



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101916360 A

(43) 申请公布日 2010. 12. 15

(21) 申请号 201010181298. 2

(22) 申请日 2010. 05. 18

(71) 申请人 中山大学

地址 510275 广东省广州市新港西路 135 号

(72) 发明人 王彪 黄卓垚 李一伦 腾东东

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

代理人 禹小明

(51) Int. Cl.

G06K 9/00 (2006. 01)

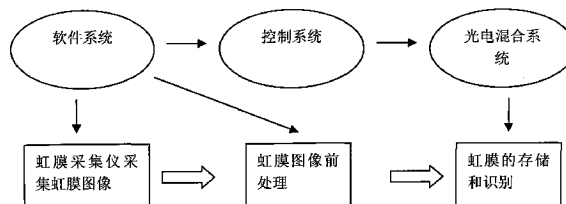
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

光学体全息虹膜识别系统及其方法

(57) 摘要

一种光学体全息虹膜识别系统,包括软件系统、控制系统和光电混合系统,所述软件系统包含虹膜采集单元和虹膜图像前处理单元,所述虹膜采集单元通过虹膜采集仪进行虹膜采集,所述虹膜图像前处理单元实现对采集到的虹膜图像进行编码;所述控制系统解释软件系统的信号,实现光电混合系统的自动控制;所述光电混合系统通过角度复用方式实现虹膜编码的体全息存储和识别。本发明采用了将光学体全息图像识别技术和虹膜识别结合起来,通过角度复用方式实现了虹膜编码的体全息存储和识别,实现了虹膜图像的高密度存储和并行识别,从而达到了能同时识别多幅虹膜图像,提高了虹膜识别处理大量虹膜图像能力,并且识别成功率高。



1. 光学体全息虹膜识别系统,其特征在于:包括软件系统、控制系统和光电混合系统,所述软件系统包含虹膜采集单元和虹膜图像前处理单元,所述虹膜采集单元通过虹膜采集仪进行虹膜采集,所述虹膜图像前处理单元实现对采集到的虹膜图像进行编码;所述控制系统解释软件系统的信号,实现光电混合系统的自动控制;所述光电混合系统通过角度复用方式实现虹膜编码的体全息存储和识别。

2. 根据权利要求1所述的光学体全息虹膜识别系统,其特征在于,所述光电混合系统包括光学部分和机电控制部分,所述光学部分依次连接有半导体激光器、半波片(WP)、衰减片(A)、偏振分光棱镜(BS)、体全息存储介质、第三快门(S3)、CCD图像传感器,所述偏振分光棱镜(BS)和体全息存储介质之间还分别连接有两个光路:物光光路和参考光光路,所述物光光路将虹膜编码图像加载到光信号中,所述参考光光路提供参考光和物光干涉,以形成体全息记录虹膜编码信息;所述机电控制部分对参考光路中参考光入射角度进行控制。

3. 根据权利要求2所述的光学体全息虹膜识别系统,其特征在于,所述物光光路依次连接有接收来自偏振分光棱镜(BS)的物光的第一偏振片(P1)、第一快门(S1)、第一反射镜(M1)、第一扩束透镜组(L1)、透射式空间光调制器(SLM)、第二偏振片(P2)、傅立叶变换透镜(L5)、光阑(1);所述参考光光路依次连接有接收来自偏振分光棱镜(BS)的参考光的第二快门(S2)、第二扩束透镜组(L2)、可调光阑、第二反射镜(M2)、可移动透镜(L3)、固定透镜(L4);所述可移动透镜(L3)由机电控制部分控制改变其位置来改变参考光入射角度。

4. 根据权利要求3所述的光学体全息虹膜识别系统,其特征在于,所述机电控制部分控制参考光路中的可移动透镜(L3)在一个垂直于参考光光路的平面上移动和控制光学部分的第一快门(S1)、第二快门(S2)、第三快门(S3)的曝光时间。

5. 根据权利要求4所述的光学体全息虹膜识别方法,其特征在于,虹膜图像前处理的步骤包括:输入人眼图像、虹膜定位、对虹膜进行特征提取、对提取的虹膜特征进行编码。

6. 根据权利要求5所述的光学体全息虹膜识别方法,其特征在于,所述虹膜编码图体全息存储步骤包括:

(a) 确认关闭所有快门并将步进电机移动到设定的初始位置,当前存储的虹膜编码编号 $N = 0$;

(b) 令 $N = N + 1$;

(c) 比较 N 和需要存储的最大虹膜编码编号 $N_{\max}$,当 $N > N_{\max}$ 时重复步骤

(a) 结束存储,当 $N \leq N_{\max}$ 时进行以下步骤;

(d) 透射式空间光调制器(SLM)显示编号为 N 的虹膜编码;

(e) 第一快门(S1)、第二快门(S2)曝光,记录第 N 号虹膜编码;

(f) 确认第一快门(S1)、第二快门(S2)关闭,启动机电控制部分中的步进电机,将可动透镜(L3)移动到下一个位置,重复步骤(b)。

7. 根据权利要求5所述的光学体全息虹膜识别方法,其特征在于,虹膜识别的步骤包括:

(a) 生成图像库相关峰向量;

(b) 采集要检测身份的人的虹膜图像;

(c) 虹膜前处理;

(d) 前处理后的图像输入到透射式空间光调制器(SLM)中,打开第一快门(S1)、第三快

门 (S3) 关闭第二快门 (S2), 采用 CCD 图像传感器捕获相关峰阵列, 得到识别向量;

(e) 识别向量与图像库相关峰向量相减, 找到最小的元素, 得出识别结果。

8. 根据权利要求 7 所述的光学体全息虹膜识别方法, 其特征在于, 所述生成图像库相关峰向量方法为: 将虹膜库内的图像依次输入到透射式空间光调制器 (SLM) 中, 记录下与每幅虹膜图像对应的再现相关峰的位置、区域、和相关峰区域内的平均光强, 所有库内虹膜图像对应的相关峰平均光强按照位置顺序排列组成一个相关峰向量。

9. 根据权利要求 8 所述的光学体全息虹膜识别方法, 其特征在于, 生成识别向量的方法为: 将待识别的虹膜编码图像输入到透射式空间光调制器 (SLM) 中, 记录下与所有库内虹膜编码图像相关再现的各个相关峰区域内的平均亮度, 按照位置顺序排列成一个向量, 相关峰的区域为相关峰亮点中心一横纵比为 2 : 1, 包含相关峰左右边缘但是可能不包含相关峰部分上下边缘的长方形区域。

光学体全息虹膜识别系统及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及虹膜识别领域,具体涉及一种光学体全息虹膜识别系统及其识别方法。

背景技术

[0002] 虹膜识别具有高准确度、不容易伪造、非侵犯性等优势,被认为是最具有前景的生物识别技术。1991年,美国洛斯阿拉莫斯国家实验室的 Johnson 发明了第一个虹膜识别系统。1992年,John G Daugman 博士发明了一个高性能的虹膜识别系统,并在1994年获得专利。1996年 Richard P Wilds 博士也发明了一个虹膜识别系统,并取得了专利。虹膜识别开始了商业化的进程,经过多年的发展,在算法领域技术上已经日趋成熟。但是在应用上却一直针对比较小的虹膜图像库,在需要面对海量数据库的领域,如:信贷消费,通信,交通等面对海量数据库的领域,虹膜识别还没有相关的应用。一旦虹膜识别进入这些领域,将有可能改变人们的生活方式:想象一下如果人们消费的时候只要望着虹膜摄像机即可辨明身份,在银行账户中扣去所消费的金额,那么人们将淘汰现金交易,盗窃抢劫将大幅的下降。当面对一个很大的图像数据库时,虹膜识别需要更加快的识别速度,尤其是在我国人口众多的国情下,要广泛使用虹膜识别一般将面对一个庞大的虹膜数据库,所以发展快速的虹膜识别技术很有意义。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服上述现有技术中的不足,提供一种光学体全息虹膜识别系统及其识别方法,其将体全息图像识别技术应用到虹膜识别领域,让虹膜识别能够具有并行识别的能力,同时识别多幅虹膜图像,提高虹膜识别处理大量虹膜图像的能力。

[0004] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:一种光学体全息虹膜识别系统,包括软件系统、控制系统和光电混合系统,所述软件系统包含虹膜采集单元和虹膜图像前处理单元,所述虹膜采集单元通过虹膜采集仪进行虹膜采集,所述虹膜图像前处理单元实现对采集到的虹膜图像进行编码;所述控制系统解释软件系统的信号,实现光电混合系统的自动控制;所述光电混合系统通过角度复用方式实现虹膜编码的体全息存储和识别。

[0005] 所述光电混合系统包括光学部分和机电控制部分,所述光学部分依次连接有半导体激光器、半波片、衰减片、偏振分光棱镜、体全息存储介质、第三快门、CCD 图像传感器,所述偏振分光棱镜和体全息存储介质之间还分别连接有两个光路:物光光路和参考光光路;所述机电控制部分对参考光路中参考光入射角度进行控制。

[0006] 所述物光光路依次连接有接收来自偏振分光棱镜的物光的第一偏振片、第一快门、第一反射镜、第一扩束透镜组、透射式空间光调制器、第二偏振片、傅立叶变换透镜;所述参考光光路依次连接有接收来自偏振分光棱镜的参考光的第二快门、第二扩束透镜组、可调光阑、第二反射镜、可移动透镜、固定透镜;所述可移动透镜由机电控制部分控制改变其位置来改变参考光入射角度。使可移动透镜和固定透镜联合组成角度复用机构。

[0007] 所述机电控制部分控制参考光路中的可移动透镜在一个垂直于参考光光路的平面上移动和控制光学部分的第一快门、第二快门、第三快门的曝光时间。虹膜编码图体全息存储时,控制第一快门、第二快门的曝光和关闭,记录虹膜编码,此时第三快门关闭以保护 CCD 图像传感器。

[0008] 本发明的光学体全息虹膜识别方法具体有:

[0009] 所述的虹膜图像前处理,其步骤包括:输入人眼图像、虹膜定位、对虹膜进行特征提取、对提取的虹膜特征进行编码。

[0010] 所述的虹膜编码图体全息存储,其步骤包括:(a) 确认关闭所有快门并将步进电机移动到设定的初始位置,当前存储的虹膜编码编号 $N = 0$;(b) 令 $N = N+1$;(c) 比较 N 和需要存储的最大虹膜编码编号 $N_{\max}$,当 $N > N_{\max}$ 时结束存储,当 $N \leq N_{\max}$ 时进行以下步骤;(d) 透射式空间光调制器显示编号为 N 的虹膜编码;(e) 第一快门、第二快门曝光,记录第 N 号虹膜编码;(f) 确认第一快门、第二快门关闭,启动机电控制部分中的步进电机,将可动透镜移动到下一个位置,重复步骤 (b)

[0011] 所述的虹膜识别,其步骤包括:(a) 生成图像库相关峰向量;(b) 采集要检测身份的人的虹膜图像;(c) 虹膜前处理;(d) 前处理后的图像输入到透射式空间光调制器中,打开第一快门、第三快门关闭第二快门,采用 CCD 图像传感器捕获相关峰阵列,得到识别向量;(e) 识别向量与图像库相关峰向量相减,找到最小的元素,得出识别结果。

[0012] 所述的生成图像库相关峰向量,其方法为:将虹膜库内的图像依次输入到透射式空间光调制器中,记录下与每幅虹膜图像对应的再现相关峰的位置、区域、和相关峰区域内的平均光强,所有库内虹膜图像对应的相关峰平均光强按照顺序排列组成一个相关峰向量。

[0013] 所述的生成识别向量的方法为:将待识别的虹膜编码图像输入到透射式空间光调制器中,记录下与所有库内虹膜编码图像相关再现的各个相关峰区域内的平均亮度,按照位置顺序排列成一个向量;相关峰的区域为相关峰亮点中心一横纵比为 2 : 1,包含相关峰左右边缘但是可能不包含相关峰部分上下边缘的长方形区域。

[0014] 与现有技术相比较,本发明具有以下优点:由于采用了将光学体全息图像识别技术和虹膜识别结合起来,通过角度复用方式实现了虹膜编码的体全息存储和识别,实现了虹膜图像的高密度存储和并行识别,从而达到了能同时识别多幅虹膜图像,提高了虹膜识别处理大量虹膜图像能力,并且识别成功率高。

附图说明

[0015] 图 1 为本发明的系统结构图;

[0016] 图 2 为本发明中光电混合系统光学部分结构示意图;

[0017] 图 3 为本发明中光电混合系统机电控制部分结构示意图;

[0018] 图 4 为本发明的虹膜前处理流程图;

[0019] 图 5 为本发明的虹膜编码图体全息存储流程;

[0020] 图 6 为本发明的虹膜识别流程图;

[0021] 图 7 为 CCD 图像传感器上形成的相关峰阵列图;

[0022] 图 8 为相关峰的定位图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图对本发明作进一步的描述。

[0024] 光学虹膜识别系统必须包括以下的功能：虹膜采集；虹膜图像处理；虹膜编码的体全息存储和识别。如图 1 所示，本发明光学体全息虹膜识别系统可以划分为 3 个子系统：软件系统、控制系统和光电混合系统；软件系统：实现虹膜图像采集的控制和虹膜图像前处理；控制系统：实现光电混合系统的自动控制；光电混合系统：通过角度复用方式实现虹膜编码的体全息存储与识别；其中光电混合系统由光学部分和机电控制部分组成。

[0025] 如图 2 所示，光学部分依次连接有半导体激光器、半波片 (WP)、衰减片 (A)、偏振分光棱镜 (BS)、体全息存储介质、第三快门 (S3)、CCD 图像传感器。通过偏振分光棱镜 (BS) 分开的两束光的偏振方向互相垂直，物光光路中的透射式空间光调制器 (SLM) 的亮像素可以将光的偏振方向旋转 90 度，所以当物光和参考光再次相交时，它们的偏振方向是相同的；通过旋半波片 (WP) 可以旋转激光的偏振方向，从而改变偏振分光棱镜 (BS) 分光比例，调节参考光和物光的相对强度；当存储虹膜图像的时候第三快门 (S3) 关闭，用以保护 CCD 图像传感器，以免遭收参考光的直接照射；CCD 图像传感器位于体全息存储介质的参考光光路上；CCD 图像传感器之前有一个镜头，用以收集再现的参考光，在 CCD 图像传感器上形成相关峰阵列如图 7 所示。所述偏振分光棱镜 (BS) 和体全息存储介质之间还分别连接有两个光路：偏振方向互相垂直的物光光路和参考光光路。

[0026] 物光光路：依次连接有接收来自偏振分光棱镜 (BS) 的物光的第一偏振片 (P1)、第一快门 (S1)、第一反射镜 (M1)、第一扩束透镜组 (L1)、透射式空间光调制器 (SLM)、第二偏振片 (P2)、傅立叶变换透镜 (L5)、光阑 (1)。第一扩束透镜组 (L1) 可以扩大光束半径，以便空间光调制器的调制；透射式空间光调制器 (SLM) 其中的每个像素都具有独立的旋光作用，可以使激光的偏振方向改变 90 度，经过第二偏振片 (P2) 的检偏之后，可以调制物光的强度分布；透射式空间光调制器 (SLM) 位于傅立叶变换透镜 (L5) 前焦平面，掺铁铌酸锂晶体位于这个透镜的后焦平面，透射式空间光调制器 (SLM) 调制图像的空间频谱将被投射到晶体上，实现存储和识别的功能；光阑 (1) 负责阻挡透射式空间光调制器 (SLM) 的多级空间频谱，因为透射式空间光调制器 (SLM) 是由很多像素组成的，相当于一个图像再叠加是那个一个网格，在傅立叶变换过程中，原图像的频谱会和网格函数进行卷积，从而形成多级频谱，所以需要光阑 (1) 的阻挡，只让最中间最亮的频谱通过。

[0027] 参考光光路：依次连接有接收来自偏振分光棱镜 (BS) 的参考光的第二快门 (S2)、第二扩束透镜组 (L2)、可调光阑、第二反射镜 (M2)、可移动透镜 (L3)、固定透镜 (L4)。第二扩束透镜组 (L2) 将参考光的光斑适当的扩大，用以覆盖透射式空间光调制器 (SLM) 空间频谱所有范围；可调光阑是用于调节参考光斑大小的；可移动透镜 (L3)，由两个步进电机控制，可以在一个垂直于参考光光路的平面上移动；固定透镜 (L4)，可以将参考光聚焦到晶体上和物光交汇；可移动透镜 (L3)、固定透镜 (L4) 联合组成了角度复用机构。当改变可移动透镜 (L3) 的位置时，参考光的入射角度也会相应的变化。

[0028] 如图 3 所示，机电控制部分负责解释软件系统发来的信号，直接控制带动可移动透镜 (L3) 的步进电机和光学部分中的 3 个快门。主控电脑通过 RS232 接口和控制系统连接，电脑发送给控制系统的指令具有以下格式：

[0029] C 编号指令 #

[0030] C :开始字符 ;

[0031] 编号 :从 0 到 3 代表着可移动透镜 (L3) 应该移动的方向 (比如 0 代表 +X 方向、1 代表 -X 方向), 4 到 6 代表着快门的编号 ;

[0032] 指令 :如果编号是 0 到 3, 指令代表着电机移动的步数。如果编号是 4 到 6, 指令只能是 0 或者 1。0 代表关闭快门, 1 代表开启快门 ;

[0033] # :结束字符。

[0034] AVR Mega64 单片机负责接收电脑的指令并且将其转化为相应的脉冲信号发送给步进电机控制单元, 或者是高低电平提供给放大器, 从而实现对步进电机和快门的控制。

[0035] 本发明软件系统主要实现三个功能 :虹膜图像前处理、控制光电混合系统进行体全息存储、解析虹膜识别信号。

[0036] 如图 4 所示, 虹膜前处理包括了虹膜的定位和编码两部分, 具体步骤包括 :输入人眼图像、虹膜定位、对虹膜进行特征提取、对提取的虹膜特征进行编码。

[0037] 如图 5 所示, 进行光学体全息存储时, 软件系统需要控制透射式空间光调制器 (SLM)、步进电机和快门的同步运行来实现虹膜编码图像的存储。存储具体步骤包括 : (a) 确认关闭所有快门并将步进电机移动到设定的初始位置, 当前存储的虹膜编码编号 $N = 0$; (b) 令 $N = N + 1$; (c) 比较 N 和需要存储的最大虹膜编码编号 $N_{\max}$, 当 $N > N_{\max}$ 时结束存储, 当 $N \leq N_{\max}$ 时进行以下步骤 ; (d) 透射式空间光调制器 (SLM) 显示编号为 N 的虹膜编码 ; (e) 第一快门 (S1)、第二快门 (S2) 曝光, 记录第 N 号虹膜编码 ; (f) 确认第一快门 (S1)、第二快门 (S2) 关闭, 启动机电控制部分中的步进电机, 将可动透镜 (L3) 移动到下一个位置, 重复步骤 (b)。

[0038] 完成存储后根据以下方法生成图像库相关峰向量 :将虹膜库内的图像依次输入到透射式空间光调制器 (SLM) 中, 记录下与每幅虹膜图像对应的再现相关峰的位置、区域、和相关峰区域内的平均光强, 所有库内虹膜图像对应的相关峰平均光强按照顺序排列组成一个相关峰向量。

[0039] 如图 6 所示, 生成图像库相关峰分布向量之后, 就可以进行虹膜图像的识别, 具体的识别步骤包括 : (a) 生成图像库相关峰向量 ; (b) 采集要检测身份的人的虹膜图像 ; (c) 虹膜前处理 ; (d) 前处理后的图像输入到透射式空间光调制器 (SLM) 中, 打开第一快门 (S1)、第三快门 (S3) 关闭第二快门 (S2), 采用 CCD 图像传感器捕获相关峰阵列, 得到识别向量, 识别向量是将待识别的虹膜图像输入透射式空间光调制器 (SLM) 后捕获的相关峰分布 ; (e) 识别向量与图像库相关峰向量相减, 找到最小的元素, 得出识别结果。

[0040] 需要说明的是, 用一个方框确定相关峰的位置称为相关峰的定位。为了克服由于光栅筒并造成的垂直窜扰, 需要舍弃相关峰的上下两端。将待识别的虹膜编码图像输入到 SLM 中, 记录下与所有库内虹膜编码图像相关再现的各个相关峰区域内的平均亮度, 按照位置顺序排列成一个向量。如图 8 所示, 相关峰的区域为相关峰亮点中心一横纵比为 2 : 1, 包含相关峰左右边缘但是可能不包含相关峰部分上下边缘的长方形区域, 方框内的平均亮度作为相关峰的亮度值。

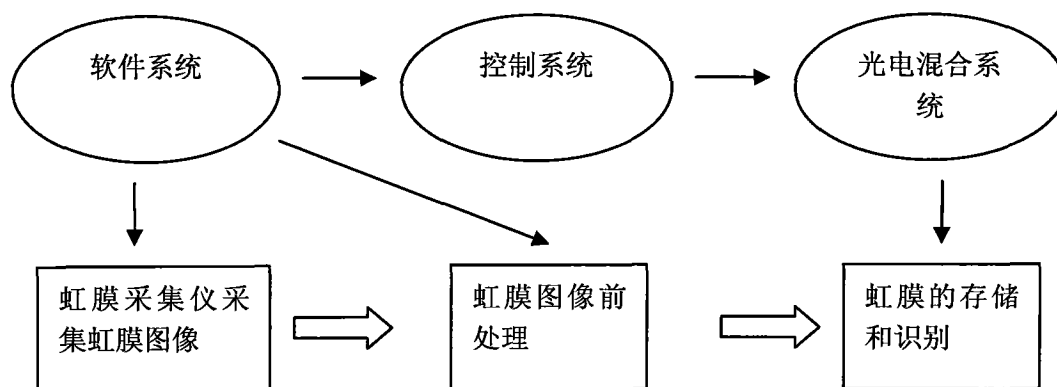


图 1

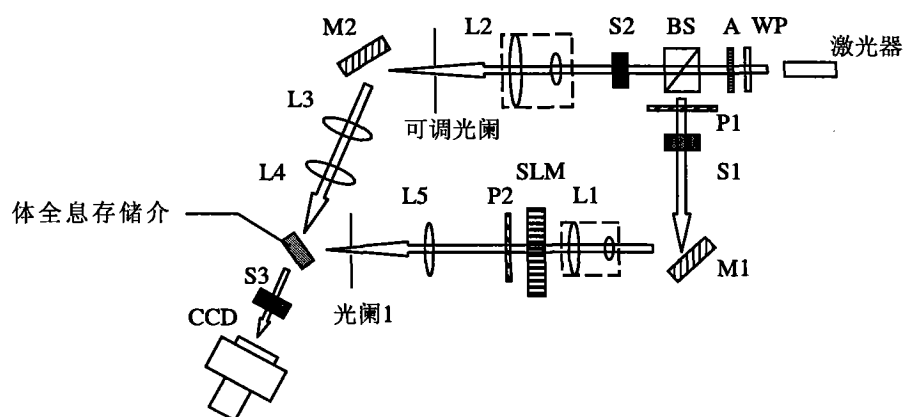


图 2

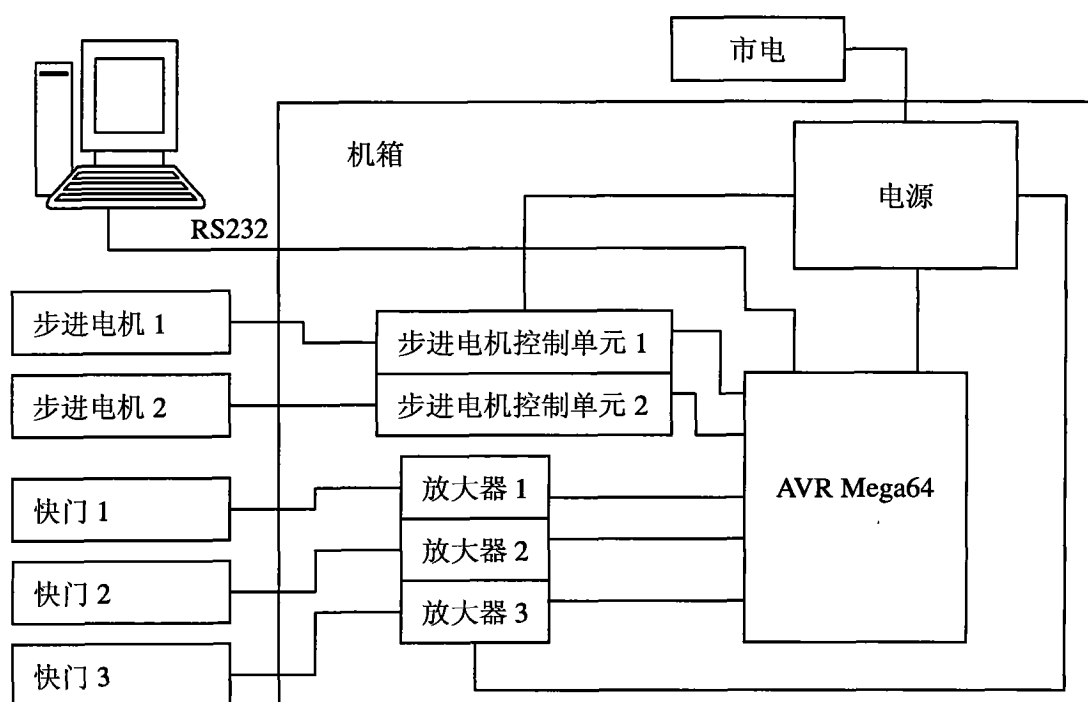


图 3

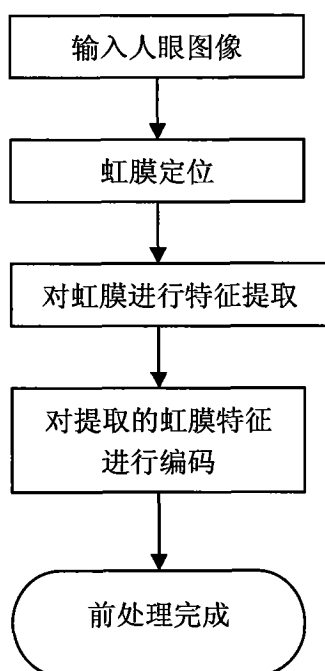


图 4

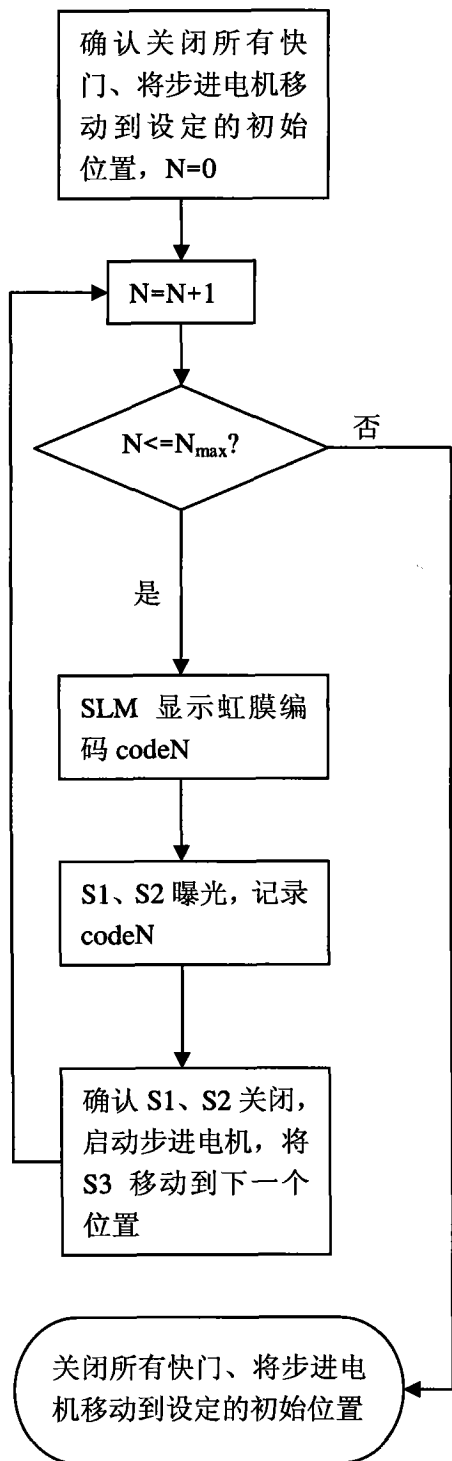


图 5

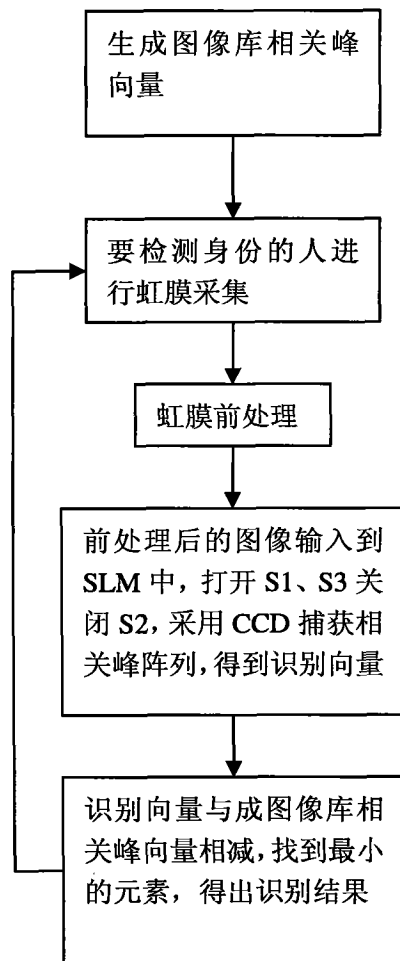


图 6

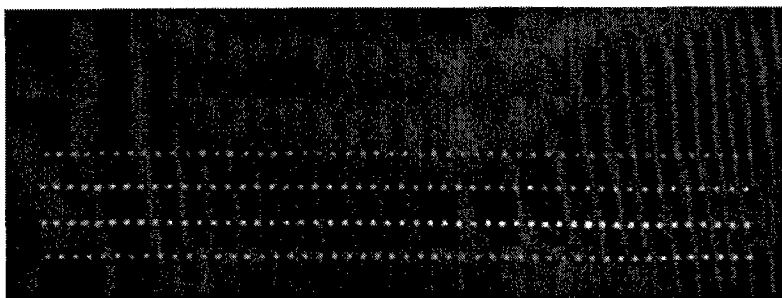


图 7

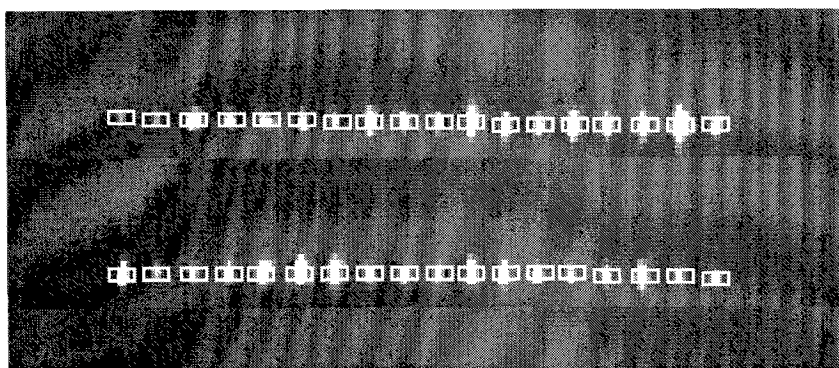


图 8