

牙颌模型激光扫描双轴系统设计*

易亚星 李忠科 邓方林 姚 森^a

(第二炮兵工程学院计算中心, 西安, 710025)

(^a中国人民解放军第一七四医院口腔正畸中心, 厦门, 361000)

摘要: 介绍了一种根据牙颌模型的结构特点设计的专用激光扫描系统。该系统采用独特的双轴运动结构, 有效地消除了扫描盲区, 简洁高效。

关键词: 激光技术 三维扫描 牙颌模型 CCD

Dental cast laser scanning system

Yi Yaxing, Li Zhongke, Deng Fanglin, Yao Sen^a

(Computer Center, The Second Artillery Engineering College, Xi'an, 710025)

(^a Center of Orthodontics, No. 174 Hospital of PLA, Xiamen, 361000)

Abstract: Based on the properties of dental cast, this paper describes a laser scanning system with special two axes. The system has no blind area, it's simple and effective.

Key words: laser technology 3D scan dental cast CCD

引 言

在口腔正畸治疗中, 牙颌模型既是诊断的依据, 又是设计治疗方案的工具, 必须对牙颌模型进行精确的测量、分析和拼对。长期以来, 这部分工作依靠手工完成, 其精度和效率都难如人意。由手工操作向自动化方向发展是口腔医学发展的必然趋势。而计算机获取牙颌模型的三维数字化信息则是实现由手工操作到计算机操作的前提。我们介绍了最新设计的一种激光扫描装置, 它采用独特的双轴运动结构, 能有效地消除扫描盲区, 快速获取牙颌模型的三维数字化信息。

1 激光测距原理

激光测距的方法有多种, 我们采用三角测量法。其原理如图 1 所示, 激光束照射到待测物体表面, 在其上形成漫反射光斑, 光斑经成像物镜在 CCD 器件上成像。测点距参考平面的距离 d 决定了 CCD 器件上像点 P 的位置。这样, 通过解读出 P 的位置即可计算出待测距离 d 。

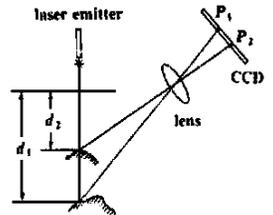


Fig. 1 Principle of laser triangulation

2 扫描方式设计

文献[1]描述了 4 种扫描方式, 但都不能消除扫描盲区。文献[2]描述的扫描方式虽然消除了扫描盲区, 但结构复杂。能否根据牙颌模型的结构特点, 找到一种简洁而有效的扫描方式

* 国家自然科学基金资助。



Fig.2 A dental cast photo

呢? 我们先来分析一下牙颌模型的结构特点。

图 2 是一个牙颌模型, 我们用一个虚的圆环体嵌上去, 结果发现, 模型上所有的牙齿都包容在圆环体内, 并且, 牙齿上的每一点, 都可以从与该点对应的圆环体表面法线方向观察到。因此, 理想的扫描方式应该是沿圆环体表面进行, 在扫描过程中, 激光应始终垂直圆环体表面。

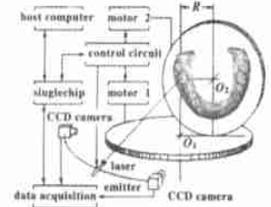


Fig. 3 Block diagram of laser scanning system

3 扫描原理

通过上面的分析, 我们设计出如图 3 所示的扫描机构: 水平放置的底盘可由步进电机控制绕竖轴转动。垂直于底盘的竖盘, 其轴固定在底盘上, 可由步进电机控制绕水平轴转动。两盘的转动轴相对固定, 其水平距离 R 为前述圆环体的半径。在竖盘正前方与竖盘轴心 O_2 等高的位置放置激光源和 CCD 镜头。

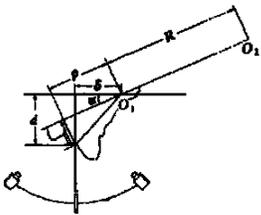


Fig. 4 Principle of 3D scan

两 CCD 镜头的光轴互相垂直且都与激光束成 45° 角, 它们与竖盘轴心 O_2 在同一水平面。如何通过激光测距得到模型上每一点的三维坐标呢? 其几何原理如图 4 所示。图中, O_1 为底盘中心; O_2 为竖盘中心; R 为两盘中心 O_1O_2 的距离在底盘上的投影; δ_x 为激光束与 O_1 的距离在底盘上的投影; δ_y 为激光束与 O_2 的距离在既垂直于底盘又垂直于竖盘的平面上的投影; d 为激光测距采样结果; α 为竖盘旋转角度; θ 为底盘旋转角度。其中, δ_x, δ_y 为装配误差(设计值为 0)。

每一个采样点的三维坐标 (x, y, z) 为:

$$x = \sqrt{(R + \delta_x \times \cos\alpha + d \times \sin\alpha)^2 + \delta_y^2} \times \cos\theta$$

$$y = \sqrt{(R + \delta_x \times \cos\alpha + d \times \sin\alpha)^2 + \delta_y^2} \times \sin\theta$$

$$z = d \times \cos\alpha + \delta_x \times \sin\alpha$$



Fig. 5 A dental image reconstructed by computer

4 系统结构

系统的结构如图 3

所示, 采用单片机作为扫描系统的控制中枢, 它通过控制电路控制激光器的电源开关及两个步进电机的转动, 并通过数据采集电路将数据采集到单片机。PC 机在扫描过程中的作用是启动扫描过程, 接收单片机传来的扫描数据, 并将扫描数据转换为相应的三维坐标值。PC 机的主要作用是扫描后的应用处理, 包括三维重构、多项测量及治疗分析等(因内容较多, 作者将另撰文阐述)。图 5 和图 6 是由计算机再现的牙颌模型。



Fig. 6 A pair of dental casts reconstructed by computer

5 主要技术指标

激光波长: 650nm; 激光束直径: 1mm; 测量误差: ± 0.01 mm; 深度量程: 0~ 25mm; 采样频率: 15kHz; 扫描一个模型时间: 20min; 外形尺寸: 40mm \times 40mm \times 25mm; 重量: 7.5kg。

KTP/YAG 多波长医用激光系统研究

张方海 李正佳 朱长虹 秦 军 李亚华
(华中科技大学激光医学研究中心, 武汉, 430074)

摘要: 提出了利用激光进行肿瘤治疗的方案, 并设计出多功能 KTP/YAG 1064nm, 532nm, 1319nm 和 660nm 多波长医用激光系统, 该系统可用于肿瘤的激光综合治疗。

关键词: KTP/YAG 激光 多波长 光动力学治疗

A multi-wavelength medical KTP/YAG laser system

Zhang Fanghai, Li Zhengjia, Zhu Changhong, Qin Jun, Li Yahua
(Research Center of Laser Medicine, HUST, Wuhan, 430074)

Abstract: The method of using laser to treat tumour is presented. A medical KTP/YAG laser system has been designed with wavelengths of 1064nm, 532nm, 1319nm and 660nm. It can be used to treat tumour.

Key words: KTP/YAG laser multi-wavelength photodynamic therapy

引 言

激光光动力学(photodynamic therapy 简称 PDT)是一项治疗肿瘤新技术,它具有选择性破坏肿瘤的特点,国内外一直把该项医疗技术列入重点科研项目。美国 FDA 已将 PDT 正式批准列入治疗食道癌的行列。多年的临床实践表明: PDT 在常见肿瘤如食道癌、肺癌、鼻咽癌、膀胱癌、宫颈癌、各种皮肤肿瘤、血管瘤、血管性鲜红斑痣等疾病的治疗中已得到应用。

激光治疗肿瘤是和激光技术的发展同步的,高功率激光可以对肿瘤组织进行直接破坏,达

6 讨 论

笔者提出的系统是针对牙颌模型的结构特点而设计的专用扫描系统。只有两根运动轴,与现有的双轴系统^[1,3]相比,结构巧妙,有效地消除了扫描死角。与国外已有的三轴系统^[2]相比,结构简单,减少了引起误差的运动环节,降低了成本。其缺点是通用性差,基本上只能用于牙颌模型的三维扫描。

参 考 文 献

- 1 柯 杰. 牙颌畸形辅助诊断及辅助矫治设计系统的建立与应用. 第四军医大学博士学位论文, 1995
- 2 Takayuki K, Nobuyoshi M, Reiji T *et al.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics October, 1996; 110(4): 365~ 369
- 3 姚 森, 李忠科. 牙颌模型激光三维扫描与计算机仿真排牙研究. 中国科协第三届青年学术年会论文集, 中国科协第三届青年学术年会, 北京人民大会堂, 1998, 北京: 科学出版社, 1998: 128~ 130

作者简介: 易亚星, 男, 1966 年 10 月出生。讲师, 博士研究生。研究方向为计算机测控、图形图像。