

文章编号: 0258-7025(2003)Supplement-0161-03

一种新型数字式摄影验光仪

张涛, 邹林儿, 陈家璧, 李湘宁, 许陇云

(上海理工大学光学与电子信息工程学院, 上海 200093)

摘要 描述了一种新型的数字式摄影验光仪的摄影验光原理,介绍了该验光仪的双光路设计和主要图像处理过程。

关键词 信息光学; 摄影验光仪; 光学设计; 图像处理

中图分类号 TH773

文献标识码 A

A New Kind of Digital Optometer

ZHANG Tao, ZOU Lin-er, CHEN Jia-bi, LI Xiang-ning, XU Long-yun

(College of Optics and Electronics, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract The principle of a new kind of digital optometer is described. The optical design and image processing of the digital optometer are introduced in the paper.

Key words information optics; optometer; optical design; image processing

1 引言

数字式摄影验光仪是一种可以自动检测人眼屈光度的客观验光仪,适合于开展普查工作,特别对于合作能力差的儿童,视力普查方便、快速、准确。早在1974年美国学者Howland就发明了正交摄影验光方法,仅用一张照片就可以判断出被检者的屈光度。随后芬兰学者Kaninen于1979年提出了偏心摄影验光方法^[1]。基于这些理论,研制了多种摄影验光仪,例如美国的宝利来公司的摄影验光仪。但由于这种摄影验光仪处理数据的方法陈旧,精度较差,而且对于被检者的屈光度的测量所需时间过长。加之验光仪的成本很高,使得这种验光仪基本上没有市场。

我们以偏心验光的基本原理为基础,深入分析了拍摄像面上的光强分布^[2],对光路进行了改进。同时采用计算机作为工作的基本平台,使用图像处理的相关技术,以自动化为前提,研制了一台界面友好、操作简便、测量时间较短而精度较高的新型数字式摄影验光仪。这台新型的数字式摄影验光仪主要有以下两个不同于以前摄影验光仪的特点:一是光路设计,二是图像处理的方法。

2 光路设计

以前的摄影验光仪采用一张照片来分析被检者的屈光度,由一张照片测出被检者的眼瞳的直径大小以及眼瞳像上亮暗区的高度,进而求出被检者的屈光度。由以前的双裂隙偏心摄影验光拍摄的图像可以看出,图像处理的主要难度在于拍摄的图像的亮暗区的界线并不分明,眼瞳的边界也并不分明,因此从拍下的一张图像中同时求出眼瞳的直径以及眼瞳中亮暗区的高度是一件很困难的事情。为了弥补以上的缺陷,这台摄影验光仪采用了双光路系统,即同时拍下两幅图像,一幅带有被检者的屈光度信息,称为主瞳像,另一幅的图像中被检者的眼瞳部分是全亮的,称为辅瞳像,摄取眼瞳的直径以及位置信息。拍摄的图像如图1和图2所示。实际的基本结构如图3所示。

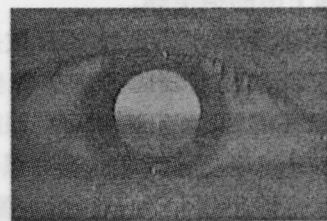


图1 主瞳像

Fig.1 Master pupil image

作者简介: 张涛(1975.5-),男,安徽阜阳人,上海理工大学光电学院光学工程硕士生,主要研究方向为光电精密测量。

E-mail: zhangtao863@sjtu.edu.cn

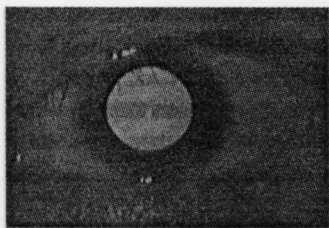


图2 辅瞳像

Fig.2 Slave pupil image

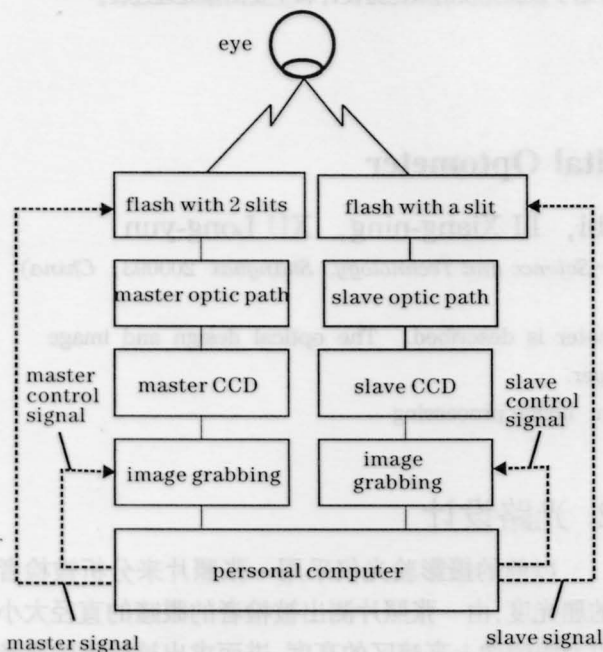


图3 仪器组成框图

Fig.3 Layout of optometer

3 软件设计

在验光仪和被验光者距离一定的条件下,被检眼的屈光度完全由眼瞳图像中暗区高度所决定。这里暗区高度是指:如果把眼瞳图像中黑白分界线看作弦,此弦的中垂线在暗区内的长度即暗区高度。如图4所示,暗区的高度由暗区上沿和下沿的纵坐标决定,因此图像处理的目的就是确定眼瞳图像中暗区的上沿和下沿的纵坐标。

对于辅瞳像,需要求得的特征参数是眼瞳中心坐标和直径,以便确定暗区下沿的纵坐标。由于CCD是隔行扫描图像,首先要用带有眼瞳信息的像素覆盖相邻无眼瞳信息的像素以祛除黑色条纹。然后剪切出带有完整眼瞳和部分虹膜的图像,这样可以减少图像处理的工作量。在实际的操作中只需在拍摄时对眼瞳进行定位瞄准,对拍下的图像以定位的中心进行剪切即可做到这一点。剪切的图像中可能含有噪音,需要进一步使用去噪音模板对图像平滑,消除噪音的影响。对图像进行二值化处理,要利

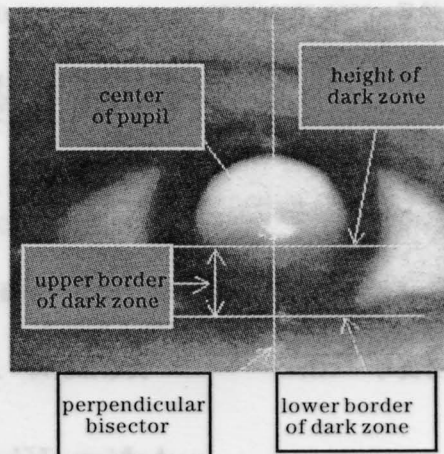


图4 眼瞳暗区示意图

Fig.4 Dark area of the pupil

用图像的统计规律。辅瞳像的眼瞳边缘阈值是从虹膜的暗带到眼瞳的亮带的一个锐变,其灰度值的个数应为最少的。这样,在辅瞳像的直方图上像素最少的灰度值即是辅眼瞳像的阈值。对辅瞳像二值化以后得到一个眼瞳中心很亮,眼瞳外很暗的图像,对眼瞳中心进行种子填充可求得眼瞳内的像素总数和每个像素的坐标值并随之求出辅眼瞳像的眼瞳中心坐标和半径。

主眼瞳像同样需要去除黑色条纹和剪切出眼瞳像及眼瞳像的边缘虹膜,并使用模板去除噪音。主眼瞳像的亮暗区之间不象辅眼瞳像那样的锐变。主眼瞳像的亮暗区之间存在一个过渡带,而且在过渡

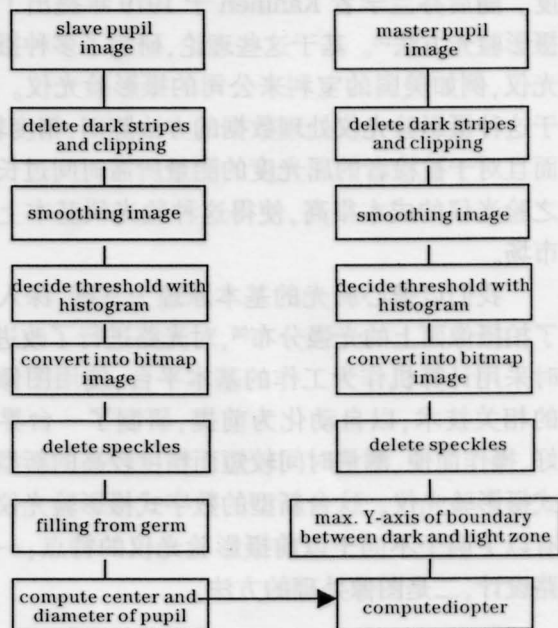


图5 图像处理流程图

Fig.5 Flow chart of image processing

带上存在着由于眼底角膜反射造成的光源像斑,这个像斑的亮度极大,可能会给二值化后的图像带来影响。由图像的统计规律出发,同样可取像素最少的灰度值作为主瞳像的阈值。在二值化后可沿着眼瞳的垂直方向作几条垂线求得主瞳像的黑白分界点的坐标,由于光源像斑的干扰,这些分界点的高度可能不一致,只要取最小值即可得到较精确的结果。

把由辅瞳像求得的眼瞳中心坐标和眼瞳直径代入主瞳像求得的结果即可得到眼瞳暗区的高度。

4 结 论

本验光仪采用了先进的计算机和图像处理技

术,结合独特的光路设计使得验光仪的计算速度较快,结果比较精确。

参 考 文 献

- 1 K. Kaninen. A simple method for screening of children with strabismus, ametropia by simu ametropia by simultaneous photography [J]. *Acta Ophthamol*, 1979, 57:600-611
- 2 Guo Xiaoi, Zhang Tao, Chen Jiabi et al.. Computer simulation of double-slit eccentric photorefraction [J]. *Journal of optoelectronics. laser(光电子·激光)*. 2001, 12(10):1043~1047. (in chinese)

Abstract: The process of a high-accuracy Co-Center Optical Element introduced. It consists of two perpendicular concentric circles. As the ratio of diameter to thickness is 25:1, it's obviously a ultra-thin element. Therefore, by analysis of the problem emerging during manufacturing, corresponding solutions were given.

Key words: applied optical multi-beam laser switch ball; ultra-thin element; co-center; equal thickness

... (faint text) ...

Table 1 Accuracy Index

Accuracy	Thickness tolerance
±0.02	±0.005
±0.03	±0.005
±0.04	±0.005
±0.05	±0.005
±0.06	±0.005
±0.07	±0.005
±0.08	±0.005
±0.09	±0.005
±0.10	±0.005

... (faint text) ...