



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106483497 B

(45)授权公告日 2020.02.07

(21)申请号 201610916371.3

(22)申请日 2016.10.20

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106483497 A

(43)申请公布日 2017.03.08

(66)本国优先权数据
201510977952.3 2015.12.23 CN

(73)专利权人 北京凌宇智控科技有限公司
地址 100086 北京市海淀区北三环西路48号3号楼12层15B

(72)发明人 张道宁 赵曦

(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262
代理人 蒋冬梅 栗若木

(51)Int.Cl.

G01S 5/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 102636774 A, 2012.08.15,
CN 102636774 A, 2012.08.15,
CN 206258572 U, 2017.06.16,
CN 102121827 A, 2011.07.13,
CN 103033183 A, 2013.04.10,
CN 105157697 A, 2015.12.16,
CN 103542847 A, 2014.01.29,
WO 2005089488 A2, 2005.09.29,
EP 1843233 A1, 2007.10.10,
杨凌辉.基于光电扫描的大尺度空间坐标测量定位技术研究.《中国博士学位论文全文数据库 工程科技I辑》.2012,(第5期),

审查员 徐建营

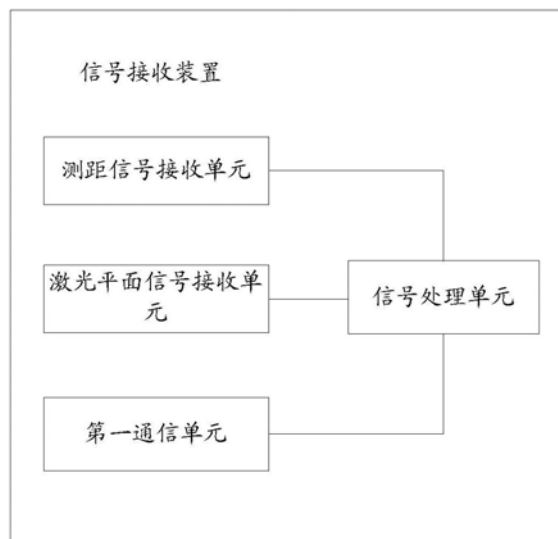
权利要求书4页 说明书16页 附图4页

(54)发明名称

一种信号接收装置及三维空间定位系统

(57)摘要

一种信号接收装置,包括:测距信号接收单元、激光平面信号接收单元以及信号处理单元;信号处理单元连接测距信号接收单元以及激光平面信号接收单元;测距信号接收单元,用于检测测距信号;激光平面信号接收单元,用于检测第一激光平面信号以及第二激光平面信号;信号处理单元,用于根据检测到第一激光平面信号的第一时刻、检测到第二激光平面信号的第二时刻以及检测到测距信号的第三时刻,计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标。



1. 一种信号接收装置,其特征在于,所述信号接收装置与信号发送装置搭配使用,所述信号发送装置用于从三维测量坐标系的原点发送测距信号、绕着第一旋转轴旋转发送第一激光平面信号以及绕着第二旋转轴旋转发送第二激光平面信号,其中,第一旋转轴与第二旋转轴为三维测量坐标系的两个坐标轴;所述信号接收装置包括:测距信号接收单元、激光平面信号接收单元以及信号处理单元;信号处理单元连接测距信号接收单元以及激光平面信号接收单元;

测距信号接收单元,用于检测测距信号;激光平面信号接收单元,用于检测第一激光平面信号以及第二激光平面信号;信号处理单元,用于根据检测到第一激光平面信号的第一时刻、检测到第二激光平面信号的第二时刻以及检测到测距信号的第三时刻,计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标;

所述信号处理单元,用于通过以下方式计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标:

根据信号发送装置发送第一激光平面信号的第一参考时刻、发送第二激光平面信号的第二参考时刻、信号接收装置检测到第一激光平面信号的第一时刻、检测到第二激光平面信号的第二时刻,确定第一旋转角度以及第二旋转角度;根据信号发送装置发送测距信号的第三参考时刻以及信号接收装置检测到测距信号的第三时刻,确定信号接收装置与信号发送装置之间的距离;根据所述第一旋转角度、所述第二旋转角度以及所述距离,确定信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标;

其中,所述第一旋转角度为所述第一时刻所述第一激光平面信号相对于第一旋转轴与第二旋转轴所确定平面的角度,所述第二旋转角度为所述第二时刻所述第二激光平面信号相对于第一旋转轴与第二旋转轴所确定平面的角度。

2. 根据权利要求1所述的信号接收装置,其特征在于,所述信号接收装置还包括第一通信单元,用于获取信号发送装置发送第一激光平面信号的第一参考时刻、发送第二激光平面信号的第二参考时刻、发送第三激光平面信号的第三参考时刻。

3. 根据权利要求1所述的信号接收装置,其特征在于,所述第一旋转轴与所述第二旋转轴相互垂直。

4. 根据权利要求1所述的信号接收装置,其特征在于,所述测距信号接收单元,包括多个测距信号接收器;所述激光平面信号接收单元包括多个光电感应电路。

5. 根据权利要求4所述的信号接收装置,其特征在于,所述信号处理单元,包括:第一信号控制器,用于分别对接收到的每一路测距信号、每一路第一激光平面信号以及每一路第二激光平面信号进行处理,记录接收到每一路测距信号的时刻、接收到每一路第一激光平面信号的时刻以及接收到每一路第二激光平面信号的时刻;按照第一预设融合方式对接收到每一路第一激光平面信号的时刻进行处理,得到第一时刻;按照第二预设融合方式对接收到每一路第二激光平面信号的时刻进行处理,得到第二时刻;按照第三预设融合方式对接收到每一路测距信号的时刻进行处理,得到第三时刻;根据第一时刻、第二时刻以及第三时刻,计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标。

6. 根据权利要求4所述的信号接收装置,其特征在于,所述信号处理单元,包括:多路信号处理电路以及第二信号控制器,所述第二信号控制器连接所述多路信号处理电路;

所述多路信号处理电路,用于分别对接收到的每一路测距信号、每一路第一激光平面

信号以及每一路第二激光平面信号进行处理,并将处理结果通知所述第二信号控制器;

所述第二信号控制器,用于根据所述多路信号处理电路通知的处理结果,记录接收到每一路测距信号的时刻、接收到每一路第一激光平面信号的时刻以及接收到每一路第二激光平面信号的时刻;按照第一预设融合方式对接收到每一路第一激光平面信号的时刻进行处理,得到第一时刻;按照第二预设融合方式对接收到每一路第二激光平面信号的时刻进行处理,得到第二时刻;按照第三预设融合方式对接收到每一路测距信号的时刻进行处理,得到第三时刻;根据第一时刻、第二时刻以及第三时刻,计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标。

7. 根据权利要求6所述的信号接收装置,其特征在于,所述多路信号处理电路,包括:运算放大电路、滤波电路以及电压比较电路;

所述运算放大电路的输入端连接所述测距信号接收单元以及所述激光平面信号接收单元,用于输入一路测距信号、一路第一激光平面信号或者一路第二激光平面信号;所述运算放大电路的输出端连接所述滤波电路的输入端,所述滤波电路的输出端连接所述电压比较电路的输入端,所述电压比较电路的输出端连接所述第二信号控制器。

8. 一种三维空间定位系统,其特征在于,包括:信号发送装置以及信号接收装置,所述信号发送装置用于从三维测量坐标系的原点发送测距信号、绕着第一旋转轴旋转发送第一激光平面信号以及绕着第二旋转轴旋转发送第二激光平面信号,其中,第一旋转轴与第二旋转轴为三维测量坐标系的两个坐标轴;所述信号接收装置包括:测距信号接收单元、激光平面信号接收单元以及信号处理单元;信号处理单元连接测距信号接收单元以及激光平面信号接收单元;

测距信号接收单元,用于检测测距信号;激光平面信号接收单元,用于检测第一激光平面信号以及第二激光平面信号;信号处理单元,用于根据检测到第一激光平面信号的第一时刻、检测到第二激光平面信号的第二时刻以及检测到测距信号的第三时刻,计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标;

所述信号接收装置还包括第一通信单元,用于获取信号发送装置发送第一激光平面信号的第一参考时刻、发送第二激光平面信号的第二参考时刻、发送第三激光平面信号的第三参考时刻;

所述信号处理单元,用于通过以下方式计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标:

根据信号发送装置发送第一激光平面信号的第一参考时刻、发送第二激光平面信号的第二参考时刻、信号接收装置检测到第一激光平面信号的第一时刻、检测到第二激光平面信号的第二时刻,确定第一旋转角度以及第二旋转角度;

根据信号发送装置发送测距信号的第三参考时刻以及信号接收装置检测到测距信号的第三时刻,确定信号接收装置与信号发送装置之间的距离;

根据所述第一旋转角度、所述第二旋转角度以及所述距离,确定信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标;

其中,所述第一旋转角度为所述第一时刻所述第一激光平面信号相对于第一旋转轴与第二旋转轴所确定平面的角度,所述第二旋转角度为所述第二时刻所述第二激光平面信号相对于第一旋转轴与第二旋转轴所确定平面的角度。

9. 一种信号接收装置,其特征在于,包括:

通信电路、控制电路、一个或多个测距信号接收器、一个或多个光电感应电路;所述测距信号接收器用于检测测距信号,所述光电感应电路用于检测激光平面信号;所述控制电路连接所述测距信号接收器、所述光电感应电路以及所述通信电路;

所述信号接收装置与信号发送装置搭配使用,所述信号发送装置用于从三维测量坐标系的原点发送测距信号、绕着第一旋转轴旋转发送第一激光平面信号以及绕着第二旋转轴旋转发送第二激光平面信号,其中,第一旋转轴与第二旋转轴为三维测量坐标系的两个坐标轴;

所述控制电路,用于通过以下方式计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标:根据信号发送装置发送第一激光平面信号的第一参考时刻、发送第二激光平面信号的第二参考时刻、信号接收装置检测到第一激光平面信号的第一时刻、检测到第二激光平面信号的第二时刻,确定第一旋转角度以及第二旋转角度;根据信号发送装置发送测距信号的第三参考时刻以及信号接收装置检测到测距信号的第三时刻,确定信号接收装置与信号发送装置之间的距离;根据所述第一旋转角度、所述第二旋转角度以及所述距离,确定信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标;

其中,所述第一旋转角度为所述第一时刻所述第一激光平面信号相对于第一旋转轴与第二旋转轴所确定平面的角度,所述第二旋转角度为所述第二时刻所述第二激光平面信号相对于第一旋转轴与第二旋转轴所确定平面的角度。

10. 根据权利要求9所述的信号接收装置,其特征在于,所述信号接收装置还包括载体,所述载体包括一个接收器,所述接收器的外表面上设置有多个容纳部,用于放置所述多个测距信号接收器以及多个光电感应电路;所述通信电路和所述控制电路设置于所述载体内。

11. 根据权利要求10所述的信号接收装置,其特征在于,所述接收器为圆锥状、半球状或球状。

12. 一种三维空间定位系统,其特征在于,包括:信号发送装置以及信号接收装置,所述信号发送装置用于从三维测量坐标系的原点发送测距信号、绕着第一旋转轴旋转发送第一激光平面信号以及绕着第二旋转轴旋转发送第二激光平面信号,其中,第一旋转轴与第二旋转轴为三维测量坐标系的两个坐标轴;

所述信号接收装置包括:测距信号接收单元、激光平面信号接收单元以及信号处理单元;

所述测距信号接收单元,用于检测测距信号;

所述激光平面信号接收单元,用于检测第一激光平面信号以及第二激光平面信号;

所述信号处理单元,用于通过以下方式计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标:

根据信号发送装置发送第一激光平面信号的第一参考时刻、发送第二激光平面信号的第二参考时刻、信号接收装置检测到第一激光平面信号的第一时刻、检测到第二激光平面信号的第二时刻,确定第一旋转角度以及第二旋转角度;根据信号发送装置发送测距信号的第三参考时刻以及信号接收装置检测到测距信号的第三时刻,确定信号接收装置与信号发送装置之间的距离;根据所述第一旋转角度、所述第二旋转角度以及所述距离,确定信号

接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标；

其中,所述第一旋转角度为所述第一时刻所述第一激光平面信号相对于第一旋转轴与第二旋转轴所确定平面的角度,所述第二旋转角度为所述第二时刻所述第二激光平面信号相对于第一旋转轴与第二旋转轴所确定平面的角度。

13. 根据权利要求12所述的三维空间定位系统,其特征在于,所述测距信号为超声波信号,所述信号发送装置为定位基站,所述信号接收装置为待定位标记设备,所述测距信号接收单元包括超声波接收器,所述激光平面信号接收单元包括光电感应电路。

一种信号接收装置及三维空间定位系统

技术领域

[0001] 本发明涉及定位技术,尤指一种信号接收装置及三维空间定位系统。

背景技术

[0002] 随着移动设备和网络技术的发展,位置服务在人们的生活中越来越重要。目前的定位根据定位区域的不同可以分为室外定位以及室内定位。其中,室外定位主要通过卫星定位系统实现,目前的室外定位技术能够很好地满足室外定位的需求。然而,在室内进行定位时,由于受定位时间、定位精度以及室内复杂环境等条件的限制,室外定位技术应用于室内定位时无法满足用户的需求。

[0003] 为了实现室内定位,相关方案例如通过室内全球定位系统(GPS,Global Positioning System)、红外线、蓝牙定位、WIFI定位、RFID(Radio Frequency Identification,射频识别)定位、双目定位等技术进行定位感知。然而,相关室内定位方案的成本较高、设备配置复杂且定位精度不足,无法满足人们在虚拟现实交互、增强现实交互、室内机器人导航等方面的需求。

发明内容

[0004] 以下是对本文详细描述的主题的概述。本概述并非是为了限制权利要求的保护范围。

[0005] 本发明实施例提供了一种信号接收装置及三维空间定位系统,能够实现室内精确定位。

[0006] 本发明实施例提供了一种信号接收装置,所述信号接收装置与信号发送装置搭配使用,所述信号发送装置用于发送测距信号、绕着第一旋转轴旋转发送第一激光平面信号以及绕着第二旋转轴旋转发送第二激光平面信号,所述信号接收装置包括:测距信号接收单元、激光平面信号接收单元以及信号处理单元;信号处理单元连接测距信号接收单元以及激光平面信号接收单元;

[0007] 测距信号接收单元,用于检测测距信号;激光平面信号接收单元,用于检测第一激光平面信号以及第二激光平面信号;信号处理单元,用于根据检测到第一激光平面信号的第一时刻、检测到第二激光平面信号的第二时刻以及检测到测距信号的第三时刻,计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标。

[0008] 其中,所述信号接收装置还包括第一通信单元,用于获取信号发送装置发送第一激光平面信号的第一参考时刻、发送第二激光平面信号的第二参考时刻、发送第三激光平面信号的第三参考时刻。

[0009] 其中,所述信号处理单元,用于通过以下方式计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标:

[0010] 根据信号发送装置发送第一激光平面信号的第一参考时刻、发送第二激光平面信号的第二参考时刻、信号接收装置检测到第一激光平面信号的第一时刻、检测到第二激光

平面信号的第二时刻,确定第一旋转角度以及第二旋转角度;

[0011] 根据信号发送装置发送测距信号的第三参考时刻以及信号接收装置检测到测距信号的第三时刻,确定信号接收装置与信号发送装置之间的距离;

[0012] 根据所述第一旋转角度、所述第二旋转角度以及所述距离,确定信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标;

[0013] 其中,所述第一旋转角度为所述第一时刻所述第一激光平面信号相对于第一旋转轴与第二旋转轴所确定平面的角度,所述第二旋转角度为所述第二时刻所述第二激光平面信号相对于第一旋转轴与第二旋转轴所确定平面的角度。

[0014] 其中,所述第一旋转轴与所述第二旋转轴相互垂直。

[0015] 其中,所述测距信号接收单元,包括多个测距信号接收器;所述激光平面信号接收单元包括多个光电感应电路。

[0016] 其中,所述信号处理单元,包括:第一信号控制器,用于分别对接收到的每一路测距信号、每一路第一激光平面信号以及每一路第二激光平面信号进行处理,记录接收到每一路测距信号的时刻、接收到每一路第一激光平面信号的时刻以及接收到每一路第二激光平面信号的时刻;按照第一预设融合方式对接收到每一路第一激光平面信号的时刻进行处理,得到第一时刻;按照第二预设融合方式对接收到每一路第二激光平面信号的时刻进行处理,得到第二时刻;按照第三预设融合方式对接收到每一路测距信号的时刻进行处理,得到第三时刻;根据第一时刻、第二时刻以及第三时刻,计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标。

[0017] 其中,所述信号处理单元,包括:多路信号处理电路以及第二信号控制器,所述第二信号控制器连接所述多路信号处理电路;

[0018] 所述多路信号处理电路,用于分别对接收到的每一路测距信号、每一路第一激光平面信号以及每一路第二激光平面信号进行处理,并将处理结果通知所述第二信号控制器;

[0019] 所述第二信号控制器,用于根据所述多路信号处理电路通知的处理结果,记录接收到每一路测距信号的时刻、接收到每一路第一激光平面信号的时刻以及接收到每一路第二激光平面信号的时刻;按照第一预设融合方式对接收到每一路第一激光平面信号的时刻进行处理,得到第一时刻;按照第二预设融合方式对接收到每一路第二激光平面信号的时刻进行处理,得到第二时刻;按照第三预设融合方式对接收到每一路测距信号的时刻进行处理,得到第三时刻;根据第一时刻、第二时刻以及第三时刻,计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标。

[0020] 其中,所述多路信号处理电路,包括:运算放大电路、滤波电路以及电压比较电路;

[0021] 所述运算放大电路的输入端连接所述测距信号接收单元以及所述激光平面信号接收单元,用于输入一路测距信号、一路第一激光平面信号或者一路第二激光平面信号;所述运算放大电路的输出端连接所述滤波电路的输入端,所述滤波电路的输出端连接所述电压比较电路的输入端,所述电压比较电路的输出端连接所述第二信号控制器。

[0022] 本发明实施例还提供一种三维空间定位系统,包括:信号发送装置以及信号接收装置,所述信号发送装置用于发送测距信号、绕着第一旋转轴旋转发送第一激光平面信号以及绕着第二旋转轴旋转发送第二激光平面信号;所述信号接收装置包括:测距信号接收

单元、激光平面信号接收单元以及信号处理单元；信号处理单元连接测距信号接收单元以及激光平面信号接收单元；

[0023] 测距信号接收单元，用于检测测距信号；激光平面信号接收单元，用于检测第一激光平面信号以及第二激光平面信号；信号处理单元，用于根据检测到第一激光平面信号的第一时刻、检测到第二激光平面信号的第二时刻以及检测到测距信号的第三时刻，计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标。

[0024] 其中，所述信号接收装置还包括第一通信单元，用于获取信号发送装置发送第一激光平面信号的第一参考时刻、发送第二激光平面信号的第二参考时刻、发送第三激光平面信号的第三参考时刻；

[0025] 所述信号处理单元，用于通过以下方式计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标：

[0026] 根据信号发送装置发送第一激光平面信号的第一参考时刻、发送第二激光平面信号的第二参考时刻、信号接收装置检测到第一激光平面信号的第一时刻、检测到第二激光平面信号的第二时刻，确定第一旋转角度以及第二旋转角度；

[0027] 根据信号发送装置发送测距信号的第三参考时刻以及信号接收装置检测到测距信号的第三时刻，确定信号接收装置与信号发送装置之间的距离；

[0028] 根据所述第一旋转角度、所述第二旋转角度以及所述距离，确定信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标；

[0029] 其中，所述第一旋转角度为所述第一时刻所述第一激光平面信号相对于第一旋转轴与第二旋转轴所确定平面的角度，所述第二旋转角度为所述第二时刻所述第二激光平面信号相对于第一旋转轴与第二旋转轴所确定平面的角度。

[0030] 本发明实施例还提供一种信号接收装置，包括：通信电路、控制电路、一个或多个测距信号接收器、一个或多个光电感应电路；所述测距信号接收器用于检测测距信号，所述光电感应电路用于检测激光平面信号；所述控制电路连接所述测距信号接收器、所述光电感应电路以及所述通信电路。

[0031] 其中，所述信号接收装置还包括载体，所述载体包括一个接收器，所述接收器的外表面上设置有多个容纳部，用于放置所述多个测距信号接收器以及多个光电感应电路；所述通信电路和所述控制电路设置于所述载体内。

[0032] 其中，所述接收器为圆锥状、半球状或球状。

[0033] 与相关技术相比，本发明实施例提供的信号接收装置包括：测距信号接收单元、激光平面信号接收单元以及信号处理单元；信号处理单元连接测距信号接收单元以及激光平面信号接收单元；测距信号接收单元，用于检测测距信号；激光平面信号接收单元，用于检测第一激光平面信号以及第二激光平面信号；信号处理单元，用于根据检测到第一激光平面信号的第一时刻、检测到第二激光平面信号的第二时刻以及检测到测距信号的第三时刻，计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标。如此，本发明实施例能够基于测距信号、第一激光平面信号以及第二激光平面信号进行室内定位，且定位精度较高，从而满足人们在虚拟现实交互、增强现实交互、室内机器人导航等方面的需求。而且，本实施例提供的信号接收装置成本较低、易于实现小型化，扩大了应用场景。

[0034] 进一步地，本发明实施例中，信号接收装置可以包括多个测距信号接收器以及多

个光电感应电路,分别用于检测多路测距信号、多路第一激光平面信号以及多路第二激光平面信号;信号接收装置可以对检测到每路第一激光平面信号的时刻进行融合处理,得到第一时刻,对检测到每路第二激光平面信号的时刻进行融合处理,得到第二时刻,对检测到每路测距信号的时刻进行融合处理,得到第三时刻。如此,通过对检测到多路信号的时刻进行融合处理后,再进行定位计算,实现信号的全向接收,达到稳定有效的室内全向定位,避免定位丢失。

[0035] 本申请的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本申请而了解。本申请的目的和其他优点可通过在说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

附图说明

[0036] 附图用来提供对本申请技术方案的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本申请的实施例一起用于解释本申请的技术方案,并不构成对本申请技术方案的限制。

[0037] 图1为本发明实施例一的信号接收装置的示意图;

[0038] 图2(a)至图2(c)为本发明实施例的信号接收装置的载体的可选结构示意图;

[0039] 图3为本发明实施例二的三维空间定位系统的示意图;

[0040] 图4为本发明实施例的三维坐标计算的原理图;

[0041] 图5为本发明实施例三的信号接收装置的工作流程图。

具体实施方式

[0042] 下文中将结合附图对本申请的实施例进行详细说明,应当理解,以下所说明的实施例仅用于说明和解释本申请,并不用于限定本申请。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互任意组合。

[0043] 实施例一

[0044] 本实施例提供的信号接收装置,与信号发送装置搭配使用,信号发送装置用于发送测距信号、绕着第一旋转轴旋转发送第一激光平面信号以及绕着第二旋转轴旋转发送第二激光平面信号。

[0045] 需要说明的是,第一旋转轴与第二旋转轴所确定的平面包括以下情况:当第一旋转轴与第二旋转轴能够在平面内相交时,第一旋转轴与第二旋转轴所确定的平面即为第一旋转轴与第二旋转轴唯一确定的平面;当第一旋转轴与第二旋转轴不能在平面内相交时,第一旋转轴与第二旋转轴所确定的平面指第一旋转轴与第二旋转轴确定的一对平行平面。

[0046] 其中,在第一旋转轴与第二旋转轴所确定的唯一平面或一对平行平面中,第一旋转轴与第二旋转轴之间的夹角为预设角度。预设角度可以由使用者预先设置。较佳地,第一旋转轴与第二旋转轴相互垂直。

[0047] 如图1所示,本实施例提供的信号接收装置,包括:测距信号接收单元、激光平面信号接收单元以及信号处理单元;信号处理单元连接测距信号接收单元以及激光平面信号接收单元;

[0048] 测距信号接收单元,用于检测测距信号;激光平面信号接收单元,用于检测第一激

光平面信号以及第二激光平面信号;信号处理单元,用于根据检测到第一激光平面信号的第一时刻、检测到第二激光平面信号的第二时刻以及检测到测距信号的第三时刻,计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标。

[0049] 其中,信号接收装置还包括第一通信单元,用于获取信号发送装置发送第一激光平面信号的第一参考时刻、发送第二激光平面信号的第二参考时刻、发送第三激光平面信号的第三参考时刻。

[0050] 在一些实现方式中,信号处理单元,用于在与信号发送装置同步基准时刻之后,根据检测到第一激光平面信号的第一时刻、检测到第二激光平面信号的第二时刻以及检测到测距信号的第三时刻,计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标。

[0051] 在一些实现方式中,信号接收装置的第一通信单元接收信号发送装置发送的时间同步信号,将接收到时间同步信号的时刻作为基准时刻。通过同步信号发送装置和信号接收装置的基准时刻,确保信号发送装置和信号接收装置的时钟同步,以确保后续进行的计算基于相同的基准,从而提高三维坐标计算的准确性。

[0052] 在一些实现方式中,信号处理单元,可以用于通过以下方式计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标:

[0053] 根据信号发送装置发送第一激光平面信号的第一参考时刻、发送第二激光平面信号的第二参考时刻、信号接收装置检测到第一激光平面信号的第一时刻、检测到第二激光平面信号的第二时刻,确定第一旋转角度以及第二旋转角度;

[0054] 根据信号发送装置发送测距信号的第三参考时刻以及信号接收装置检测到测距信号的第三时刻,确定信号接收装置与信号发送装置之间的距离;

[0055] 根据所述第一旋转角度、所述第二旋转角度以及所述距离,确定信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标;

[0056] 其中,所述第一旋转角度为所述第一时刻所述第一激光平面信号相对于第一旋转轴与第二旋转轴所确定平面的角度,所述第二旋转角度为所述第二时刻所述第二激光平面信号相对于第一旋转轴与第二旋转轴所确定平面的角度。

[0057] 其中,在所述第一参考时刻,信号发送装置发送的第一激光平面信号相对于第一旋转轴与第二旋转轴所确定平面的角度为第一参考角度,在所述第二参考时刻,信号发送装置发送的第二激光平面信号相对于第一旋转轴与第二旋转轴所确定平面的角度为第二参考角度。

[0058] 一些实现方式中,信号处理单元,可以包括:第一计算子单元、第二计算子单元以及第三计算子单元,第三计算子单元连接第一计算子单元和第二计算子单元;

[0059] 第一计算子单元,用于根据信号发送装置发送第一激光平面信号的第一参考时刻、发送第二激光平面信号的第二参考时刻、信号接收装置检测到第一激光平面信号的第一时刻、检测到第二激光平面信号的第二时刻,确定第一旋转角度以及第二旋转角度;

[0060] 第二计算子单元,用于根据信号发送装置发送测距信号的第三参考时刻以及信号接收装置检测到测距信号的第三时刻,确定信号接收装置与信号发送装置之间的距离;

[0061] 第三计算子单元,用于根据所述第一旋转角度、所述第二旋转角度以及所述距离,确定信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标。

[0062] 在一些实现方式中,信号接收装置的信号处理单元(例如,信号处理单元包括的第

一计算子单元)可以用于通过以下方式确定第一旋转角度以及第二旋转角度:

[0063] 根据信号发送装置发送第一激光平面信号的第一参考时刻以及信号接收装置检测到第一激光平面信号的第一时刻,确定所述第一时刻与所述第一参考时刻之间的关系,根据所述第一时刻与第一参考时刻之间的关系以及所述第一参考时刻对应的第一参考角度,确定所述第一旋转角度;

[0064] 根据信号发送装置发送第二激光平面信号的第二参考时刻以及信号接收装置检测到第二激光平面信号的第二时刻,确定所述第二时刻与所述第二参考时刻之间的关系,根据所述第二时刻与第二参考时刻之间的关系以及所述第二参考时刻对应的第二参考角度,确定所述第二旋转角度。

[0065] 在一些实现方式中,第一参考角度可以等于第二参考角度。然而,本实施例对此并不限定。

[0066] 在一些实现方式中,信号接收装置的信号处理单元(例如,信号处理单元包括的第二计算子单元)可以用于通过以下方式确定信号接收装置与信号发送装置之间的距离:

[0067] 根据信号发送装置发送测距信号的第三参考时刻以及信号接收装置检测到测距信号的第三时刻,确定测距信号从信号发送装置到信号接收装置的传输时长,根据所述传输时长以及测距信号在空气中的传输速度,确定信号接收装置与信号发送装置之间的距离。

[0068] 在一些实现方式中,测距信号可以为超声波信号。然而,本申请对此并不限定。于其他实现方式中,测距信号例如可以为激光束信号或者红外信号。

[0069] 在一些实现方式中,当所述三维测量坐标系为笛卡尔坐标系,以所述第一旋转轴为X轴,以所述第二旋转轴为Y轴时,信号处理单元(例如,信号处理单元包括的第三计算子单元)可以根据下式求解得到信号接收装置在该三维测量坐标系中的三维坐标:

$$[0070] \quad X_0^2 + Y_0^2 + Z_0^2 = L^2$$

$$[0071] \quad Y_0 \times \tan\alpha = X_0 \times \tan\beta = Z_0,$$

[0072] 其中, (X_0, Y_0, Z_0) 表示信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标, L 为信号接收装置与信号发送装置之间的距离, α 为第一旋转角度, β 为第二旋转角度。

[0073] 在一些实现方式中,所述测距信号接收单元,可以包括多个测距信号接收器;所述激光平面信号接收单元包括多个光电感应电路。

[0074] 在一些实现方式中,所述信号接收装置还可以包括:载体,用于承载所述多个测距信号接收器以及所述多个光电感应电路,使得所述多个测距信号接收器面向不同方向以及使得所述多个光电感应电路面向不同方向。下面以测距信号接收器为超声换能器、光电感应电路为硅光电池为例。其中,载体的结构可以为如图2(a)所示的圆锥状、如图2(b)所示的半球状、或者如图2(c)所示的球状。需要说明的是,在图2(a)、图2(b)以及图2(c)中,左侧图为俯视图,右侧图为立体图,图中,圆形凹陷位置例如可以放置超声换能器,方形凹陷位置例如可以放置硅光电池。如此,使得超声换能器以及硅光电池可以面向不同方向,再通过超声换能器以及硅光电池自身的信号接收角度配置,实现超声波信号和激光面信号的全向接收。这样一来,超声换能器与硅光电池在信号接收装置以任意姿态移动时都能够接收到超声波和激光面信号。然而,本申请对于载体的结构并不限于上述列举的形态。

[0075] 在一些实现方式中,所述信号处理单元可以包括:第一信号控制器,用于分别对接

收到的每一路测距信号、每一路第一激光平面信号以及每一路第二激光平面信号进行处理,记录接收到每一路测距信号的时刻、接收到每一路第一激光平面信号的时刻以及接收到每一路第二激光平面信号的时刻;按照第一预设融合方式对接收到每一路第一激光平面信号的时刻进行处理,得到第一时刻;按照第二预设融合方式对接收到每一路第二激光平面信号的时刻进行处理,得到第二时刻;按照第三预设融合方式对接收到每一路测距信号的时刻进行处理,得到第三时刻;根据第一时刻、第二时刻以及第三时刻,计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标。其中,第一信号控制器可以为集成数字电路。

[0076] 其中,第一预设融合方式、第二预设融合方式以及第三预设融合方式可以相同,或者两两相同,或者不同。第一预设融合方式、第二预设融合方式以及第三预设融合方式可以分别包括但不限于:最近邻域法、广义相关法、高斯和法、最优贝叶斯法、概率数据互联法、对称测量方程滤波、加权平均、几何平均、算术平均、平方平均、调和平均。

[0077] 一些实现方式中,第一信号控制器,可以包括:

[0078] 第一记录子单元,用于分别对接收到的每一路测距信号、每一路第一激光平面信号以及每一路第二激光平面信号进行处理,记录接收到每一路测距信号的时刻、接收到每一路第一激光平面信号的时刻以及接收到每一路第二激光平面信号的时刻;

[0079] 第四计算子单元,用于对接收到每一路第一激光平面信号的时刻进行处理,得到第一时刻;

[0080] 第五计算子单元,用于对接收到每一路第二激光平面信号的时刻进行处理,得到第二时刻;

[0081] 第六计算子单元,用于对接收到每一路测距信号的时刻进行处理,得到第三时刻;

[0082] 第七计算子单元,用于根据第一时刻、第二时刻以及第三时刻,计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标;

[0083] 第一记录子单元连接第四计算子单元、第五计算子单元以及第六计算子单元;第七计算子单元连接第四计算子单元、第五计算子单元以及第六计算子单元。

[0084] 在一些实现方式中,所述信号处理单元可以包括:多路信号处理电路以及第二信号控制器,所述第二信号控制器连接所述多路信号处理电路;

[0085] 所述多路信号处理电路,用于分别对接收到的每一路测距信号、每一路第一激光平面信号以及每一路第二激光平面信号进行处理,并将处理结果通知所述第二信号控制器;

[0086] 所述第二信号控制器,用于根据所述多路信号处理电路通知的处理结果,记录接收到每一路测距信号的时刻、接收到每一路第一激光平面信号的时刻以及接收到每一路第二激光平面信号的时刻;按照第一预设融合方式对接收到每一路第一激光平面信号的时刻进行处理,得到第一时刻;按照第二预设融合方式对接收到每一路第二激光平面信号的时刻进行处理,得到第二时刻;按照第三预设融合方式对接收到每一路测距信号的时刻进行处理,得到第三时刻;根据第一时刻、第二时刻以及第三时刻,计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标。其中,第二信号控制器例如为单片机控制器。

[0087] 一些实现方式中,第二信号控制器可以包括:

[0088] 第二记录子单元,用于根据所述多路信号处理电路通知的处理结果,记录接收到每一路测距信号的时刻、接收到每一路第一激光平面信号的时刻以及接收到每一路第二激

光平面信号的时刻；

[0089] 第八计算子单元,用于对接收到每一路第一激光平面信号的时刻进行处理,得到第一时刻；

[0090] 第九计算子单元,用于对接收到每一路第二激光平面信号的时刻进行处理,得到第二时刻；

[0091] 第十计算子单元,用于对接收到每一路测距信号的时刻进行处理,得到第三时刻；

[0092] 第十一计算子单元,用于根据第一时刻、第二时刻以及第三时刻,计算信号接收装置在三维测量坐标系中的三维坐标；

[0093] 第二记录子单元连接第八计算子单元、第九计算子单元以及第十计算子单元；第十一计算子单元连接第八计算子单元、第九计算子单元以及第十计算子单元。

[0094] 其中,所述多路信号处理电路,包括:运算放大电路、滤波电路以及电压比较电路;所述运算放大电路的输入端连接所述测距信号接收单元以及所述激光平面信号接收单元,用于输入一路测距信号、一路第一激光平面信号或者一路第二激光平面信号;所述运算放大电路的输出端连接所述滤波电路的输入端,所述滤波电路的输出端连接所述电压比较电路的输入端,所述电压比较电路的输出端连接所述第二信号控制器。

[0095] 其中,多路信号处理电路可以包括一个运算放大电路、一个滤波电路以及一个电压比较电路,此时,接收到的每一路超声波信号或者每一路激光面信号,可以通过该运算放大电路、该滤波电路以及该电压比较电路分别进行处理后输出给第二信号控制器。或者,多路信号处理电路可以包括多个运算放大电路、多个滤波电路以及多个电压比较电路,分别对应多个超声换能器以及多个硅光电池,此时,接收到的每一路超声波信号或者每一路激光面信号,可以通过对应的运算放大电路、滤波电路以及电压比较电路进行处理后输出给第二信号控制器。然而,本实施例对此并不限定。

[0096] 其中,由于超声换能器接收到超声波信号后输出的电压信号和硅光电池接收到激光面信号后输出的电流信号都是非常微弱的信号,因此,第一信号控制器需要对这些信号进行放大、滤波、再经过与阈值电压比较再使用,或者,多路信号处理电路可以对这些信号进行放大、滤波、再经过与阈值电压比较后输出给第二信号控制器。其中,每一个超声换能器和每一个硅光电池输出的信号都需要分别经过放大、滤波以及电压比较,得到高低电平,通过高低电平在第一信号控制器或者第二信号控制器产生外部中断记录同一时间基准下的不同时刻。之后,第一信号控制器或者第二信号控制器再根据每一路中断记录下来的时刻数据进行融合计算,从而得到精确的三维坐标。

[0097] 实施例二

[0098] 如图3所示,本实施例的三维空间定位系统,包括:信号接收装置以及信号发送装置。信号发送装置作为三维空间定位的参考坐标基点,信号接收装置作为待定位点。

[0099] 其中,信号发送装置用于向信号接收装置发送测距信号、绕着第一旋转轴旋转发送第一激光平面信号以及绕着第二旋转轴旋转发送第二激光平面信号;信号接收装置用于检测测距信号、第一激光平面信号以及第二激光平面信号。较佳地,信号发送装置还用于向信号接收装置发送时间同步信号,信号接收装置还用于从信号发送装置接收时间同步信号,从而实现在信号发送装置和信号接收装置之间同步基准时刻。较佳地,第一旋转轴与第二旋转轴相互垂直。

[0100] 下面以信号发送装置为定位基站,信号接收装置为待定位标记设备为例进行说明。其中,待定位标记设备的数目为至少一个,即一个定位基站可以向至少一个待定位标记设备提供定位数据。

[0101] 如图3所示,定位基站(信号发送装置)包括:第二通信单元、控制器、两个旋转激光平面发射器(旋转激光平面发射器A及B)以及测距信号发射器(例如,超声波发射器)。其中,第二通信单元用于实现和待定位标记设备之间的信息通信,例如可以向待定位标记设备(信号接收装置)发送时间同步信号,用于同步基准时刻;旋转激光平面发射器A用于绕着第一旋转轴旋转发送第一激光平面信号;旋转激光平面发射器B用于绕着垂直于第一旋转轴的第二旋转轴旋转发送第二激光平面信号;测距信号发射器用于发送测距信号;控制器用于控制时间同步信号、测距信号、第一激光平面信号以及第二激光平面信号的发射时刻。下面测距信号发射器以超声波发射器为例进行说明。

[0102] 可选地,第一旋转轴与第二旋转轴能够相交。然而,本实施例对此并不限定。于实际应用中,第一旋转轴与第二旋转轴可不相交,例如,第一旋转轴与第二旋转轴确定的一对平行平面之间的垂直距离在相应的预定范围内。

[0103] 可选地,超声波发射器位于第一旋转轴与第二旋转轴的交点处。然而,本实施例对此并不限定。于实际应用中,超声波发射器可位于第一旋转轴与第二旋转轴的交点附近(例如,以该交点为球心的预定范围内)。此外,当第一旋转轴与第二旋转轴不相交时,超声波发射器可位于第一交点处或附近(例如,以该第一交点为球心的预定范围内),该第一交点为垂直于第一旋转轴且平行于第二旋转轴的直线与第一旋转轴的交点;或者,超声波发射器可位于第二交点处或附近(例如,以该第二交点为球心的预定范围内),该第二交点为垂直于第二旋转轴且平行于第一旋转轴的直线与第二旋转轴的交点。

[0104] 可选地,第二通信单元例如为无线电通信电路,或者,也可以是一个IC(Integrated Circuit,集成电路)芯片和天线组成的通信模块。然而,本实施例对此并不限定。于其他实施例中,第二通信单元例如为发光二极管(LED,Light Emitting Diode),通过发送光信号,用于时间同步。

[0105] 可选地,每个旋转激光平面发射器(例如,旋转激光平面发射器A或B)可以包括一个激光发射器、一个透镜以及一个电动机(例如,直流电动机)。例如,激光发射器可以设置在电动机上,激光发射器可以沿着电动机的转轴将一束激光发射到电动机转轴上的透镜,该束激光通过透镜形成一个激光平面,电动机带动透镜旋转,从而形成旋转激光平面。或者,激光发射器可以不设置在电动机上,激光发射器可以将一束激光发射到电动机转轴的镜面上,镜面可以将激光反射并通过透镜使激光束成为一个跟随电动机转动的激光面。然而,本实施例对此并不限定。于其他实现方式中,可以不采用透镜,而使用光栅等其他可以形成平面信号的光学元件。

[0106] 在电动机转动的时候,控制器(例如,单片机控制器)可以控制电动机的转速和激光发射器的启停,使激光面以一定的频率扫过整个室内空间。两个旋转激光平面发射器中的两个激光发射器相互垂直安装,两个形成散射激光面的电动机也相互垂直安装,且两个电动机的转轴可以分别记为X轴(如前述的第一旋转轴)和Y轴(如前述的第二旋转轴),X轴垂直于Y轴。X轴上的电动机使激光面沿着X轴方向扫过空间,Y轴上的电动机使激光面沿着Y轴方向扫过空间。需要说明的是,在信号接收装置中用于接收激光平面信号的激光平面信

号接收单元(例如,包括硅光电池)在同一时刻只能接收一束激光信号时,X轴上的激光面与Y轴上的激光面要时分(TD,Time Division)发送,以使得激光平面信号接收单元可以交替接收X轴上的激光面和Y轴上的激光面。

[0107] 其中,关于电动机的转速控制和激光发射器的启停可以由单片机控制器(即前述的控制器)完成。可以通过PID(比例、积分、微分,Proportion、Integral、Derivative)算法对电动机进行调速,例如可采用增量式PID算法,该算法的公式如下:

$$[0108] \quad \Delta u_k = A \times e_k - B \times e_{k-1} + C \times e_{k-2};$$

[0109] 其中, e_k 、 e_{k-1} 、 e_{k-2} 为连续三次的误差项,A、B、C为加权系数, Δu_k 为当前增量。

[0110] 经过PID控制,电动机可以使得激光面按照固定的频率扫过室内空间。

[0111] 此外,可以通过在电机转子上设置标识点的方式实现对激光发射器的启停控制。例如,当识别到X轴的电动机上的标识点后,启动X轴上的激光发射器并关闭Y轴上的激光发射器,当识别到Y轴的电动机上的标识点后,启动Y轴上的激光发射器并关闭X轴上的激光发射器。可以采用位置式PID算法对电机进行控制,使得标识点在所要求时刻到达指定位置。位置式PID算法公式如下:

$$[0112] \quad u(k) = K_p \times e(k) + K_i \times \sum_{j=0}^k e(j) + K_d [e(k) - e(k-1)];$$

[0113] 其中, $e()$ 为误差项, K_p 、 K_i 、 K_d 为PID系数, $u(k)$ 为当前位置。

[0114] 在对电动机和激光发射器进行控制的同时,单片机控制器可以控制第二通信单元发送时间同步信号(用于同步基准时刻)和启动超声波发射器发送超声波信号。例如,单片机控制器可以控制第二通信单元在 t_1 时刻发送时间同步信号,控制超声波发射器在 t_2 时刻(即前述的第三参考时刻)发送超声波信号,控制X轴上的旋转激光平面发射器A在 t_3 时刻(如前述的第一参考时刻)发送X轴激光面信号(如前述的第一激光平面信号),控制Y轴上的旋转激光平面发射器B在 t_4 时刻(如前述的第二参考时刻)发送Y轴激光面信号(如前述的第二激光平面信号),其中, t_1 时刻可以早于 t_2 时刻, t_2 时刻可以早于 t_3 时刻, t_3 时刻可以早于 t_4 时刻。然而,本申请对此并不限定。例如,上述信号的发射时刻可以根据以下条件进行设置:在一个发射周期中,时间同步信号的发射时刻早于超声波信号以及激光面信号的发射时刻,X轴激光面信号的发射时刻不同于Y轴激光面信号的发射时刻。较佳地,第一同步装置、旋转激光平面发射器A、超声波发射器在同一时刻发送信号,旋转激光平面发射器B发送信号的時刻迟于前述时刻。若超声波发射器发送信号的時刻迟于旋转激光平面发射器A发送信号的時刻,则该延迟时长应小于激光平面旋转一周的时长。

[0115] 如图3所示,待定位标记设备(信号接收装置)可以包括:第一通信单元(如通信电路)、信号处理单元(如控制电路,可以为单片机控制器或者集成数字电路)、激光平面信号接收单元(例如包括一个或多个光电感应电路,比如硅光电池)以及测距信号接收单元(例如包括一个或多个测距信号接收器,比如超声波接收器)。其中,第一通信单元用于实现和定位基站之间的信息通信,例如可以从定位基站的第二通信单元接收时间同步信号,以同步基准时刻;激光平面信号接收单元用于检测定位基站发送的第一激光平面信号以及第二激光平面信号;测距信号接收单元用于检测定位基站发送的测距信号。下面测距信号以超声波信号为例进行说明。

[0116] 可选地,第一通信单元例如为无线电通信电路,或者,可以是一个IC芯片和天线组

成的通信模块。然而,本实施例对此并不限定。于其他实施例中,第一通信单元还可以接收光信号进行时间同步。需要说明的是,第一通信单元与第二通信单元需要对应,例如,当第二通信单元为无线电通信电路时,第一通信单元亦为无线电通信电路。换言之,第一通信单元与第二通信单元采用对应的信号发射与信号检测技术,以实现定位基站与待定位标记设备之间的时间同步。

[0117] 可选地,激光平面信号接收单元包括一个硅光电池,用于检测激光平面信号。测距信号接收单元包括一个超声波接收器,用于接收超声波信号。

[0118] 在一些实现方式中,信号接收装置还包括:载体,载体包括一个接收器,在接收器的外表面设置有两个容纳部,用于放置超声波接收器和硅光电池,信号处理单元和第一通信单元设置于载体内部;信号处理单元连接超声波接收器、硅光电池和第一通信单元。

[0119] 于本实施例中,在三维空间定位系统工作时,定位基站的第二通信单元向待定位标记设备发送时间同步信号,以同步基准时刻;定位基站的旋转激光平面发射器的激光点亮,且定位基站内部的电机支架带动激光面旋转,不断向周围空间旋转发射激光平面信号;定位基站的超声波发射器向周围空间不断发送超声波信号,例如以10Hz的脉冲频率,40KHz的调制频率发送超声波。如此,定位基站可以为待定位标记设备提供高精度、高频率、低延迟的定位数据。同时,待定位标记设备的第一通信单元会从第二通信单元接收时间同步信号,以同步基准时刻;激光平面信号接收单元在被激光平面信号扫到时,会记录被扫到的时刻;超声波接收器在检测到超声波信号时,会记录检测到超声波信号的时刻。

[0120] 下面参照图4,对信号接收装置进行的三维坐标的计算过程进行详细说明。

[0121] 如图4所示,以三维测量坐标系为笛卡尔坐标系为例进行说明。其中,以第一旋转轴为X轴,以第二旋转轴为Y轴,定位基站的超声波发射器所在位置为三维测量坐标系的原点O。然而,本实施例对此并不限定。于实际应用中,定位基站所在位置例如为原点O(此时,超声波发射器的所在位置可能位于原点O附近)。定位基站的旋转激光平面发射器A绕着X轴旋转发送第一激光平面信号,转速例如为 w_1 ;定位基站的旋转激光平面发射器B绕着Y轴旋转发送第二激光平面信号,转速例如为 w_2 。X轴和Y轴所确定的平面为XOY平面。然而,本实施例对此并不限定。于实际应用中,定位基站的旋转激光平面发射器A例如绕着平行于X轴的第一旋转轴旋转发送第一激光平面信号,定位基站的旋转激光平面发射器B绕着Y轴(第二旋转轴)旋转发送第二激光平面信号,且第一旋转轴与Y轴垂直且不相交,此时,第一旋转轴与Y轴能够确定一对平行平面(包括XOY平面以及与XOY平面平行的平面);或者,定位基站的旋转激光平面发射器A绕着X轴(第一旋转轴)旋转发送第一激光平面信号,定位基站的旋转激光平面发射器B例如绕着平行于Y轴的第二旋转轴旋转发送第二激光平面信号,且第二旋转轴与X轴垂直且不相交,此时,第二旋转轴与X轴能够确定一对平行平面(包括XOY平面以及与XOY平面平行的平面)。其中,该对平行平面之间的垂直距离例如在预定范围内。

[0122] 其中,定位基站通过第二通信单元(如无线电通信电路)向待定位标记设备同步基准时刻。其中,通过基准时刻的同步,确保定位基站与待定位标记设备能够保持时钟同步,以确保后续涉及的时刻信息基于同一基准。然而,本实施例对此并不限定。定位基站还可以通过产生光信号向待定位标记设备同步基准时刻。

[0123] 其中,定位基站还会通过第二通信单元(如无线电通信电路)向待定位标记设备传输发送第一激光平面信号以及第二激光平面信号的参考时刻。于此,将定位基站的旋转激

光平面发射器A在第一参考角度发射第一激光平面信号的時刻称为第一参考時刻,将定位基站的旋转激光平面发射器B在第二参考角度发射第二激光平面信号的時刻称为第二参考時刻。其中,第一参考時刻以及第二参考時刻为不同時刻。其中,第一参考角度与第二参考角度可相同或不同。

[0124] 例一:

[0125] 第一参考角度和第二参考角度例如均为0,即在第一参考時刻(或第二参考時刻),旋转激光平面发射器A(或B)发送的激光平面信号相对于XOY平面的第一参考角度 α' 为0。其中,旋转激光平面发射器A和B的转速可以相同。

[0126] 其中,当定位基站的旋转激光平面发射器A(或B)每次旋转至第一参考角度(或第二参考角度)发送激光平面信号时,定位基站会通过第二通信单元(如无线电通信电路)向待定位标记设备发送第一参考時刻(或第二参考時刻)。

[0127] 于此,参照图4,当第一参考角度为0(即旋转平面S1与XOY平面的夹角为0)时,以第一激光平面信号为例进行说明,第一旋转角度 α 为旋转平面S1与XOY平面的夹角。

[0128] 当定位基站的旋转激光平面发射器A绕着X轴顺时针旋转发送第一激光平面信号时, $360-\alpha = (T_1-T_0)w_1$;

[0129] 当定位基站的旋转激光平面发射器A绕着X轴逆时针旋转发送第一激光平面信号时, $\alpha = (T_1-T_0)w_1$;

[0130] 其中: α 为第一旋转角度, T_1 为待定位标记设备检测到第一激光平面信号的時刻, T_0 为待定位标记设备最近一次从定位基站接收到的第一参考時刻; w_1 为定位基站的旋转激光平面发射器A的转速。

[0131] 在一个具体实施例中,当定位基站的旋转激光平面发射器A绕着X轴顺时针每旋转一周 360° 发射一次参考時刻,待定位标记设备的信号处理单元也可以根据下式确定第一旋转角度:

$$[0132] \quad \frac{(T_1 - T_{0(N)})w_1}{(T_{0(N)} - T_{0(N-1)})w_1} = \frac{360 - \alpha}{360};$$

[0133] 当定位基站的旋转激光平面发射器A绕着X轴逆时针每旋转一周 360° 发射一次参考時刻,待定位标记设备的信号处理单元可以根据下式确定第一旋转角度:

$$[0134] \quad \frac{(T_1 - T_{0(N)})w_1}{(T_{0(N)} - T_{0(N-1)})w_1} = \frac{\alpha}{360};$$

[0135] 其中, α 为第一旋转角度, T_1 为待定位标记设备检测到第一激光平面信号的時刻, $T_{0(N)}$ 为待定位标记设备最近一次从定位基站接收到的第一参考時刻(如第N个第一参考時刻), $T_{0(N-1)}$ 为待定位标记设备前一次从定位基站接收到的第一参考時刻(如第N-1个第一参考時刻); w_1 为定位基站的旋转激光平面发射器A的转速。

[0136] 例二:

[0137] 当第一参考角度 α' 不为0时,以第一激光平面信号为例进行说明。

[0138] 当定位基站的旋转激光平面发射器A绕着X轴顺时针旋转发送第一激光平面信号时, $360-\gamma = (T_1-T_0)w_1, \alpha = \alpha' - \gamma$;

[0139] 当定位基站的旋转激光平面发射器A绕着X轴逆时针旋转发送第一激光平面信号时, $\gamma = (T_1 - T_0)w_1, \alpha = \alpha' + \gamma$;

[0140] 其中: α 为第一旋转角度, γ 为从第一参考时刻到收到第一激光平面信号的时刻,第一激光平面旋转的角度; α' 为第一参考角度; T_1 为待定位标记设备检测到第一激光平面信号的时刻, T_0 为待定位标记设备最近一次从定位基站接收到的第一参考时刻; w_1 为定位基站的旋转激光平面发射器A的转速。

[0141] 在一个具体实施例中,当定位基站的旋转激光平面发射器A绕着X轴顺时针每旋转一周 360° 发射一次参考时刻,待定位标记设备的信号处理单元也可以根据下式确定第一旋转角度:

$$[0142] \quad \frac{(T_1 - T_{0(N)})w_1}{(T_{0(N)} - T_{0(N-1)})w_1} = \frac{360 - \Upsilon}{360}; \quad \alpha = \alpha' - \Upsilon;$$

[0143] 当定位基站的旋转激光平面发射器A绕着X轴逆时针每旋转一周 360° 发射一次参考时刻,待定位标记设备的信号处理单元可以根据下式确定第一旋转角度:

$$[0144] \quad \frac{(T_1 - T_{0(N)})w_1}{(T_{0(N)} - T_{0(N-1)})w_1} = \frac{\Upsilon}{360}; \quad \alpha = \alpha' + \Upsilon;$$

[0145] 其中, α 为第一旋转角度, γ 为从第一参考时刻到收到第一激光平面信号的时刻,第一激光平面旋转的角度; α' 为第一参考角度; T_1 为待定位标记设备检测到第一激光平面信号的时刻, $T_{0(N)}$ 为待定位标记设备最近一次从定位基站接收到的第一参考时刻(如第N个第一参考时刻), $T_{0(N-1)}$ 为待定位标记设备前一次从定位基站接收到的第一参考时刻(如第N-1个第一参考时刻); w_1 为定位基站的旋转激光平面发射器A的转速。

[0146] 同理,第二旋转角度 β 为旋转平面S2与XOY平面的夹角,其确定方式类似于第一旋转角度,故于此不再赘述。

[0147] 需要说明的是:定位基站需要将第一参考时刻以及第二参考时刻分别发送给待定位标记设备。

[0148] 另外,待定位标记设备的信号处理单元可以根据下式确定待定位标记设备与定位基站之间的距离:

$$[0149] \quad L = (T_3 - T_0') \times v,$$

[0150] 其中,L为待定位标记设备与定位基站之间的距离, T_3 为待定位标记设备检测到超声波信号的时刻(即前述的第三时刻), T_0' 为定位基站发送超声波信号的发送时刻(即前述的第三参考时刻), v 为声音在空气中的传播速度。其中, v 在1个标准大气压和 15°C 的条件下约为340米/秒。

[0151] 需要说明的是,第一个第一参考时刻或者第一个第二参考时刻可以和超声波信号的发送时刻(即前述的第三参考时刻)相同(例如为基准时刻)或不同。本实施例对此并不限定。但是超声波信号的发送时刻和信号发送装置发送激光平面信号的时刻之间的时长(即第三参考时刻和第一参考时刻或第二参考时刻之间的时间间隔)应小于激光平面旋转一周的时长,例如,激光平面的旋转速度为90转/秒,则时间间隔应小于 $1/90$ 秒。

[0152] 在待定位标记设备的信号处理单元计算得到第一旋转角度、第二旋转角度以及待

定位标记设备与定位基站之间的距离之后,可以根据下式求解得到待定位标记设备在三维测量坐标系中的三维坐标:

$$[0153] \quad X_0^2+Y_0^2+Z_0^2=L^2$$

$$[0154] \quad Y_0 \times \tan\alpha = X_0 \times \tan\beta = Z_0,$$

[0155] 其中, (X_0, Y_0, Z_0) 表示待定位标记设备在三维测量坐标系中的三维坐标, L 为所述待定位标记设备与定位基站之间的距离, α 为第一旋转角度, β 为第二旋转角度。

[0156] 可见,本实施例基于测距信号(例如超声波信号)和两个旋转激光平面信号能够实现室内精确定位。本实施例通过第一通信单元和第二通信单元(如无线电通信电路)进行定位基站与待定位标记设备的基准时刻同步以及时刻信息传输,能够支持定位基站与待定位标记设备的配对使用,进而可以支持多基站的扩展应用;而且,本实施例提供的待定位标记设备成本较低、易于实现小型化,扩大了应用场景。

[0157] 实施例三

[0158] 本实施例的三维空间定位系统,包括:信号接收装置以及信号发送装置。其中,信号发送装置作为三维空间定位的参考坐标基点,信号接收装置作为待定位点。

[0159] 如图5所示,本实施例的三维空间定位系统与实施例二的区别在于:本实施例的信号接收装置包括多个硅光电池,用于接收多路第一激光平面信号以及多路第二激光平面信号,且信号接收装置的信号处理单元可以根据检测到每路第一激光平面信号的时刻以及检测到每路第二激光平面的时刻,进行融合处理,得到第一时刻和第二时刻,进而确定第一旋转角度以及第二旋转角度。

[0160] 本实施例的信号发送装置可以参照实施例二所述的信号发送装置,故于此不再赘述。

[0161] 于本实施例中,信号接收装置包括:第一通信单元(如通信电路)、信号处理单元(如控制电路,可以为单片机控制器或者集成数字电路)、激光平面信号接收单元以及测距信号接收单元。其中,信号接收装置的激光平面信号接收单元包括多个光电感应电路(例如硅光电池),测距信号接收单元以超声波接收单元为例,超声波接收单元包括多个超声波接收器(例如超声换能器)。在一些实现方式中,考虑到信号接收装置所在的待定位物体可能以任意姿态移动翻转,这些超声换能器和硅光电池需要按照一定的位置角度来摆放,以确保可以从不同的角度接收到超声波和激光信号。

[0162] 在一些实现方式中,信号接收装置还包括:载体,载体包括一个接收器,接收器的外表面上设置有多个容纳部,用于放置多个超声换能器以及多个硅光电池;控制电路连接多个超声换能器、多个硅光电池以及通信电路。

[0163] 其中,载体的接收器的形状可以参照图2(a)、图2(b)以及图2(c)所示。以图2(a)为例,接收器为圆锥状,接收器的外表面上具有多个凹槽(即前述的容纳部),凹槽平均分布在圆锥的圆周。其中,圆形的凹槽用于放置超声换能器,方形的凹槽用于放置硅光电池。无论是超声换能器还是硅光电池,都是接收信号的一侧朝向接收器的外侧,传输信号的一侧面向接收器的内部。可以理解的是,圆形的凹槽和方形的凹槽只是一种可选实施方式,在实际的使用中可以为其他形状,例如都是方形的凹槽、都是圆形的凹槽,以及其他本领域技术人员可以想到的形状,只要能实现本申请的放置和接收信号功能即可。以图2(b)为例,接收器为半球状,接收器的外表面上具有多个凹槽(即前述的容纳部),凹槽平均分布在半球的圆

周。以图2(c)为例,接收器为整个球状,接收器的外表面上具有多个凹槽(即前述的容纳部),凹槽平均分布在球的圆周。超声换能器和硅光电池可以在接收器的外表面间隔放置;也可以一个圆周放置超声换能器,邻接的圆周放置硅光电池,即以圆周为单位间隔放置。上述排布方式便于超声换能器与硅光电池在待定位物体以任意姿态移动时都能够接收到超声波和激光信号。通信电路和控制电路可以放置在载体的内部,比如放置在接收器内或者放置在与接收器相连的载体其他部分中。

[0164] 于本实施例中,每当信号接收装置的第一通信单元接收到信号发送装置发来的时间同步信号时,就会给单片机控制器(即前述的信号处理单元)一个外部中断触发信号,信号接收装置的单片机控制器以此为时间基准对其时间进行调节,从而保持与信号发送装置的时间同步。

[0165] 于本实施例中,超声换能器接收到超声波并将其转换为电压信号,硅光电池接收到激光并将其转换为电流信号。由于这些电信号都很微弱,每一个超声换能器的电压信号都经过一个放大器放大后经滤波电路滤波再经过电压比较器比较后,输出一个可触发单片机控制器产生外部中断的电平信号。每一个硅光电池的电流信号同超声换能器的电压信号一样经过放大滤波比较后,输出一个可触发单片机控制器产生外部中断的电平信号。当超声换能器接收到超声波或硅光电池接收到激光时,单片机控制器产生外部中断记录此刻定时器时间。每个定时周期,单片机控制器都会将记录下来的超声换能器触发中断的时间数据(即前述的测距时刻)和硅光电池触发中断的时间数据(即前述的第一激光时刻和第二激光时刻)进行融合和解算,从而得到信号接收装置所在的待定位物体的三维坐标。

[0166] 其中,三维测量坐标系可以为笛卡尔坐标系。信号接收装置的信号处理单元可以根据以下式子确定第一时刻、第二时刻以及第三时刻:

$$[0167] \quad T_x = \Phi_x(T_0, [Tx_0, Tx_1, \dots, Tx_{m-1}]);$$

$$[0168] \quad T_y = \Phi_y(T_0, [Ty_0, Ty_1, \dots, Ty_{k-1}]);$$

$$[0169] \quad T_3 = F(T_0, [Tu_0, Tu_1, \dots, Tu_{n-1}])。$$

[0170] 其中, T_0 为信号接收装置接收到时间同步信号的时刻(即前述的基准时刻); $[Tx_0, Tx_1, \dots, Tx_{m-1}]$ 为每个硅光电池接收到X轴上激光面信号(如前述的第一激光平面信号)的时刻, m 为接收到X轴上的激光面信号的硅光电池的个数; $[Ty_0, Ty_1, \dots, Ty_{k-1}]$ 为每个硅光电池接收到Y轴上的激光面信号(如前述的第二激光平面信号)的时刻, k 为接收到Y轴上的激光面信号的硅光电池的个数; $[Tu_0, Tu_1, \dots, Tu_{n-1}]$ 为每个超声换能器接收到超声波信号的时刻(如前述的测距时刻), n 为接收到超声波信号的超声换能器的个数。

[0171] 其中, $\Phi_x()$ 、 $\Phi_y()$ 和 $F()$ 为数据融合函数,所述数据融合函数采用的融合方法可以包括但不限于:最近邻域法、广义相关法、高斯和法、最优贝叶斯法、概率数据互联法、对称测量方程滤波、加权平均、几何平均、算术平均、平方平均、调和平均等。

[0172] 其中, T_x 为融合后得到的接收到X轴上激光面信号(如前述的第一激光平面信号)的时刻(如前述的第一时刻), T_y 为融合后得到的接收到Y轴上激光面信号(如前述的第二激光平面信号)的时刻(如前述的第二时刻), T_3 为融合后得到的接收到超声波信号的时刻(如前述的第三时刻)。

[0173] 后续关于信号处理单元根据第一时刻、第二时刻以及第三时刻计算三维坐标的过程可以参照实施例二所述,故于此不再赘述。

[0174] 虽然本申请所揭露的实施方式如上,但所述的内容仅为便于理解本申请而采用的实施方式,并非用以限定本申请。任何本申请所属领域内的技术人员,在不脱离本申请所揭露的精神和范围的前提下,可以在实施的形式及细节上进行任何的修改与变化,但本申请的专利保护范围,仍须以所附的权利要求书所界定的范围为准。

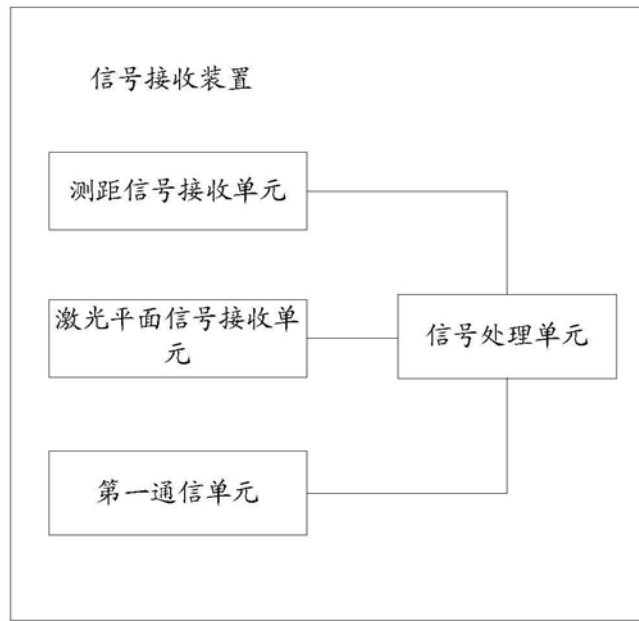


图1

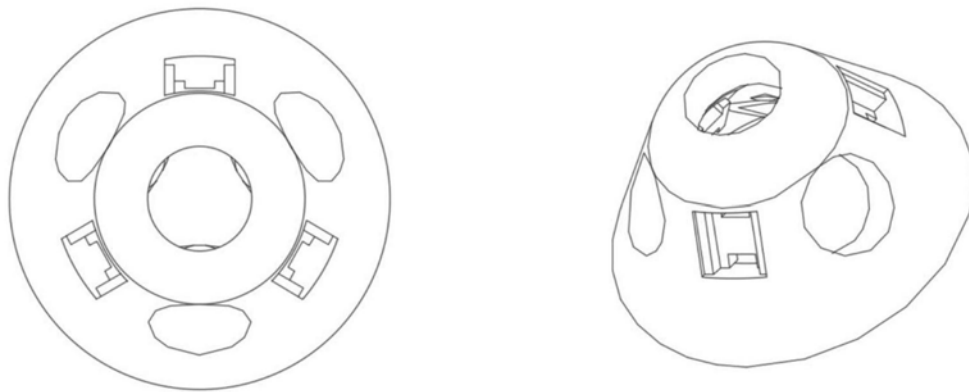


图2 (a)

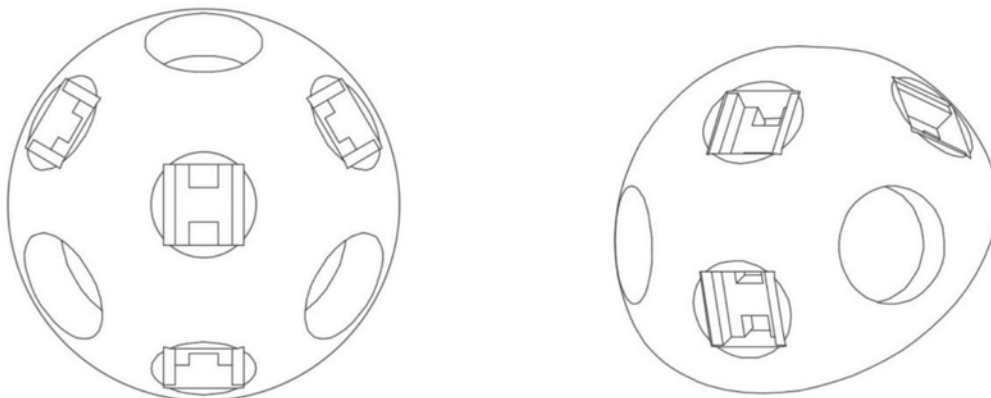


图2 (b)

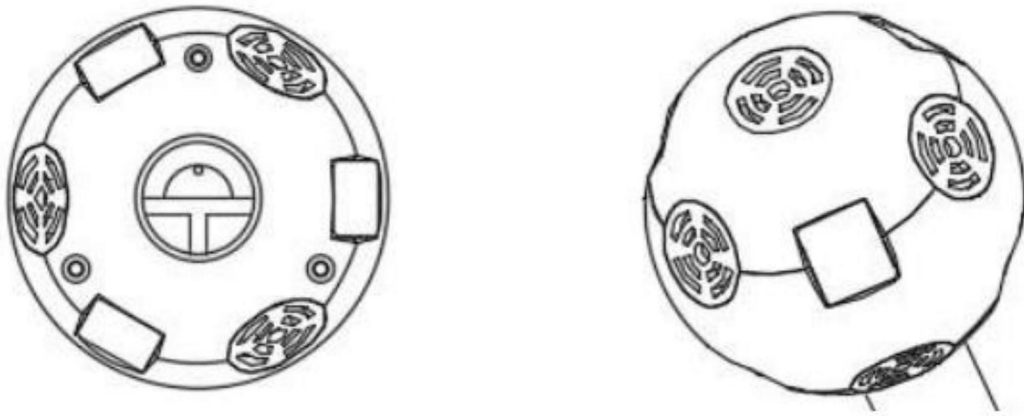


图2(c)

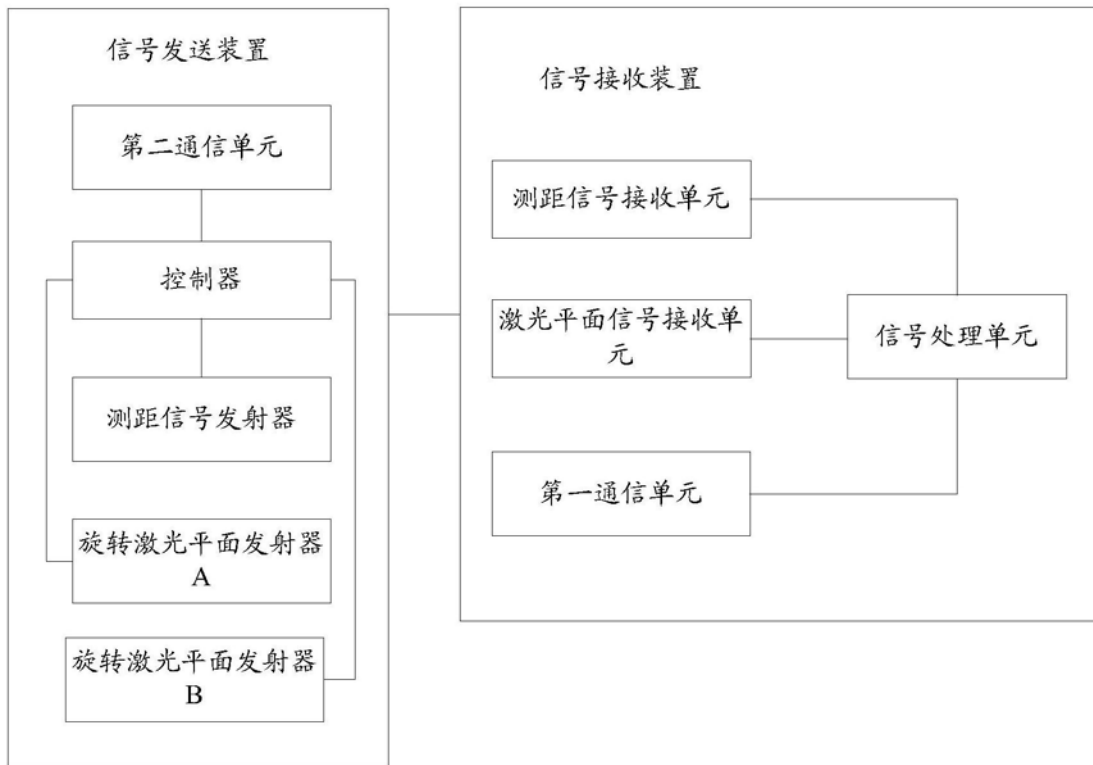


图3

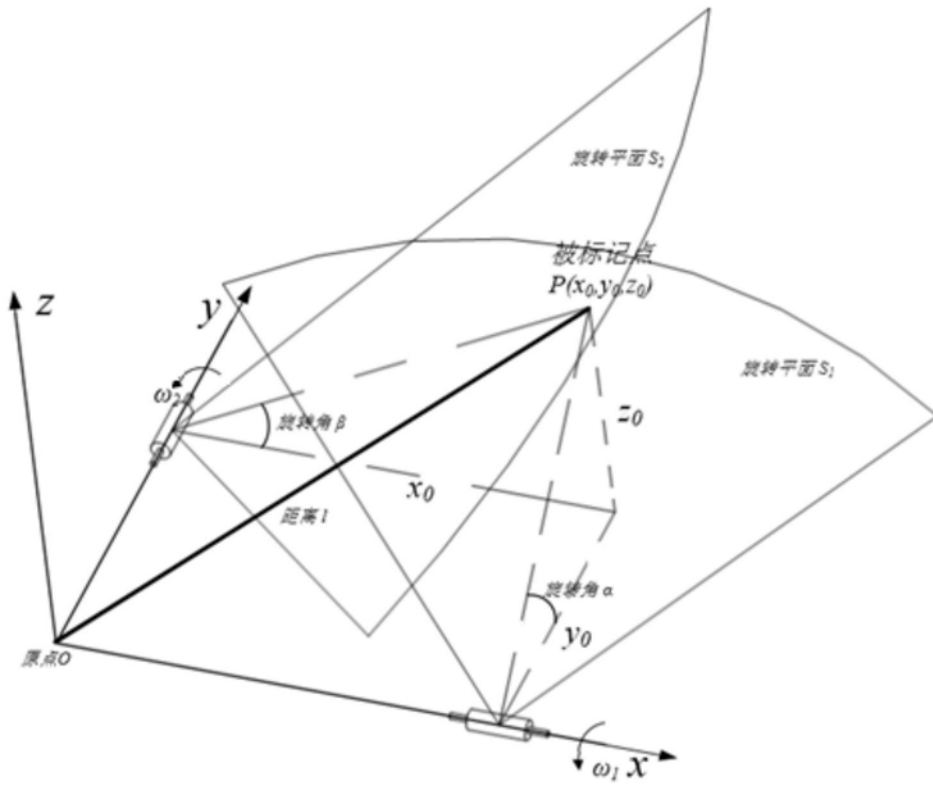


图4

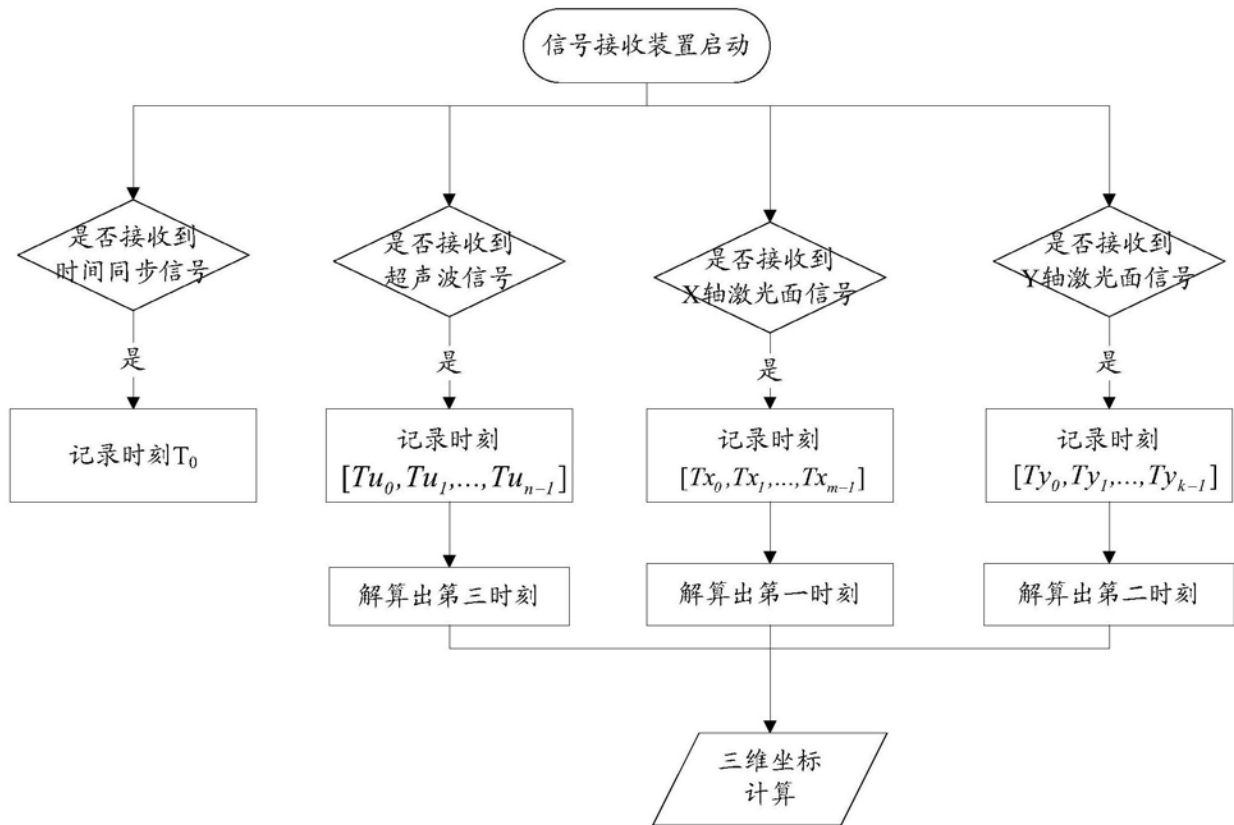


图5