



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112814341 A

(43) 申请公布日 2021.05.18

(21) 申请号 202110118959.5

(22) 申请日 2021.01.28

(71) 申请人 中国建筑股份有限公司

地址 100044 北京市海淀区三里河路15号

申请人 中建工程产业技术研究院有限公司

(72) 发明人 孙金桥 王军 刘彬 贺自名

(74) 专利代理机构 北京万思博知识产权代理有限公司 11694

代理人 刘冀

(51) Int. Cl.

E04F 21/18 (2006.01)

E04F 21/22 (2006.01)

G01C 21/00 (2006.01)

G01S 17/86 (2020.01)

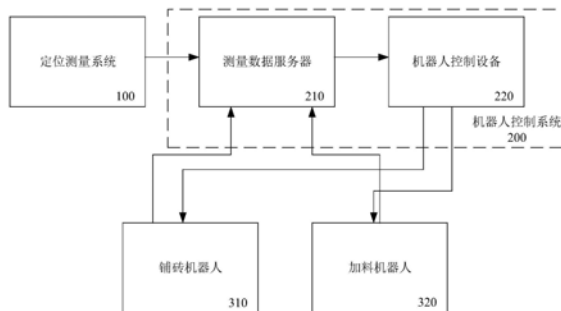
权利要求书3页 说明书12页 附图7页

(54) 发明名称

基于协同控制的建筑施工砖块铺设机器人系统及控制方法

(57) 摘要

本申请公开了一种基于协同控制的建筑施工砖块铺设机器人系统及控制方法。其中,机器人系统包括:多个机器人、定位测量系统以及机器人控制系统。其中定位测量系统用于确定机器人在预定场地内的第一位置信息;以及机器人控制系统用于根据机器人的所述第一位置信息,对机器人进行控制。本申请的技术方案可使多打印机器人协同工作进行并行砖块铺贴,并采用协同式集群控制,使机器人集群共同工作,从而实现大规模或者超大规模建筑的快速砖块铺贴。与现有的贴砖机器人相比,提高了砖块铺贴的工作效率,且进一步提高多机器人协同工作能力,具有高精度、分布式、多机器人协同工作等优点。



1. 一种机器人系统,其特征在于,包括:多个机器人(310、320)、定位测量系统(100)以及机器人控制系统(200),其中

所述定位测量系统(100)用于确定所述机器人(310、320)在预定场地内的第一位置信息;以及

所述机器人控制系统(200)用于根据所述机器人(310、320)的所述第一位置信息,对所述机器人(310、320)进行控制。

2. 一种机器人控制方法,其特征在于,包括:

利用定位测量系统(100)确定多个机器人(310、320)在预定场地内的第一位置信息;以及

根据所述第一位置信息,控制所述机器人(310、320)进行协同作业。

3. 根据权利要求2所述的机器人控制方法,其特征在于,所述定位测量系统(100)包括至少一个定位测量设备(110~140),所述定位测量设备(110~140)设置于所述预定场地,并且确定所述多个机器人(310、320)在所述预定场地内的第一位置信息的操作,包括:

利用所述定位测量设备(110~140)的扫描测距装置(111),确定设置于所述机器人(310、320)的机器人定位棱镜(313、323)相对于所述定位测量设备(110~140)的第二位置信息,其中所述第二位置信息包括所述机器人定位棱镜(313、323)与所述定位测量设备(110~140)之间的距离以及所述机器人定位棱镜(313、323)相对于所述定位测量设备(110~140)的偏转角度;以及

根据所述第二位置信息确定所述机器人(310、320)在所述预定场地内的所述第一位置信息。

4. 根据权利要求3所述的机器人控制方法,其特征在于,所述扫描测距装置(111)包括:激光发射器(1111)、激光接收器(1112)以及驱动电机(1113、1114),并且其中

利用所述定位测量设备(110~140)的扫描测距装置(111),确定所述第二位置信息的操作,包括:

利用所述驱动电机(1113、1114)驱动所述扫描测距装置(111)的激光发射器(1111)和激光接收器(1112)进行旋转;

根据所述激光发射器(1111)向所述机器人定位棱镜(313、323)发射光束的时刻以及所述激光接收器(1112)从所述机器人定位棱镜(313、323)接收所述光束的时刻之间的时间差,确定所述机器人定位棱镜(313、323)与所述定位测量设备(110~140)之间的距离;以及

根据所述驱动电机(1113、1114)在发射所述光束或接收所述光束时的旋转角,确定所述机器人定位棱镜(313、323)相对于所述定位测量设备(110~140)的偏转角度,并且其中

所述驱动电机(1113、1114)包括第一驱动电机(1113)和第二驱动电机(1114),并且

利用所述驱动电机(1113、1114)驱动所述扫描测距装置(111)的激光发射器(1111)和激光接收器(1112)进行旋转的操作,包括:

利用所述第一驱动电机(1113),在水平平面内驱动所述激光发射器(1111)和所述激光接收器(1112)旋转,以及利用所述第二驱动电机(1114)在垂直平面内驱动所述激光发射器(1111)和所述激光接收器(1112)旋转,并且

根据所述驱动电机(1113、1114)在发射所述光束或接收所述光束时的旋转角,确定所述机器人定位棱镜(313、323)相对于所述定位测量设备(110~140)的偏转角度的操作,包

括:

根据第一驱动电机(1113)在发射所述光束或接收所述光束时的旋转角,确定所述机器人定位棱镜(313、323)相对于所述定位测量设备(110~140)在水平平面内的偏转角度;以及

根据第二驱动电机(1114)在发射所述光束或接收所述光束时的旋转角,确定所述机器人定位棱镜(313、323)相对于所述定位测量设备(110~140)在垂直平面内的偏转角度。

5.根据权利要求3或4所述的机器人控制方法,其特征在于,还包括:通过设置于所述机器人(310、320)的陀螺仪(3122)和/或激光雷达(316),确定所述机器人(310、320)在所述预定场地内的第三位置信息,其中所述第三位置信息用于指示所述机器人(310、320)在所述预定场地内的位置以及姿态。

6.根据权利要求5所述的机器人控制方法,其特征在于,还包括:

根据所述第三位置信息和所述第一位置信息,确定与所述机器人(310、320)对应的机器人定位棱镜(313、323),并且其中

根据所述第一位置信息,控制所述机器人(310、320)进行协同作业的操作,包括:根据所述第一位置信息,确定所述机器人(310、320)的移动路径;或者根据所述第一位置信息,控制所述机器人(310、320)彼此之间进行躲避。

7.根据权利要求3~6中任意一项所述的机器人控制方法,其特征在于,所述机器人(310、320)包括:贴砖机器人(310),用于在所述预定场地贴铺砖块;以及加料机器人(320),用于对所述贴砖机器人(310)添加砖块,并且

利用定位测量系统(100)确定多个机器人(310、320)在所述预定场地内的第一位置信息的操作,包括:利用所述定位测量系统(100)确定所述贴砖机器人(310)在所述预定场地内的贴砖机器人位置信息以及所述加料机器人(320)在所述预定场地内的加料机器人位置信息,并且

根据所述第一位置信息,控制所述机器人(310、320)进行协同作业的操作,包括:根据所述贴砖机器人位置信息和所述加料机器人位置信息,控制所述加料机器人(320)向所述贴砖机器人(310)提供砖块。

8.根据权利要求7所述的机器人控制方法,其特征在于,根据所述贴砖机器人位置信息和所述加料机器人位置信息,控制所述加料机器人(320)向所述贴砖机器人(310)提供砖块的操作,包括:

根据所述加料机器人位置信息以及预先设定的加料区的位置信息,将所述加料机器人(320)导航至所述加料区;以及

控制所述加料机器人(320)从所述加料区将砖块加载至设置于所述加料机器人(320)的料箱内,并且其中

根据所述贴砖机器人位置信息和所述加料机器人位置信息,控制所述加料机器人(320)向所述贴砖机器人(310)提供砖块的操作,还包括:

根据所述加料机器人位置信息以及所述贴砖机器人位置信息,将所述加料机器人(320)导航至所述贴砖机器人(310);以及

控制所述加料机器人(320)用容纳有砖块的料箱置换所述贴砖机器人(310)的空料箱。

9.根据权利要求7所述的机器人控制方法,其特征在于,所述多个机器人(310、320)包

括多个贴砖机器人(310),并且根据所述第一位置信息,控制所述机器人(310、320)进行协同作业的操作,还包括:根据所述多个贴砖机器人(310)的贴砖机器人位置信息,协同所述多个贴砖机器人(310)在所述预定场地内铺设砖块。

10. 根据权利要求8或9所述的机器人控制方法,其特征在于,还包括:

确定所述贴砖机器人(310)的机械臂(314)的关节的第四位置信息;以及

根据所述第四位置信息,控制所述贴砖机器人(310)的机械臂(314)将砖块铺设到铺设位置,并且其中

确定所述贴砖机器人(310)的机械臂(314)的关节的第四位置信息的操作,包括:

利用所述定位测量设备(110~140)的扫描测距装置(111),测量所述机械臂(314)的关节设置的关节定位棱镜(315a~315e)相对于所述定位测量设备(110~140)的第五位置信息,其中所述第五位置信息包括所述关节定位棱镜(315a~315e)与所述定位测量设备(110~140)之间的距离以及所述关节定位棱镜(315a~315e)相对于所述定位测量设备(110~140)的偏转角度;以及

根据所述第五位置信息确定所述关节定位棱镜(315a~315e)在所述预定场地内的所述第四位置信息。

基于协同控制的建筑施工砖块铺设机器人系统及控制方法

技术领域

[0001] 本申请涉及机器人领域,特别是涉及一种基于协同控制的建筑施工砖块铺设机器人系统及控制方法。

背景技术

[0002] 近些年逐渐出现了贴砖机器人,很多学者提出了基于移动式的底盘加上机械臂的贴砖机器人,通过对移动式底盘精确定位和机械臂的精确定位实现贴砖块的精确铺贴,有些贴砖机器人还能实现拟人化的铺贴动作。能大大解放人工和提供生产效率,但贴砖机器人的定位和砖块铺贴动作仍在探索之中,尚没有大规模的工程应用,实际效率也值得进行进一步的论证。建筑领域会遇到较大空间的结构,需要对大空间内部的砖块进行铺贴,采用难以挪动的移动式导轨难以实现较大空间的移动问题,采用轮式可移动式底盘则可以在大范围的空间进行移动,但是轮式的底盘移动和定位精度不佳,极大限制了其进行大范围空间实际工作的可能性。为了进一步提升贴砖机器人的工作效率,需探索和考虑多机器人并行工作的问题,尤其是为了达到高精度的动作需要实现的高精度的定位或测量的问题。

[0003] 针对上述的现有技术中存在的机器人工作效率低以及定位和测量的精确度低的技术问题,目前尚未提出有效的解决方案。

发明内容

[0004] 本公开的实施例提供了一种基于协同控制的建筑施工砖块铺设机器人系统及控制方法,以至少解决现有技术中存在的机器人工作效率低以及定位和测量的精确度低的技术问题。

[0005] 根据本公开实施例的一个方面,提供了一种机器人系统,包括:多个机器人、定位测量系统以及机器人控制系统,其中定位测量系统用于确定机器人在预定场地内的第一位置信息;以及机器人控制系统用于根据机器人的第一位置信息,对机器人进行控制。

[0006] 根据本公开实施例的另一方面,还提供了一种机器人控制方法,包括:利用定位测量系统确定多个机器人在预定场地内的第一位置信息;以及根据第一位置信息,控制机器人进行协同作业。

[0007] 在本公开实施例中,机器人系统工作时,在预定场地内通过定位测量系统对机器人进行定位,机器人控制系统接收到机器人的坐标位置后,协同控制机器人进行高效工作。从而使多个机器人可以在大范围空间内并行工作,提高了机器人的工作效率,实现了对机器人高精度的定位和测量。

附图说明

[0008] 此处所说明的附图用来提供对本公开的进一步理解,构成本申请的一部分,本公开的示意性实施例及其说明用于解释本公开,并不构成对本公开的不当限定。在附图中:

[0009] 图1是根据本申请实施例的机器人系统的结构示意图;

- [0010] 图2是根据本申请实施例的定位测量系统的结构示意图；
- [0011] 图3是根据本申请实施例的机器人系统的整体布局示意图；
- [0012] 图4是根据本申请实施例的定位测量设备的结构示意图；
- [0013] 图5是根据利用定位测量设备对定位棱镜进行定位的示意图；
- [0014] 图6是根据本申请实施例的贴砖机器人的结构示意图；
- [0015] 图7是图6所示的贴砖机器人的示意性局部放大视图；
- [0016] 图8是根据本申请实施例的机器人控制设备的结构示意图；
- [0017] 图9是根据本申请实施例的加料机器人的结构示意图；
- [0018] 图10是根据本申请实施例的贴砖机器人的结构示意图；以及
- [0019] 图11是利用定位测量设备在三维空间中对定位棱镜进行定位的示意图。

具体实施方式

[0020] 为了使本技术领域的人员更好地理解本公开的技术方案，下面将结合本公开实施例中的附图，对本公开实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例仅仅是本公开一部分的实施例，而不是全部的实施例。基于本公开中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都应当属于本公开保护的范围。

[0021] 需要说明的是，本公开的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本公开的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0022] 实施例1

[0023] 图1是根据本申请实施例所述的机器人系统的结构示意图。根据本实施例的第一个方面，参考图1所示，提供了一种机器人系统，包括：多个机器人310、320、定位测量系统100以及机器人控制系统200。其中定位测量系统100用于确定机器人310、320在预定场地内的第一位置信息；以及机器人控制系统200用于根据机器人310、320的第一位置信息，对机器人310、320进行控制。

[0024] 正如背景技术中所述的，近些年逐渐出现了贴砖机器人，很多学者提出了基于移动式的底盘加上机械臂的贴砖机器人，通过对移动式底盘精确定位和机械臂的精确定位实现贴砖块的精确铺贴，有些贴砖机器人还能实现拟人化的铺贴动作。能大大解放人工和提供生产效率，但贴砖机器人的定位和砖块铺贴动作仍在探索之中，尚没有大规模的工程应用，实际效率也值得进行进一步的论证。建筑领域会遇到较大空间的结构，需要对大空间内部的砖块进行铺贴，采用难以挪动的移动式导轨难以实现较大空间的移动问题，采用轮式可移动式底盘则可以在大范围的空间进行移动，但是轮式的底盘移动和定位精度不佳，极大限制了其进行大范围空间实际工作的可能性。为了进一步提升贴砖机器人的工作效率，需探索和考虑多机器人并行工作的问题，尤其是为了达到高精度的动作需要实现的高精度

的定位或测量的问题。

[0025] 针对上述的现有技术中存在的问题,参考图1所示,本实施例所提供的机器人系统工作时,在预定场地内通过定位测量系统100对机器人310、320进行定位,机器人控制系统200接收到机器人310、320的坐标位置后,协同控制机器人310、320进行高效工作。具体地,定位测量系统100将第一位置信息发送到机器人控制系统200,机器人控制系统200根据第一位置信息实现对机器人310、320的控制。其中机器人控制系统200对机器人310、320的控制包括但不限于:根据定位测量系统100实时生成的第一位置信息,将机器人310、320导航至预先设定的位置。从而使多个机器人可以在大范围空间内并行工作,提高了机器人的工作效率,实现了对机器人高精度的定位和测量。

[0026] 可选地,定位测量系统100包括至少一个定位测量设备110~140,定位测量设备110~140设置于预定场地,用于确定机器人310、320的第一位置信息;以及机器人310、320上设置有机器人定位棱镜313、323,用于确定机器人310、320的位置。

[0027] 具体的,参考图2以及图3所示,定位测量系统100包括多个定位测量设备110~140,这些定位测量设备110~140分布设置于预定场地的周缘,通过多个方向的定位和测量,确定机器人310、320的坐标。其中机器人310、320上设置有机器人定位棱镜313、323,定位测量设备110~140通过机器人定位棱镜313、323的位置,定位机器人310、320。从而实现对机器人310、320的高精度定位。

[0028] 可选地,定位测量设备110~140包括扫描测距装置111、控制器112以及通信装置113。其中扫描测距装置111用于测量机器人定位棱镜313、323相对于定位测量设备110~140的第二位置信息。其中第二位置信息包括机器人定位棱镜313、323与定位测量设备110~140之间的距离以及机器人定位棱镜313、323相对于定位测量设备110~140的偏转角度;控制器112与扫描测距装置111连接,用于确定机器人310、320在预定场地内的第一位置信息;以及通信装置113与控制器112连接,用于将第一位置信息发送至机器人控制系统200。

[0029] 具体地,参考图2~图5所示,多个定位测量设备110~140通过安装的扫描测距装置111发射激光扫描场地内的机器人,确定机器人310、320相对于定位测量设备110~140的距离和偏转角度(即第二位置信息)。控制器112与扫描测距装置111连接,用于根据扫描测距装置111确定的距离和偏转角度,确定机器人310、320在预定场地内的坐标信息(即第一位置信息),之后将坐标信息通过与控制器112连接的通信装置113,发送至机器人控制系统200。从而通过扫描测距装置111以及机器人定位棱镜313和323确定机器人310和320在预定场地内的位置,可以实现对机器人310、320的亚毫米级的精确定位。

[0030] 参照图5所示,以机器人310为例,当定位测量设备110的扫描测距装置111发射的光束照射到机器人定位棱镜313的表面时,该光束被机器人定位棱镜313反射回定位测量设备110的扫描测距装置111。从而定位测量设备110的控制器112据此可以确定机器人定位棱镜313与定位测量设备110之间的距离 d_1 ,以及该光束的偏转角 a_1 (对应于上面所述的第二位置信息)。

[0031] 然后定位测量设备110的控制器112根据第二位置信息确定机器人310相对于预定场地的第一位置信息。例如,控制器112可以根据距离 d_1 和偏转角 a_1 确定机器人定位棱镜313相对于定位测量设备110的横坐标和纵坐标,作为机器人310的第一位置信息。或者,控制器112可以进一步根据基准点(例如设置基准点棱镜150的位置点)与定位测量设备110之

间的位置偏差,确定机器人310相对于基准点的横坐标和纵坐标,作为第一位置信息。

[0032] 同样地,定位测量设备120可以通过扫描测距装置确定机器人定位棱镜313与定位测量设备120之间的距离 d_2 以及光束的偏转角 a_2 。并根据距离 d_2 和偏转角 a_2 确定机器人310相对于定位测量设备120的横坐标和纵坐标,作为第一位置信息。或者进一步地,可以确定机器人310相对于基准点的横坐标和纵坐标,作为第一位置信息。

[0033] 定位测量设备130可以通过扫描测距装置确定机器人定位棱镜313与定位测量设备130之间的距离 d_3 以及光束的偏转角 a_3 。并根据距离 d_3 和偏转角 a_3 确定机器人310相对于定位测量设备130的横坐标和纵坐标,作为第一位置信息。或者进一步地,可以确定机器人310相对于基准点的横坐标和纵坐标,作为第一位置信息。

[0034] 定位测量设备140可以通过扫描测距装置确定机器人定位棱镜313与定位测量设备140之间的距离 d_4 以及光束的偏转角 a_4 。并根据距离 d_4 和偏转角 a_4 确定机器人310相对于定位测量设备140的横坐标和纵坐标,作为第一位置信息。或者进一步地,可以确定机器人310相对于基准点的横坐标和纵坐标,作为第一位置信息。

[0035] 此外,尽管本实施例中,是采用了四个定位测量设备110~140对机器人310进行定位测量,但是定位测量设备的数量不限于此。例如,在理想的场地环境下也可以通过更少的定位测量设备(甚至于可以通过一个定位测量设备)对机器人310进行定位。而本实施例采用四个定位测量设备分别沿场地的四周设置,从而即便是场地中存在遮挡物,也仍然可以通过不同的定位测量设备对机器人310进行定位测量。并且多个定位测量设备所测量的第一位置信息,也可以通过求取平均值的方式,进一步减小定位误差。此外,尽管图5是针对机器人310的机器人定位棱镜313来进行说明的,但是该方法对于机器人320也是适用的。并且该方法也适用于使用其他定位棱镜进行定位的对象。

[0036] 综上所述,在本实施例所提供的机器人系统中,采用具有扫描测距装置的定位测量设备来确定机器人在预定场地内的位置信息,其中通过扫描测距装置能够将机器人的定位精度提高至亚毫米级的精度,从而能够精确地对多个机器人310和320进行定位,并且可以精确地控制多个机器人310和320的协同工作。并且,本实施例的技术方案不需要预先设置机器视觉的标尺等操作,并且也不需要复杂的算法,因此可以通过相对简单的技术实现机器人的高精度的定位。从而多个机器人可以更加精确地在大范围空间内并行工作,提高了机器人的工作效率,实现了对机器人高精度的定位和测量。

[0037] 可选地,参考图3以及图4所示,扫描测距装置111包括:激光发射器1111、激光接收器1112以及驱动电机1113、1114。其中激光发射器1111、激光接收器1112以及驱动电机1113、1114与控制器112连接;以及驱动电机1113、1114用于在指定平面内驱动激光发射器1111和激光接收器1112旋转。从而扫描测距装置111控制激光发射器1111发射激光,在机器人310、320上的机器人定位棱镜313、323反射激光发射器1111发射的激光之后,由激光接收器1112接收到反射的激光,进而定位测量设备110~140的控制器112可以根据激光发射器1111发射激光以及激光接收器1112接收激光的时间差确定机器人定位棱镜313、323到定位测量设备的距离,并且可以根据驱动电机的旋转角度来确定该激光的偏转角度。从而通过以上配置可以将机器人310、320的定位精度提高到亚毫米级,从而可以精确地实现铺设砖块等操作,以及在有效的大范围内确定和扫描机器人310、320的位置。

[0038] 可选地,参考图3以及图4所示,驱动电机1113、1114包括:第一驱动电机1113,用于

在水平平面内驱动激光发射器1111和激光接收器1112旋转;以及第二驱动电机1114,用于在垂直平面内驱动激光发射器1111和激光接收器1112旋转。从而通过第一驱动电机1113和第二驱动电机1114分别在水平平面和垂直平面内驱动激光发射器1111和激光接收器1112旋转,使得扫描测距装置111可以在三维空间中进行扫描,从而可以对机器人310、320在三维空间内进行定位。具体地尽管图5中示出了通过定位测量设备的扫描测距装置在水平平面内对机器人定位棱镜313、323进行定位的原理图。但是本领域技术人员可以根据机器人定位棱镜313、323与定位测量设备之间的距离以及第一驱动电机和第二驱动电机的偏转角度,来确定机器人310、320在三维空间中的位置信息。

[0039] 具体地,参考图11所示,以定位测量设备110为例来说明如何确定定位棱镜在三维空间中的坐标。其他定位测量设备120~140可参考定位测量设备110相同的方法来确定定位棱镜在三维空间中的坐标。

[0040] 参考图11所示,当定位测量设备110的扫描测距装置111扫描到定位棱镜时,定位测量设备110的控制器112可以根据激光发射器1111发射激光以及激光接收器1112接收激光的时间差确定定位棱镜到定位测量设备110的距离 d 。并且控制器112可以根据第一驱动电机1113的旋转角度,确定定位棱镜相对于定位测量设备110在水平面内的偏转角度 a_1 ,并且控制器112可以根据第二驱动电机1114的旋转角度,确定定位棱镜相对于定位测量设备110在垂直平面内的偏转角度 b_1 。

[0041] 进而,控制器112可以根据定位棱镜与定位测量设备110之间的距离 d 以及偏转角度 a_1 和 b_1 ,确定定位棱镜在以定位测量设备110为基准点的坐标系中的坐标。

[0042] 例如,可以根据距离 d 以及偏转角 b_1 的正弦值,确定定位棱镜的 z 轴坐标 z_1 。可以根据距离 d 以及偏转角 b_1 的余弦值,确定定位棱镜在 xy 平面内的投影与定位测量设备110之间的距离 d' 。然后,可以根据距离 d' 以及偏转角 a_1 的余弦和正弦,确定定位棱镜的 x 轴坐标 x_1 以及 y 轴坐标 y_1 。

[0043] 然后,控制器112可以根据定位测量设备110与基准点(例如设置基准点棱镜150的位置点)之间的位置偏差,确定定位棱镜相对于基准点的三维坐标。

[0044] 可选地,参考图2以及图3所示,机器人系统还包括设置于基准点的基准点棱镜150、160。在预定场地内的基准点上设置有基准棱镜150、160,基准棱镜150、160可以对机器人310、320进行跟踪定位。从而,定位测量设备110~140可以通过扫描基准点棱镜150、160,确定基准点的位置信息,作为机器人310、320在场地内的第一位置信息的基准点。从而可以精确定位机器人310、320的位置。

[0045] 可选地,参考图6以及图9所示,机器人310、320上设置有棱镜底座312、322,并且棱镜底座312、322与机器人定位棱镜313、323连接。从而机器人310、320上设置的棱镜底座312、322可以支撑机器人定位棱镜313、323,其中机器人定位棱镜313、323可以精确定位和控制机器人的动作。从而实现了可以准确定位控制机器人。

[0046] 可选地,参考图7所示,机器人310、320上还设置有陀螺仪3122和/或激光雷达316。从而可以通过陀螺仪3122粗略地确定机器人310、320的姿态和角度,并且通过激光雷达316粗略地确定机器人310、320在预定场地内的位置,进而可以在预定场地中实现对机器人310、320的粗定位。

[0047] 可选地,参考图1以及图3所示,机器人控制系统200包括:测量数据服务器210,用于

从定位测量系统100接收第一位置信息;以及机器人控制设备220,用于根据第一位置信息,对机器人310、320进行控制。从而机器人控制系统200中的测量数据服务器210接收到定位测量系统100测量的机器人310、320的位置信息后,将位置信息发送给机器人控制设备220,控制机器人310、320的路线和动作。从而合理的规划机器人的行走路线,使机器人可以协调高效的工作。此外优选地,参考图1所示,测量数据服务器210还可以从机器人310、320接收粗定位的位置信息,以便机器人控制设备220进行进一步的处理。

[0048] 可选地,参照图8所示,机器人310、320包括:贴砖机器人310,用于在预定场地贴铺砖块;以及加料机器人320,用于对贴砖机器人310添加砖块。从而在预定场地内设置有多多个贴砖机器人310进行同时铺贴,从角落出发,通过先水平后垂直方向铺贴砖块,相遇之后再再进行下一排的铺贴,直到所有规划区域铺贴完成。当贴砖机器人310上的料箱空置时,加料机器人320会为贴砖机器人310添加砖块。从而实现了贴砖机器人310和加料机器人320的协同工作,提高了工作效率。

[0049] 可选地,机器人控制设备220包括:协同装置221,与测量数据服务器210通信连接,用于根据第一位置信息对贴砖机器人310和加料机器人320进行协同。贴砖机器人控制装置222,与协同装置221连接,用于根据协同装置221的协同指令,控制贴砖机器人310;以及加料机器人控制装置223,与协同装置221连接,用于根据协同装置221的协同指令,控制加料机器人320。

[0050] 具体地,参照图8所示,机器人控制设备220的协同装置221可以从测量数据服务器210接收贴砖机器人310和加料机器人320的位置信息(即第一位置信息)。并且协同装置221与控制装置222、223连接,并根据机器人310、320的位置下达控制指令,通过贴砖机器人控制装置222控制贴砖机器人310的动作,以及通过加料机器人控制装置223控制加料机器人320的动作。从而实现了贴砖机器人310和加料机器人320的协同工作,提高了工作效率。

[0051] 可选地,贴砖机器人310包括车体311以及设置于车体311上且用于铺贴砖块的机械臂314,并且机械臂314的关节点设置有关节定位棱镜315a~315e。

[0052] 具体地,参照图6所示,贴砖机器人310设置有可移动的车体311,同时还安装有机械臂314,用于铺贴砖块。其中机械臂314在每个关节上都安装了定位棱镜315a~315e,可以准确定位机械臂314每个关节的位置。从而参考本实施例中确定机器人定位棱镜313、323的方法,本实施例的技术方案可以通过定位测量设备110~140的扫描测距装置扫描机械臂314的关节定位棱镜315a~315e,并确定机械臂314的各个关节点的位置信息。由于通过扫描测距装置可以实现高精度的定位,因此通过本实施例的定位测量系统100可以精确地确定机械臂314的各个关节点在空间中的位置信息,进而机器人310可以根据机械臂314各个关节点的精确位置信息,对机械臂314进行精确的控制,从而可以更精确地铺设砖块。

[0053] 进一步地,在工作区域的地面上还设置有土压力盒,通过背部的数据线与贴砖机器人310上的数据采集系统连接,贴砖机器人310在贴砖时会向地面施加压力,土压力盒检测到该压力并将其发送至数据采集系统后,通过与数据采集系统连接的控制装置控制机械臂314上的支撑杆,使用合适的推力对砖块进行铺贴。从而达到了精确控制贴砖机器人310贴砖动作和位置的效果。

[0054] 可选地,参照图10所示,贴砖机器人310还包括:制动装置3171,用于制动贴砖机器人310的车体311;机械臂控制装置3172,用于控制机械臂314;料箱测量装置3173,用于监控

贴砖机器人310上的料箱410是否为空;通信装置3174,用于与机器人控制系统200进行通信。以及控制器3175,与制动装置3171、机械臂控制装置3172、料箱测量装置3173以及通信装置3174连接。贴砖机器人310可以通过与机器人控制系统200通信的通信装置3173获得机器人在预定场地中的路径信息,控制器3174可以根据该路径信息控制贴砖机器人310的车体311的移动和停止。此外贴砖机器人310还可以通过通信装置3173获取贴砖机器人310的机械臂314的各个关节的位置信息,从而控制器3174可以根据该位置信息对机械臂控制装置3172进行控制,进而通过机械臂314完成铺砖的工作。

[0055] 可选地,加料机器人320设置有用于装载和卸下料箱的装卸机构,其中料箱用于容纳待铺贴的砖块。

[0056] 具体地,参考图9所示,本实施例采用加料机器人320来对含有砖块的料箱进行运输,其中加料机器人320可以运输多个料箱。机器人控制设备220可以根据加料机器人320的位置信息,将加料机器人320导航到预定场地内的加料区,并在加料区进行砖块料箱的加料。例如,可以采用手工的方式,或者采用机械臂自动的方式,对料箱420加载砖块。加料机器人320加好料后,机器人控制设备220根据贴砖机器人310的位置信息,将加料机器人320导航至料箱已空的贴砖机器人310处,对空料箱进行置换。从而提高了机器人的工作效率。

[0057] 从而根据本实施例的第一个方面,本实施例所提供的基于集群协同控制的自由式机器人系统,可使多打印机器人协同工作进行并行砖块铺贴。并采用协同式集群控制,使机器人集群共同工作,从而实现大规模或者超大规模建筑的快速砖块铺贴。与现有的贴砖机器人相比,提高了砖块铺贴的工作效率,且进一步提高多机器人协同工作能力,具有高精度、分布式、多机器人协同工作等优点。

[0058] 此外,根据本实施例的第二个方面,提供了一种机器人控制方法,该方法包括:利用定位测量系统100确定多个机器人310、320在预定场地内的第一位置信息;以及根据第一位置信息,控制机器人310、320进行协同作业。

[0059] 具体地,本实施例提供了一种机器人控制方法,首先在预定场地内通过定位测量系统100对机器人310、320进行定位,机器人控制系统200接收到机器人310、320的坐标位置后,协同控制机器人310、320进行高效工作。具体地,定位测量系统100将第一位置信息发送到机器人控制系统200,机器人控制系统200根据第一位置信息实现对机器人310、320的控制。其中机器人控制系统200对机器人310、320的控制包括但不限于:根据定位测量系统100实时生成的第一位置信息,将机器人310、320导航至预先设定的位置。从而使多个机器人可以在大范围空间内并行工作,提高了机器人的工作效率,实现了对机器人高精度的定位和测量。

[0060] 可选地,定位测量系统100包括至少一个定位测量设备110~140,定位测量设备110~140设置于预定场地,并且确定多个机器人310、320在预定场地内的第一位置信息的操作,包括:利用定位测量设备110~140的扫描测距装置111,确定设置于机器人310、320的机器人定位棱镜313、323相对于定位测量设备110~140的第二位置信息。其中第二位置信息包括机器人定位棱镜313、323与定位测量设备110~140之间的距离以及机器人定位棱镜313、323相对于定位测量设备110~140的偏转角度;以及根据第二位置信息确定机器人310、320在预定场地内的第一位置信息。

[0061] 具体的,多个定位测量设备110~140通过安装的扫描测距装置111发射激光扫描

场地内的机器人,确定机器人310、320相对于定位测量设备110~140的距离和偏转角度(即第二位置信息)。控制器112与扫描测距装置111连接,用于根据扫描测距装置111确定的距离和偏转角度,确定机器人310、320在预定场地内的坐标信息(即第一位置信息),之后将坐标信息通过与控制器112连接的通信装置113,发送至机器人控制系统200。从而通过扫描测距装置111以及机器人定位棱镜313和323确定机器人310和320在预定场地内的位置,可以实现对机器人310、320的亚毫米级的精确定位。具体的定位方法,参见图5以及本实施例第一个方面中的相关说明。

[0062] 综上所述,在本实施例所提供的机器人系统中,采用具有扫描测距装置的定位测量设备来确定机器人在预定场地内的位置信息,其中通过扫描测距装置能够将机器人的定位精度提高至亚毫米级的精度,从而能够精确地对多个机器人310和320进行定位,并且可以精确地控制多个机器人310和320的协同工作。并且,本实施例的技术方案不需要预先设置机器视觉的标尺等操作,并且也不需要复杂的算法,因此可以通过相对简单的技术实现机器人的高精度的定位。从而多个机器人可以更加精确地在大范围空间内并行工作,提高了机器人的工作效率,实现了对机器人高精度的定位和测量。

[0063] 可选地,扫描测距装置111包括:激光发射器1111、激光接收器1112以及驱动电机1113、1114。并且其中利用定位测量设备110~140的扫描测距装置111,确定第二位置信息的操作,包括:利用驱动电机1113、1114驱动扫描测距装置111的激光发射器1111和激光接收器1112进行旋转;根据激光发射器1111向机器人定位棱镜313、323发射光束的时刻以及激光接收器1112从机器人定位棱镜313、323接收光束的时刻之间的时间差,确定机器人定位棱镜313、323与定位测量设备110~140之间的距离;以及根据驱动电机1113、1114在发射光束或接收光束时的旋转角,确定机器人定位棱镜313、323相对于定位测量设备110~140的偏转角度。

[0064] 具体地,扫描测距装置111控制激光发射器1111发射激光,在机器人310、320上的机器人定位棱镜313、323反射激光发射器1111发射的激光之后,由激光接收器1112接收到反射的激光,进而定位测量设备110~140的控制器112可以根据激光发射器1111发射激光以及激光接收器1112接收激光的时间差确定机器人定位棱镜313、323到定位测量设备的距离,并且可以根据驱动电机的旋转角度来确定该激光的偏转角度。从而通过以上配置可以将机器人310、320的定位精度提高到亚毫米级,从而可以精确地实现铺设砖块等操作,以及在有效的大范围内确定和扫描机器人310、320的位置。

[0065] 可选地,驱动电机1113、1114包括第一驱动电机1113和第二驱动电机1114。并且利用驱动电机1113、1114驱动扫描测距装置111的激光发射器1111和激光接收器1112进行旋转的操作,包括:利用第一驱动电机1113,在水平平面内驱动激光发射器1111和激光接收器1112旋转,以及利用第二驱动电机1114在垂直平面内驱动激光发射器1111和激光接收器1112旋转。并且根据驱动电机1113、1114在发射光束或接收光束时的旋转角,确定机器人定位棱镜313、323相对于定位测量设备110~140的偏转角度的操作,包括:根据第一驱动电机1113在发射光束或接收光束时的旋转角,确定机器人定位棱镜313、323相对于定位测量设备110~140在水平平面内的偏转角度;以及根据第二驱动电机1114在发射光束或接收光束时的旋转角,确定机器人定位棱镜313、323相对于定位测量设备110~140在垂直平面内的偏转角度。

[0066] 具体地,通过第一驱动电机1113和第二驱动电机1114分别在水平平面和垂直平面内驱动激光发射器1111和激光接收器1112旋转,使得扫描测距装置111可以在三维空间中进行扫描,从而可以对机器人310、320在三维空间内进行定位。具体地,尽管图5示出了通过定位测量设备的扫描测距装置在水平平面内对机器人定位棱镜313、323进行定位的原理图。但是本领域技术人员可以根据机器人定位棱镜313、323与定位测量设备之间的距离以及第一驱动电机和第二驱动电机的偏转角度,来确定机器人310、320在三维空间中的位置信息。具体地,参考图11所示,以定位测量设备110为例来说明如何确定定位棱镜在三维空间中的坐标。其他定位测量设备120~140可参考定位测量设备110相同的方法来确定定位棱镜在三维空间中的坐标。

[0067] 可选地,方法还包括:通过设置于机器人310、320的陀螺仪3122和/或激光雷达316,确定机器人310、320在预定场地内的第三位置信息。其中第三位置信息用于指示机器人310、320在预定场地内的位置以及姿态。从而可以通过陀螺仪3122粗略地确定机器人310、320的姿态和角度,并且通过激光雷达316粗略地确定机器人310、320在预定场地内的位置,进而可以在预定场地中实现对机器人310、320的粗定位。

[0068] 可选地,方法还包括:根据第三位置信息和第一位置信息,确定与机器人310、320对应的机器人定位棱镜313、323。具体地,由于预定场地中的多个机器人均设置有机器人定位棱镜313或323。因此在利用定位测量设备110~140的扫描测距装置111通过定位棱镜对机器人310或者320进行定位时,首先需要能够分别确定各个机器人310和320所对应的定位棱镜313。由于机器人310和320会将陀螺仪3122和/或激光雷达316生成的位置信息以及姿态和角度信息(即第三位置信息)发送至测量数据服务器210,并且定位测量设备110~140也会将各个定位棱镜的位置信息发送至测量数据服务器210。因此机器人控制设备220可以根据第三位置信息和第一位置信息确定的各个机器人定位棱镜313的位置信息。例如机器人控制设备220可以根据由某个机器人310的第三位置信息所构成的轨迹信息和该机器人310的第一位置信息所构成的轨迹信息,确定该第一位置信息所对应的定位棱镜,为相应机器人的定位棱镜313。从而通过这种方式可以准确识别出机器人定位棱镜313的位置信息,从而避免发生机器人310的定位错误。

[0069] 可选地,根据第一位置信息,控制机器人310、320进行协同作业的操作,包括:根据第一位置信息,确定机器人310、320的移动路径;或者根据第一位置信息,控制机器人310、320彼此之间进行躲避。从而,本实施例中的机器人控制设备220可以根据从测量数据服务器210所读取的各个机器人310、320的第一位置信息确定机器人310、320的坐标位置,并且可以在机器人310、320工作时,合理安排多个机器人310、320的移动路径,达到协同工作的目的。以及控制多个机器人310、320彼此之间进行躲避,避免机器人310、320在工作过程中相撞。从而实现了机器人310、320的协同工作,提高了工作效率。

[0070] 可选地,机器人310、320包括:贴砖机器人310,用于在预定场地贴铺砖块;以及加料机器人320,用于对贴砖机器人310添加砖块。并且利用定位测量系统100确定多个机器人310、320在预定场地内的第一位置信息的操作,包括:利用定位测量系统100确定贴砖机器人310在预定场地内的贴砖机器人位置信息以及加料机器人320在预定场地内的加料机器人位置信息。并且根据第一位置信息,控制机器人310、320进行协同作业的操作,包括:根据贴砖机器人位置信息和加料机器人位置信息,控制加料机器人320向贴砖机器人310提供砖

块。

[0071] 具体地,参照图8所示,机器人控制设备220的协同装置221可以从测量数据服务器210接收贴砖机器人310和加料机器人320的位置信息(即第一位置信息)。协同装置221与贴砖机器人控制装置222和加料机器人控制装置223连接,并根据机器人310、320的位置下达控制指令,通过贴砖机器人控制装置222控制贴砖机器人310的动作,以及通过加料机器人控制装置223控制加料机器人320的动作。从而多个贴砖机器人310在铺贴砖块时,机器人控制设备220通过第一位置信息判断机器人310、320的坐标位置,当贴砖机器人310上的料箱空置时,机器人控制设备220可以控制加料机器人320根据贴砖机器人310的位置向贴砖机器人310移动,为贴砖机器人310添加砖块。从而实现了贴砖机器人310和加料机器人320的协同工作,提高了工作效率。

[0072] 可选地,根据贴砖机器人位置信息和加料机器人位置信息,控制加料机器人320向贴砖机器人310提供砖块的操作,包括:根据加料机器人位置信息以及预先设定的加料区的位置信息,将加料机器人320导航至加料区;以及控制加料机器人320从加料区将砖块加载至设置于加料机器人320的料箱内。

[0073] 具体地,参考图3和图9所示,本实施例采用加料机器人320对含有砖块的料箱进行运输,其中加料机器人320可以运输多个料箱420。机器人控制设备220可以根据加料机器人320的位置信息,将加料机器人320导航到预定场地内的加料区,并在加料区进行砖块料箱的加料。例如,可以采用手工的方式,或者采用机械臂自动的方式,对料箱420加载砖块。加料机器人320加好料后,机器人控制设备220根据贴砖机器人310的位置信息,将加料机器人320导航至料箱已空的贴砖机器人310处,对空料箱进行置换。从而通过这种方式,通过加料机器人320从加料区加载砖块给贴砖机器人310,从而贴砖机器人310只进行铺设砖块的操作,而不必到加料区去加载砖块,从而提高了贴砖机器人310的工作效率。

[0074] 可选地,根据贴砖机器人位置信息和加料机器人位置信息,控制加料机器人320向贴砖机器人310提供砖块的操作,还包括:根据加料机器人位置信息以及贴砖机器人位置信息,将加料机器人320导航至贴砖机器人310;以及控制加料机器人320用容纳有砖块的料箱置换贴砖机器人310的空料箱。从而,当贴砖机器人310的料箱已空时,机器人控制设备220会根据贴砖机器人的位置,选择距离合适的加料机器人320向贴砖机器人310移动,为贴砖机器人310用容纳有砖块的料箱置换空料箱。从而实现了贴砖机器人310和加料机器人320的协同工作,提高了贴砖机器人的工作效率。

[0075] 可选地,多个机器人310、320包括多个贴砖机器人310,并且根据第一位置信息,控制机器人310、320进行协同作业的操作,还包括:根据多个贴砖机器人310的贴砖机器人位置信息,协同多个贴砖机器人310在预定场地内铺设砖块。例如,可以在预定场地内设置多个贴砖机器人310进行同时铺贴,从角落出发,通过先水平后垂直方向铺贴砖块,相遇之后再再进行下一排的铺贴,直到所有规划区域铺贴完成。从而实现了多个贴砖机器人310的协同工作,提高了工作效率。

[0076] 可选地,方法还包括:确定贴砖机器人310的机械臂314的关节的第四位置信息;以及根据第四位置信息,控制贴砖机器人310的机械臂314将砖块铺设到铺设位置。

[0077] 具体地,当贴砖机器人310被导航到铺设位置处时,机器人系统还可以通过定位测量系统100测量贴砖机器人310的机械臂314的关节的位置信息(即第四位置信息),并将第

四位置信息发送到测量数据服务器210,测量数据服务器210将第四位置信息发送到机器人控制设备220,机器人控制设备220根据第四位置信息的控制指令发送到贴砖机器人310,进而可以控制贴砖机器人310的机械臂314进行精确的铺砖工作。

[0078] 可选地,确定贴砖机器人310的机械臂314的关节的第四位置信息的操作,包括:利用定位测量设备110~140的扫描测距装置111,测量机械臂314的关节设置的关节定位棱镜315a~315e相对于定位测量设备110~140的第五位置信息。其中第五位置信息包括关节定位棱镜315a~315e与定位测量设备110~140之间的距离以及关节定位棱镜315a~315e相对于定位测量设备110~140的偏转角度;以及根据第五位置信息确定关节定位棱镜315a~315e在预定场地内的第四位置信息。

[0079] 具体地,参照图6所示,贴砖机器人310设置有可移动的车体311,同时还安装有机械臂314,用于铺贴砖块。其中机械臂314在每个关节上都安装了定位棱镜315a~315e,可以准确定位机械臂314每个关节的位置。从而参考图11以及本实施例前面的相关描述,本实施例的技术方案可以通过定位测量设备110~140的扫描测距装置扫描机械臂314的关节定位棱镜315a~315e,能够以亚毫米级的精度确定机械臂314的关节的位置信息并发送至测量数据服务器210,从而机器人控制设备220能够从测量数据服务器210获取该位置信息,并精确地控制机械臂314的动作,从而能够精确地将砖块铺设到铺设位置。

[0080] 进一步地,在工作区域的地面上还设置有土压力盒,通过背部的数据线与贴砖机器人310上的数据采集系统连接,贴砖机器人310在贴砖时会向地面施加压力,土压力盒检测到该压力并将其发送至数据采集系统后,通过与数据采集系统连接的控制装置控制机械臂314上的支撑杆,使用合适的推力对砖块进行铺贴。从而达到了精确控制贴砖机器人310贴砖动作和位置的效果。

[0081] 从而根据本实施例的第二个方面,本实施例所提供的基于集群协同控制的自由式机器人系统,可使多打印机器人协同工作进行并行砖块铺贴。并采用协同式集群控制,使机器人集群共同工作,从而实现大规模或者超大规模建筑的快速砖块铺贴。与现有的贴砖机器人相比,提高了砖块铺贴的工作效率,且进一步提高多机器人协同工作能力,具有高精度、分布式、多机器人协同工作等优点。

[0082] 需要说明的是,对于前述的各方法实施例,为了简单描述,故将其都表述为一系列的动作组合,但是本领域技术人员应该知悉,本发明并不受所描述的动作顺序的限制,因为依据本发明,某些步骤可以采用其他顺序或者同时进行。其次,本领域技术人员也应该知悉,说明书中所描述的实施例均属于优选实施例,所涉及的动作和模块并不一定是本发明所必须的。

[0083] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到根据上述实施例的方法可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现,当然也可以通过硬件,但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质(如ROM/RAM、磁碟、光盘)中,包括若干指令用以使得一台终端设备(可以是手机,计算机,服务器,或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述的方法。

[0084] 上述本发明实施例序号仅仅为了描述,不代表实施例的优劣。

[0085] 在本发明的上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中

详述的部分,可以参见其他实施例的相关描述。

[0086] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的技术内容,可通过其它的方式实现。其中,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,单元或模块的间接耦合或通信连接,可以是电性或其它的形式。

[0087] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0088] 另外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。

[0089] 所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可为个人计算机、服务器或者网络设备)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0090] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

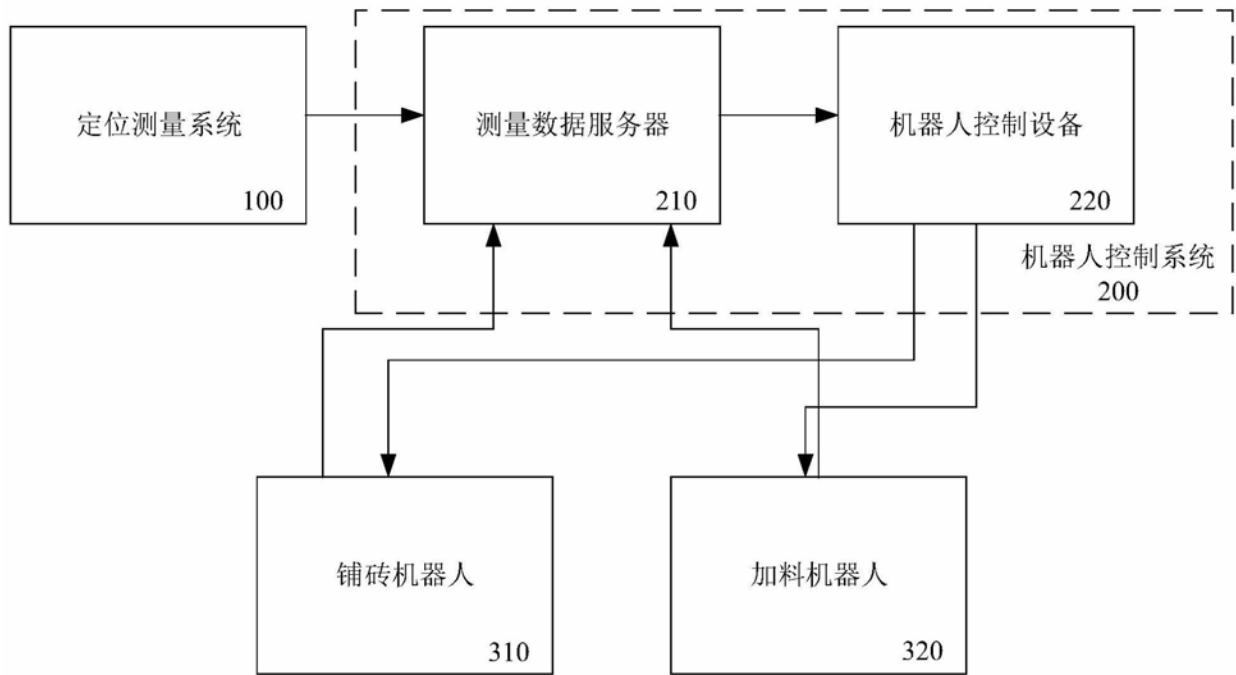


图1



图2

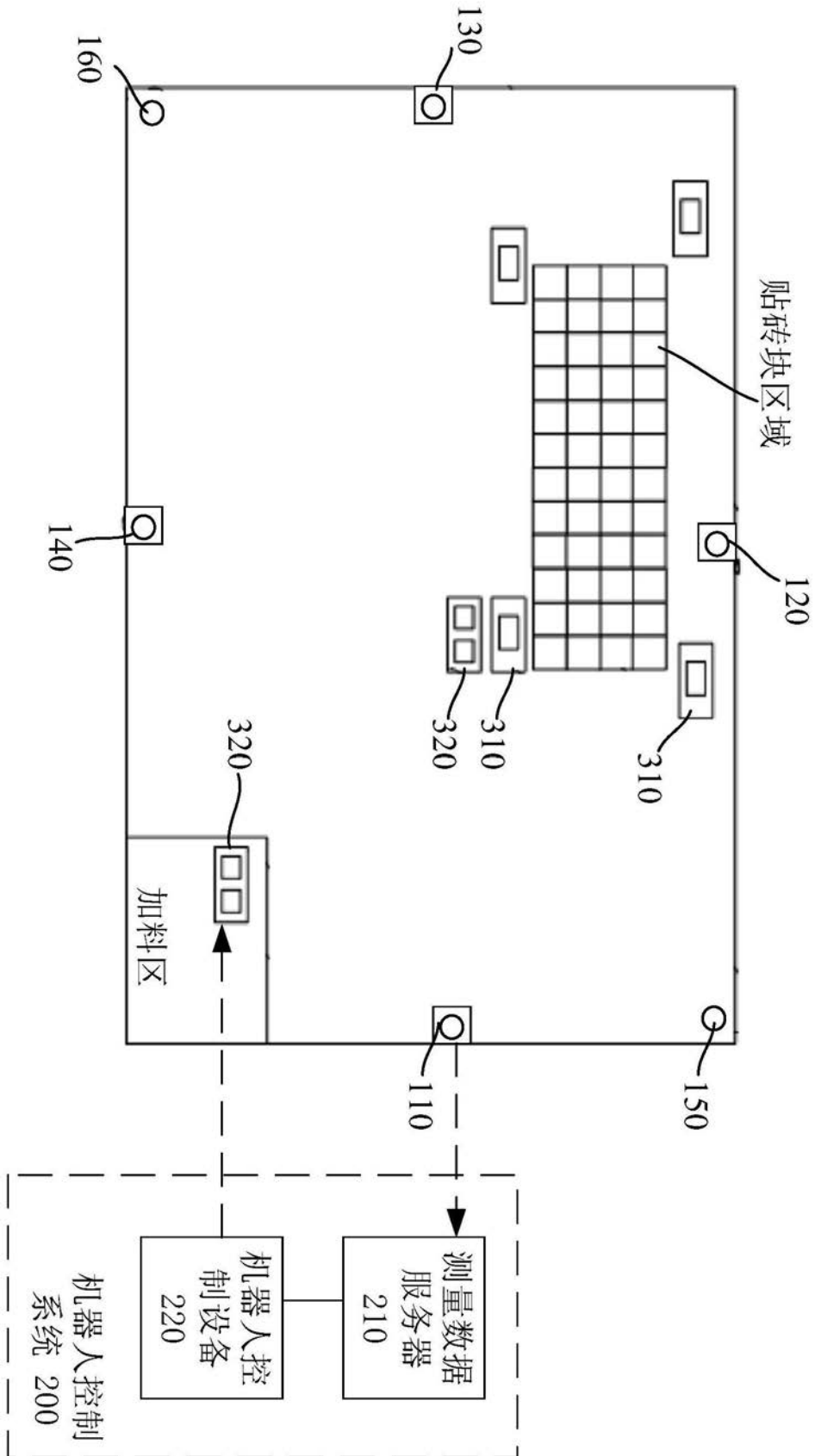


图3

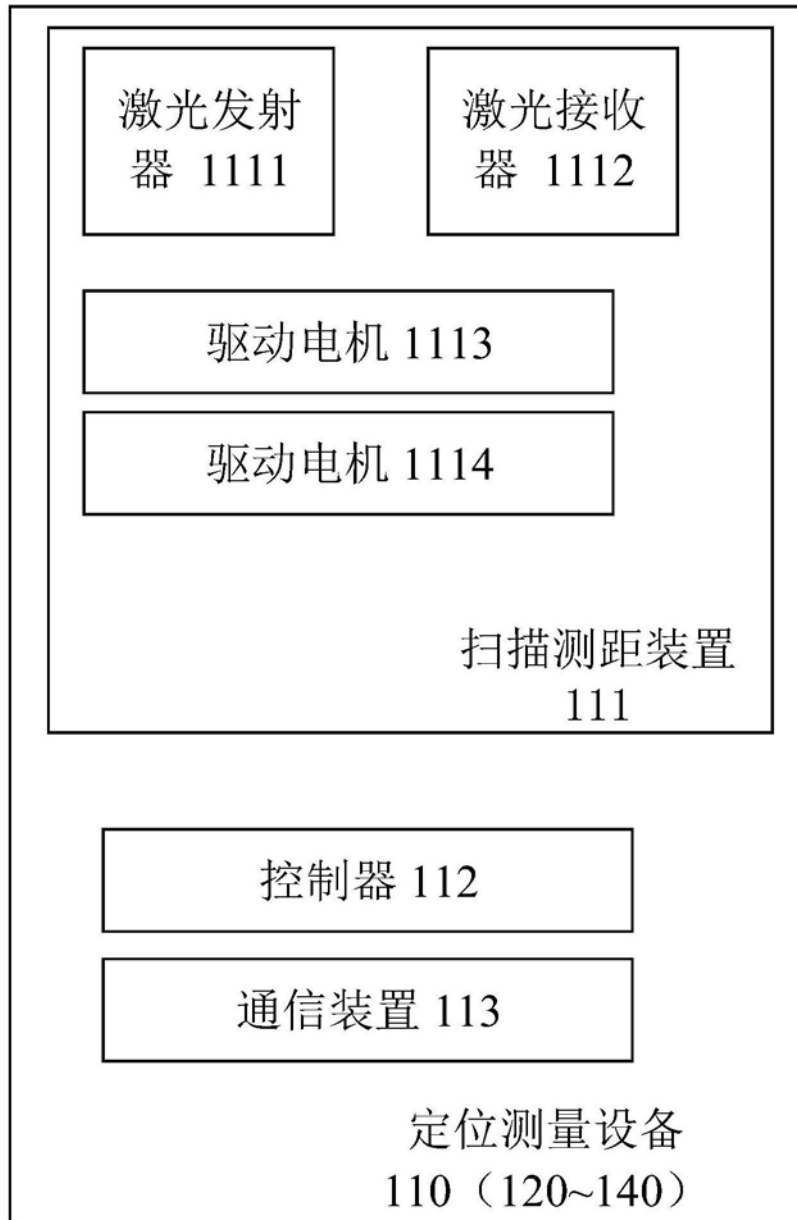


图4

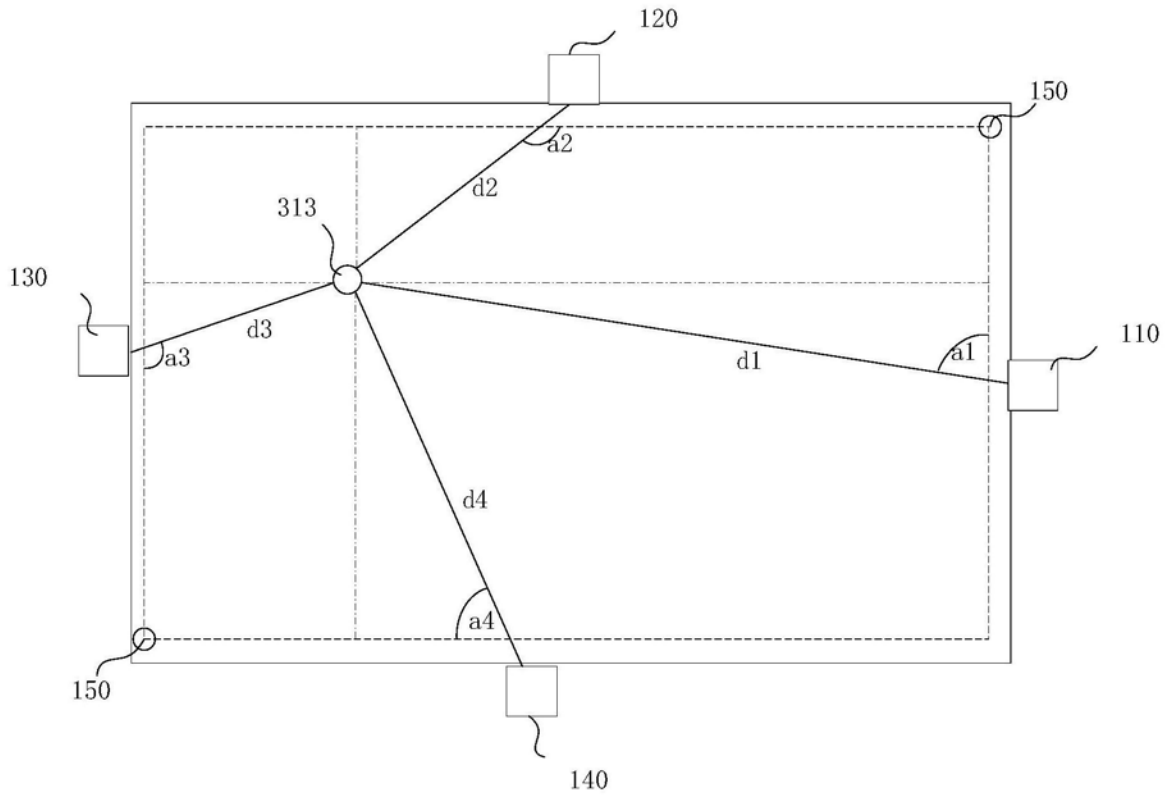


图5

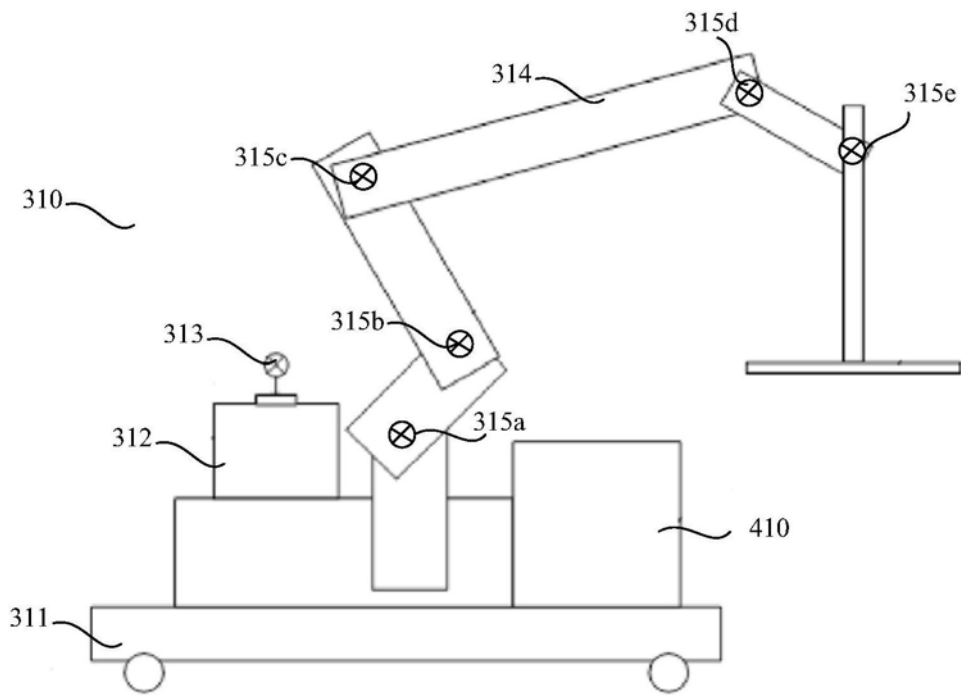


图6

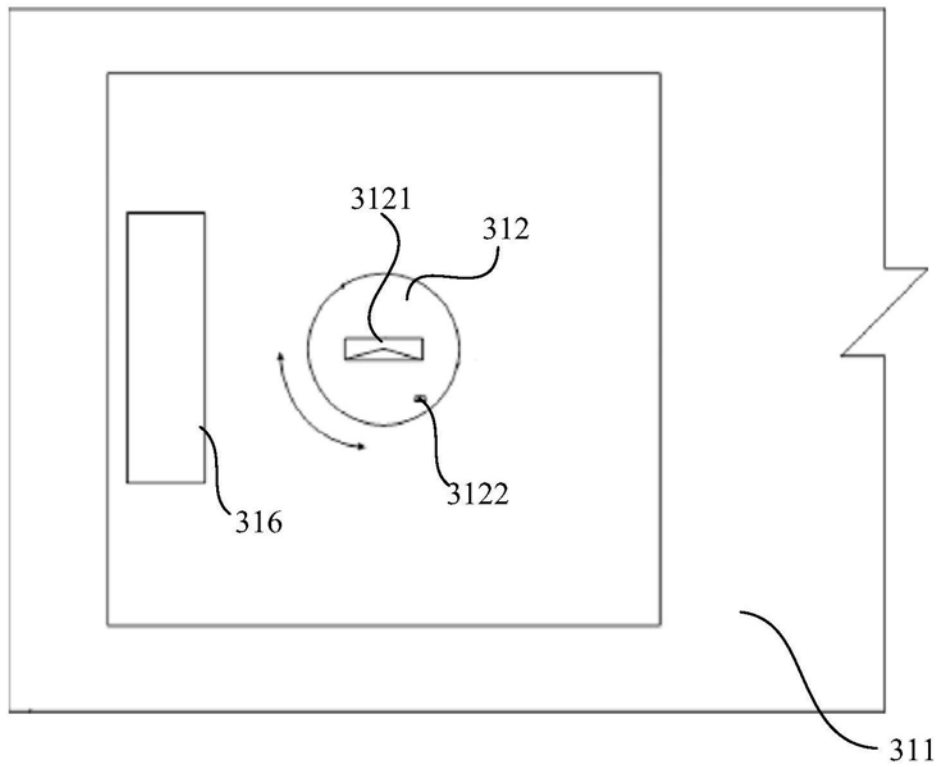


图7

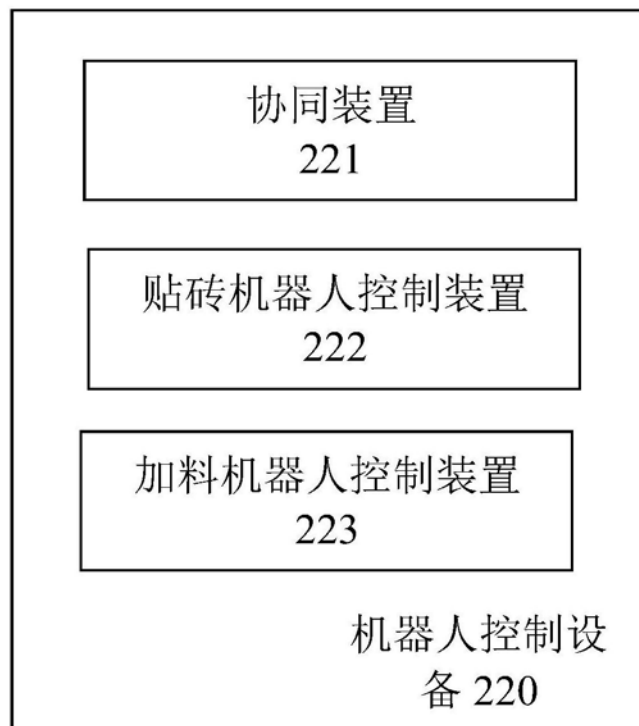


图8

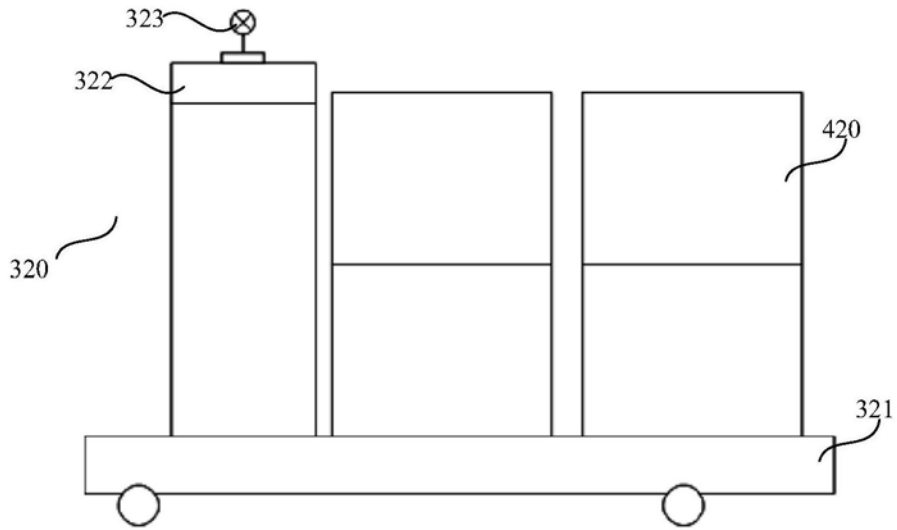


图9



图10

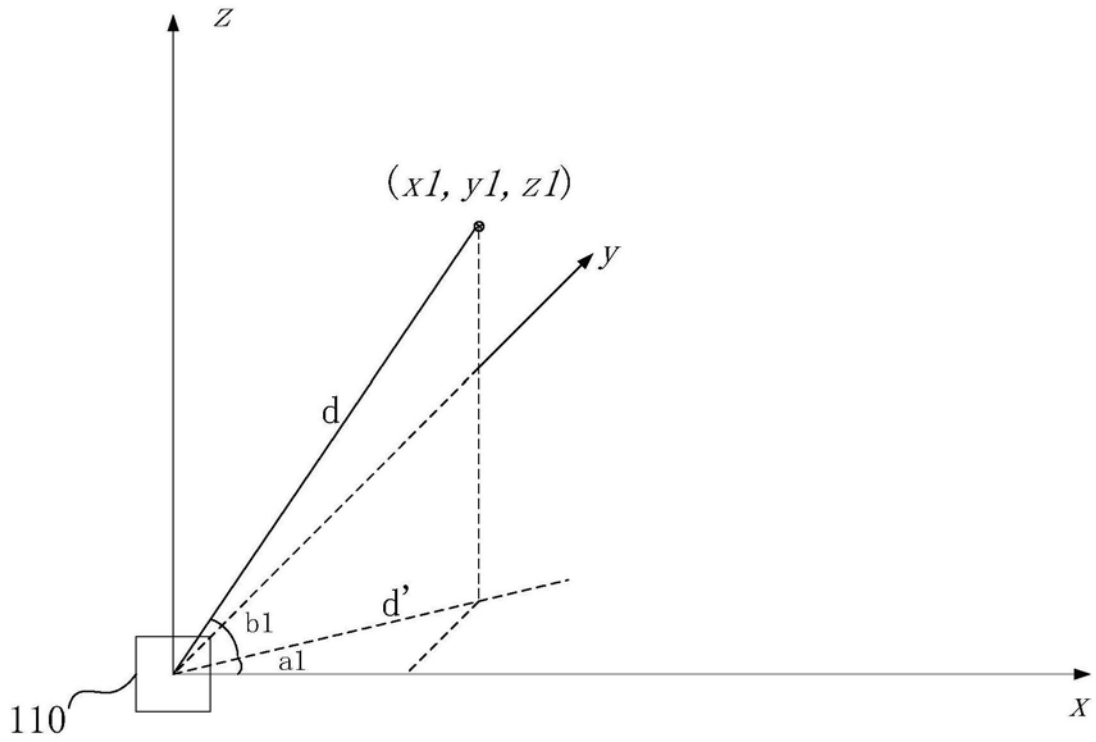


图11