



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113064176 B

(45) 授权公告日 2023. 09. 05

(21) 申请号 202110316854.0

(22) 申请日 2021.03.18

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113064176 A

(43) 申请公布日 2021.07.02

(73) 专利权人 吉林大学
地址 130012 吉林省长春市长春高新技术
产业开发区前进大街2699号

(72) 发明人 罗冬旭 温善鹏 周敬然 沈亮
郭文滨 董玮 张昕东 刘彩霞
阮圣平

(74) 专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任
公司 22201
专利代理师 刘世纯 王恩远

(51) Int.Cl.

G01S 15/89 (2006.01)

G01S 15/10 (2006.01)

G01S 7/521 (2006.01)

G05B 19/042 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 106802410 A, 2017.06.06

CN 102999986 A, 2013.03.27

WO 2014151362 A2, 2014.09.25

DE 102018121543 A1, 2019.03.07

Kong Ming et al..Ultrasonic ranging
system based on FPGA.Instrument
Techniques and sensor.2014,全文.

审查员 张耀天

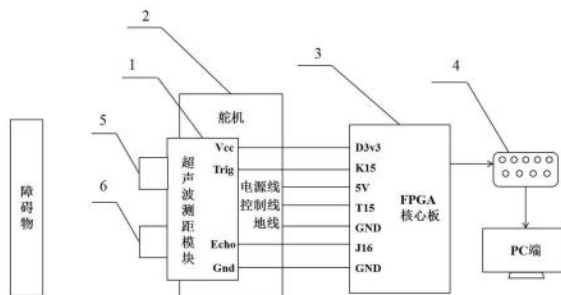
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于现场可编程门阵列的超声波测绘系统

(57) 摘要

一种基于现场可编程门阵列(FPGA)的超声波测绘系统,属于障碍物形状超声波测试技术领域。由FPGA核心板、超声波测距模块、舵机和带有COM接口的PC机组成。FPGA核心板作为主控,连接超声波测距模块、舵机和COM接口;在舵机上转轴的带动下,超声波测距模块对障碍物的一个点进行三次测距,然后对三次测距的回波信号计算结果进行均值计算;COM接口与FPGA核心板相连,通过在FPGA核心板上设计串口协议实现将均值计算得到的距离数据发送到电脑端,最后由电脑端的上位机软件导入得到的数据,最终将障碍物的形状以图形化的方式显示出来。本发明所述系统能够提高测绘的精度以及能够实时显示测绘图形。



1. 一种基于现场可编程门阵列的超声波测绘系统,其特征在于:由现场可编程门阵列核心板、超声波测距模块、舵机和带有COM接口的PC机组成;

所述现场可编程门阵列核心板作为主控,同时连接超声波测距模块、舵机和COM接口;系统初始化后,现场可编程门阵列核心板内部发出频率为50MHz、周期为20ns的时钟信号,在该时钟信号下能够令触发信号高电平的持续时间为500个时钟周期,低电平的持续时间为999500个时钟周期,现场可编程门阵列核心板的超声波控制引脚K15发出电压为3.3V、频率为50Hz、脉冲宽度为10 μ s的触发信号输入到超声波测距模块的Trig引脚;现场可编程门阵列核心板的舵机控制引脚T15连接舵机的控制线,依次发出100个电压为3.3V、频率为50Hz、周期为20ms的不同占空比的方波信号,每个方波信号以占空比2.5%为基准,依次增加0.1%;每个不同占空比的方波信号重复发送三次,以此实现舵机上转轴带动的超声波测距模块在一个点进行三次测距;现场可编程门阵列核心板的超声波接收引脚J16连接超声波测距模块的Echo引脚,用于接收超声波测距模块发出的回波信号,实现方式是首先检测到回波信号的上升沿时开启高速计数器,检测到回波信号下降沿时高速计数器停止工作,计数器计出的个数count乘以时钟周期得到回波信号高电平持续时间,然后利用公式 $S=vt/2$ 计算出障碍物与超声波测距模块间的距离从而完成回波信号计算,其中v指的是超声波在空气中的传播速度340m/s,t指的是高速计数器所测得的回波信号高电平持续时间;然后对在同一个点进行三次测距的回波信号计算结果进行均值计算,进而最终距离结果的准确性;所述COM接口与现场可编程门阵列核心板相连,通过在现场可编程门阵列核心板上设计串口协议实现将均值计算得到的距离数据发送到PC机,最后PC机的上位机软件导入得到的数据,最终将障碍物的形状以图形化的方式显示出来。

2. 如权利要求1所述的一种基于现场可编程门阵列的超声波测绘系统,其特征在于:超声波测距模块共有4个引脚,其中Vcc引脚连接现场可编程门阵列核心板的D3v3电源输出引脚,用于输入3.3v电压;Trig引脚与现场可编程门阵列核心板的超声波控制引脚K15连接,接收电压为3.3V、脉冲宽度大于10 μ s的触发信号;Echo引脚连接现场可编程门阵列核心板的超声波接收引脚J16,用于输出电压3.3V、脉冲宽度与距离成正比的回波信号;Gnd引脚连接现场可编程门阵列核心板的GND引脚,当现场可编程门阵列核心板发送触发信号后,超声波测距模块内部自动发出8个周期25 μ s、占空比50%的脉冲信号,该脉冲信号驱动超声波测距模块上的发射超声波压电晶体发射出频率为40kHz、声压在117dB以上的超声波,当超声波触碰到障碍物后会发生反射,反射信号被超声波测距模块上的接收超声波压电晶体接收,超声波测距模块的Echo引脚会发射出一回波脉冲信号,其脉冲宽度与超声波测距模块和障碍物的距离成正比。

3. 如权利要求1所述的一种基于现场可编程门阵列的超声波测绘系统,其特征在于:舵机用于带动超声波测距模块旋转,以舵机为中心对障碍物完成180°范围内100个以上点的测距工作,舵机共有3条导线,其中电源线连接现场可编程门阵列核心板的5v电源输出引脚,地线连接现场可编程门阵列核心板的GND引脚,控制线连接现场可编程门阵列核心板的舵机控制引脚T15,用于接收现场可编程门阵列核心板发出的不同占空比的方波信号,每个方波信号以占空比2.5%为基准,依次增加0.1%,舵机转轴对应转动1.8°。

4. 如权利要求1所述的一种基于现场可编程门阵列的超声波测绘系统,其特征在于:现场可编程门阵列核心板选用AX309型号的开发板,该板使用的芯片是SPARTAN6系列,型号为

XC6SLX9-2FTG256C;超声波测距模块选用的是HC-SR04模块;舵机选用SG90型舵机云台;上位机采用MATLAB软件编写。

一种基于现场可编程门阵列的超声波测绘系统

技术领域

[0001] 本发明属于障碍物形状超声波测试技术领域,具体涉及一种基于现场可编程门阵列(FPGA)的超声波测绘系统。

背景技术

[0002] 在无人机、机器人等应用领域,人们通常需要了解周边障碍物的形状、大小以及空间位置进行测定并绘制成图,据此来进行避障或转向等操作;基于传感器的已经相对成熟并应用较为普遍的技术主要有:红外探测技术,激光测距技术,雷达探测技术与超声波测绘技术,其中红外探测技术是利用传感器发射红外线,根据反射接收到的信息确定障碍物的距离,其优点是成本低、精度高,但同时在红外线传播过程中受环境影响较大,如光强、物体颜色等因素的干扰。激光测距技术同样是根据反射信号判断障碍物情况,激光能量大具有方向性好、精度高、抗干扰能力高等优点,但因为其价格昂贵,设备不易维护等原因不利于大众化和普及化,目前应用面较窄。雷达探测技术是通过传感器发射电磁波,但易收到其他电磁波的干扰,且电路结构复杂、价格昂贵,故而主要应用于军工产业,在这些测绘技术中,基于超声波测距的测绘技术因其方向性好、抗干扰能力强、成本低廉等优点而受到广泛关注。但如今大多数超声波测距系统采用的是单片机作为控制系统,由于频率的限制,对超声波测距系统的精度与实时性都会产生一定的影响。FPGA是一种运行速度快、内部资源丰富、可重构能力强的高精度逻辑器件,在现代电子技术领域,尤其是高速数据采集等方面都有较为广泛的应用,能有效解决传统超声波测距系统在可靠性、可调试性、实时性和测量精度等方面的不足。为了提高测绘的精度以及能够实时显示测绘图形,本发明提出一种基于FPGA的超声波测绘系统。

发明内容

[0003] 本发明提供了一种基于现场可编程门阵列(FPGA)的超声波测绘系统,其能够实现实时显示障碍物形状的目的。

[0004] 本发明所述的一种基于现场可编程门阵列(FPGA)的超声波测绘系统由现场可编程门阵列(FPGA)核心板、超声波测距模块、舵机和带有COM接口的PC机组成。

[0005] 所述FPGA核心板作为主控,同时连接超声波测距模块、舵机和COM接口;如附图3所示,系统初始化后,FPGA核心板内部发出50MHz(周期为20ns)的时钟信号,在该时钟信号下能够令后面的触发信号高电平的持续时间为500个时钟周期,低电平的持续时间为999500个时钟周期,这样FPGA核心板的超声波控制引脚K15就能够发出电压为3.3V、频率为50Hz(周期为20ms)、脉冲宽度为10 μ s的触发信号输入到超声波测距模块的Trig引脚;FPGA核心板的舵机控制引脚T15连接舵机的控制线,依次发出100个电压为3.3V、频率为50Hz(周期为20ms)的不同占空比(每个方波信号以占空比2.5%为基准,依次增加0.1%)的方波信号;为了提高测量结果的准确性,同时满足时序的要求,每个不同占空比的方波信号重复发送三次,以此实现舵机上转轴带动的超声波测距模块在一个点能够进行三次测距(上述方波信

号可以使舵机转轴及超声波测距模块在一个点停留60ms,在这个时间内超声波测距模块一直在测距,一共能够输入3次触发信号(周期20ms),进而能够完成3次的测距,FPGA核心板就对这3次测距的结果进行采集);FPGA核心板的超声波接收引脚J16连接超声波测距模块的Echo引脚,用于接收超声波测距模块发出的回波信号,实现方式是首先检测到回波信号的上升沿时开启高速计数器,检测到回波信号下降沿时高速计数器停止工作,计数器计出的个数count乘以时钟周期(20ns)就是回波信号高电平持续时间(即超声波的渡越时间),最终利用公式 $S=vt/2$ 计算出障碍物与超声波测距模块间的距离从而完成回波信号计算,其中v指的是超声波在空气中的传播速度(为340m/s),t指的是高速计数器所测得的回波信号高电平持续时间;然后对在同一个点进行三次测距的回波信号计算结果进行均值计算,提高最终距离结果的准确性;

[0006] 所述超声波测距模块共有4个引脚,其中Vcc引脚连接FPGA核心板的D3v3电源输出引脚,用于输入3.3v电压;Trig引脚与FPGA核心板的超声波控制引脚K15连接,超声波测距模块对该输入信号的要求是电压为3.3V、脉冲宽度大于10 μ s的信号;Echo引脚连接FPGA核心板的超声波接收引脚J16,用于输出电压3.3V、脉冲宽度与距离成正比的回波信号;Gnd引脚连接FPGA核心板的GND引脚,当FPGA核心板发送触发信号后,超声波测距模块内部自动发出8个周期25 μ s、占空比50%的脉冲信号,该脉冲信号驱动超声波测距模块上的发射超声波压电晶体5发射出频率为40kHz、声压在117dB以上的超声波,当超声波触碰到障碍物后会发生反射,反射信号被超声波测距模块上的接收超声波压电晶体6接收,超声波测距模块的Echo引脚会发射出一回波脉冲信号,其脉冲宽度与超声波测距模块和障碍物的距离成正比,超声波测距模块的驱动时序如附图1所示。

[0007] 所述舵机用于带动超声波测距模块旋转(舵机自身所带的转轴转动,带动超声波测距模块转动)以舵机为中心,对障碍物完成180°范围内100个以上点的测距工作,舵机共有3条导线,其中电源线连接FPGA核心板的5v电源输出引脚,地线连接FPGA核心板的GND引脚,控制线连接FPGA核心板的舵机控制引脚T15,用于接收FPGA核心板发出的不同占空比的方波信号,每个方波信号以占空比2.5%为基准,依次增加0.1%,舵机转轴对应转动1.8°。

[0008] 所述COM接口与FPGA核心板相连,通过在FPGA核心板上设计串口协议实现将均值计算得到的距离数据发送到电脑端,最后电脑端的上位机软件导入得到的数据,最终将障碍物的形状以图形化的方式显示出来。本发明所述系统能够提高测绘的精度以及能够实时显示测绘图形。

附图说明

[0009] 图1是本发明提供的超声波测距模块的驱动时序图;

[0010] 图2是本发明提供的一种基于现场可编程门阵列(FPGA)的超声波测绘系统的示意图;

[0011] 图3是本发明提供的一种基于现场可编程门阵列(FPGA)的超声波测绘系统的FPGA核心板内部逻辑流程图。

[0012] 图中:超声波测距模块1、舵机2、FPGA核心板3、带有COM接口的PC端4、发射超声波压电晶体5、接收超声波压电晶体6。

具体实施方式

[0013] 下面将结合实施例与附图对本发明一种基于FPGA的超声波测绘系统作进一步的详细描述。

[0014] 实施例1:参考图2是本发明提供的一种基于FPGA的超声波测绘系统的示意图,如图2、图3所示,所述现场可编程门阵列(FPGA)核心板3作为主控,同时连接超声波测距模块1、舵机2和带有COM接口的PC端4;系统初始化后,现场可编程门阵列核心板3内部发出频率为50MHz、周期为20ns的时钟信号,现场可编程门阵列核心板3的超声波控制引脚K15发出电压为3.3V、频率为50Hz、脉冲宽度为10 μ s的触发信号输入到超声波测距模块的Trig引脚;在该时钟信号下能够令触发信号高电平的持续时间为500个时钟周期,低电平的持续时间为999500个时钟周期;现场可编程门阵列核心板3的舵机2控制引脚T15连接舵机2的控制线,依次发出100个电压为3.3V、频率为50Hz、周期为20ms的不同占空比的方波信号,每个方波信号以占空比2.5%为基准,依次增加0.1%;每个不同占空比的方波信号重复发送三次,以此实现舵机上转轴带动的超声波测距模块在一个点进行三次测距;现场可编程门阵列核心板1的超声波接收引脚J16连接超声波测距模块1的Echo引脚,用于接收超声波测距模块1发出的回波信号,实现方式是首先检测到回波信号的上升沿时开启高速计数器,检测到回波信号下降沿时高速计数器停止工作,计数器计出的个数count乘以时钟周期得到回波信号高电平持续时间,然后利用公式 $S=vt/2$ 计算出障碍物与超声波测距模块间的距离从而完成回波信号计算,其中v指的是超声波在空气中的传播速度340m/s,t指的是高速计数器所测得的回波信号高电平持续时间。

[0015] 本发明中舵机2的旋转通过FPGA发射不同占空比、周期为20ms的方波信号来实现,当方波信号的脉冲宽度发生变化时,舵机2转轴的角度发生对应的改变,同时带动超声波测距模块转动,根据FPGA的高频特性,能够将每个点转动的角度最小化,实现对障碍物180°的扫描,通过重复设置每个点角度对应的方波信号,能够实现在同一个点距离数据的多次测量,将每次测量得到的距离数据算出平均值,作为每点最终的距离数据,能够得到180°范围内不同点的距离数据。本发明对在同一个点进行三次测距的回波信号计算结果进行均值计算,进而最终距离结果的准确性;所述COM接口与现场可编程门阵列核心板3相连,通过在现场可编程门阵列核心板3上设计串口协议实现将均值计算得到的距离数据发送到PC机,最后PC机的上位机软件导入得到的数据,最终将障碍物的形状以图形化的方式显示出来。

[0016] 超声波测距模块1共有4个引脚,其中Vcc引脚连接现场可编程门阵列核心板3的D3v3电源输出引脚,用于输入3.3v电压;Trig引脚与现场可编程门阵列核心板3的超声波控制引脚K15连接,接收电压为3.3V、脉冲宽度大于10 μ s的触发信号;Echo引脚连接现场可编程门阵列核心板3的超声波接收引脚J16,用于输出电压3.3V、脉冲宽度与距离成正比的回波信号;Gnd引脚连接现场可编程门阵列核心板3的GND引脚,当现场可编程门阵列核心板3发送触发信号后,超声波测距模块1内部自动发出8个周期25 μ s、占空比50%的脉冲信号,该脉冲信号驱动超声波测距模块1上的发射超声波压电晶体5发射出频率为40kHz、声压在117dB以上的超声波,当超声波触碰到障碍物后会发生反射,反射信号被超声波测距模块1上的接收超声波压电晶体6接收,超声波测距模块的Echo引脚会发射出一回波脉冲信号,其脉冲宽度与超声波测距模块和障碍物的距离成正比。

[0017] 舵机2用于带动超声波测距模块1旋转,以舵机2为中心对障碍物完成180°范围内

100个以上点的测距工作,舵机2共有3条导线,其中电源线连接现场可编程门阵列核心板3的5v电源输出引脚,地线连接现场可编程门阵列核心板3的GND引脚,控制线连接现场可编程门阵列核心板3的舵机1控制引脚T15,用于接收现场可编程门阵列核心板3发出的不同占空比的方波信号,每个方波信号以占空比2.5%为基准,依次增加0.1%,舵机转轴对应转动 1.8° 。

[0018] 本发明中通过图形化的显示方式,使数据更加直观地在上位机上显示出障碍物空间几何形状。本实施例所使用的FPGA核心板选用Xilinx公司的AX309型号的开发板,该板使用的FPGA芯片是Xilinx公司的SPARTAN6系列,型号为XC6SLX9-2FTG256C;超声波测距模块选用的是HC-SR04模块;舵机选用SG90型舵机云台;上位机采用MATLAB软件编写。

[0019] 以上说明描述了本发明的基本原理和优点,在不脱离本发明精神和范围的前提下,还会有相应的变化和改进;本领域人员对其所进行的变化和改动都应在本发明所附权利要求的保护范围内。

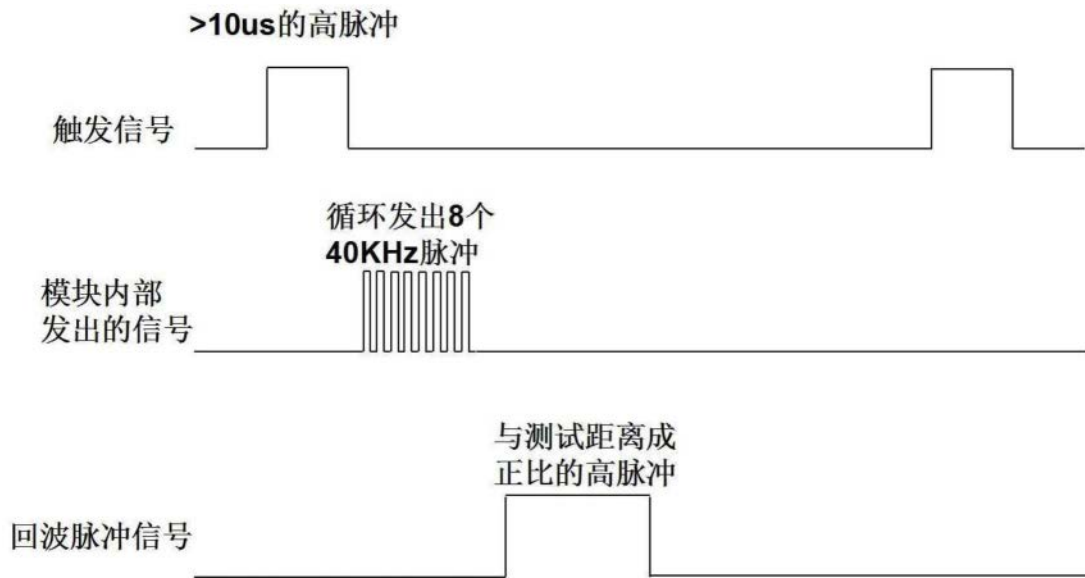


图1

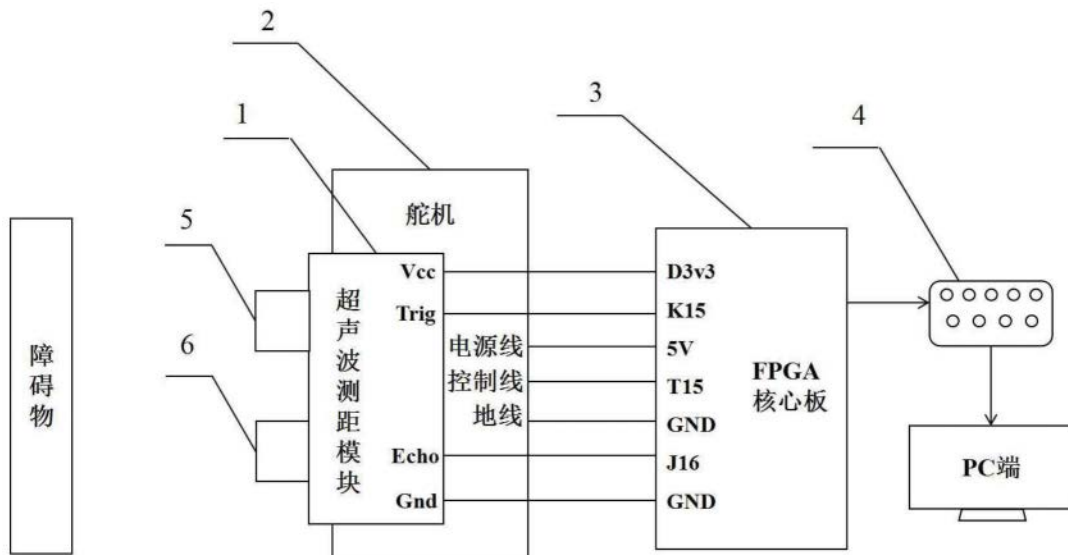


图2

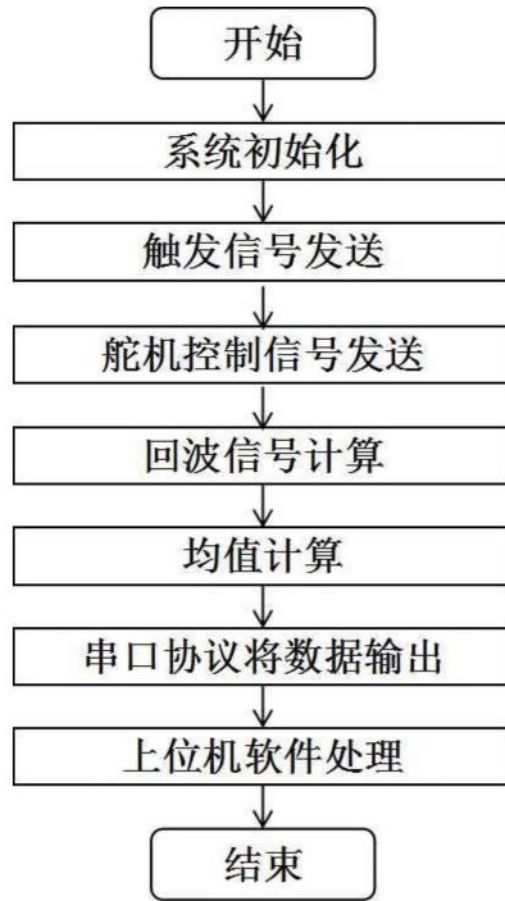


图3