



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104298342 B

(45)授权公告日 2019.02.05

(21)申请号 201310306094.0

G01S 15/08(2006.01)

(22)申请日 2013.07.19

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104298342 A

CN 101730874 A,2010.06.09,  
CN 1659505 A,2005.08.24,  
CN 102937832 A,2013.02.20,

(43)申请公布日 2015.01.21

审查员 刘雨章

(73)专利权人 中兴通讯股份有限公司  
地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术  
产业园科技南路中兴通讯大厦法务  
部

(72)发明人 李小建

(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 田红娟 龙洪

(51)Int.Cl.  
G06F 3/01(2006.01)

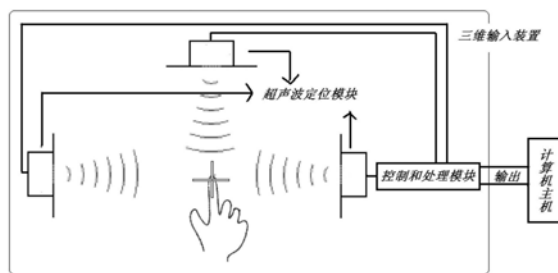
权利要求书5页 说明书17页 附图7页

(54)发明名称

一种三维空间坐标的检测方法、三维输入方法及相应装置

(57)摘要

一种三维空间坐标的检测方法、三维输入方法及相应装置,所述检测方法包括:由设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,并使用得到的三组以上的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标。所述三维输入方法包括:当检测到预置触发动作被触发时,由设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置启动跟踪测量拟手指目标位的三维空间坐标,对应显示到所述移动终端中。本发明不需要用户使用额外的遥控器、书写笔或指套等其他额外辅助电子装置,徒手即可完成输入操作,操作更为自由,便捷。



1. 一种三维空间坐标的检测方法,包括:

由设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,并使用得到的三组以上的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标;

其中,在计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标之前,还包括:分别判断各组得到的近点距离和远点距离的测量超声波测距装置是否为前 endpoint;

所述计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标,具体包括:

使用前 endpoint 测量出的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标。

2. 如权利要求1所述的方法,包括:

所述测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

针对每一超声波测距装置,发射超声波并开始计时;记录在有效测量时长内收到的第一个反射波的时间点T1及在所述有效测量时长内接收到的最后一个反射波的时间点T2;其中,所述有效测量时长的值等于2倍的超声波测距装置的最大测量有效距离与超声波波速的商;

根据所述T1、T2及开始计时时的时间点T0,计算得到所述拟手指目标物的近点距离和远点距离;其中,所述拟手指目标物的近点距离等于T1与T0的差与超声波波速的一半的乘积;所述拟手指目标物的远点距离等于T2与T0的差与超声波波速的一半的乘积。

3. 如权利要求2所述的方法,其特征在于:

若所述超声波测距装置在有效测量时长内仅接收到一个反射波,则将时间点T2的值置为T0与所述有效测量时长的和。

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于:

所述由设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

各超声波测距装置在所述移动终端的控制下,按照一定次序轮流测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离。

5. 如权利要求1或4所述的方法,其特征在于:

所述由设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

所述设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别使用不同的发射波频率测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离。

6. 一种三维输入方法,包括:

当检测到预置触发动作被触发时,由设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置启动跟踪测量拟手指目标物的三维空间坐标,对应显示到所述移动终端中;

其中,所述测量拟手指目标物的三维空间坐标,具体包括:

在每一次测量过程中,所述三组以上的超声波测距装置分别测量出所述拟手指目标物的近点距离和远点距离,并使用得到的三组以上的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标;

在计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标之前,还包括:分别判断各组近点距离和远点距离的测量方超声波测距装置是否为前 endpoint;

所述计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标,具体包括:

使用前 endpoint 测量出的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标。

7. 如权利要求6所述的方法,其特征在于:

所述检测到预置触发动作被触发,包括以下任意一种方式:

检测到所述拟手指目标物点击在所述移动终端正面的显示触摸屏上显示的三维输入应用的开始图标;或者,

检测到所述拟手指目标物点击在所述移动终端正面上设定为启动三维输入应用的按键;或者,

检测到所述拟手指目标物悬停于所述移动终端正面指定位置持续一段时间;或者,

检测到所述拟手指目标物在所述移动终端正面画出一个预置图形。

8. 如权利要求6所述的方法,其特征在于:

所述测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

针对每一超声波测距装置,发射超声波并开始计时;记录在有效测量时长内收到的第一个反射波的时间点T1及在所述有效测量时长内接收到的最后一个反射波的时间点T2;其中,所述有效测量时长的值等于2倍的超声波测距装置的最大测量有效距离与超声波波速的商;

根据所述T1、T2及开始计时时的时间点T0,计算得到所述拟手指目标物的近点距离和远点距离;其中,所述拟手指目标物的近点距离等于T1与T0的差与超声波波速的一半的乘积;所述拟手指目标物的远点距离等于T2与T0的差与超声波波速的一半的乘积。

9. 如权利要求8所述的方法,其特征在于:

若所述超声波测距装置在有效测量时长内仅接收到一个反射波,则将时间点T2的值置为T0与所述有效测量时长的和。

10. 如权利要求6所述的方法,其特征在于:

所述由设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

各超声波测距装置在所述移动终端的控制下轮流测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离。

11. 如权利要求6或10所述的方法,其特征在于:

所述由设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

所述设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别使用不同的发射波频率测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离。

12. 一种三维空间坐标的检测装置,包括:超声波定位模块及控制和处理模块;

所述超声波定位模块中包含设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置,各组超声波测距装置分别用于测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,并发送给所述控制和处理模块;

所述控制和处理模块用于使用接到的三组以上的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标;

其中,所述控制和处理模块还用于在计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标之前,分别判断各组得到的近点距离和远点距离的测量超声波测距装置是否为前 endpoint;

所述控制和处理模块用于计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标,具体包括:

所述控制和处理模块用于使用前 endpoint 测量出的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标。

13. 如权利要求12所述的装置,其特征在于:

所述超声波测距装置用于测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

所述超声波测距装置用于发射超声波并开始计时;记录在有效测量时长内收到的第一个反射波的时间点T1及在所述有效测量时长内接收到的最后一个反射波的时间点T2;其中,所述有效测量时长的值等于2倍的超声波测距装置的最大测量有效距离与超声波波速的商;

还用于根据所述T1、T2及开始计时时的时间点T0,计算得到所述拟手指目标物的近点距离和远点距离;其中,所述拟手指目标物的近点距离等于T1与T0的差与超声波波速的一半的乘积;所述拟手指目标物的远点距离等于T2与T0的差与超声波波速的一半的乘积。

14. 如权利要求13所述的装置,其特征在于:

所述超声波测距装置还用于若在有效测量时长内仅接收到一个反射波,则将时间点T2的值置为T0与所述有效测量时长的和。

15. 如权利要求12所述的装置,其特征在于:

所述各组超声波测距装置分别用于测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

所述各组超声波测距装置用于在所述控制和处理模块的控制下,按照一定次序轮流测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离。

16. 如权利要求12或15所述的装置,其特征在于:

所述各组超声波测距装置分别用于测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

所述各组超声波测距装置分别使用不同的发射波频率测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离。

17. 一种三维输入装置,包括:

控制和处理模块,用于在获知预置触发动作被触发时,控制设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置启动跟踪测量拟手指目标物的三维空间坐标;还用于接收各组超声波测距装置发来的测量结果,进行相应计算后发送到所述移动终端侧;

各组超声波测距装置,用于在所述控制和处理模块的控制下,跟踪测量拟手指目标位的三维空间坐标,并将测量结果发送到所述控制和处理模块;

其中,所述各组超声波测距装置用于测量拟手指目标物的三维空间坐标,具体包括:

所述各组超声波测距装置用于在每一次测量过程中,分别测量出所述拟手指目标物的近点距离和远点距离,并作为所述测量结果上报给所述控制和处理模块;

所述控制和处理模块还用于接收各组超声波测距装置发来的测量结果,进行相应计算,具体包括:

所述控制和处理模块还用于使用得到的三组以上的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标;

所述控制和处理模块还用于在计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标之前,分别判断各组近点距离和远点距离的测量方超声波测距装置是否为前端点;

所述控制和处理模块用于计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标,具体包括:

所述控制和处理模块用于使用前端点测量出的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标。

18.如权利要求17所述的装置,其特征在于:

所述控制和处理模块获知所述预置触发动作被触发,包括以下任意一种方式:

所述控制和处理模块获知所述拟手指目标物点击在所述移动终端正面的显示触摸屏上显示的三维输入应用的开始图标;或者,

所述控制和处理模块获知所述拟手指目标物点击在所述移动终端正面上设定为启动三维输入应用的按键;或者,

所述控制和处理模块获知所述拟手指目标物悬停于所述移动终端正面指定位置持续一段时间;或者,

所述控制和处理模块获知所述拟手指目标物在所述移动终端正面画出一个预置图形。

19.如权利要求17所述的装置,其特征在于:

所述各组超声波测距装置用于测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

所述各组超声波测距装置发射超声波并开始计时;记录在有效测量时长内收到的第一个反射波的时间点T1及在所述有效测量时长内接收到的最后一个反射波的时间点T2;其中,所述有效测量时长的值等于2倍的超声波测距装置的最大测量有效距离与超声波波速的商;根据所述T1、T2及开始计时时的时间点T0,计算得到所述拟手指目标物的近点距离和远点距离;其中,所述拟手指目标物的近点距离等于T1与T0的差与超声波波速的一半的乘积;所述拟手指目标物的远点距离等于T2与T0的差与超声波波速的一半的乘积。

20.如权利要求19所述的装置,其特征在于:

所述各组超声波测距装置还用于若在有效测量时长内仅接收到一个反射波,则将时间点T2的值置为T0与所述有效测量时长的和。

21.如权利要求20所述的装置,其特征在于:

所述各组超声波测距装置分别用于测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

所述各组超声波测距装置用于在所述控制和处理模块的控制下轮流测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离。

22.如权利要求17或20所述的装置,其特征在于:

所述各组超声波测距装置分别用于测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

所述各组超声波测距装置分别使用不同的发射波频率测量出拟手指目标物的近点距

离和远点距离。

## 一种三维空间坐标的检测方法、三维输入方法及相应装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种移动终端的输入装置,尤其涉及一种三维空间坐标的检测方法、三维输入方法及相应装置。

### 背景技术

[0002] 移动终端作为现代人的个人随身电子设备,功能繁多、性能出众,无论是用于工作还是娱乐都是很好的工具。移动终端从广义上讲包括:手机、笔记本、平板电脑、POS(Point Of Sale,销售终端)机甚至车载电脑,但是大部分情况下是指手机或者具有多种应用功能的智能手机以及平板电脑。输入功能作为移动终端的一个必不可少的功能,对于用户体验有很大的影响。

[0003] 现在市面上的移动终端,其输入方式大部分都采用平面输入。无论是通过按键来移动光标再进行按键输入信息的输入方式、还是通过触摸屏定位进行点击输入信息的输入方式,本质上都是在一个输入平面上先进行坐标定位,再进行信息输入,属于二维平面的输入方式。采用这种二维平面的输入方式,用户的输入有效区域都局限于一个有限大小平面,其输入方式受到了很大的限制,自由性较小。

[0004] 市面上的三维输入电子设备,比如遥控器、书写笔或指套等辅助电子装置,可以在三维空间内进行各种信息的输入。但对用户来说,要采用这些输入方法必须手持相应辅助电子装置来进行信息的输入操作,相对来说使用不够便捷。

### 发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题在于提供一种三维空间坐标的检测方法、三维输入方法及相应装置,使得用户在使用移动终端的时候,除移动终端本身,无需手持额外辅助电子装置,即可实现徒手在三维空间动作。

[0006] 为解决上述问题,本发明提供了一种三维空间坐标的检测方法,包括:

[0007] 由设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,并使用得到的三组以上的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标。

[0008] 进一步地,

[0009] 所述测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

[0010] 针对每一超声波测距装置,发射超声波并开始计时;记录在有效测量时长内收到的第一个反射波的时间点T1及在所述有效测量时长内接收到的最后一个反射波的时间点T2;其中,所述有效测量时长的值等于2倍的超声波测距装置的最大测量有效距离与超声波波速的商;

[0011] 根据所述T1、T2及开始计时时的时间点T0,计算得到所述拟手指目标物的近点距离和远点距离;其中,所述拟手指目标物的近点距离等于T1与T0的差与超声波波速的一半

的乘积;所述拟手指目标物的远点距离等于 $T_2$ 与 $T_0$ 的差与超声波波速的一半的乘积。

[0012] 进一步地,

[0013] 若所述超声波测距装置在有效测量时长内仅接收到一个反射波,则将时间点 $T_2$ 的值置为 $T_0$ 与所述有效测量时长的和。

[0014] 进一步地,

[0015] 所述由设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

[0016] 各超声波测距装置在所述移动终端的控制下,按照一定次序轮流测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离。

[0017] 进一步地,

[0018] 所述由设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

[0019] 所述设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别使用不同的发射波频率测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离。

[0020] 进一步地,

[0021] 在计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标之前,还包括:分别判断各组得到的近点距离和远点距离的测量超声波测距装置是否为前 endpoint;

[0022] 所述计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标,具体包括:

[0023] 使用前 endpoint 测量出的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标。

[0024] 本发明还提供了一种三维输入方法,包括:

[0025] 当检测到预置触发动作被触发时,由设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置启动跟踪测量拟手指目标位的三维空间坐标,对应显示到所述移动终端中。

[0026] 进一步地,

[0027] 所述检测到预置触发动作被触发,包括以下任意一种方式:

[0028] 检测到所述拟手指目标物点击在所述移动终端正面的显示触摸屏上显示的三维输入应用的开始图标;或者,

[0029] 检测到所述拟手指目标物点击在所述移动终端正面上设定为启动三维输入应用的按键;或者,

[0030] 检测到所述拟手指目标物悬停于所述移动终端正面指定位置持续一段时间;或者,

[0031] 检测到所述拟手指目标物在所述移动终端正面画出一个预置图形。

[0032] 进一步地,

[0033] 所述测量拟手指目标物的三维空间坐标,具体包括:

[0034] 在每一次测量过程中,所述三组以上的超声波测距装置分别测量出所述拟手指目标物的近点距离和远点距离,并使用得到的三组以上的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标。

[0035] 进一步地,



[0036] 所述测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

[0037] 针对每一超声波测距装置,发射超声波并开始计时;记录在有效测量时长内收到的第一个反射波的时间点T1及在所述有效测量时长内接收到的最后一个反射波的时间点T2;其中,所述有效测量时长的值等于2倍的超声波测距装置的最大测量有效距离与超声波波速的商;

[0038] 根据所述T1、T2及开始计时时的时间点T0,计算得到所述拟手指目标物的近点距离和远点距离;其中,所述拟手指目标物的近点距离等于T1与T0的差与超声波波速的一半的乘积;所述拟手指目标物的远点距离等于T2与T0的差与超声波波速的一半的乘积。

[0039] 进一步地,

[0040] 若所述超声波测距装置在有效测量时长内仅接收到一个反射波,则将时间点T2的值置为T0与所述有效测量时长的和。

[0041] 进一步地,

[0042] 所述由设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

[0043] 各超声波测距装置在所述移动终端的控制下轮流测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离。

[0044] 进一步地,

[0045] 所述由设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

[0046] 所述设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别使用不同的发射波频率测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离。

[0047] 进一步地,

[0048] 在计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标之前,还包括:分别判断各组近点距离和远点距离的测量方超声波测距装置是否为前端点;

[0049] 所述计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标,具体包括:

[0050] 使用前端点测量出的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标。

[0051] 相应地,本发明还提供了一种三维空间坐标的检测装置,包括:超声波定位模块及控制和处理模块;

[0052] 所述超声波定位模块中包含设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置,各组超声波测距装置分别用于测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,并发送给所述控制和处理模块;

[0053] 所述控制和处理模块用于使用接到的三组以上的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标。

[0054] 进一步地,

[0055] 所述超声波测距装置用于测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

[0056] 所述超声波测距装置用于发射超声波并开始计时;记录在有效测量时长内收到的第一个反射波的时间点T1及在所述有效测量时长内接收到的最后一个反射波的时间点T2;

其中,所述有效测量时长的值等于2倍的超声波测距装置的最大测量有效距离与超声波波速的商;

[0057] 还用于根据所述T1、T2及开始计时时的时间点T0,计算得到所述拟手指目标物的近点距离和远点距离;其中,所述拟手指目标物的近点距离等于T1与T0的差与超声波波速的一半的乘积;所述拟手指目标物的远点距离等于T2与T0的差与超声波波速的一半的乘积。

[0058] 进一步地,

[0059] 所述超声波测距装置还用于若在有效测量时长内仅接收到一个反射波,则将时间点T2的值为T0与所述有效测量时长的和。

[0060] 进一步地,

[0061] 所述各组超声波测距装置分别用于测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

[0062] 所述各组超声波测距装置用于在所述控制和处理模块的控制下,按照一定次序轮流测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离。

[0063] 进一步地,

[0064] 所述各组超声波测距装置分别用于测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

[0065] 所述各组超声波测距装置分别使用不同的发射波频率测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离。

[0066] 进一步地,

[0067] 所述控制和处理模块还用于在计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标之前,分别判断各组得到的近点距离和远点距离的测量超声波测距装置是否为前 endpoint;

[0068] 所述控制和处理模块用于计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标,具体包括:

[0069] 所述控制和处理模块用于使用前 endpoint 测量出的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标。

[0070] 相应地,本发明还提供了一种三维输入装置,包括:

[0071] 控制和处理模块,用于在获知预置触发动作被触发时,控制设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置启动跟踪测量拟手指目标位的三维空间坐标;还用于接收各组超声波测距装置发来的测量结果,进行相应计算后发送到所述移动终端侧;

[0072] 各组超声波测距装置,用于在所述控制和处理模块的控制下,跟踪测量拟手指目标位的三维空间坐标,并将测量结果发送到所述控制和处理模块。

[0073] 进一步地,

[0074] 所述控制和处理模块获知所述预置触发动作被触发,包括以下任意一种方式:

[0075] 所述控制和处理模块获知所述拟手指目标物点击在所述移动终端正面的显示触摸屏上显示的三维输入应用的开始图标;或者,

[0076] 所述控制和处理模块获知所述拟手指目标物点击在所述移动终端正面上设定为启动三维输入应用的按键;或者,

[0077] 所述控制和处理模块获知所述拟手指目标物悬停于所述移动终端正面指定位置持续一段时间;或者,

[0078] 所述控制和处理模块获知所述拟手指目标物在所述移动终端正面画出一个预置图形。

[0079] 进一步地,

[0080] 所述各组超声波测距装置用于测量拟手指目标物的三维空间坐标,具体包括:

[0081] 所述各组超声波测距装置用于在每一次测量过程中,分别测量出所述拟手指目标物的近点距离和远点距离,并作为所述测量结果上报给所述控制和处理模块;

[0082] 所述控制和处理模块还用于接收各组超声波测距装置发来的测量结果,进行相应计算,具体包括:

[0083] 所述控制和处理模块还用于使用得到的三组以上的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标。

[0084] 进一步地,

[0085] 所述各组超声波测距装置用于测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

[0086] 所述各组超声波测距装置发射超声波并开始计时;记录在有效测量时长内收到的第一个反射波的时间点T1及在所述有效测量时长内接收到的最后一个反射波的时间点T2;其中,所述有效测量时长的值等于2倍的超声波测距装置的最大测量有效距离与超声波波速的商;根据所述T1、T2及开始计时时的时间点T0,计算得到所述拟手指目标物的近点距离和远点距离;其中,所述拟手指目标物的近点距离等于T1与T0的差与超声波波速的一半的乘积;所述拟手指目标物的远点距离等于T2与T0的差与超声波波速的一半的乘积。

[0087] 进一步地,

[0088] 所述各组超声波测距装置还用于若在有效测量时长内仅接收到一个反射波,则将时间点T2的值置为T0与所述有效测量时长的和。

[0089] 进一步地,

[0090] 所述各组超声波测距装置分别用于测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

[0091] 所述各组超声波测距装置用于在所述控制和处理模块的控制下轮流测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离。

[0092] 进一步地,

[0093] 所述各组超声波测距装置分别用于测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

[0094] 所述各组超声波测距装置分别使用不同的发射波频率测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离。

[0095] 进一步地,

[0096] 所述控制和处理模块还用于在计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标之前,分别判断各组近点距离和远点距离的测量方超声波测距装置是否为前 endpoint;

[0097] 所述控制和处理模块用于计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标,具体包括:

[0098] 所述控制和处理模块用于使用前端点测量出的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标。

[0099] 本发明不需要用户使用额外的遥控器、书写笔或指套等其他额外辅助电子装置,徒手即可完成输入操作,操作更为自由,便捷。

### 附图说明

[0100] 图1为本发明实施例中三维输入装置的结构示意图;

[0101] 图2为本发明实施例中超声波测距装置发射和接收超声波的示意图;

[0102] 图3为本发明实施例中空间半球体的示意图;

[0103] 图4为本发明实施例中由多组超声波测距装置分别测量得到的数据形成的多个空间半球体的示意图;

[0104] 图5为本发明实施例中轨迹跟踪操作启动时刻的示意图;

[0105] 图6为本发明实施例中轨迹跟踪操作启动的瞬间测量多面体的示意图;

[0106] 图7为本发明实施例中手指发生移动时的示意图;

[0107] 图8为本发明实施例中对预置测量球体和预置空间球体的球心进行移动的示意图;

[0108] 图9为本发明实施例中对预置测量球体和预置空间球体的球心进行移动后的结果示意图;

[0109] 图10为本发明实施例中6个超声波换能器安装位置示意图;

[0110] 图11为本发明实施例中超声波换能器在平板电脑正面的安装方式和夹角示意图;

[0111] 图12为本发明实施例中用户通过手指点击三维输入应用的启动图标启动输入流程的示意图;

[0112] 图13为本发明实施例中前端点的位置示意图;

[0113] 图14为本发明实施例中用户手指可能便宜角度的示意图;

[0114] 图15为本发明实施例中各组有效测量数据的示意图。

### 具体实施方式

[0115] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下文中将结合附图对本发明的实施例进行详细说明。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。

[0116] 在本实施例中,一种三维空间坐标的检测方法,包括:

[0117] 由设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,并使用得到的三组以上的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标。

[0118] 较佳地,

[0119] 所述测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

[0120] 针对每一超声波测距装置,发射超声波并开始计时;记录在有效测量时长内收到的第一个反射波的时间点T1及在所述有效测量时长内接收到的最后一个反射波的时间点

T2;其中,所述有效测量时长的值等于2倍的超声波测距装置的最大测量有效距离与超声波波速的商;

[0121] 根据所述T1、T2及开始计时时的时间点T0,计算得到所述拟手指目标物的近点距离和远点距离;其中,所述拟手指目标物的近点距离等于T1与T0的差与超声波波速的一半的乘积;所述拟手指目标物的远点距离等于T2与T0的差与超声波波速的一半的乘积。

[0122] 较佳地,

[0123] 若所述超声波测距装置在有效测量时长内仅接收到一个反射波,则将时间点T2的值置为T0与所述有效测量时长的和。

[0124] 较佳地,

[0125] 所述由设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

[0126] 各超声波测距装置在所述移动终端的控制下,按照一定次序轮流测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离。

[0127] 较佳地,

[0128] 所述由设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

[0129] 所述设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别使用不同的发射波频率测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离。

[0130] 较佳地,

[0131] 在计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标之前,还包括:分别判断各组得到的近点距离和远点距离的测量超声波测距装置是否为前端点;

[0132] 所述计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标,具体包括:

[0133] 使用前端点测量出的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标。

[0134] 本发明还提供了一种三维输入方法,包括:

[0135] 当检测到预置触发动作被触发时,由设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置启动跟踪测量拟手指目标位的三维空间坐标,对应显示到所述移动终端中。

[0136] 较佳地,

[0137] 所述检测到预置触发动作被触发,包括以下任意一种方式:

[0138] 检测到所述拟手指目标物点击在所述移动终端正面的显示触摸屏上显示的三维输入应用的开始图标;或者,

[0139] 检测到所述拟手指目标物点击在所述移动终端正面上设定为启动三维输入应用的按键;或者,

[0140] 检测到所述拟手指目标物悬停于所述移动终端正面指定位置持续一段时间;或者,

[0141] 检测到所述拟手指目标物在所述移动终端正面画出一个预置图形。

[0142] 较佳地,

[0143] 所述测量拟手指目标物的三维空间坐标,具体包括:

[0144] 在每一次测量过程中,所述三组以上的超声波测距装置分别测量出所述拟手指目标物的近点距离和远点距离,并使用得到的三组以上的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标。

[0145] 较佳地,

[0146] 所述测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

[0147] 针对每一超声波测距装置,发射超声波并开始计时;记录在有效测量时长内收到的第一个反射波的时间点T1及在所述有效测量时长内接收到的最后一个反射波的时间点T2;其中,所述有效测量时长的值等于2倍的超声波测距装置的最大测量有效距离与超声波波速的商;

[0148] 根据所述T1、T2及开始计时时的时间点T0,计算得到所述拟手指目标物的近点距离和远点距离;其中,所述拟手指目标物的近点距离等于T1与T0的差与超声波波速的一半的乘积;所述拟手指目标物的远点距离等于T2与T0的差与超声波波速的一半的乘积。

[0149] 较佳地,

[0150] 若所述超声波测距装置在有效测量时长内仅接收到一个反射波,则将时间点T2的值置为T0与所述有效测量时长的和。

[0151] 较佳地,

[0152] 所述由设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

[0153] 各超声波测距装置在所述移动终端的控制下轮流测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离。

[0154] 较佳地,

[0155] 所述由设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离,具体包括:

[0156] 所述设置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置分别使用不同的发射波频率测量出拟手指目标物的近点距离和远点距离。

[0157] 较佳地,

[0158] 在计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标之前,还包括:分别判断各组近点距离和远点距离的测量方超声波测距装置是否为前端点;

[0159] 所述计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标,具体包括:

[0160] 使用前端点测量出的近点距离和远点距离,结合对应的超声波测距装置的空间坐标,计算得到所述拟手指目标物的计算中心点坐标。

[0161] 在本实施例中,一种三维输入装置,包括超声定位模块及控制和处理模块。其中,超声定位模块用于测量各超声波测距装置和被测目标物之间的距离信息,并传递给控制和处理模块;控制和处理模块用于控制超声定位模块进行测距操作并接收相应数据信息,计算被测目标物的三维空间坐标。

[0162] 如图1所示,所述超声定位模块,包括配置在移动终端四周的、三组以上的不在同一直线上的超声波测距装置。其中各组超声波测距装置的三维空间坐标已知,各组超声波测距装置中超声波发射口的法线和安装平面的中垂线相交且交点位于安装平面的同一侧(交点相对于安装平面的一侧后续称为移动终端正面)。每组超声波测距装置中超声波发射

口的法线和安装平面的夹角等于超声波测距装置的有效测量范围角度的半角。

[0163] 所述控制和处理模块中包括：控制微处理器芯片、超声定位模块的连接装置及计算机主机的连接装置。处理数据信息所需要的各种算法，既可以存储于控制微处理器芯片内部，也可以存储于计算机主机一侧。

[0164] 所述被测目标物，在本实施例内，仅限于具有手指动作功能的物体（后续称为拟手指目标物），包括但不限于：用户的手指、可完成手指动作的机械手或具有手指动作功能的其他机械物体。拟手指目标物位于上述至少三组超声波测距装置的有效测量范围的交集内。

[0165] 在本实施例中，一种对拟手指目标物的反射面进行三维空间定位得到空间多面体数据信息，并计算空间多面体计算中心点的三维空间坐标的方法（后续称为三维空间坐标的检测方法）如下所述：

[0166] 如图2所示，超声波测距装置发射超声波，该超声波测距装置发射的超声波频率为K，预设最大测量有效距离为L（大于此距离的测量信息忽略，物体过远，不等待反射波返回）。在发射超声波的同时开始计时（假设此时时间点为T0），并等待反射波返回。超声波测距装置将在有效测量时长内收到的第一个反射波作为近点反射波，记录接收到近点反射波的时间点T1（以下称为近点反射时间点T1），将在有效测量时长内接收到的最后一个反射波作为远点反射波，记录接收到远点反射波的时间点T2（以下称为远点反射时间点T2）。其中，有效测量时长T3等于2倍的最大测量有效距离与超声波波速C的商，即 $T3=2 \times L \div C$ 。若在有效测量时长内仅接收到一个反射波，则将时间点T2的值置为T0与有效测量时长的和。

[0167] 如图3所示，把时间点T1、T2转化为拟手指目标物的近点距离S1和远点距离S2，分别以S1为内径、以S2为外径、以本超声波测距装置中超声波发射口的中心位置为球心、以本超声波测距装置中超声波发射口所在平面为底面，得到一个空间半球体；其中， $S1=(T1-T0) \times C \div 2$ ， $S2=(T2-T0) \times C \div 2$ 。这个空心半球体即为本超声波测距装置通过测量得到的拟手指目标物在三维空间中存在的区域。

[0168] 超声波测距装置对拟手指目标物的测量结果，仅包括拟手指目标物的反射面信息，并不能表示拟手指目标物整体的位置信息。本发明中把能代表拟手指目标物三维动作信息的标识点，称为目标物有效点。超声波测距装置得到的测量结果中，如果包含目标物有效点，称为有效测量数据，如果不包含目标物有效点，则称为非有效测量数据。可通过算法分析来判断得到的测量结果是否为有效测量数据，对为有效测量数据的测量结果进行保留，丢弃为非有效测量数据的测量结果。由有效测量数据形成的空心半球体，称为有效空心半球体。

[0169] （有效数据，非有效数据）=f1(T1, T2)；

[0170] 具体算法实现，在说明实例中详细说明。

[0171] 如图4所示，存在三组以上的不在同一直线上、相互之间的位置固定且空间三维坐标已知的超声波测距装置，分别标记为a, b, c……，这三组超声波测距装置中超声波发射口的中心位置的三维空间坐标分别标记为 $(Xa, Ya, Za)$ ， $(Xb, Yb, Zb)$ ， $(Xc, Yc, Zc)$ ……，设定发射的超声波频率分别为 $Ka, Kb, Kc$ ……（以排除相互间的声波干扰），设定最大测量有效距离L（这个设定所有超声波测距装置通用）。多组超声波测距装置在控制和处理模块的控制下，按照一定次序（如Index）轮流测量同一个拟手指目标物（多组超声波测距装置按Index轮流

测量,可以最大可能的避开本轮测量中各组超声波测距装置之间的相互干扰)。按照算法f1()确定测量结果如果为有效测量数据则保留,如果为非有效测量数据则丢弃,然后把各组有效测量数据近点反射时间点T1和远点反射时间点T2转化得到有效空心半球体-a,有效空心半球体-b,有效空心半球体-c……。三个以上的有效空心半球体相交,可以得到空间多面体-abc。空间多面体-abc所在的空间区域必定包含目标物有效点。

[0172] 超声波测距装置的数量越多,形成的有效空心半球体就越多,相互相交得到的空间多面体的表面数量就越多,空间多面体的形状也就越贴近真实的拟手指目标物的形状。

[0173] 为了表示空间多面体-abc在三维空间内的移动,本实施例使用空间多面体-abc的计算中心点(x,y,z)的位置变化来体现。由于空间多面体-abc是由多个有效空心半球体相交得到的,空间多面体-abc的各个表面都属于某一个有效空心半球体的内表面或外表面的一部分,因此空间多面体-abc的各个表面距离相应有效空心半球体球心的距离是已知的,即:当该空间多面体-abc的一个表面是相应有效空心半球体的外表面的一部分时,该表面距离该相应有效空心半球体球心的距离等于该相应有效空心半球体的外径;当该空间多面体-abc的一个表面是相应有效空心半球体的内表面的一部分时,该表面距离该相应有效空心半球体球心的距离等于该相应有效空心半球体的内径。使用算法可以得到空间多面体-abc到各个有效空心半球体球心的距离,再以此来计算得到计算中心点的三维空间坐标。按照空间几何原理,如果能够得到某点与三个不在同一直线上的位置已知的点的距离,则该点的坐标在以这三个点所在平面为分界面的某半个空间区域内被唯一确定(另一个半个空间区域内会存在另一个对称点)。

[0174] 空间多面体-abc的计算中心点(x,y,z)

[0175] =f2(S1a,S2a,S1b,S2b,S1c,S2c……);

[0176] =f3(T1a,T2a,T1b,T2b,T1c,T2c……);

[0177] 具体算法的实现方式,在后续说明实例中详细说明。

[0178] 在本实施例中,还提供了一种基于上述三维空间坐标的检测方法,对拟手指目标物的运动轨迹进行跟踪,并提取三维空间坐标的变化的方法(后续称为三维输入方法)。对该方法的说明如下:

[0179] 已知前提:存在三组以上的不在同一直线上、相互之间的位置固定且空间三维坐标已知的超声波测距装置,分别标记为a,b,c……,这三组以上的超声波测距装置中超声波发射口的三维空间坐标分别标记为(Xa,Ya,Za),(Xb,Yb,Zb),(Xc,Yc,Zc)……,设定发射的超声波频率分别为Ka,Kb,Kc……(排除相互声波干扰),设定最大测量有效距离L(这个设定所有超声波测距装置通用)。多组超声波测距装置在控制和处理模块的控制下,按照一定次序(如Index),轮流测量同一个拟手指目标物(多组超声波测距装置按Index轮流测量,可以最大可能的避开本轮测量中各组超声波测距装置之间的相互干扰)。

[0180] 三维输入方法的第一步,在检测到预置触发动作被触发后,启动对拟手指目标物的运动轨迹的跟踪操作,设置预置空间球体,设置预置测量球体,完成初始化准备。

[0181] 如图5所示,当检测到预置触发动作被触发的瞬间,启动整个轨迹跟踪操作流程,并确定了预置空间球体、预置测量球体的相关参数。

[0182] 所述预置触发动作,是指用户在移动终端上预先设置的一种指定动作,当该指定动作被触发后,关联启动执行对拟手指目标物进行动作轨迹的跟踪操作。在预置触发动作



被触发的瞬间,拟手指目标物被限制于预置已知的三维空间区域,此三维空间区域的坐标已知(后续称为初始三维空间坐标,至于如何得到这个初始三维空间坐标,方法可以多种多样,本输入方法并不关心如何得到初始三维空间坐标,仅关心轨迹跟踪操作启动瞬间,初始三维空间坐标已知)。预置触发动作,包括但不限于包括:拟手指目标物点击在移动终端正面的显示触摸屏上显示的三维输入应用的开始图标(此种情况下,该开始图标的空间坐标即为初始三维空间坐标)、或拟手指目标物点击在移动终端正面上设定为启动三维输入应用的按键(此种情况下,该按键的空间坐标即为初始三维空间坐标)、或拟手指目标物悬停于移动终端正面指定位置持续一段时间(此种情况下,悬停手指尖所处的三维空间位置的坐标即为初始三维空间坐标)、或拟手指目标物在移动终端正面画出一个预置图形(如一个圆或一个8字形)(此种情况下,停止运动一瞬间手指尖端所处的三维空间位置的坐标即为初始三维空间坐标)。

[0183] 在预置触发动作被触发、整个轨迹跟踪操作开启的瞬间,初始三维空间坐标已知,以初始三维空间坐标为球心(空间坐标记为(预置 $x$ ,预置 $y$ ,预置 $z$ ),后续称为预置球体球心)、分别以预设置的预置半径(预置 $R$ )和测量半径(测量 $R$ )(数值可按实际需求设置,看算法的需求,并无硬性规定的数值)作为半径,可以得到两个同球心的空间球体(后续分别称为预置空间球体和预置测量球体)。通过计算可以得到预置空间球体和预置测量球体距离各组超声波测距装置的近点距离和远点距离,并可转化为相关的近点反射时间点和远点反射时间点:

[0184] ((预置空间 $T1a$ ), (预置空间 $T2a$ ))

[0185] = $f4$ ((预置空间 $S1a$ ), (预置空间 $S2a$ ))

[0186] = $f5$ (( $Xa, Ya, Za$ ), ((预置 $x$ ), (预置 $y$ ), (预置 $z$ )), (预置 $R$ ));

[0187] .....(其他多组)

[0188] ((预置测量 $T1a$ ), (预置测量 $T2a$ ))

[0189] = $f4$ ((预置测量 $S1a$ ), (预置测量 $S2a$ ))

[0190] = $f5$ (( $Xa, Ya, Za$ ), ((预置 $x$ ), (预置 $y$ ), (预置 $z$ )), (测量 $R$ ));

[0191] .....(其他多组)

[0192] 具体算法实现,在下述说明实例中详细说明。

[0193] 如图6所示,在轨迹跟踪操作启动的瞬间,拟手指目标物的尖端(即拟手指目标物上用于触发预置触发动作的部分)必定处于预置测量球体内,以拟手指目标物的尖端上的点为目标物有效点,预置测量球体内必定包含目标物有效点。通过多组超声波测距装置对拟手指目标物进行测量得到空间多面体,将该空间多面体和预置测量球体相交得到的三维空间区域称为测量多面体。通过跟踪测量多面体在预置空间球体内的运动轨迹,来提取拟手指目标物的三维空间坐标变化。

[0194] 三维输入方法的第二步,在检测到拟手指目标物移动后,重新确定各超声波测距装置通过对拟手指目标物进行测量得到的新空间多面体和预置测量球体相交所得到的新测量多面体。

[0195] 如图7所示,当拟手指目标物移动的瞬间,预置测量球体的球心(坐标位置记为(预置 $x$ ,预置 $y$ ,预置 $z$ ))尚未变化。各组超声波测距装置通过分别对拟手指目标物进行测量,得到三组以上的有效空心半球体(有效空心半球体是由有效测量数据组成的,测量结果必须

先经过f1( )选择,抛弃无效数据),这些有效空心半球体相交得到新空间多面体。新空间多面体和预置测量球体相交,形成新测量多面体。该新测量多面体的计算中心点和预置测量球体的球心相分离,记录新测量多面体的计算中心点坐标为(测量x,测量y,测量z)。该新测量多面体的计算中心点的坐标计算方法参见下述实例。

[0196] 三维输入方法的第三步,将预置测量球体和预置空间球体的球心朝新测量多面体的计算中心点的方向移动。

[0197] 如图8所示,将预置测量球体和预置空间球体的球心(坐标位置记为(预置x,预置y,预置z))向新测量多面体的计算中心点(坐标位置记为(新x,新y,新z))方向移动。按调整后的系统参数,可以得到新预置测量球体和新预置测量球体的球心(坐标位置记为(新预置x,新预置y,新预置z)),如图9所示。新预置测量球体和新空间多面体相交,得到新测量多面体。将预置空间球体和预置测量球体的球心的坐标(预置x,预置y,预置z)重置为新预置测量球体的球心坐标(新预置x,新预置y,新预置z),重置预置空间球体和预置测量球体的系统参数,重置新测量多面体。

[0198] 三维输入方法的第四步,将当前预置测量球体和预置空间球体的球心坐标(预置x,预置y,预置z)传输给计算机主机,等待下一次拟手指目标物移动测量。

[0199] 顺序执行三维输入方法的第二步,第三步,第四步,完成一次对拟手指目标物的动作轨迹跟踪操作。每完成一次动作轨迹跟踪操作,系统就会回到第二步的初始状态,预置测量球体和预置空间球体的球心与拟手指目标物的计算中心点重合,测量多面体内必定包含目标物有效点。连续循环不停,可以不停的跟踪拟手指目标物的动作轨迹的三维空间坐标信息,并上报动作轨迹的三维空间坐标给计算机主机。在动作轨迹跟踪操作流程中,出现了问题则跳转到三维输入方法第五步。

[0200] 三维输入方法第五步,流程错误处理。

[0201] 超声波测距装置通过测量拟手指目标物得到的测量结果,通过f1()算法提取有效测量数据。如果有效测量数据不足三组,无法转化得到拟手指目标物的空间多面体,也无法得到计算中心点。

[0202] 移动预置测量球体和预置空间球体的球心,直至移动到超声波测距装置的有效测量范围外,无法得到测量结果。

[0203] 超声波测距装置在测量过程中,若被其他物体遮挡,导致测量数据不正确,无法如实反映拟手指目标物的情况,均无法得到有效测量数据。

[0204] 以上情况出现的时候,对拟手指目标物的动作轨迹跟踪操作失败,传输预置的错误三维空间坐标给计算机主机,关闭本次动作轨迹跟踪操作流程,表示本次三维输入操作失败,等待下一轮三维输入重新开始,即等待预置触发动作,重新初始化。(预置的错误三维空间坐标,是指移动终端预先设置的一个指定三维空间坐标,包括不仅限于(-1,-1,-1))。

[0205] 下面通过实例,来详细描述三维输入装置和方法。

[0206] 在本实例中,移动终端选用平板电脑。超声波测距装置选用超声波换能器,数量为6个。超声波换能器的安装位置如下:

[0207] 如图10所示,在平板电脑的周围,6个超声波换能器安装位置如图所示。分别标记为a,b,c,d,e,f,各超声波换能器的三维空间坐标已知,分别为 $(X_a, Y_a, Z_a)$ 、 $(X_b, Y_b, Z_b)$ 、 $(X_c, Y_c, Z_c)$ 、 $(X_d, Y_d, Z_d)$ 、 $(X_e, Y_e, Z_e)$ 及 $(X_f, Y_f, Z_f)$ ,设定发射的超声波频率分别为40kHz、

45kHz、50kHz、55kHz、60kHz及65kHz，设定最大测量有效距离L为50cm，有效测量时长为(1/340)秒(这个设定所有超声波换能器通用)。多组超声波换能器在控制和处理模块的控制下，按照a->b->c->d->e->f的次序轮流对同一个拟手指目标物进行测量，(多组轮流测量，可以最大可能的避开本轮测量中各组装置相互干扰)。各组超声波换能器分配的测量时间为1/300秒，6组超声波换能器完成一轮测试所需要的总时间为 $6 \times (1/300)$ 秒=20毫秒。

[0208] 如图11所示，描述了超声波换能器在平板电脑正面的安装方式和夹角。在实例中选用广角超声波换能器，有效测量角度为150度，各超声波换能器有效测量角度的法线和平板电脑显示平面的中垂线相交且交点位于显示平面的同一侧(交点位于该平板电脑显示正面的一侧)。每组超声波换能器的法线和平板电脑显示平面的夹角等于75度，平板电脑的三维输入有效角度为120度。

[0209] 在本实例中，控制和处理模块中控制微处理器芯片安装在平板电脑主板上，算法存储在平板电脑侧。

[0210] 下面开始对通过三维输入装置进行三维输入操作的流程方法进行说明，通过三维输入方法来跟踪拟手指目标物的空间动作，并传输动作轨迹的三维空间坐标给平板电脑的操作系统。在本实例中，拟手指目标物是用户手指，目标物有效点位于用户手指尖端。通过跟踪用户手指尖端的三维空间坐标变化来体现用户手指的动作轨迹，用户手指尖端称为有效跟踪目标，其他部分称为非有效跟踪目标。

[0211] 三维输入方法的第一步，通过预置触发动作，启动对拟手指目标物的运动轨迹的跟踪操作，设置预置空间球体，设置预置测量球体，完成初始化准备。

[0212] 如图12所示，在本实例中，选择用户手指点击三维输入应用的启动图标作为预置触发动作，图标的三维空间坐标已知是 $(x_0, y_0, z_0)$ ，即初始三维空间坐标是 $(x_0, y_0, z_0)$ ，设置预置球体球心= $(x_0, y_0, z_0)$ ，设置(预置R)=2cm，设置(测量R)=1cm，得到预置空间球体和预置测量球体，球体内每一个点的三维空间点坐标 $(x, y, z)$ 的相关函数方程分别为：

[0213] 根号 $((x, y, z), (x_0, y_0, z_0)) \ll = 2\text{cm}$ ;

[0214] 根号 $((x, y, z), (x_0, y_0, z_0)) \ll = 1\text{cm}$ ;

[0215] 算法f4()、f5()通过预置球体球心，预置球体半径和超声波换能器的三维空间坐标，计算得到预置空间球体和预置测量球体到各组超声波换能器的近点距离和远点距离(S1, S2)，分别如下：预置空间球体到超声波换能器的近点距离为该超声波换能器的坐标与该预置空间球体的球心的坐标之间的距离减去预置空间球体的半径，预置空间球体到超声波换能器的远点距离为该超声波换能器的坐标与该预置空间球体的球心的坐标之间的距离加上预置空间球体的半径，预置测量球体到超声波换能器的近点距离为该超声波换能器的坐标与该预置测量球体的球心的坐标之间的距离减去预置测量球体的半径，预置测量球体到超声波换能器的远点距离为该超声波换能器的坐标与该预置测量球体的球心的坐标之间的距离加上预置空间球体的半径。

[0216]  $L=C \times T$ ，超声波在空气的传输速率是340m/s，

[0217] (预置空间T1a)=(2\*(预置空间S1a))/340;

[0218] (预置空间T2a)=(2\*(预置空间S2a))/340;

[0219] (预置测量T1a)=(2\*(预置测量S1a))/340;

[0220] (预置测量T2a)=(2\*(预置测量S2a))/340;

[0221] 其他组同理……。

[0222] 在第一步完结时,预置测量球体内必定包含有效跟踪目标,且必定包含目标物有效点。各个超声波换能器对用户手指进行测量,并保存测量数据。

[0223] 三维输入方法的第二步,用户手指移动后,重新测量得到的新空间多面体和预置测量球体相交,得到新测量多面体。

[0224] 各超声波换能器a、b、c、d、e、f分别测量用户手指,得到了各组近点反射点时间和远点反射点时间,分别记做(T1a,T2a), (T1b,T2b), (T1c,T2c), (T1d,T2d), (T1e,T2e), (T1f,T2f)。

[0225]  $L=C \times T$ ,超声波在空气的传输速率C是340m/s,分别计算得到近点距离和远点距离(S1a,S2a), (S1b,S2b), (S1c,S2c), (S1d,S2d), (S1e,S2e), (S1f,S2f)。

[0226] 每个超声波换能器在测量的过程中,使用f1 O算法对测量得到的测量结果进行挑选,挑选出包含目标物有效点的有效测量数据,抛弃非有效测量数据。

[0227] 算法f1 O的选择方法说明如下:

[0228] 说明1:用户手指和超声波换能器的有效测量距离。

[0229] 超声波换能器在测量过程中存在盲区,会有一个最小测量有效距离。超声波在空气中传播,信号会衰减,为保证测量的准确度和精度,过滤衰减信号和噪音,还会有一个最大测量有效距离。最小测量有效距离和最大测量有效距离之间,才是超声波换能器的有效测量范围。

[0230] 用户手指移动后,可能超出超声波换能器的有效测量范围,需要判断用户手指移动前的预置球体球心的所在位置,如果预置球体球心的位置已经达到了有效测量范围的边缘,移动后可能超出有效测量范围,则标记本次测量结果为非有效测量数据。

[0231] 说明2:用户手指移动前,用户手指和平板电脑的关系如下:

[0232] 如图13所示,在本实例中,如果超声波换能器的测量结果中,近点反射点在预置测量球体内,远点反射点在预置测量球体外,则这个超声波换能器称为前 endpoint。在本f1 O算法中,有效测量数据除了包含目标物有效点之外,还必须是前 endpoint的测量结果。不是前 endpoint的测量结果,全都标记为非有效测量数据。以后所说的有效测量数据都是指前 endpoint的测量结果。

[0233] 用户手指移动后的测量结果,必定满足如下条件:预置测量球体必定包含有效跟踪目标,且必定包含目标物有效点,测量结果中必定包含三组以上的有效测量数据。

[0234] 由于6个超声波换能器的安装方位围绕平板电脑一周,平均夹角为60度,相邻的三个超声波换能器之间的夹角约为120度,用户手指的反射夹角小于90度,则用户手指移动前的测量结果中至少存在三个连续前 endpoint,分别称为左前 endpoint、中前 endpoint及右前 endpoint。在三个连续前 endpoint的外延 endpoint,不是前 endpoint,再分别称为左外 endpoint,右外 endpoint。

[0235] 如果用户手指移动前的测量结果中不存在前 endpoint,或前 endpoint的数量少于三个的话,则本次用户手指移动后,执行三维输入方法第二步失败,转入三维输入方法第五步,错误流程处理。

[0236] 说明3:用户手指移动后,用户手指在预置空间球体内变化如下:

[0237] 如图14所示,在本实例中,预置空间球体半径(预置R)=2cm,预置测量球体半径(测量R)=1cm,6组超声波换能器一轮测试时间周期为20毫秒。设定用户手指移动速率上限为

50cm/s,则用户手指移动后,任意情况下,预置测量球体内仍然存在至少部分有效跟踪目标,有效跟踪目标仍然在预置测量球体内,目标物有效点也在预置测量球体内。(如果用户手指移动太快,有效跟踪目标完全移出预置测量球体,甚至移出预置空间球体,则标记为非有效测量数据)

[0238] 结合上述说明1、说明2和说明3,可以得到以下选择数据的方法:

[0239] 1. 设定测量有效范围,从各组测量结果中截取出测量有效数据(过滤掉有效测量范围之外的数据);

[0240] 如图15所示,在本实例中,超声波换能器最小有效测量距离设定为2cm,得到有效阈值 $T1=(2 \times 0.02)/340$ 秒(超声波波速和具体的超声波换能器型号相关),设定最大测量有效距离为50cm,得到有效阈值 $T2=(2 \times 0.5)/340$ 秒。分别取各组测量结果(近点反射点时间-开始测量时间,远点反射点时间-开始测量时间)和有效测量范围(有效阈值 $T1$ ,有效阈值 $T2$ )的交集,得到并记录测量有效数据(有效 $T1$ ,有效 $T2$ )。

[0241] 测量有效数据的集合为空的话,表示本次测量结果的数据不是在有效测量范围内,标记为非有效测量数据;

[0242] 2. 在测量有效数据(有效 $T1$ ,有效 $T2$ )的基础上,判断预置球体球心所在的位置。(过滤用户手指在有效测量范围边缘,移动后有可能超出测量边界的测量结果)

[0243] (预置空间 $T1$ ,预置空间 $T2$ )的范围在(有效阈值 $T1$ ,有效阈值 $T2$ )之内,如果超出边界,则表示用户手指位置太远或太近,有效跟踪目标的所在位置在移动之后可能超出有效测量范围。本次测量结果的数据标记为非有效测量数据;

[0244] 3. 在测量有效数据(有效 $T1$ ,有效 $T2$ )的基础上,分析预置测量球体内的测量数据。(过滤用户手指移动过快,预置测量球体无有效跟踪目标的测量结果)

[0245] 取测量有效数据(有效 $T1$ ,有效 $T2$ )和预置测量球体的近点反射时间点和远点反射时间点(预置测量 $T1$ ,预置测量 $T2$ )的交集,得到并记录(有效测量 $T1$ ,有效测量 $T2$ )。如果(有效测量 $T1$ ,有效测量 $T2$ )为空,表示在测量结果中,落在预置测量球体的区域范围内没有反射信号,预置测量球体内自然不可能存在跟踪有效目标。本次测量结果数据标记为非有效测量数据;

[0246] 4. 在(有效测量 $T1$ ,有效测量 $T2$ )为非空集的基础上,分析预置空间球体内的测量数据,以过滤非前端点的测量结果。

[0247] 用户手指移动后,有效跟踪目标必须还存在于预置空间球体内,所有近点反射点在(预置空间 $T1$ ,预置空间 $T2$ )之外的测量结果都不可能是前端点的测量结果,本次测量结果数据标记为非有效测量数据。

[0248] 5. 分析满足条件3和条件4的测量结果的测量数据,判断用户手指的前端点,得到有效测量数据。

[0249] 在满足上述条件的测量数据中,寻找近点反射点是有效跟踪目标的反射的测量结果,这个就是寻找的前端点,测量结果标记为有效测量数据。

[0250] 一轮超声波换能器测量时间为20ms,每轮测量时间中用户手指移动角度上限为36度,即用户手指每秒角速度1800度(5圈)。由于6个超声波换能器的安装方位围绕平板电脑一周,平均夹角为60度,用户手指水平方向上的角度变化最多偏移一个超声波换能器。用户手指移动前的测量结果中至少存在三个连续前端点,其中,中前端点在用户手指移动后在

水平方向上必定仍然是前 endpoint, 近点反射点是有效跟踪目标的反射。左前 endpoint, 右前 endpoint 则取决于用户手指的角度变化。(用户手指垂直方向上的角度变化会导致所有前 endpoint 的测量结果, 近点反射点从有效跟踪目标的反射变化为非有效跟踪目标的反射。)

[0251] 分析本轮测量结果和上轮测量结果的变化, 可以得到对各组超声波换能器测量结果的变化, 如果近点反射点数值变小, 表示用户手指靠近; 如果近点反射点数值变大, 表示用户手指远离; 如果近点反射点数值没有变化, 表示用户手指平移。

[0252] 超声波换能器测量结果中的近点反射点, 是用户手指的整体反射, 不一定是有效跟踪目标的反射, 也可能是非有效跟踪目标的反射。随着用户手指的移动, 可能从有效跟踪目标的反射变化为非有效跟踪目标的反射。由于上轮测量结果中至少存在三个连续前 endpoint, 近点反射点是有效跟踪目标的反射, 有效跟踪目标到各组超声波换能器的距离已知, 可以确定有效跟踪目标的所在空间区域, 本轮测量结果中, 考虑水平方向上用户手指的角度变化, 左外 endpoint, 左前 endpoint, 中前 endpoint 为第一组, 左前 endpoint, 中前 endpoint, 右前 endpoint 为第二组, 中前 endpoint, 右前 endpoint, 右外 endpoint 为第三组。这三组测量数据的近点反射点已知, 可以计算得到三组数据的用户手指的反射面所在空间区域。比较得到这三组数据中反射面所在空间区域最小的一组, 就是在水平方向上用户手指的反射面就是有效跟踪目标的反射。(如果有前 endpoint 得到的近点反射点, 从有效跟踪目标的反射变化为非有效跟踪目标的反射, 计算得到的反射面所在空间区域会变大。)

[0253] 上轮测量结果和本轮测量结果中, 如果反射面所在空间区域整体变大, 则表示在垂直方向上, 近点反射点从有效跟踪目标的反射变化为非有效跟踪目标的反射, 即这些前 endpoint 都不再是本轮测试结果中的前 endpoint, 标记为非有效测量数据。

[0254] 按照这个方法, 找到本轮测量结果中的前 endpoint, 标记为有效测量数据。如果有效测量数据的数量小于三组, 则表示本次测量数据无法达到所需标准, 跳转到三维输入方法第五步, 错误流程处理。

[0255] 通过算法 f1 () 挑选出三组以上的有效测量数据, 形成有效空心半球体, 相互相交成空间多面体-abcdef。空间多面体-abcdef 必定包含了有效跟踪目标, 且必定包含目标物有效点。空间多面体-abcdef 和预置测量球体相交, 得到测量多面体-abcdef。上文所述的发明内容中, 算法 f2 (), f3 () 使用有效测量数据来计算测量多面体-abcdef 计算中心点的三维空间坐标。在本实例中, 选择一个简单的算法取得测量多面体-abcdef 的计算中心点到各超声波换能器的距离:

[0256] (有效Sa) = ((有效S1a) + (有效S2a)) / 2;

[0257] (有效Sb) = ((有效S1b) + (有效S2b)) / 2;

[0258] (有效Sc) = ((有效S1c) + (有效S2c)) / 2;

[0259] 按照空间几何原理, 如果能够得到某点与三个不在同一直线上的位置已知的点的距离, 则该点的坐标在以这三个点所在平面为分界面的某半个空间区域内被唯一确定(另外半个空间区域内会存在另一个对称点)。各超声波换能器三维空间坐标已知, 分别为 (Xa, Ya, Za), (Xb, Yb, Zb), (Xc, Yc, Zc), (Xd, Yd, Zd), (Xe, Ye, Ze), (Xf, Yf, Zf)。已知存在三组以上的测量多面体-abcdef 的计算中心点到各超声波换能器的距离。因此, 在具体实现时, 可从上述三组以上的测量多面体-abcdef 的计算中心点到各超声波换能器的距离中任选三组, 计算得到测量多面体-abcdef 的计算中心点的三维空间坐标(测量x, 测量y, 测量z)。

[0260] 三维输入方法的第三步,移动预置球体球心,使其朝新测量多面体计算中心点移动。

[0261] 在本实例中,以测量多面体-abcdef的计算中心点为移动后新预置球体的球心。设置新预置球体的球心坐标为((测量x),(测量y),(测量z)),设置(预置R)=2cm,(测量R)=1cm,得到新预置空间球体和新预置测量球体,球体内每一个点的三维空间点坐标(x,y,z)的相关函数方程分别为:

[0262]  $\sqrt{(x,y,z),((\text{测量}x),(\text{测量}y),(\text{测量}z)))} = 2\text{cm};$

[0263]  $\sqrt{(x,y,z),((\text{测量}x),(\text{测量}y),(\text{测量}z)))} = 1\text{cm};$

[0264] 由于预置球体球心,预置空间球体,预置测量球体重置,新预置测量球体和空间多面体-abcdef相互相交,得到新测量多面体-abcdef,并计算新计算中心点。(使用的算法,和上文使用的f2(),f3(),f4(),f5()算法相同。)

[0265] 三维输入方法的第四步,传输当前预置测量球体和预制空间球体的球心(测量x,测量y,测量z)给平板电脑的操作系统,等待下一次用户手指移动。

[0266] 按顺序执行三维输入方法第二步,第三步,第四步,完成一次对用户手指的动作轨迹跟踪操作。每完成一次动作轨迹跟踪操作,系统就会回到方法第二步的初始状态,预置球体球心和用户手指计算中心点重合,测量多面体内必定包含有效跟踪目标,且必定包含目标物有效点,测量结果存在三个以上的尖端点。

[0267] 对用户手指的动作轨迹跟踪操作,连续循环,可以不停的跟踪用户手指动作轨迹的三维空间坐标信息,并上报动作轨迹的三维空间坐标给平板电脑的操作系统。在动作轨迹跟踪操作流程中,出现了问题则跳转到三维输入方法第五步。

[0268] 三维输入方法第五步,流程中错误处理。

[0269] 如果在方法的流程步骤中,出现错误,则会跳转到第五步,执行错误处理。清空所有系统参数,上传预置的错误三维空间坐标((-1),(-1),(-1))给平板电脑的操作系统。平板电脑的操作系统接收到这个错误三维空间坐标后,显示屏幕提示“三维输入操作失败”,关闭本轮三维输入操作,等待下一轮三维输入重新开始。

[0270] 本领域普通技术人员可以理解上述方法中的全部或部分步骤可通过程序来指令相关硬件完成,所述程序可以存储于计算机可读存储介质中,如只读存储器、磁盘或光盘等。可选地,上述实施例的全部或部分步骤也可以使用一个或多个集成电路来实现。相应地,上述实施例中的各模块/单元可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能模块的形式实现。本发明不限制于任何特定形式的硬件和软件的结合。

[0271] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。根据本发明的发明内容,还可有其他多种实施例,在不背离本发明精神及其实质的情况下,熟悉本领域的技术人员当可根据本发明作出各种相应的改变和变形,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

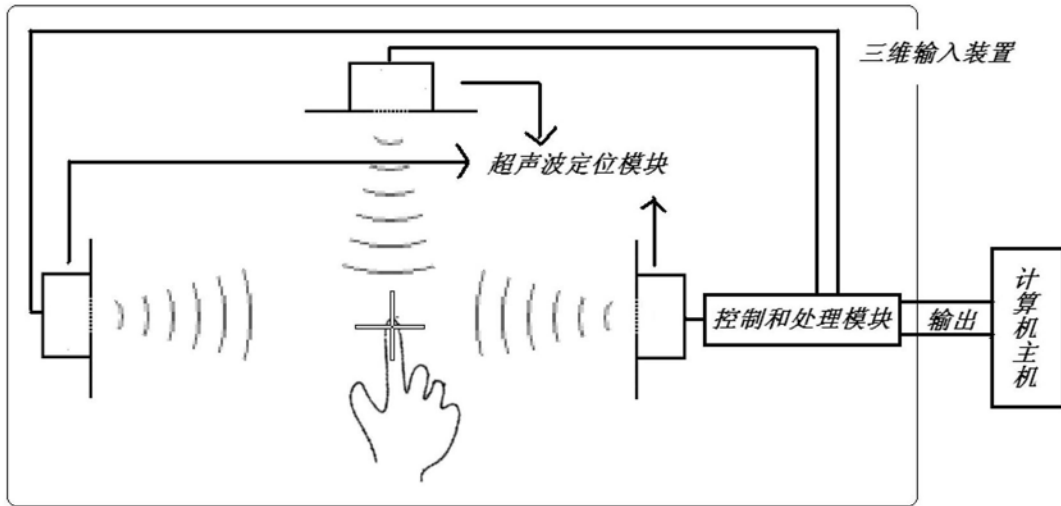


图1

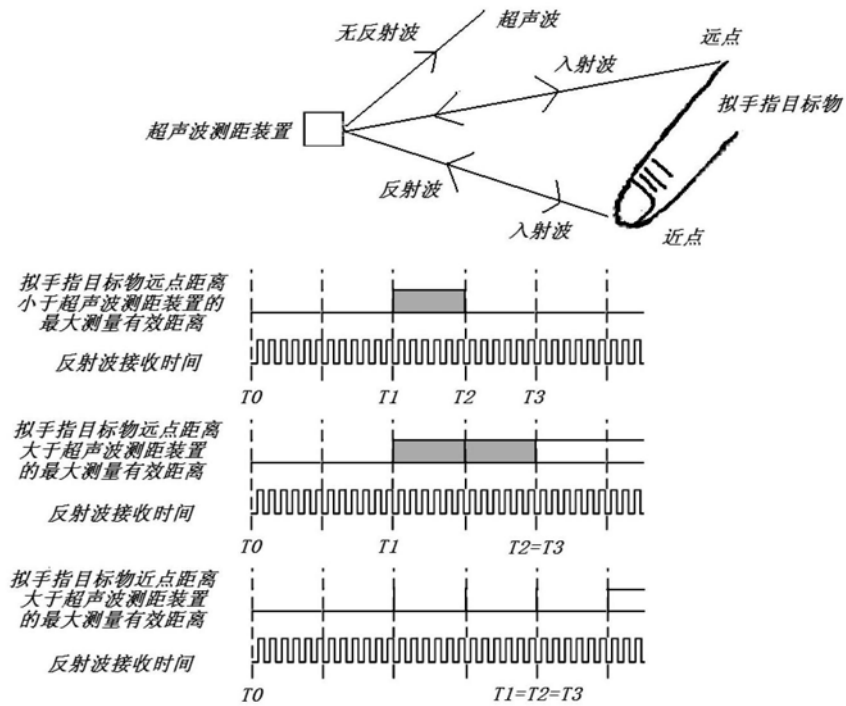


图2



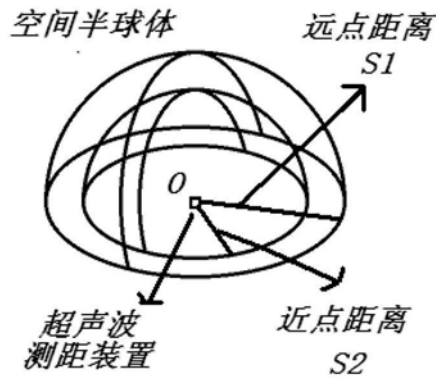


图3

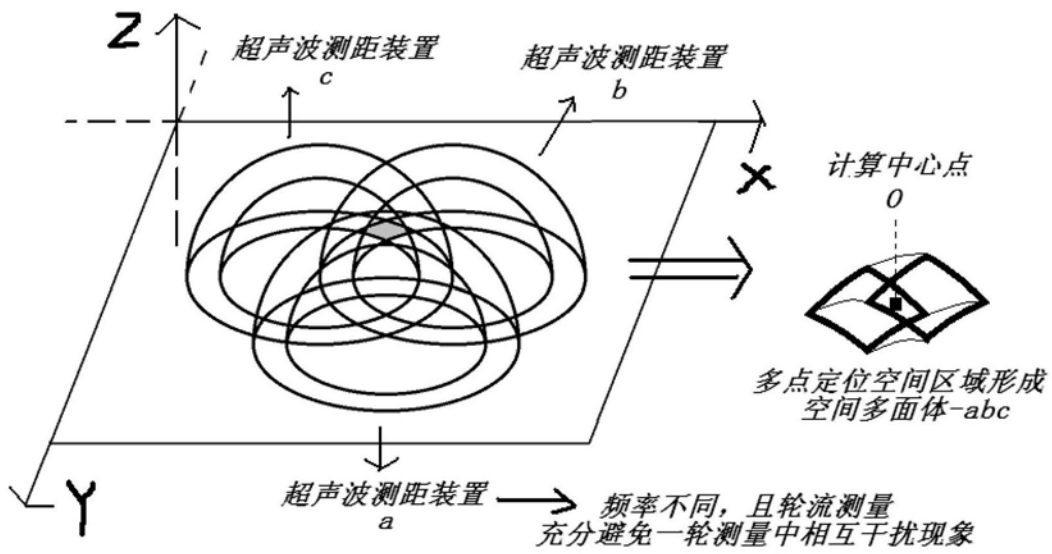


图4

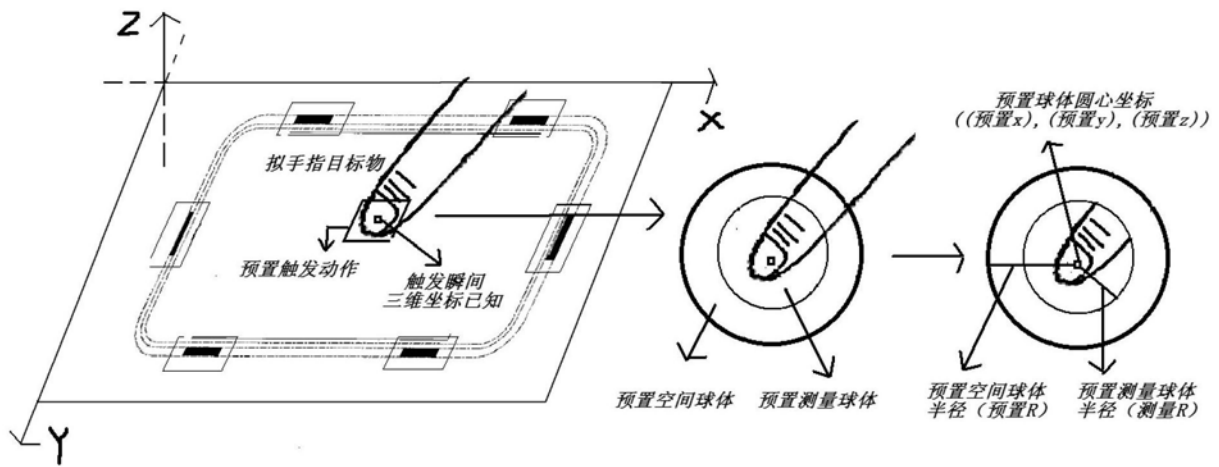


图5



图6

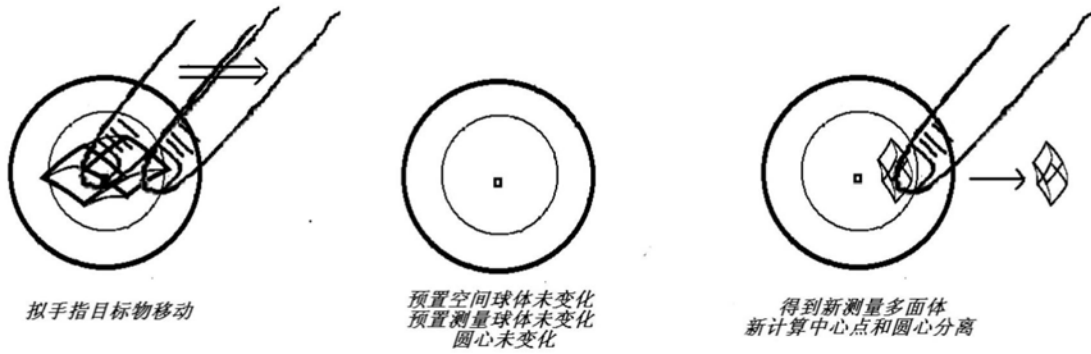


图7

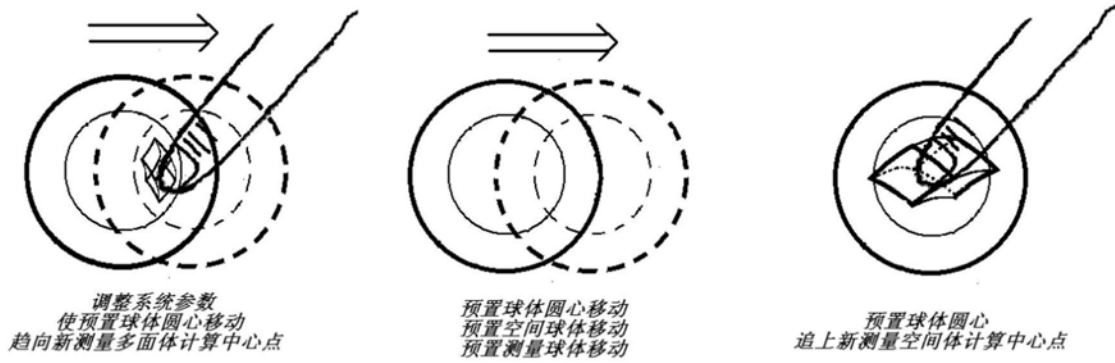


图8

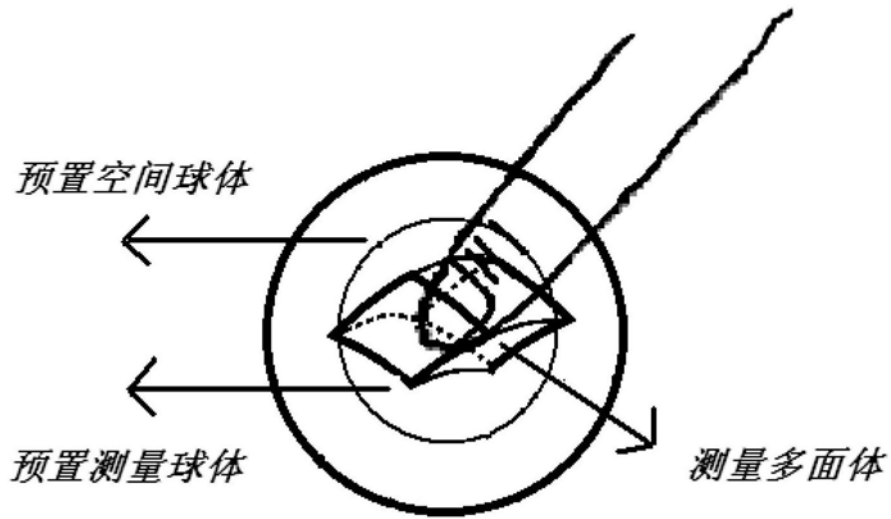


图9

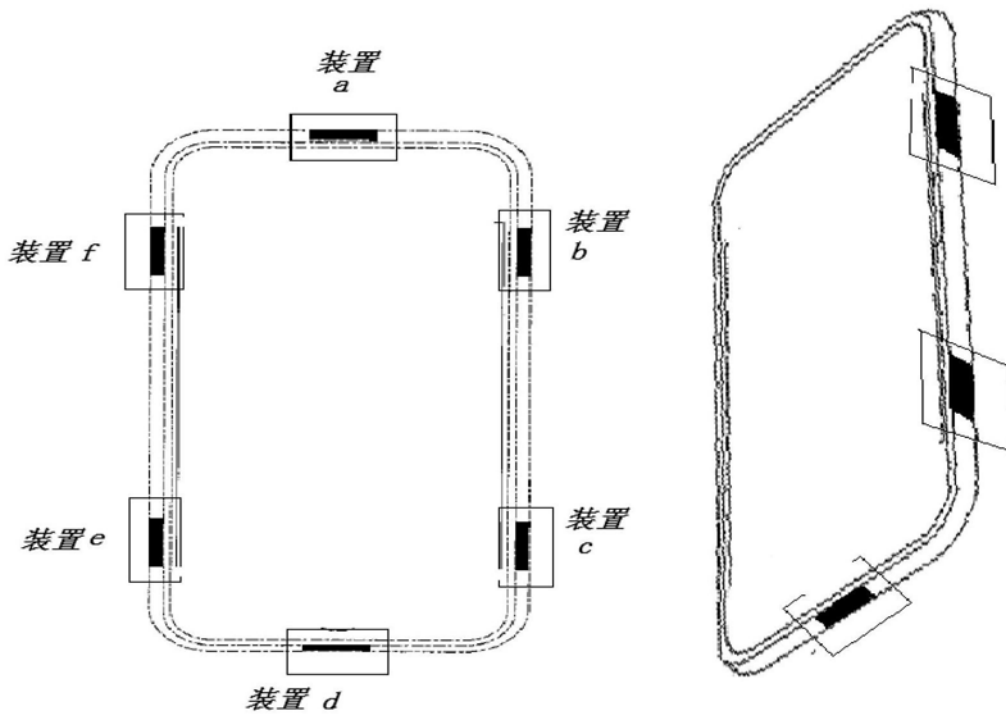


图10

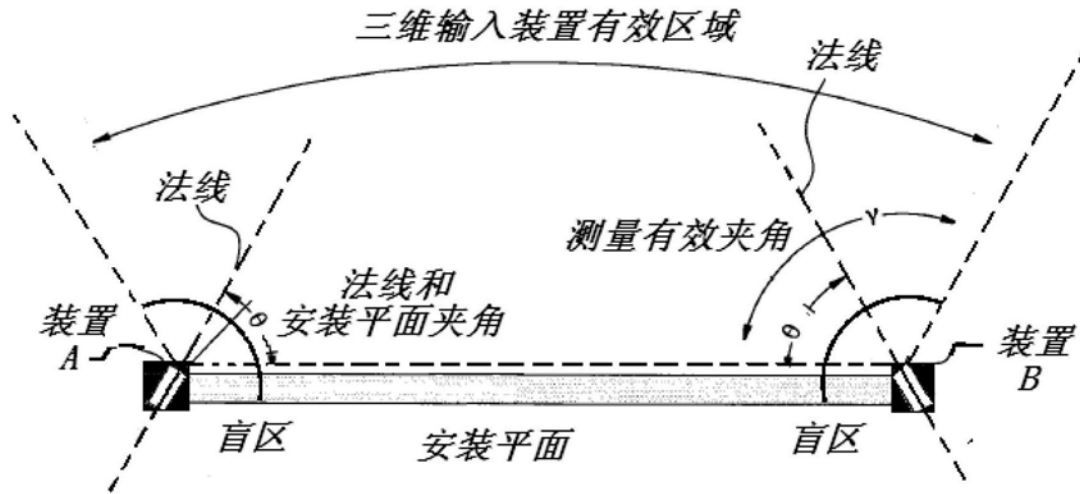


图11

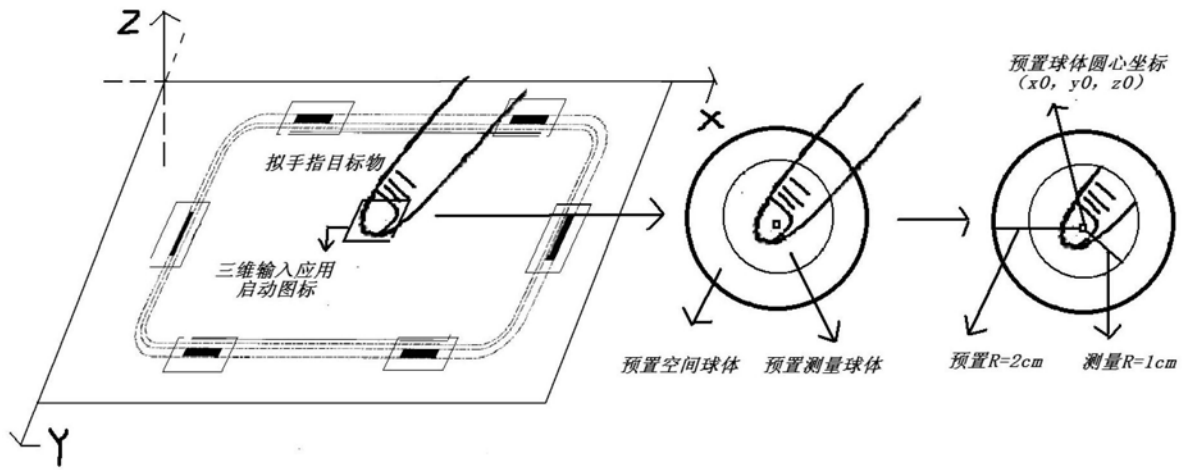


图12

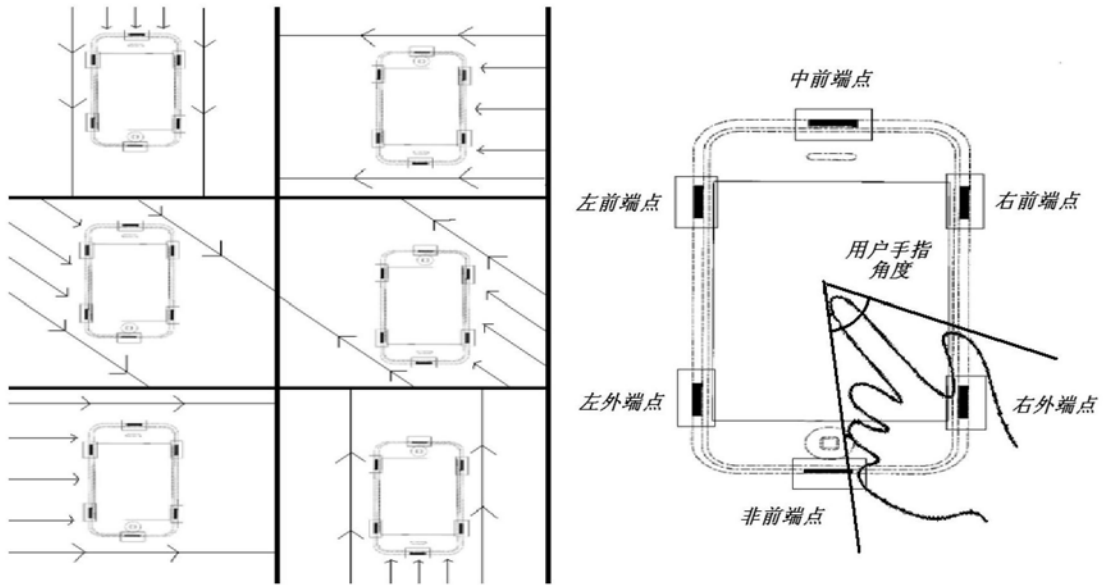


图13

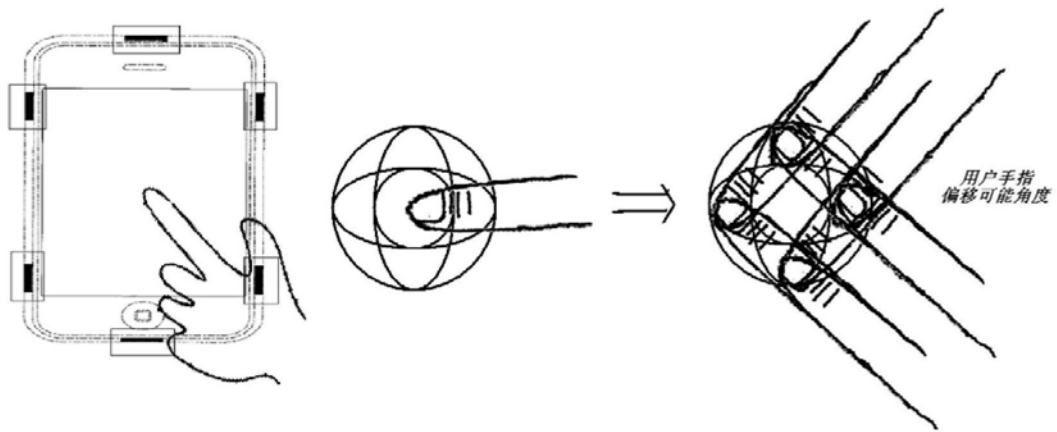


图14

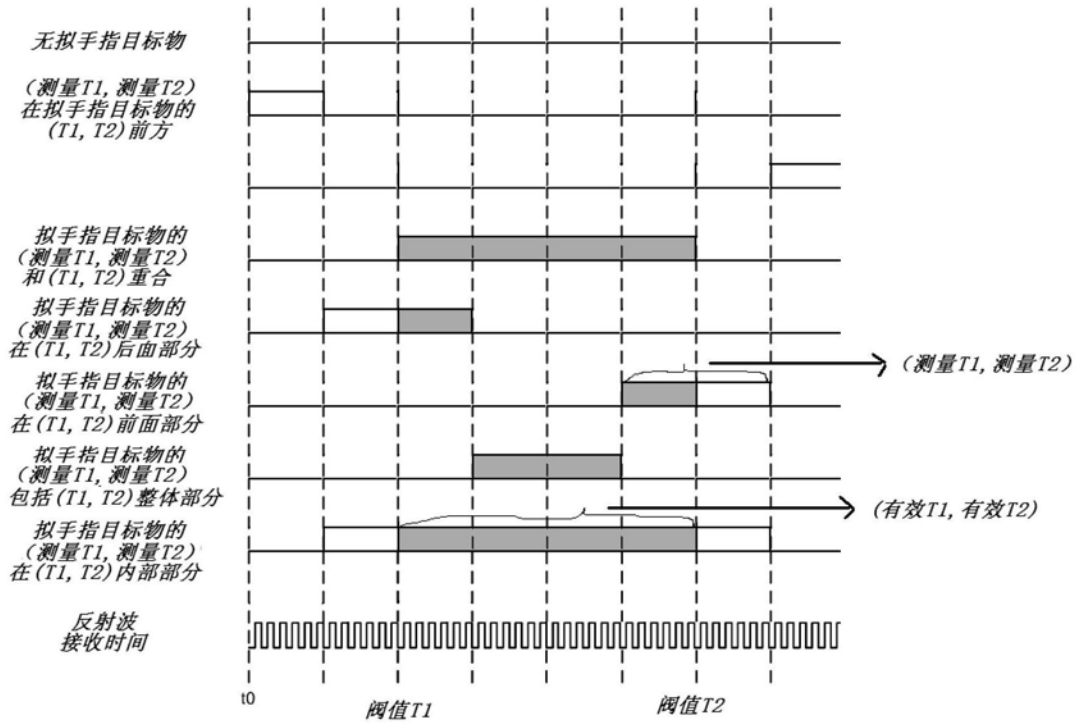


图15