜头前一个较小的对焦范围，让使用者在这个范围内注视着镜头并且前后移动，直到装置采集到一幅较为清晰的虹膜图像为止。例如松下公司推出的 BM-ET100US。该方法明显的缺点就是它的对焦方式不够人性化，要求使用者不断调整自己位置才能采到清晰的虹膜图像，如果是一个没有经验

的使用者很可能花很长时间对焦才能采集到一幅清晰的图像，图3是这种方法获得的虹膜图像，可以明显看出这种方法所采集到的图像的虹膜31也不够清晰。

由此可见，固定眼睛的定焦采集法对使用者来说不是一种无侵害的采集方式，它不适合应用于公共场合，这限制了虹膜识别技术的推广。而人为的对焦方式又给使用者带来了不便，这将直接影响虹膜识别的效率，这种方式所采集的图像不够清晰，对识别率也会有所影响。

发明内容

本发明的目的是为克服已有采集方法的不足之处，提出一种活体虹膜图像采集方法及采集装置，基于智能化的眼睛位置检测及图像质量评估方法，距离调整范围大，容易调整，使用者只需站在距镜头规定的范围内注视镜头几秒钟，采集仪就能够快速地采集到清晰的虹膜图像，而且可得到初步分割出来的虹膜图像，以达到实时虹膜识别系统的要求。

本发明提出的一种活体虹膜图像采集方法，包括眼睛位置检测及图像质量评估两个部分；具体包括以下步骤：

1) 调整被采集者前后位置使其眼睛处于摄像头的视野范围内，摄像头不断传输采集到的动态图像；

2) 当动态图像由暗变亮时，在整个图像中抽样，若中间部分图像的灰度值低于周围图像的灰度值，则确认为是眼睛图像；

3) 统计眼睛图像灰度值，找到灰度值最低区域中心点，把这一点设定为初始瞳孔中心；

4) 设定一个眼睛图像的灰度差阈值和灰度的梯度阈值，从该初始瞳孔中心向上下左右四个方进行边缘检测，并满足以下三个条件：检测到灰度差大于所述设定的灰度差阈值(此处为是瞳孔的边缘)；检测灰度的梯度值超过所述设定的灰度的梯度阈值，再检测初始瞳孔中心坐标是否处于图像中心位置；

5) 若步骤4)中所述任何一个条件不满足，则通过表示条件不满足的提示信号来提示继续调整被采集者前后位置，直到所述三个条件均满足，则通过表示开始采集的信号来提示被采集者注视镜头并且保持不动；

6) 前后自动移动摄像头，采集一系列不同焦平面的眼睛图像进行图像质量评估，确定质量最好的虹膜图像；图像质量评估的具体方法可采用已知的常规方法，也可采用下述方法，以达到较好的效果，该方法为：选出眼睛图像上的一块固定区域，对每帧图像上的这块区域求整体的梯度变化，最后取一个梯度变化最大的图像确定为质量最好的虹膜图像。

本发明所述方法还可进一步包括对第6)步得到的虹膜图像进行分割，得到初步分割出来的虹膜图像；分割的具体方法为：将瞳孔内区域内的照明光斑填充为黑色，再根据重新进行对灰度值的分布统计，找到灰度值分布最低的一点，并结合瞳孔的边缘检测计算出上下和左右的四个半径，根据这四个半径取平均值，得到瞳孔的最终半

径；然后利用哈夫（Hough）变换求出虹膜的外圆的中心坐标和半径；根据瞳孔和虹膜外圆的半径和中心坐标把虹膜内部的瞳孔和外部的其它图像全部切割掉，剩下的图像部分为初步分割出来的虹膜图像。

本发明提出实现上述方法的一种活体虹膜图像采集装置，包括一底座，安装在该底座上的一维移动工作台及其驱动电机，在该移动工作台上安装的提示信号装置和 CCD 摄像头，以及与 CCD 摄像头连接的计算机，该计算机内装有眼睛位置检测及图像质量评估模块；该 CCD 摄像头的镜头的周围均匀地分布着多个红外发光管，该 CCD 摄像头的镜头前方装有冷反光镜，该冷反光镜采用可见光被反射，部分红外光可以通过的光学滤镜；在工作台后端安装有与计算机连接的控制电路及电源，该计算机发指令给控制电路控制移动工作台前后移动和提示信号装置的显示状态。

本发明的技术特点及效果：

(1) 用图像的办法检测对焦距离：这是一个代替其它测距方式并检测是否有眼睛出现的方法。在本发明方法的实现装置中，因为镜头前安装的冷反光镜可以滤出可见光，当没有使用者站在装置前时，镜头的周围的红外发光管发射的红外光不会被反射回来，所以就没有任何光进入摄像头，图像偏暗；当有人站在镜头前时动态图像会变亮，此时启动眼睛位置检测，并确定眼睛处于采集的距离范围之内。

(2) 自动对焦：通过运动机构带动镜头实现一维运动的同时采集一系列不同聚焦平面上的图像，从中选出清晰的图像。

(3) 利用求图像差分的办法评估图像质量。

(4) 虹膜区域自动分割：对采集到的清晰图像利用哈夫（Hough）变换求出虹膜的内圆和外圆参数，只将虹膜图像保留下来，得到初步分割的虹膜图像。

本发明的活体虹膜采集方法及其装置用于虹膜生物特征识别，可完成虹膜图像的采集，且进一步可完成虹膜图像的初步分割。

本发明采集的图像清晰度比较高，在虹膜图像区域的特征纹理非常明显，而且没有照明光斑噪声，不需要额外的后续处理。

本发明的数字摄像头是即插即用设备，可直接与计算机连接，将实时采集的虹膜图像以视频的方式动态传输给计算机。

附图说明

图 1 为已有方法采集的有光斑噪声的虹膜图像。

图 2 为已有的定焦采集法的装置。

图 3 为松下 BM-ET100US 型虹膜图像采集仪所采集的虹膜图像样本。

图 4 为本发明的方法流程图。

图 5 为本发明的结构示意图。

图 6 为本发明的控制电路图。

图 7 为本发明所采集的虹膜图像样本。

图 8 为本发明初步所分割出来的虹膜区域图像。

具体实施方式

本发明提出的一种活体虹膜图像采集方法及装置结合附图及实施例详细说明如下。

本发明方法的实施例流程如图4所示，包括以下步骤：

1) 调整被采集者前后位置使其眼睛处于摄像头的视野范围内，摄像头不断传输采集到的动态图像；

2) 当动态图像由暗变亮时，在整个图像中抽样，若中间部分图像的灰度值低于周围图像的灰度值，则确认为是眼睛图像；

3) 统计眼睛图像灰度值，找到灰度值最低区域中心点，把这一点设定为初始瞳孔中心；

4) 设定一个眼睛图像的灰度差阈值和灰度的梯度阈值，从该初始瞳孔中心向上下左右四个方进行边缘检测，并满足以下三个条件：检测到所述灰度差大于设定的阈值，此处为是瞳孔的边缘；检测所述梯度值超过设定的梯度阈值，再检测初始瞳孔中心坐标是否处于图像中心位置；

5) 若步骤4)中所述任何一个条件不满足，则通过表示条件不满足的提示信号来提示继续调整被采集者前后位置，直到所述三个条件均满足，则通过表示开始采集的信号来提示被采集者注视镜头并且保持不动；

6) 前后自动移动摄像头，采集一系列不同焦平面的眼睛图像进行图像质量评估，确定质量最好的虹膜图像；图像质量评估的具体方法为：选出眼睛图像上的一块固定区域，对每帧图像上的这块区域求整体的梯度变化，最后取一个梯度变化最大的图像确定为质量最好的虹膜图像；

7) 对第6)步得到的虹膜图像作初步分割，得到虹膜图像；分割的具体方法为：将瞳孔区域内的照明光斑填充为黑色，再根据重新进行对灰度值的分布统计，找到灰度值分布最低的一点，并结合瞳孔的边缘检测计算出上下和左右的四个半径，根据这四个半径取平均值，得到瞳孔的最终半径；然后利用哈夫（Hough）变换求出虹膜的外圆的中心坐标和半径参数；根据瞳孔和虹膜外圆的半径和中心坐标把虹膜内部的瞳孔和外部的其它图像全部切割掉，剩下的图像部分为初步分割出来的虹膜图像。

实现本发明方法的装置实施例的总体结构如图5所示，它包括工作台底座51，步进电机52和电控盒53都固定在工作台底座51之上，步进电机52通过丝杠54传动移动工作台55，移动工作台55的上方用支架56固定数字摄像头57，数字摄像头57的长焦镜头58周围是红外光源59，长焦镜头58的上方是LED灯510，长焦镜头58前有一面冷反光镜511，另外还包括串行通讯口512和USB接口513，USB接口513用于数字摄像头57给计算机514上传图像数据，串行通讯口512用于计算机514给电控盒53发送控制指令。

本实施例各部件的功能说明如下：

工作台底座51用于安装和固定其它部件，并在两头装有限位开关，移动工作台55运行到端点时会自动回到中间位置。

步进电机 52 用于带动丝杠 54 的转动,从而使移动工作台 5 能够前后移动。

电控盒 53 主要包括电源和控制电路两部分:电源给控制电路、步进电机 52、红外光源 59 和 LED 灯供电;控制电路通过串行通讯口接收计算机控制指令控制步进电机 52 和 LED 灯 510;即按照程序的要求控制步进电机 52 正转反转,并且还控制 LED 灯 510 的提示状态。

本实施例的控制电路采用 AT90S8515 单片机实现为常规成熟电路,其结构如图 6 所示,包括单片机及分别与其相连的复位开关 61 和外部晶振 64、单片机设置以下端口:串行端口 62、限位开关的中断端口 63、单片机地线接口 65、LED 灯 510 的控制端口 67、步进电机 52 转动的控制端口 68、单片机电源 69 以及预留的端口 66。

丝杠 54 的主要作用是运动传递,将旋转运动变为直线运动。

移动工作台 55 的作用是固定图像采集设备,并带动它们前后移动,以达到对焦的目的。

支架 56 的作用是连接移动工作台 55 和数字摄像头 57,把数字摄像头稳固在移动工作台上,避免在移动采集的过程中出现抖动,保证图像的清晰度。

数字摄像头 57 的作用就是采集图像,并把它转换为计算机能识别的数字图像,通过 USB 接口上传给计算机。

长焦镜头 58 是焦距为 25mm 的 CCD 镜头,它相当于普通 35mm 单反相机 100mm 的镜头,所以相对于普通相机来说 25mm 的 CCD 镜头为长焦镜头;选用长焦镜头目的是为了减少景深,以得到足够面积的虹膜图像。

红外光源 59 是采用 940nm 波长的红外发光管,呈圆形分布在镜头周围,它的目的:一是为了给虹膜区域照射均匀的红外光源,以后得到虹膜区域纹理细节的图像,目的二是因为红外光不会对使用者眼睛产生刺激,让使用者能正常地睁大眼睛注视镜头,方便地采集虹膜图像。

LED 灯 510 的作用是给使用者提示,包括一个红色 LED 和绿色 LED。没有使用者站在镜头前时绿色 LED 持续发光,一旦有使用者靠近镜头绿色 LED 灭掉而红色 LED 就会持续发光,提示被采集者用在冷反光镜中对准自己的眼睛并适当前后移动,使眼睛距镜头的距离在 20cm—30cm 之间,一旦红色 LED 开始闪烁就说明工作台开始移动,使用者在这段时间里要一直注视镜头,不要再随便移动位置,当绿色 LED 闪烁时表明采集完毕,使用者可以离开镜头。

冷反光镜 511 是一面可见光被反射红外光可通过的滤镜,其功能:一是为了滤出可见光的干扰,得到亮度对比度衡定的图像;功能二是为了让使用者在采集虹膜图像的过程中对准镜头,因为在冷反光镜中能看到自己的眼睛就说明眼睛的图像处在了图像的中间位置,以减少采集图像的时间。

串行通讯口 512 用于连接计算机 514 和电控盒 53,用于指令下行传输给电控盒 3。

USB 接口 513 用于连接计算机 514 和数字摄像头,用于将数字图像上传给计算机 514。

本实施例的工作流程如下:

1) 将串行通讯口 512 与 USB 接口 513 与计算机正确连接, 让后将电控盒 53 上的开关打开, 这时候绿色 LED 发光, 使用者站到采集仪前并在冷反光镜中 511 看到自己的眼睛;

2) 当动态图像由暗变亮时, 并且在整个图像中抽样, 每帧图像大小为 640×480 , 将图像分为 12288 个 5×5 的子块, 抽取中间一点像素的值代表该子块的灰度值, 若整个图像中间部分图像抽样的灰度值低于周围图像抽样的灰度值, 则确认为是眼睛图像, 此时红色 LED 开始闪烁;

3) 先将设定一个 80×80 像素的模板, 在图像中按照步骤 2) 中设定抽样坐标中心为该模板的中心坐标, 统计模板内 80×80 像素图像的灰度值, 模板的中心在每统计一次就移动到下一个子块的中心, 这样可以在整个图像中找到灰度值最低的一点, 把这一点设定为初始瞳孔中心;

4) 通过实验设定一个眼睛图像的灰度差阈值(例如 80)和灰度的梯度阈值(例如 50), 从初始瞳孔中心向上下左右四个方进行边缘检测, 当检测到灰度差大于 80, 则认为是瞳孔的边缘, 而且梯度值超过 50 时, 则认为眼睛处在距冷反光镜 511 的镜面 20—30cm 的焦距范围之内, 再检测初始瞳孔中心坐标是否处于图像中心位置, 即初始瞳孔中心坐标 (x, y) 满足条件: $200 \leq x \leq 440, 150 \leq y \leq 330$;

5) 若步骤 4) 中所述任何一个条件不满足, 则通过红色 LED 会一直闪烁提示被采集者继续调整前后位置, 并初始瞳孔中心处图像中心位置, 如果满足步骤 4) 的条件, 计算机 514 给电控盒 53 中的控制电路发指令控制步进电机 52 转动并改变 LED 灯 510 的状态, 红色 LED 会停止闪烁并且一直发光以示被采集者注视镜头并且保持不动;

6) 步进电机 52 通过丝杠 54 带动移动工作台 55 向前移动, 数字摄像头 57 采集一系列不同焦平面的眼睛图像进行图像质量平话: 选出眼睛图像上的一块固定区域, 对每帧图像上的这块区域求整体的梯度变化, 最后取一个梯度变化最大的图像确定为质量最好的虹膜图像;

7) 当得到质量最好的虹膜图像后计算机 514 给电控盒 53 中的控制电路发指令使绿色 LED 闪烁, 表明采集完毕, 使用者可以离开采集装置; 并且电控盒 53 控制步进电机 52 反转, 使移动工作台 55 退回到初始的位置, 绿色 LED 发光但停止闪烁, 装置等待下一次采集。

本实施例还可进一步把初始瞳孔内的区域进行填充, 即将瞳孔内的照明光斑填充为黑色, 再按照步骤 3) 重新进行对灰度值的分布统计, 找到灰度值分布最低的一点, 并结合瞳孔的边缘检测计算出上下和左右的四个半径, 根据这四个半径取平均值再对瞳孔中心进行修正; 然后利用 Hough 变换求出虹膜的外圆的中心坐标和半径参数; 根据瞳孔和虹膜外圆的半径和中心坐标参数将虹膜的外径把虹膜内部的瞳孔和外部的其它图像全部切割掉, 剩下的图像部分为初步分割出来的虹膜图像。

本实施例所采集的虹膜图像如图 7 所示, 虹膜图像清晰度比较高, 虹膜区域 71 的纹理都非常清晰。本实施例进一步对虹膜区域自动分割, 较为准确地分割出了虹膜区域的图像 81, 如图 8 所示, 可以满足实时识别系统对图像采集的要求。

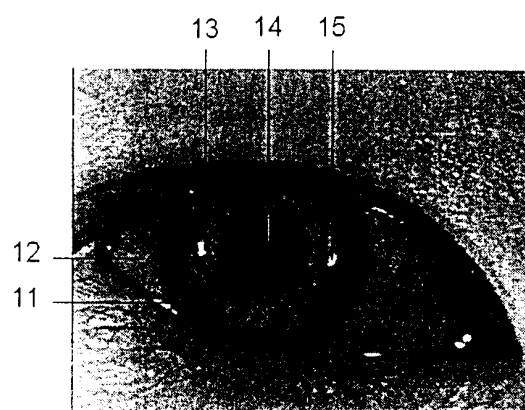


图 1

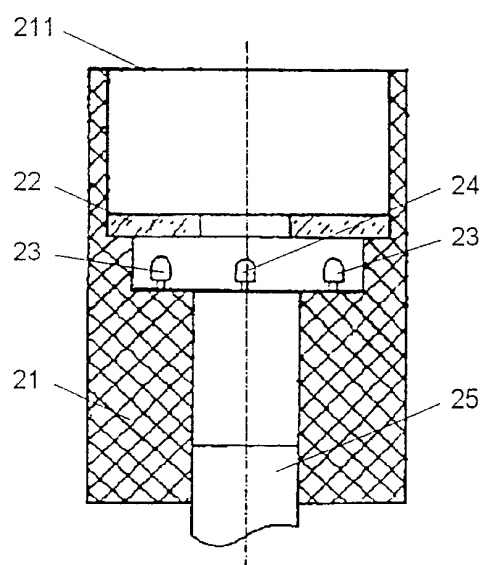


图 2

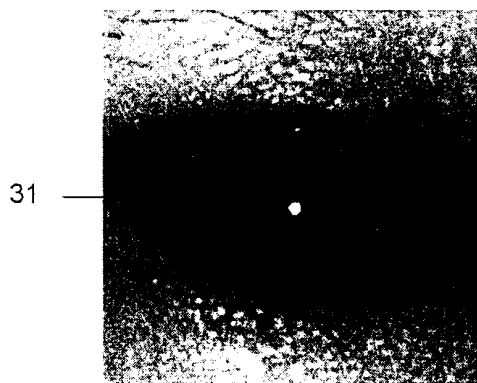


图 3

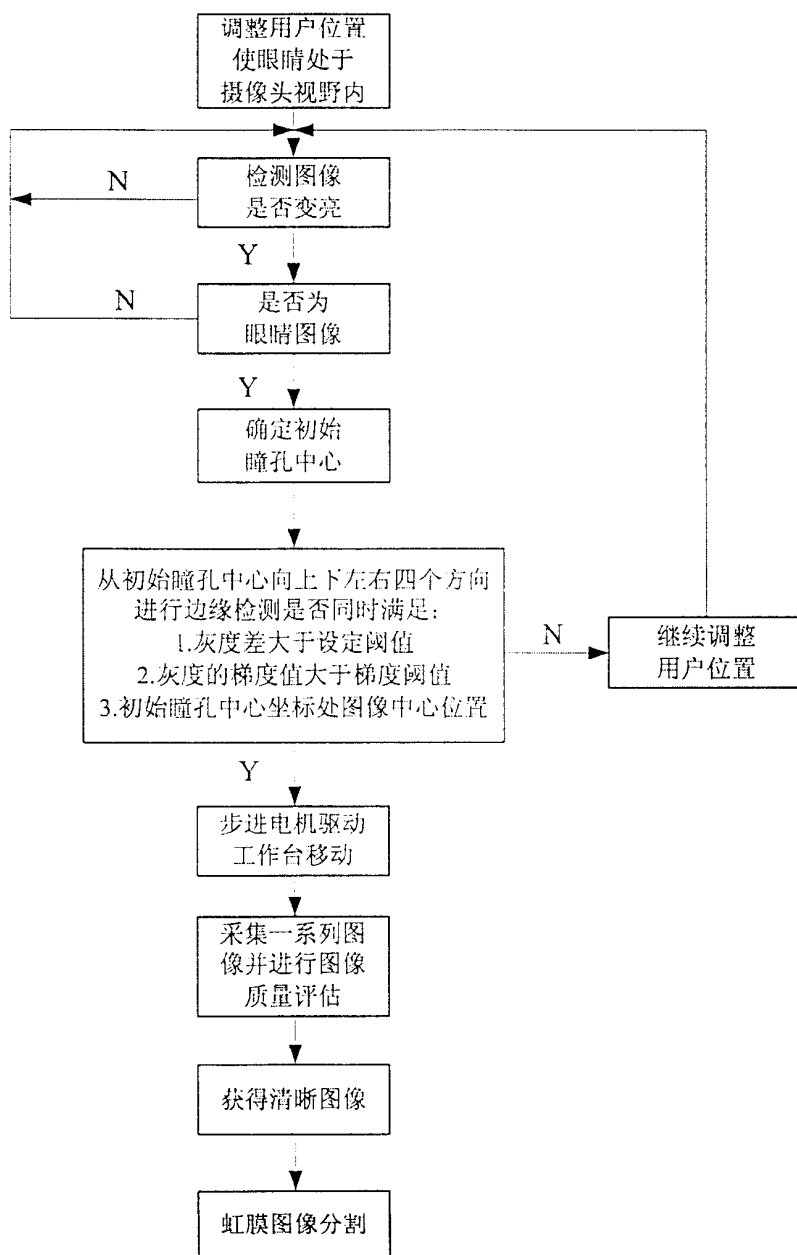


图 4

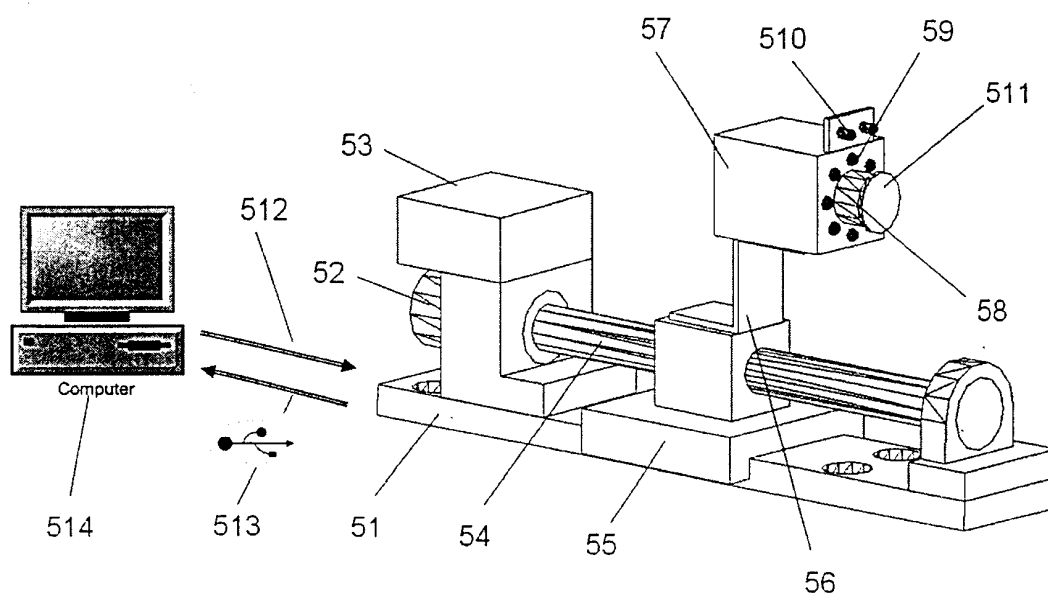


图 5

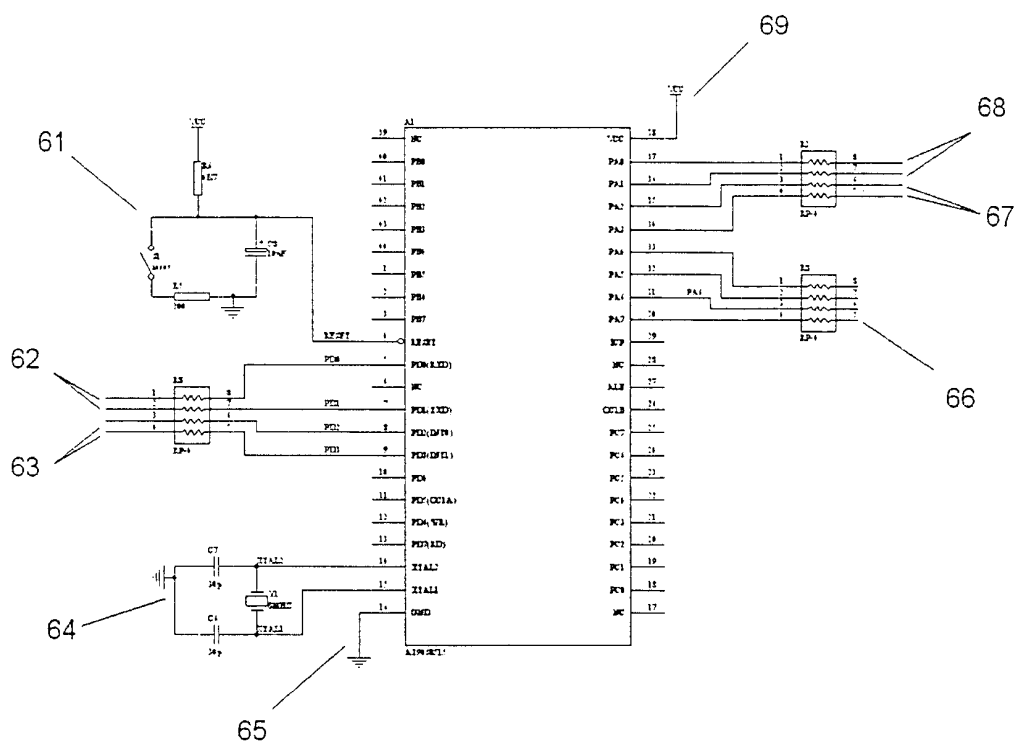


图 6

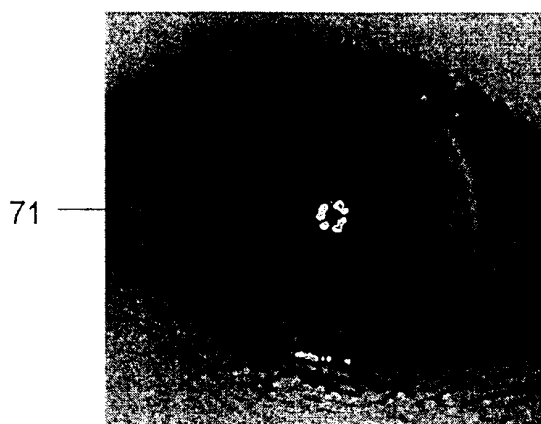


图 7

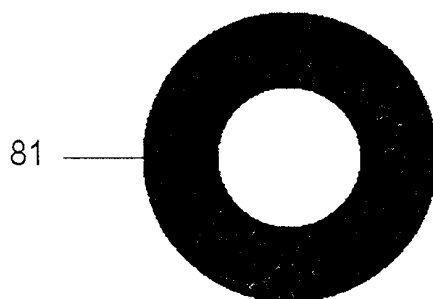


图 8