(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112384127 B
(45)授权公告日 2023.11.10

(21)申请号 201880095482.X
(22)申请日 2018.07.27
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112384127 A
(43)申请公布日 2021.02.19
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.01.08
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2018/097367 2018.07.27
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/019286 ZH 2020.01.30
(73)专利权人 高雄医学大学
地址 中国台湾高雄市三民区十全一路100号
专利权人 中山大学
(72)发明人 赖春生 蒋依吾
(74)专利代理机构 北京汇智英财专利代理有限公司 11301
专利代理师 张俊阁
(51)Int.Cl.
A61B 5/00(2006.01)
(56)对比文件
US 2001056228 A1,2001.12.27
CN 101264007 A,2008.09.17
CN 103493100 A,2014.01.01
CN 108135467 A,2018.06.08
CN 108231181 A,2018.06.29
CN 1471893 A,2004.02.04
审查员 王传利

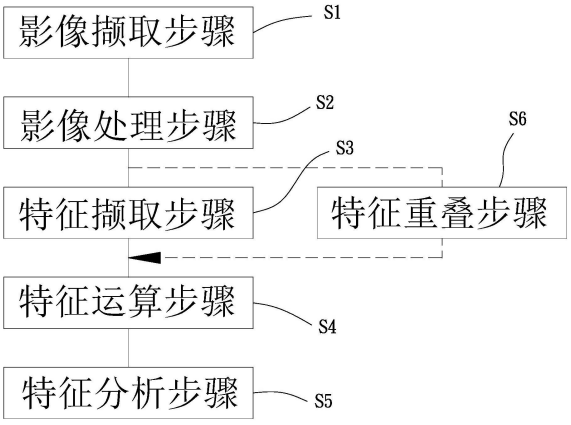
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

眼睑下垂检测方法及系统

(57)摘要

一种眼睑下垂检测方法及系统，用以解决现有人工眼睑下垂检测方法需耗费大量时间，以及不同医师测量不一致造成测量结果产生误差的问题。该方法及系统包括：以一个摄影单元拍摄产生眼部影像；以一个处理单元对该眼部影像执行影像处理，产生一个边缘影像；以该处理单元对该眼部影像及该边缘影像执行影像运算，取得多个特征变量；以该处理单元依据该多个特征变量计算，取得一个特征参数组；及以该处理单元将该特征参数组与一个预设眼睑下垂信息相比对，推知眼睑下垂的严重程度及提眼肌的功能。



CN 112384127 B

1.一种眼睑下垂检测方法,其特征在于,包括:

拍摄产生眼部影像,该眼部影像包括一张瞳孔平视影像、一张瞳孔用力朝上影像及一张瞳孔用力朝下影像;

对该眼部影像执行影像处理,产生一个边缘影像;

对该眼部影像及该边缘影像执行影像运算,取得多个特征变量;

依据该多个特征变量计算,取得一个特征参数组,该多个特征变量包括一个眼睛轮廓区域、一个巩膜区域、一个虹膜区域、一个瞳孔区域、一个瞳孔中心点、一个上眼睑下缘曲线、一个下眼睑上缘曲线、一个上眼睑下缘交集点及一个下眼睑上缘交集点各自的位置坐标,该特征参数组包括一个虹膜直径与一个睑裂高度之间的一个高度差,以及瞳孔用力朝上与用力朝下时的一个最大移动距离;及

将该特征参数组与一个预设眼睑下垂信息相比对,推知眼睑下垂的严重程度及提眼肌的功能。

2.如权利要求1所述的眼睑下垂检测方法,其特征在于,该多个特征变量还包括一个眼角左缘点及一个眼角右缘点各自的位置坐标。

3.如权利要求2所述的眼睑下垂检测方法,其特征在于,该特征参数组还包括该瞳孔中心点至该上眼睑下缘交集点之间的一个第一距离、该瞳孔中心点至该下眼睑上缘交集点之间的一个第二距离、该上眼睑下缘交集点至该下眼睑上缘交集点之间的该睑裂高度、该眼角左缘点至该眼角右缘点之间的一个睑裂宽度,以及依据该虹膜区域推导计算出的一个眼球体表面积。

4.如权利要求2所述的眼睑下垂检测方法,其特征在于,依据该多个特征变量,形成一个虚拟数字眼睛,将该虚拟数字眼睛与该眼部影像进行重叠,以分析该虚拟数字眼睛是否与该眼部影像之间具有极大偏差产生。

5.一种眼睑下垂检测系统,其特征在于,包括:

一个摄影单元,用以拍摄产生眼部影像,该眼部影像包括一张瞳孔平视影像、一张瞳孔用力朝上影像及一张瞳孔用力朝下影像;

一个储存单元,用以储存一个预设眼睑下垂信息;及

一个处理单元,耦接该摄影单元及该储存单元,该处理单元对该眼部影像执行影像处理,产生一个边缘影像,该处理单元对该眼部影像及该边缘影像执行影像运算,取得多个特征变量,该处理单元依该多个特征变量计算取得一个特征参数组,并将该特征参数组与该预设眼睑下垂信息相比对,推知眼睑下垂的严重程度及提眼肌的功能,该多个特征变量包括一个眼睛轮廓区域、一个巩膜区域、一个虹膜区域、一个瞳孔区域、一个瞳孔中心点、一个上眼睑下缘曲线、一个下眼睑上缘曲线、一个上眼睑下缘交集点及一个下眼睑上缘交集点各自的位置坐标,该特征参数组包括一个虹膜直径与一个睑裂高度之间的一个高度差,以及瞳孔用力朝上与用力朝下时的一个最大移动距离。

6.如权利要求5所述的眼睑下垂检测系统,其特征在于,该多个特征变量还包括一个眼角左缘点及一个眼角右缘点各自的位置坐标。

7.如权利要求6所述的眼睑下垂检测系统,其特征在于,该特征参数组还包括该瞳孔中心点至该上眼睑下缘交集点之间的一个第一距离、该瞳孔中心点至该下眼睑上缘交集点之间的一个第二距离、该上眼睑下缘交集点至该下眼睑上缘交集点之间的该睑裂高度、该眼

角左缘点至该眼角右缘点之间的一个睑裂宽度,以及依据该虹膜区域推导计算出的一个眼球体表面积。

8.如权利要求6所述的眼睑下垂检测系统,其特征在于,该处理单元依据该多个特征变量,形成一个虚拟数字眼睛,该处理单元将该虚拟数字眼睛与该眼部影像进行重叠,以分析该虚拟数字眼睛是否与该眼部影像之间具有极大偏差产生。

眼睑下垂检测方法及系统

技术领域

[0001] 本发明是关于一种检测方法及系统，尤其是一种可以通过机器视觉技术推导用以判断眼睑下垂的相关数据，并依该数据推知眼睑下垂严重程度及提眼肌功能正常与否的眼睑下垂检测方法及系统。

背景技术

[0002] 眼睑下垂可区分为先天性眼睑下垂及后天性眼睑下垂，造成先天性眼睑下垂的其中一个原因是病患于出生时，其提眼肌发育不良所造成，而造成后天性眼睑下垂的其中一个原因则是提眼肌无张力所引起，导致上眼睑无法张开至正常高度。并且，当病患的眼睑边缘盖住瞳孔后，病患除视野受到影响外，病患为张开上眼睑容易无意识地提高眉毛或抬高下巴，更会造成额头皱纹、肩颈酸痛、腰痛或造成眼睛疲劳等症状。

[0003] 现有治疗眼睑下垂的手术方式是取决于眼睑下垂的程度，或/及提眼肌功能的状态，因此，在决定适当手术方式前，医师会以人工方式拿尺测量病患眼睑静态或眼睑动态位置，以分别取得瞳孔中心点至上眼睑下缘交集点距离(MRD1)、瞳孔中心点至下眼睑上缘交集点距离(MRD2)、下垂严重程度(Ptosis Severity)及提眼肌功能(Levator Function)等相关数据，医师再依据这些数据分析眼睑下垂严重程度。并且，当医师依眼睑下垂严重程度决定合适的手术方式，并以该手术方式进行手术后，医师会再以人工方式拿尺测量这些数据，评估手术功效。

[0004] 然而，上述现有眼睑下垂检测方式耗费大量时间于测量如瞳孔中心点至上眼睑下缘交集点距离(MRD1)、瞳孔中心点至下眼睑上缘交集点距离(MRD2)、下垂严重程度(Ptosis Severity)及提眼肌功能(Levator Function)等相关数据，且不同医师的测量也不一致，容易造成测量结果的误差。

[0005] 有鉴于此，现有的眼睑下垂检测方法确实仍有加以改善的必要。

发明内容

[0006] 为解决上述问题，本发明目的是提供一种眼睑下垂检测方法，可以通过机器视觉技术推导用以判断眼睑下垂的相关数据，并依该数据推知眼睑下垂严重程度及提眼肌功能正常与否。

[0007] 本发明的另一目的是提供一种眼睑下垂检测系统，能够通过影像处理及机器视觉推导用以判断眼睑下垂的相关数据，并依该数据进行自动化检测提眼肌功能正常与否及检测眼睑下垂严重程度。

[0008] 本发明的眼睑下垂检测方法，包括：拍摄产生眼部影像；对该眼部影像执行影像处理，产生一个边缘影像；对该眼部影像及该边缘影像执行影像运算，取得多个特征变量；依据该多个特征变量计算，取得一个特征参数组；及将该特征参数组与一个预设眼睑下垂信息相比对，推知眼睑下垂的严重程度及提眼肌的功能。

[0009] 本发明的眼睑下垂检测系统，包括：一个摄影单元，用以拍摄产生眼部影像；一个

储存单元，用以储存一个预设眼睑下垂信息；及一个处理单元，耦接该摄影单元及该储存单元，该处理单元对该眼部影像执行影像处理，产生一个边缘影像，该处理单元对该眼部影像及该边缘影像执行影像运算，取得多个特征变量，该处理单元依该多个特征变量计算取得一个特征参数组，并将该特征参数组与该预设眼睑下垂信息相比对，推知眼睑下垂的严重程度及提眼肌的功能。

[0010] 因此，本发明的眼睑下垂检测方法及系统，能够以影像处理技术搭配机器视觉取得病患眼部信息，并以该眼部信息推导用以判断眼睑下垂的相关数据，及依该数据进行自动化检测提眼肌的功能及检测眼睑下垂的严重程度。借此，可以达到操作方便、大幅缩短测量时间及提升测量一致性等目的。

[0011] 其中，该眼部影像包括一张瞳孔平视影像、一张瞳孔用力朝上影像及一张瞳孔用力朝下影像。如此，本发明的眼睑下垂检测方法具有能够同时检测眼睑下垂的严重程度及提眼肌的功能等功效。

[0012] 其中，该多个特征变量包括一个眼睛轮廓区域、一个巩膜区域、一个虹膜区域、一个瞳孔区域、一个瞳孔中心点、一个上眼睑下缘曲线、一个下眼睑上缘曲线、一个上眼睑下缘交集点及一个下眼睑上缘交集点各自的位置坐标。如此，本发明的眼睑下垂检测方法具有提供较完整的静态测量参数及动态测量参数，以同时检测眼睑下垂的严重程度及提眼肌的功能等功效。

[0013] 其中，该多个特征变量还包括一个眼角左缘点及一个眼角右缘点各自的位置坐标。如此，本发明的眼睑下垂检测方法具有以上述参数辅助判断眼睑下垂的严重程度及提眼肌的功能的功效。

[0014] 其中，该特征参数组包括一个虹膜直径与一个睑裂高度之间的一个高度差，以及瞳孔用力朝上与用力朝下时的一个最大移动距离。如此，本发明的眼睑下垂检测方法具有同时检测眼睑下垂的严重程度及提眼肌的功能的功效。

[0015] 其中，该特征参数组还包括该瞳孔中心点至该上眼睑下缘交集点之间的一个第一距离、该瞳孔中心点至该下眼睑上缘交集点之间的一个第二距离、该上眼睑下缘交集点至该下眼睑上缘交集点之间的该睑裂高度、该眼角左缘点至该眼角右缘点之间的一个睑裂宽度，以及依据该虹膜区域推导计算出的一个眼球体表面积。如此，本发明的眼睑下垂检测方法具有以上述参数辅助判断眼睑下垂的严重程度及提眼肌的功能的功效。

[0016] 其中，依据该多个特征变量，形成一个虚拟数字眼睛，将该虚拟数字眼睛与该眼部影像进行重叠，以分析该虚拟数字眼睛是否与该眼部影像之间具有极大偏差产生。如此，本发明的眼睑下垂检测方法具有提升检测准确性的功效。

[0017] 其中，该眼部影像包括一张瞳孔平视影像、一张瞳孔用力朝上影像及一张瞳孔用力朝下影像。如此，本发明的眼睑下垂检测系统具有能够同时检测眼睑下垂的严重程度及提眼肌的功能等功效。

[0018] 其中，该多个特征变量包括一个眼睛轮廓区域、一个巩膜区域、一个虹膜区域、一个瞳孔区域、一个瞳孔中心点、一个上眼睑下缘曲线、一个下眼睑上缘曲线、一个上眼睑下缘交集点及一个下眼睑上缘交集点各自的位置坐标。如此，本发明的眼睑下垂检测系统具有提供完整的静态测量参数及动态测量参数，同时检测眼睑下垂的严重程度及提眼肌的功能等功效。

[0019] 其中，该多个特征变量还包括一个眼角左缘点及一个眼角右缘点各自的位置坐标。如此，本发明的眼睑下垂检测系统具有以上述参数辅助判断眼睑下垂的严重程度及提眼肌的功能的功效。

[0020] 其中，该特征参数组包括一个虹膜直径与一个睑裂高度之间的一个高度差，以及瞳孔用力朝上与用力朝下时的一个最大移动距离。如此，本发明的眼睑下垂检测系统具有同时检测眼睑下垂的严重程度及提眼肌的功能的功效。

[0021] 其中，该特征参数组另包括该瞳孔中心点至该上眼睑下缘交集点之间的一个第一距离、该瞳孔中心点至该下眼睑上缘交集点之间的一个第二距离、该上眼睑下缘交集点至该下眼睑上缘交集点之间的该睑裂高度、该眼角左缘点至该眼角右缘点之间的一个睑裂宽度，以及依据该虹膜区域推导计算出的一个眼球体表面积。如此，本发明的眼睑下垂检测系统具有以上述参数辅助判断眼睑下垂的严重程度及提眼肌的功能的功效。

[0022] 其中，该处理单元依据该多个特征变量，形成一个虚拟数字眼睛，该处理单元将该虚拟数字眼睛与该眼部影像进行重叠，以分析该虚拟数字眼睛是否与该眼部影像之间具有极大偏差产生。如此，本发明的眼睑下垂检测方法具有提升检测准确性的功效。

附图说明

[0023] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0024] 图1：本发明一较佳实施例的处理流程图；

[0025] 图2：本发明一较佳实施例的一瞳孔平视影像的眼部影像示意图；

[0026] 图3：本发明一较佳实施例的一瞳孔用力朝上影像及用力朝下影像的眼部影像示意图；

[0027] 图4：本发明一较佳实施例的系统架构图。

[0028] 附图标记说明

[0029] S1 影像撷取步骤 S2 影像处理步骤

[0030] S3 特征撷取步骤 S4 特征运算步骤

[0031] S5 特征分析步骤 S6 特征重叠步骤

[0032] 1 摄影单元 2 储存单元

[0033] 3 处理单元 LF 最大移动距离

[0034] A 眼睛轮廓区域 A1 巩膜区域

[0035] A2 虹膜区域 A3 瞳孔区域

[0036] C1 上眼睑下缘曲线 C2 下眼睑上缘曲线

[0037] P1 瞳孔中心点 P2 上眼睑下缘交集点

[0038] P3 下眼睑上缘交集点 P4 眼角左缘点

[0039] P5 眼角右缘点 P6 第一位置坐标

[0040] P7 第二位置坐标

[0041] MRD1 第一距离 MRD2 第二距离

[0042] PFH 睑裂高度 PFW 睑裂宽度

[0043] PS 高度差。

具体实施方式

[0044] 为使本发明的上述及其他目的、特征及优点能更明显易懂，下文特根据本发明的较佳实施例，并配合附图，作详细说明如下：

[0045] 请参照图1所示，其是本发明眼睑下垂检测方法的一个较佳实施例，包括影像撷取步骤S1、影像处理步骤S2、特征撷取步骤S3、特征运算步骤S4及特征分析步骤S5。

[0046] 请一并参照图2～3所示，该影像撷取步骤S1能够拍摄产生眼部影像，该眼部影像为一个彩色影像。较佳地，该眼部影像可以包括一个瞳孔平视影像、一个瞳孔用力朝上影像及一个瞳孔用力朝下影像。具体而言，该影像撷取步骤S1能够拍摄产生一个脸部影像，并由该脸部影像中选取一个感兴趣区域(Region of Interest,ROI)作为该眼部影像。该感兴趣区域所形成的矩形的起始像素的位置坐标及矩形的长度值与宽度值的设定，以能涵盖包括上眼睑、下眼睑、巩膜、虹膜及瞳孔等眼睛部位即可，本发明相关领域中普通技术人员可以理解，在此不多加赘述。

[0047] 该影像处理步骤S2能够对该眼部影像执行影像处理，产生一个边缘影像。具体而言，对该眼部影像执行灰阶化处理，以分割该眼部影像的前景与背景，产生一个灰阶影像。并且，该影像处理步骤S2将该眼部影像中感兴趣的部分保留下来，简化后续影像处理程序，并提高整体运算效率，该影像处理步骤S2能够对该灰阶影像执行二值化处理，以产生一个二值化影像，例如但不限制地，该二值化的阀值可以区分为一个固定阀值或一个自适应阀值(如:Otsu、双峰法、P参数法或迭代法)。同时，该影像处理步骤S2能够对该二值化影像执行边缘监测处理，使产生该边缘影像，以进一步大幅度地减少该眼部影像的数据量，剔除可能不相关的信息，并保留该眼部影像重要的结构属性，例如但不限制地，该边缘监测可以采用如:Sobel、Prewitt或Canny等边缘监测算法。

[0048] 该特征撷取步骤S3能够对该眼部影像及该边缘影像执行影像运算，以取得用以分析眼睑下垂的严重程度及提眼肌的功能的多个特征变量，该多个特征变量可以包括一个眼睛轮廓区域A、一个巩膜区域A1、一个虹膜区域A2、一个瞳孔区域A3、一个瞳孔中心点P1、一个上眼睑下缘曲线C1、一个下眼睑上缘曲线C2、一个上眼睑下缘交集点P2及一个下眼睑上缘交集点P3各自的位置坐标。较佳地，该多个特征变量还可以另外包括一个眼角左缘点P4及一个眼角右缘点P5各自的位置坐标。

[0049] 具体而言，该特征撷取步骤S3能够对该眼部影像执行对称变换(Symmetry Transform)，以取得一个眼部区域。对该眼部影像的各像素点执行对称变换，产生多个对称变换结果，并将该多个对称变换结果中的一个最大值的像素点的位置坐标作为产生该眼睛轮廓区域A的初始点。该眼睛轮廓区域A可以包括该巩膜区域A1、该虹膜区域A2、该瞳孔区域A3、上眼睑及下眼睑等眼部特征。并且，由于巩膜相对于瞳孔、虹膜、上眼睑及下眼睑等眼部特征而言，其色彩饱和度相对较低，因此，该特征撷取步骤S3能够将该眼部影像由RGB色彩空间转换至HSV色彩空间，产生一个HSV影像。由该HSV影像中取得S通道影像，并使该S通道影像中饱和度小于门坎值的像素点形成该巩膜区域A1。该门坎值的设定是本发明相关领域中普通技术人员可以理解的，兹不赘述。

[0050] 另一方面，该特征撷取步骤S3能够对该边缘影像执行对称变换(Symmetry Transform)，以取得多个候补瞳孔区域，在本实施例中，该对称转换可以为快速径向对称变换(Fast Radial Symmetry Transform,FRST)。该特征撷取步骤S3计算取得该边缘影像的

各像素点在其梯度方向上的两个投影点，并依据该两个投影点分别形成的梯度投影影像(Orientation Projection Image)及梯度幅值影像(Magnitude Projection Image)取得多个径向对称变换结果，即取得该多个候补瞳孔区域。对该多个候补瞳孔区域分别计算瞳孔黑值比例，并以该多个瞳孔黑值比例中比值最大的候补瞳孔区域作为该瞳孔区域A3。该瞳孔黑值比例为各该候补瞳孔区域的所有像素点中黑色像素点所占有的比值。并且，还能够由该瞳孔区域A3中定位取得该瞳孔中心点P1的位置坐标。

[0051] 该特征撷取步骤S3能够在该眼睛轮廓区域A中取得该上眼睑下缘曲线C1及该下眼睑上缘曲线C2。具体而言，以一梯度方向(Gradient Orientation)计算该巩膜区域A1的边界上的各像素点相对于该眼睛轮廓区域A的切线斜率，该巩膜区域A1的边界上的各像素点与该眼睛轮廓区域A切线斜率为零的交界处，即表示为眼睑曲线。依据该眼睑曲线的位置坐标，将该眼睑曲线区分为该上眼睑下缘曲线C1及该下眼睑上缘曲线C2。并且，还能够由该瞳孔中心点P1朝与瞳孔平视方向所形成的平面的垂直方向延伸一垂直线，且使该垂直线分别交集于该上眼睑下缘曲线C1及该下眼睑上缘曲线C2，以分别取得该上眼睑下缘交集点P2及该下眼睑上缘交集点P3各自的位置坐标。

[0052] 较佳地，该特征撷取步骤S3还能够在该眼睛轮廓区域A中取得该眼角左缘点P4及该眼角右缘点P5各自的位置坐标。具体而言，以一个角点距离(Corner Distance)计算该上眼睑下缘曲线C1与该下眼睑上缘曲线C2的交界处，分别取得该眼角左缘点P4及该眼角右缘点P5各自的位置坐标。

[0053] 请参照图2～3所示，该特征运算步骤S4能够依据该多个特征变量计算，取得特征参数组。举例而言，该特征参数组包括虹膜直径与睑裂高度PFH(Palpebral Fissure Height)之间的一个高度差PS(Ptosis Severity)，以及瞳孔用力朝上与用力朝下时的一个最大移动距离LF。较佳地，该特征参数组还可以另外包括该瞳孔中心点P1至该上眼睑下缘交集点P2之间的一个第一距离MRD1、该瞳孔中心点P1至该下眼睑上缘交集点P3之间的一个第二距离MRD2、该上眼睑下缘交集点P2至该下眼睑上缘交集点P3之间的一个睑裂高度PFH、该眼角左缘点P4至该眼角右缘点P5之间的一个睑裂宽度PFW(Palpebral Fissure Width)，以及依据该虹膜区域A2推导计算出的一个眼球体表面积OSA(Ocular Surface Area)。

[0054] 该特征分析步骤S5能够依据该特征参数组与预设眼睑下垂信息相比对，推知眼睑下垂的严重程度及提眼肌的功能。举例而言，由该虹膜区域A2计算取得该虹膜直径为11毫米，另外，计算取得该上眼睑下缘交集点P2至该下眼睑上缘交集点P3之间的睑裂高度PFH为8毫米，则该虹膜直径与该睑裂高度PFH的高度差为3毫米，即眼睑下垂严重程度为轻度。该预设眼睑下垂信息可以如下表一所示：

[0055] 表一 预设眼睑下垂信息

[0056]

	正常	轻度	中度	重度
PS	$1 \leqq T_{PS} \leqq 2$	$T_{PS}=3$	$T_{PS}=4$	$T_{PS} \geqq 5$
LF	$T_{LF} > 12$	$10 \leqq T_{LF} \leqq 12$	$6 \leqq T_{LF} \leqq 9$	$T_{LF} \leqq 5$
PFH	$9 \leqq T_{PFH} \leqq 10$	$7 < T_{PFH} \leqq 8$	$6 \leqq T_{PFH} \leqq 7$	$T_{PFH} \leqq 5$
MRD1	$4 < T_{MRD1} \leqq 5$	$3 \leqq T_{MRD1} \leqq 4$	$1 \leqq T_{MRD1} \leqq 2$	$T_{MRD1} \leqq 0$

[0057] 本发明的眼睑下垂检测方法，还可以包括特征重叠步骤S6，该特征重叠步骤S6是依据该多个特征变量，形成虚拟数字眼睛，将该虚拟数字眼睛与该眼部影像进行重叠，以分析该虚拟数字眼睛是否与该眼部影像之间具有极大偏差产生。具体而言，该特征重叠步骤S6能够对该巩膜区域A1、该瞳孔区域A3及该眼睑曲线分别设定一个权重值，其中，该巩膜区域A1的权重值的计算公式可以如下式(1)所示：

[0058] $D_{color}=\alpha\sum\Delta P_{sclera}-\beta\sum\Delta P_{skin}$ (1)

[0059] 其中，P_{sclera}表示巩膜上的像素点；P_{skin}表示皮肤上的像素点；α表示控制P_{sclera}的权重，β表示控制P_{skin}的权重，且α+β=1。

[0060] 该瞳孔区域A3的权重值的计算公式可以如下式(2)所示：

[0061] $$D_{bla}=\frac{eye_{black}}{eye_{total}} \quad (2)$$

[0062] 其中，eye_{total}表示瞳孔全部像素；eye_{black}表示瞳孔黑色像素。

[0063] 该眼睑曲线的权重值的计算公式可以如下式(3)所示：

[0064] $$D_{\theta}=\frac{1}{|\Omega|}\sum(x,y)\in\Omega\cos\left(\theta_{(x,y)}-atan\,m_{(x,y)}\right)^2 \quad (3)$$

[0065] 其中，Ω表示该眼睛轮廓区域A的边界；|Ω|表示该眼睛轮廓区域A的边界长度；$\theta_{(x,y)}$表示在(x,y)坐标系的梯度方向；$m_{(x,y)}$表示该眼睛轮廓区域A的切线斜率。

[0066] 较佳地，该特征重叠步骤S6还能够对该眼角左缘点P4与该眼角右缘点P5另设定一个权重值，该眼角左缘点P4与该眼角右缘点P5的权重值的计算公式可以如下式(4)～(5)所示：

[0067] $D_{cor}=|H|-k\cdot trace(H)^2$ (4)

[0068] $$H=\sum_{(x,y)}w(x,y)\begin{bmatrix}G_xG_x & G_xG_y\\ G_xG_y & G_yG_y\end{bmatrix} \quad (5)$$

[0069] 其中，w(x,y)表示以x,y坐标为中心的加权值；G_x表示x轴方向的导数；G_y表示y轴方向的导数；k表示Harris算法参数。

[0070] 以上述权重值作为权重值公式的输入变量，并计算取得多个具有不同权重的虚拟数字眼睛，由该多个虚拟数字眼睛中选择具有最高权重的取代由原本的多个特征变量所形成的虚拟数字眼睛。该权重值的计算公式可以如下式(6)所示：

[0071] $$\pi_p = \prod_{d_i \in \{D_\theta, D_{color}, D_{sym}, D_{cor}\}} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_i^2}} e^{\frac{(d_i-\mu_i)^2}{2\sigma_i^2}} \quad (6)$$

[0072] 其中，D_θ表示眼睑曲线的权重值；D_{color}表示该巩膜区域A1的权重值；D_{sym}表示瞳孔区域A3的权重值；D_{cor}表示眼角缘点的权重值；σ_i表示通过反复试验得到的最适参数值；d_i表示D_θ、D_{color}、D_{sym}及D_{cor}各别的参数值；μ_i表示D_θ、D_{color}、D_{sym}及D_{cor}的权重平均值。

[0073] 请参照图4所示，其是本发明眼睑下垂检测系统的一个较佳实施例，包括一个摄影单元1、一个储存单元2及一个处理单元3，该处理单元3耦接该摄影单元1及该储存单元2。

[0074] 该摄影单元1能够用以拍摄产生一个脸部影像，较佳拍摄产生一个眼部影像，该眼部影像可以包括一个瞳孔平视影像、一个瞳孔用力朝上影像及一个瞳孔用力朝下影像。例如但不限制地，该摄影单元1可以为电荷耦合组件CCD彩色摄影机或互补式金属氧化半导体CMOS彩色摄影机。

[0075] 该储存单元2可以为任何用以储存电子数据的储存媒体，例如可以为硬盘或内存，但是不以此为限，该储存单元2能够用以储存预设眼睑下垂信息。该预设眼睑下垂信息可以如上述表一所示。

[0076] 该处理单元3耦接该摄影单元1及该储存单元2，该处理单元3可以为具有数据处理、讯号产生及控制等功能的电路单元，例如可以为微处理器、微控制器、数字信号处理器、逻辑电路或特殊应用集成电路(ASIC)，在本实施例中，该处理单元3可以为微处理器，但是不以此为限。该处理单元3能够对该眼部影像执行影像处理，以产生一个边缘影像。具体而言，该影像处理可以包括对该眼部影像执行灰阶化、二值化及边缘监测等影像处理程序，以产生该边缘影像。其中，当该拍摄单元1拍摄产生一个脸部影像时，该处理单元3能够于该脸部影像中设定一个感兴趣区域作为该眼部影像。该感兴趣区域所形成的矩形的起始像素的位置坐标及矩形的长度值与宽度值的设定，以能涵盖包括上眼睑、下眼睑、巩膜、虹膜及瞳孔等眼睛部位即可，本发明相关领域中普通技术人员可以理解，兹不赘述。

[0077] 该处理单元3能够对该眼部影像及该边缘影像执行影像运算，以取得用以分析眼睑下垂的严重程度及提眼肌的功能的多个特征变量，该多个特征变量可以包括一个眼睛轮廓区域A、一个巩膜区域A1、一个虹膜区域A2、一个瞳孔区域A3、一个瞳孔中心点P1、一个上眼睑下缘曲线C1、一个下眼睑上缘曲线C2、一个上眼睑下缘交集点P2及一个下眼睑上缘交集点P3各自的位置坐标。较佳地，该多个特征变量还可以另外包括一个眼角左缘点P4及一个眼角右缘点P5各自的位置坐标。

[0078] 具体而言，该处理单元3对该眼部影像执行对称变换，取得一个眼部区域。该处理单元3能够对该眼部影像的各像素点执行对称变换，产生多个对称变换结果，该处理单元3将该对称变换结果中的最大值的像素点的位置坐标作为产生该眼睛轮廓区域A的初始点。该眼睛轮廓区域A可以包括该巩膜区域A1、该虹膜区域A2、该瞳孔区域A3、上眼睑及下眼睑等眼部特征。并且，由于巩膜相对于瞳孔、虹膜、上眼睑及下眼睑等眼部特征而言，其色彩饱和度相对较低，因此，该处理单元3将该眼部影像由RGB色彩空间转换至HSV色彩空间，产生一个HSV影像。该处理单元3由该HSV影像中取得S通道影像，并将该S通道影像中饱和度小于门坎值的像素点形成该巩膜区域A1。该门坎值的设定本发明相关领域中普通技术人员可以理解，兹不赘述。

[0079] 另一方面，该处理单元3对该边缘影像执行对称变换，以取得多个候补瞳孔区域，在本实施例中，该对称转换可以为快速径向对称变换。该处理单元3计算取得该边缘影像的各像素点在其梯度方向上的两个投影点，并依据该两个投影点分别形成的梯度投影影像及梯度幅值影像取得多个径向对称变换结果，即取得该多个候补瞳孔区域。该处理单元3对该多个候补瞳孔区域分别计算瞳孔黑值比例，并以该多个瞳孔黑值比例中比值最大的候补瞳孔区域作为该瞳孔区域A3。该瞳孔黑值比例为各候补瞳孔区域的所有像素点中黑色像素点所占有的比值。并且，该处理单元3还能够由该瞳孔区域A3中定位取得该瞳孔中心点P1的位置坐标。

[0080] 该处理单元3能够在该眼睛轮廓区域A中取得该上眼睑下缘曲线C1及该下眼睑上缘曲线C2。具体而言，该处理单元3以一个梯度方向公式计算该巩膜区域A1的边界上的各像素点相对于该眼睛轮廓区域A的切线斜率，该巩膜区域A1的边界上的各像素点与该眼睛轮廓区域A切线斜率为零的交界处，即表示为眼睑曲线。该处理单元3能够依据该眼睑曲线的位置坐标，将该眼睑曲线区分为该上眼睑下缘曲线C1及该下眼睑上缘曲线C2。并且，还能够以该处理单元3由该瞳孔中心点P1朝与瞳孔平视方向所形成的平面的垂直方向延伸一垂直线，且使该垂直线分别交集于该上眼睑下缘曲线C1及该下眼睑上缘曲线C2，以分别取得该上眼睑下缘交集点P2及该下眼睑上缘交集点P3各自的位置坐标。

[0081] 较佳地，该处理单元3能够在该眼睛轮廓区域A中取得该眼角左缘点P4及该眼角右缘点P5。具体而言，该处理单元3以角点距离公式计算该上眼睑下缘曲线C1与该下眼睑上缘曲线C2的交界处，取得该眼角左缘点P4及该眼角右缘点P5各自的位置坐标。较佳地，该处理单元3还能够由该瞳孔中心点P1延伸且分别交集于该上眼睑下缘曲线C1及该下眼睑上缘曲线C2，分别取得该上眼睑下缘交集点P2及该下眼睑上缘交集点P3各自的位置坐标。

[0082] 该处理单元3能够依据该多个特征变量计算，以取得特征参数组。举例而言，该特征参数组包括虹膜直径与睑裂高度PFH(Palpebral Fissure Height)之间的一个高度差PS(Ptosis Severity)，以及瞳孔用力朝上与用力朝下时的一个最大移动距离LF。较佳地，该特征参数组还可以另外包括该瞳孔中心点P1至该上眼睑下缘交集点P2之间的一个第一距离MRD1、该瞳孔中心点P1至该下眼睑上缘交集点P3之间的一个第二距离MRD2、该上眼睑下缘交集点P2至该下眼睑上缘交集点P3之间的一个睑裂高度PFH、该眼角左缘点P4至该眼角右缘点P5之间的一个睑裂宽度PFW(Palpebral Fissure Width)，以及依据该虹膜区域A2推导计算出的一个眼球体表面积OSA(Ocular Surface Area)。

[0083] 该处理单元3依据该特征参数组与一预设眼睑下垂信息相比对，推知眼睑下垂的严重程度及提眼肌的功能。举例而言，该处理单元3依据该瞳孔用力朝上影像所产生的多个特征变量，计算取得瞳孔用力朝上时的一个第一位置坐标P6，另依据瞳孔用力朝下影像所产生的多个特征变量，计算取得瞳孔用力朝下时的一个第二位置坐标P7，该处理单元3计算该第一位置坐标P6与该第二位置坐标P7的距离差，以产生该最大移动距离LF，当该最大移动距离LF等于7毫米时，依据上述表一为例，则表示提眼肌功能为中度异常。

[0084] 本发明的眼睑下垂检测系统，该处理单元3还可以依据该多个特征变量，形成虚拟数字眼睛，该处理单元3可以将该虚拟数字眼睛与该眼部影像进行重叠，以分析该虚拟数字眼睛是否与该眼部影像之间具有极大偏差产生。具体而言，该处理单元3对该巩膜区域A1、该瞳孔区域A3及该眼睑曲线分别设定一个权重值，较佳地，还能够以该处理单元3对该眼角

左缘点P4与该眼角右缘点P5另外设定一个权重值，该多个权重值的计算公式可以如上述式(1)～(5)所示。该处理单元3能够以上述权重值作为权重值公式的输入变量，并计算取得多个具有不同权重的虚拟数字眼睛，该处理单元3由该多个虚拟数字眼睛中选择具有最高权重者取代由原本的多个特征变量所形成的虚拟数字眼睛。该权重值的计算公式可以如上述式(6)所示。

[0085] 综上所述，本发明的眼睑下垂检测方法及系统，能够以影像处理技术搭配机器视觉取得病患眼部信息，并以该眼部信息推导用以判断眼睑下垂的相关数据，及依该数据进行自动化检测提眼肌的功能及检测眼睑下垂的严重程度。借此，可以达到操作方便、大幅缩短测量时间及提升测量一致性等目的。

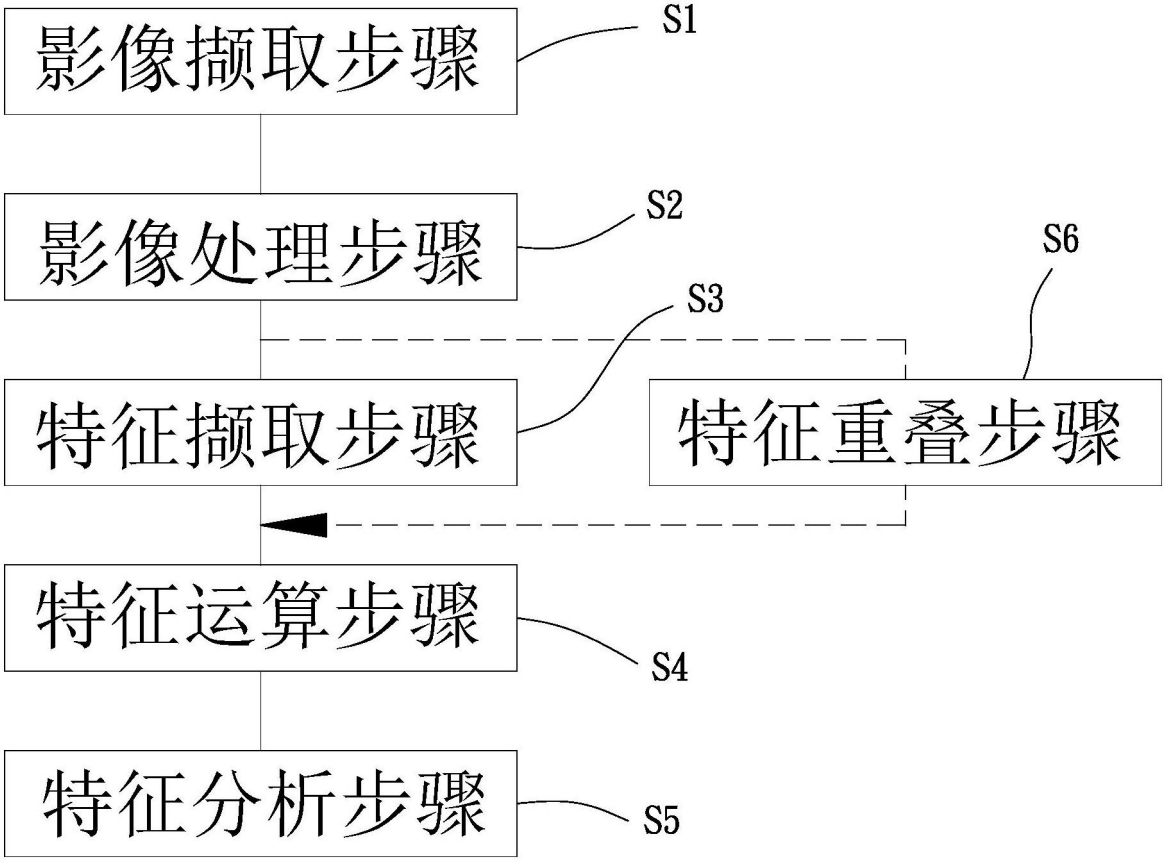


图1

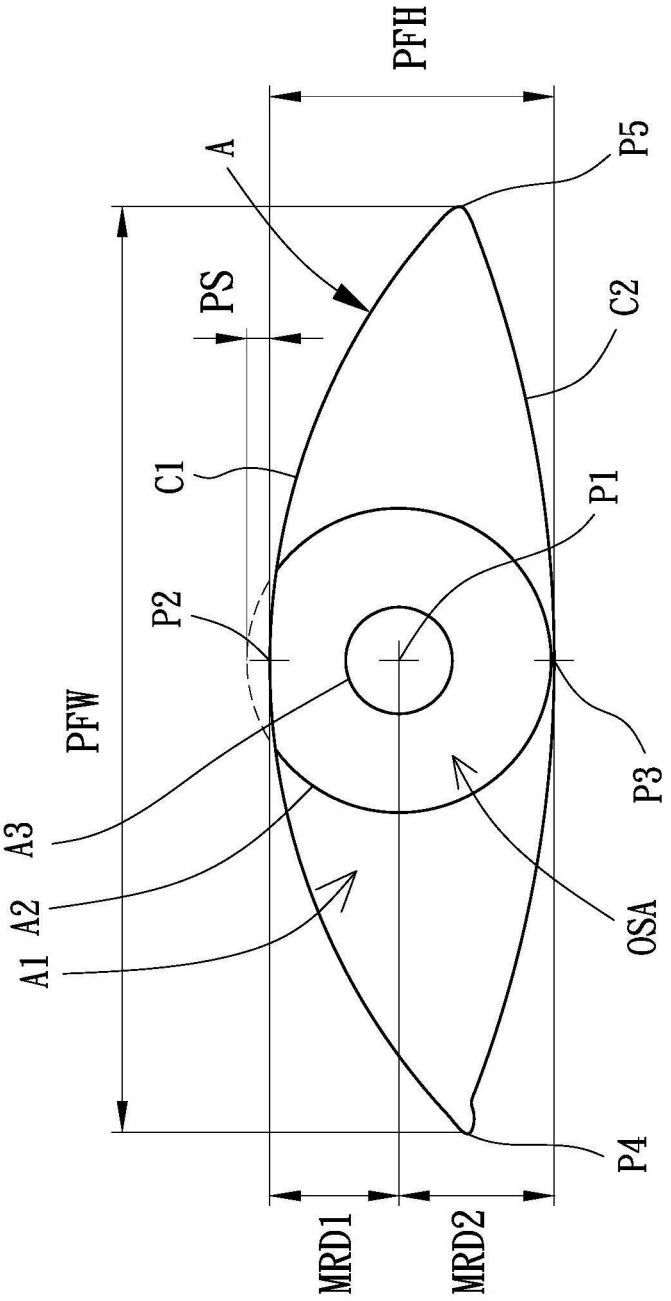


图2

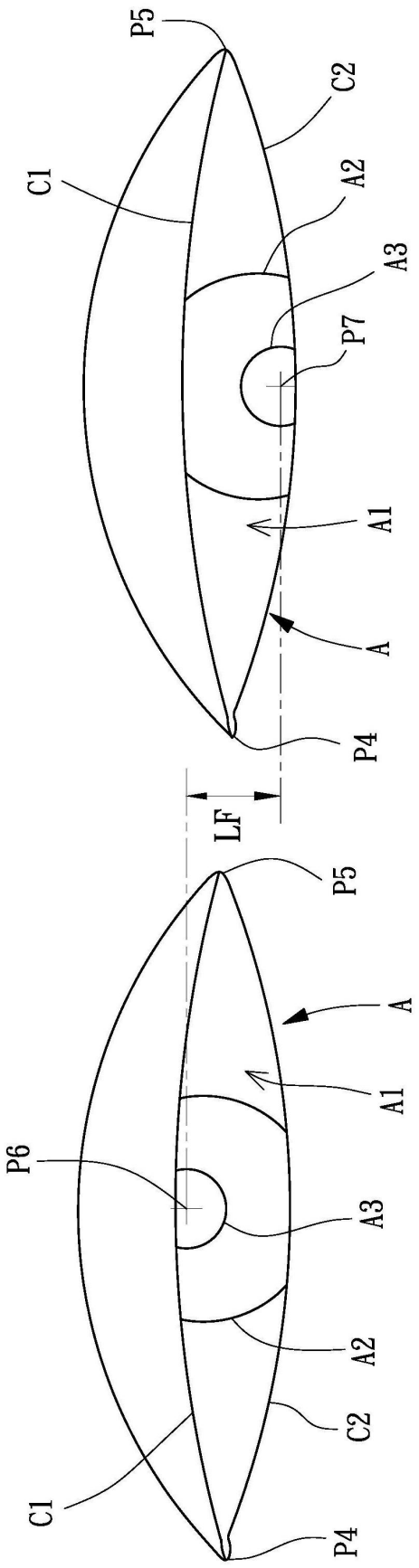


图3

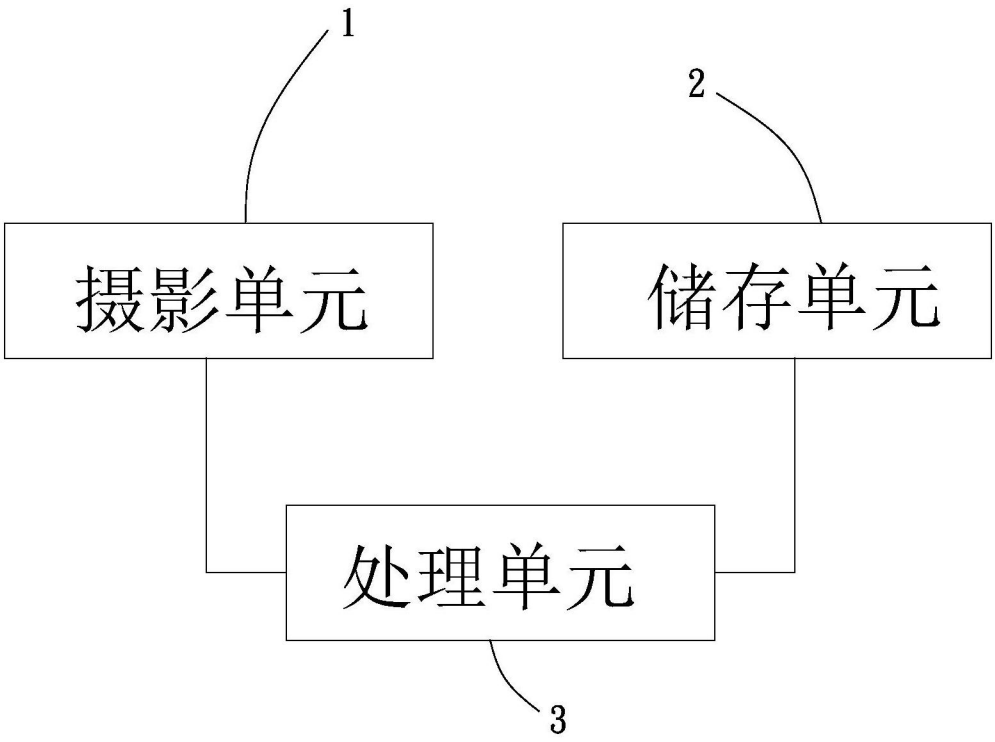


图4