(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2017 年 9 月 14 日 (14.09.2017)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2017/152865 A1

(51) 国际专利分类号:
G01S 5/22 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/076218

(22) 国际申请日: 2017 年 3 月 10 日 (10.03.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610140751.2 2016 年 3 月 11 日 (11.03.2016) CN

(71) 申请人: 歌尔股份有限公司 (GOERTEK INC) [CN/CN]; 中国山东省潍坊市高新区东方路 268 号知识产权部肖伟伟, Shandong 261031 (CN)。

(72) 发明人: 谢馥励 (XIE, Fuli); 中国山东省潍坊市高新区东方路 268 号知识产权部肖伟伟, Shandong 261031 (CN)。 苏鹏程 (SU, Pengcheng); 中国山东省潍坊市高新区东方路 268 号知识产权部肖伟伟, Shandong 261031 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: FOLLOWING METHOD AND DEVICE FOR UNMANNED AERIAL VEHICLE AND WEARABLE DEVICE

(54) 发明名称 : 一种无人飞行器的追随方法、装置以及可穿戴设备

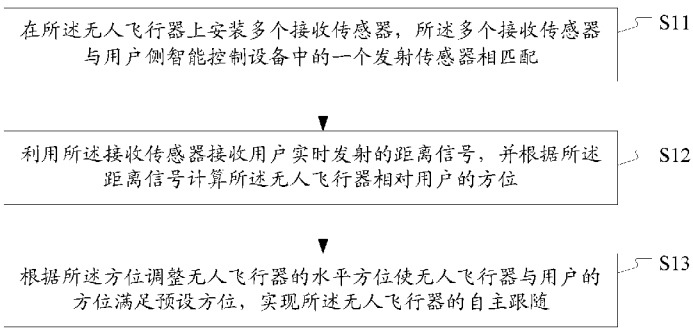

图 1

S11 MOUNT MULTIPLE RECEIVING SENSORS ON THE UNMANNED AERIAL VEHICLE, THE MULTIPLE RECEIVING SENSORS BEING MATCHED TO ONE TRANSMITTING SENSOR IN A USER-SIDE SMART CONTROL DEVICE

S12 UTILIZE THE RECEIVING SENSORS TO RECEIVE A DISTANCE SIGNAL TRANSMITTED IN REAL-TIME BY A USER, AND CALCULATE THE ORIENTATION OF THE UNMANNED AERIAL VEHICLE RELATIVE TO THE USER ON THE BASIS OF THE DISTANCE SIGNAL

S13 ADJUST THE HORIZONTAL ORIENTATION OF THE UNMANNED AERIAL VEHICLE ON THE BASIS OF THE ORIENTATION SO THAT THE ORIENTATION OF THE UNMANNED AERIAL VEHICLE TO THE USER SATISFIES A PRESET ORIENTATION, THUS IMPLEMENTING AUTONOMOUS FOLLOWING FOR THE UNMANNED AERIAL VEHICLE

(57) Abstract: A following method and a following device for an unmanned aerial vehicle and a wearable device. The following method for an unmanned aerial vehicle comprises: mounting multiple receiving sensors on an unmanned aerial vehicle, the multiple receiving sensors being matched to one transmitting sensor in a user-side smart control device (S11); utilizing the receiving sensors to receive a distance signal transmitted in real-time by a user and calculating the orientation of the unmanned aerial relative to the user on the basis of the distance signal (S12); and adjusting the horizontal orientation of the unmanned aerial vehicle on the basis of the orientation so that the orientation of the unmanned aerial vehicle to the user satisfies a preset orientation, thus implementing autonomous following for the unmanned aerial vehicle (S13). The method determines the orientation of the unmanned aerial vehicle relative to the user by means of employing the multiple receiving sensors matched to the one transmitting sensor, and makes adjustments to the horizontal orientation of the unmanned aerial vehicle on the basis of the orientation so as to maintain a relatively static relation between the unmanned aerial vehicle and the user, thus implementing autonomous user following.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2017/152865 A1

一种无人飞行器的追随方法、追随装置以及可穿戴设备，其中，该无人飞行器的追随方法包括：在无人飞行器上安装多个接收传感器，该多个接收传感器与用户侧智能控制设备中的一个发射传感器相匹配（S11）；利用接收传感器接收用户实时发射的距离信号，并根据该距离信号计算无人飞行器相对用户的方位（S12）；根据该方位调整无人飞行器的水平方位使无人飞行器与用户的方位满足预设方位，实现无人飞行器的自主跟随（S13）。该方法通过采用多个接收传感器配合一个发射传感器的方式来确定无人飞行器相对用户的方位，并基于该方位对无人飞行器的水平方位进行调整，保持无人飞行器与用户间的相对静止关系，实现对用户的自主跟随。

一种无人飞行器的追随方法、装置以及可穿戴设备

技术领域

本发明涉及人机交互领域，具体涉及一种无人飞行器的追随方法、装置以及可穿戴设备。

背景技术

随着科技的进步，人工智能逐渐开始向消费级电子产品延伸，智能手机几乎成了人手必备。而伴随着生活品质的提升，无人飞行器（又称无人机，英文 Unmanned Aerial Vehicle）开始走入人们的日常生活。微型的多旋翼无人飞行器现已成为多数人都能购买得起的消费产品。

目前无人飞行器一般搭载有加速度传感器、陀螺仪等运动状态检测传感器，并且应用了蓝牙、Wi-Fi 数据传输技术，以满足无人飞行器的飞行控制和状态检测需求。但是蓝牙、Wi-Fi 等常用数据传输技术只能完成无人飞行器与信号传输设备之间的无线数据通信，而无法实现自主跟随，用户体验较差。

发明内容

本发明提供了一种无人飞行器的追随方法、装置以及可穿戴设备，用以解决现有技术无法实现无人飞行器的自主追随，用户体验较差的问题。

根据本发明的一个方面，提供了一种无人飞行器的追随方法，该方法包括：

在无人飞行器上安装多个接收传感器，多个接收传感器与用户侧智能控制设备中的一个发射传感器相匹配；

利用接收传感器接收用户实时发射的距离信号，并根据距离信号计算无人飞行器相对用户的方位；

根据方位调整无人飞行器的水平方位使无人飞行器与用户的方位满足预设方位，实现无人飞行器的自主跟随。

可选地，在无人飞行器上安装多个接收传感器包括：

在无人飞行器的不同位置上安装至少三个超声波接收传感器，该超声波接收传感器与用户侧智能控制设备中的一个超声波发射传感器相匹配。

可选地，根据接收的距离信号计算无人飞行器相对用户的方位包括：

根据用户发射的超声波信号分别到达无人飞行器上每个超声波接收传感器的时间，计算用户到无人飞行器上每个超声波接收传感器的距离；

根据用户到无人飞行器上每个超声波接收传感器的距离以及无人飞行器中心点的位置、无人飞行

器中心点与每个超声波接收传感器的距离，计算无人飞行器的中心点与用户的方位。

可选地，根据用户到无人飞行器上每个超声波接收传感器的距离以及无人飞行器中心点的位置、无人飞行器中心点与每个超声波接收传感器的距离，计算无人飞行器的中心点与用户的方位包括：

在无人飞行器上安装有四个超声波接收传感器，无人飞行器为四旋翼无人飞行器，超声波接收传感器位置的连线呈十字交叉形，交点为无人飞行器的中心点。

可选地，每个超声波接收传感器分别位于四旋翼无人飞行器一个旋翼的下方。

可选地，根据用户到无人飞行器上每个超声波接收传感器的距离以及无人飞行器中心点的位置、无人飞行器中心点与每个超声波接收传感器的距离，计算无人飞行器的中心点与用户的方位包括：

以无人飞行器的中心点为原点，以连线经过原点的两个超声波接收传感器所在方向为水平坐标轴，以垂直于水平坐标轴的方向为垂直坐标轴构建空间直角坐标系，定义用户当前的位置坐标为(x,y,z)，通过如下公式计算用户当前的位置坐标值：

$$\begin{cases} (y-l)^2 + x^2 + z^2 = n_2^2 \\ (y+l)^2 + x^2 + z^2 = n_3^2 \\ (x-l)^2 + y^2 + z^2 = n_4^2 \\ (x+l)^2 + y^2 + z^2 = n_1^2 \end{cases}$$

其中，l 为无人飞行器的中心点到各超声波接收传感器的距离，n_1 为用户到第一个超声波接收传感器的距离，n_2 为用户到第二个超声波接收传感器的距离，n_3 为用户到第三个超声波接收传感器的距离，n_4 为用户到第四个超声波接收传感器的距离；

根据用户当前的位置坐标值得到无人飞行器的中心点与用户的方位。

可选地，根据方位调整无人飞行器与用户的水平方位使得无人飞行器相对用户的方位满足预设的方位信息包括：

根据无人飞行器相对用户的方位，利用比例积分微分 PID 控制器通过调整无人飞行器的飞行速度来调整无人飞行器相对于用户的水平方位，使得无人飞行器与用户的方位满足预设方位，实现自主追随。

与上述方法相对应的，本发明还提供了一种无人飞行器的追随装置，无人飞行器上安装多个接收传感器，多个接收传感器与用户侧智能控制设备中的一个发射传感器相匹配，该无人飞行器的追随装置包括：

定位模块，用于通过接收传感器接收用户实时发射的距离信号，并根据距离信号计算无人飞行器相对用户的方位；

跟随模块，用于根据定位模块计算的无人飞行器相对用户的方位，调整无人飞行器的水平方位使

无人飞行器与用户的方位满足预设方位，实现无人飞行器的自主跟随。

可选地，无人飞行器的不同位置上安装至少三个超声波接收传感器，超声波接收传感器与用户侧智能控制设备中的一个超声波发射传感器相匹配；

定位模块，具体用于根据用户发射的超声波信号分别到达无人飞行器上每个超声波接收传感器的时间，计算用户到无人飞行器上每个超声波接收传感器的距离；并根据用户到无人飞行器上每个超声波接收传感器的距离以及无人飞行器中心点的位置、无人飞行器中心点与每个超声波接收传感器的距离，计算无人飞行器的中心点与用户的方位。

可选地，无人飞行器上安装有四个超声波接收传感器，无人飞行器为四旋翼无人飞行器，超声波接收传感器的位置的连线呈十字交叉形，交点为无人飞行器的中心点；

定位模块，具体用于以无人飞行器的中心点为原点，以连线经过原点的两个超声波接收传感器所在方向为水平坐标轴，以垂直于水平坐标轴的方向为垂直坐标轴构建空间直角坐标系，定义用户当前的位置坐标为（x,y,z），通过如下公式计算用户当前的位置坐标值：

$$\begin{cases}(y-l)^2+x^2+z^2=n_2^2\\(y+l)^2+x^2+z^2=n_3^2\\(x-l)^2+y^2+z^2=n_4^2\\(x+l)^2+y^2+z^2=n_1^2\end{cases}$$

其中，l为无人飞行器的中心点到各超声波接收传感器的距离，n_1为用户到第一个超声波接收传感器的距离，n_2为用户到第二个超声波接收传感器的距离，n_3为用户到第三个超声波接收传感器的距离，n_4为用户到第四个超声波接收传感器的距离；

根据用户当前的位置坐标值得到无人飞行器的中心点与用户的方位。

根据本发明的又一个方面，提供了一种可穿戴设备，该可穿戴设备中设置有一个发射传感器；

发射传感器与无人飞行器上的多个接收传感器相匹配，用于实时向无人飞行器发射距离信号，以使得无人飞行器根据接收的距离信号计算无人飞行器相对于用户的方位，并根据该方位调整无人飞行器的水平方位使无人飞行器与用户的方位满足预设方位。

可选地，可穿戴设备为智能手表、智能手环、智能眼镜或智能耳机，发射传感器为红外线发射传感器，接收传感器为红外线接收传感器。

本发明实施例的这种无人飞行器的追随方法和装置，采用根据用户侧智能控制设备实时发射的距离信号计算当前无人飞行器相对用户的方位，得到无人机与用户之间的相对位置，并基于该方位将无人飞行器相对于用户的方位调整到预设方位的技术手段，能够保持无人飞行器与用户在预设方位下的相对静止关系，提供了一套对无人机自主追随的实现方案，丰富了无人机产品的功能，提高了无人飞

行器产品的竞争力。另外，本发明实施例还提供了一种可穿戴设备，该可穿戴设备中设置发射传感器可以向无人飞行器上匹配的多个接收传感器发射信号，以便于实现无人飞行器对佩戴该可穿戴设备的用户的自主追随，从而大大提升了用户使用体验。

附图简要说明

图 1 是本发明一个实施例一种无人飞行器的追随方法的流程示意图；

图 2 是本发明一个实施例无人飞行器与用户的相对方位示意图；

图 3 是本发明一个实施例基于无人飞行器与用户的方位关系构建的空间直角坐标系示意图；

图 4 是发明一个实施例一种无人飞行器的追随装置的结构框图；

图 5 是本发明一个实施例的一种可穿戴设备的结构框图。

具体实施方式

本发明的设计构思是：针对现有的无人飞行器不能自主追随的问题，本发明通过一套一发多收的传感器模块，来确定无人机与使用者之间的相对位置关系，根据相对位置关系对无人机的位置进行微调，保持无人机与用户之间相对静止的关系，进而实现无人飞行器的自主追随功能。

实施例一

图 1 是本发明一个实施例的一种无人飞行器的追随方法的流程示意图，参见图 1，该无人飞行器的追随方法包括如下步骤：

步骤 S11，在无人飞行器上安装多个接收传感器，多个接收传感器与用户侧智能控制设备中的一个发射传感器相匹配；

这里的相匹配至少包括：接收传感器与发射传感器的类型相匹配。如，当接收传感器为超声波传感器时，发射传感器也采用超声波传感器，即保证发射传感器和接收传感器的类型相同。以及，接收传感器与发射传感器之间的身份匹配。如，初始化过程中接收传感器接收发射传感器的配对连接请求以完成身份认证，从而防止其他设备的干扰。

步骤 S12，无人飞行器利用接收传感器接收用户实时发射的距离信号，并根据距离信号计算无人飞行器相对用户的方位；用户的方位包括用户在空间中的方向信息和位置信息。

步骤 S13，无人飞行器根据方位调整无人飞行器的水平方位使无人飞行器与用户的方位满足预设方位，实现无人飞行器的自主跟随。

这里，无人机的水平方位，是指无人机水平方向的位置，水平方向相对于无人机的垂直方向。水平方位即无人机在用户上方预定高度，并在以用户为中心，以预定值为半径的圆的圆周上的位置。

开启无人飞行器的自主追随模式需首先设定无人飞行器的飞行高度，在没有特殊情况时无人飞行器应保持自己的飞行高度不变，这样通过在无人飞行器上不同位置的接收传感器收到的距离信号的时

间差即可推断出无人飞行器与用户的准确的相对方位，然后根据这一相对方位调整无人飞行器在水平方向上的位置到预设方位，实现无人飞行器对用户的自主追随。

本实施例中，用户侧智能控制设备可以为智能手表或智能手环等可穿戴设备。

通过图 1 所示的方法，无人飞行器利用安装的多个接收传感器接收用户侧发送的距离信号并计算无人飞行器相对用户的方位，根据计算出的方位对无人飞行器的水平方位进行控制，使无人飞行器相对于用户的方位满足预设方位，从而在用户运动（如跑步）时，无人飞行器能够自主跟随用户的位置变化，保持与用户的相对方位，提升用户体验。

实施例二

超声波信号在近场信号传输中具有优势，受环境和光照的因素的影响较小，传输稳定，抗干扰能力强，是实现无人飞行器自主追随的理想媒介。因而本实施例中，以接收传感器为超声波接收传感器，发射传感器为超声波发射传感器为例，对无人飞行器的追随方法中的无人飞行器对用户的定位进行重点说明，其他内容参见本发明其他实施例的说明。

本实施例中，无人飞行器上安装至少三个超声波传感器，根据用户侧的智能控制设备中安装的超声波发射传感器发射的超声波信号计算用户与无人飞行器之间的方位。

本实施例采用的定位算法的原理与 GPS（全球定位系统，Global Positioning System）定位原理相似，不同的是 GPS 定位的信号发射端是卫星，信号接收端位于被定位的物体上。本实施例的定位算法正好相反，信号接收端位于无人飞行器上，而信号发射端位于被定位的设备上。

由于超声波接收传感器安装在无人飞行器上的位置是确定的，这样，通过用户端发射的超声波信号到达不同超声波接收传感器的时间差可得到用户与无人飞行器上不同超声波接收传感器的距离。这里，超声波发射传感器在发射超声波信号的同时会在信号中携带发射时间信息，当该超声波信号到达无人机上每个超声波接收传感器时，每个超声波接收传感器会得到不同的到达时间，这时每个超声波传感器都可以计算一个到达时间与发射时间的时间差 t，再根据超声波在空气中的传播速度 340m/s，就可以计算出超声波发射传感器到每个超声波接收传感器的距离(s)，即：s=340t。

在计算出用户到无人飞行器上每个超声波接收传感器的距离后，根据无人飞行器中心点的位置、无人飞行器中心点与每个超声波接收传感器的距离，计算得到无人飞行器的中心点与用户的方位，从而得到无人飞行器相对用户的方位，将该方位与预设方位进行比较，如果无人飞行器相对用户的方位不满足预设方位，则可以通过 PID（Proportion Integration Differentiation，比例积分微分）等控制器计算输出给无人飞行器各旋翼的电机的控制信号，调整无人飞行器的飞行速度，通过调整无人飞行器的飞行速度来对无人飞行器在水平方向的位置进行调整(由于无人飞行器在垂直方向即高度通常是保持固定，所以垂直方向的位置不需要调整)，以保证无人飞行器的位置一直位于目标周围，实现自主追随。

需要强调的是，本实施例中的无人飞行器的追随方法示例性应用场景为：无人飞行器与用户之间预设一个相对方位，如将无人飞行器设置在相对于用户的左前方，无人飞行器高度固定，那么当用户处于运动状态时（如跑步、骑自行车），无人飞行器相对用户的水平方位可能发生变化，如，无人飞行器飞行在用户的左后方，此时利用本实施例的无人飞行器的追随方法计算无人飞行器相对用户的方位，发现该方位（左后方）不满足预设方位（左前方），这时无人飞行器调整自身的飞行速度（如加快相应旋翼的旋转速度），以使得无人飞行器相对用户的方位调整到预设方位，实现对用户的自主追随。

实施例三

图 2 是本发明一个实施例无人飞行器与用户的相对方位示意图，图 3 是本发明一个实施例基于无人飞行器与用户的方位关系构建的空间直角坐标系示意图，结合图 2 和图 3，本实施例对无人飞行器相对用户的方位计算过程进行示例性说明。

由图 2 可见，本实施例中的无人飞行器为四旋翼无人飞行器，四旋翼飞行器通过调节四个电机转速来改变旋翼的转速，实现飞行速度和升力的变化，从而控制无人飞行器的姿态和位置。四旋翼飞行器搭载四个超声波信号接收传感器，超声波信号接收传感器分别位于旋翼轴的下方，与这四个超声波接收传感器相匹配的超声波信号发射传感器位于用户侧的智能控制设备上。

图 2 示出的四个超声波接收传感器为：超声波接收传感器一、超声波接收传感器二、超声波接收传感器三、超声波接收传感器四。由图 2 可见，超声波接收传感器一与超声波接收传感器四的位置的连线，和超声波接收传感器二与超声波接收传感器三的位置的连线呈十字交叉形，且交点 O 为无人飞行器的中心点，无人飞行器的中心点到各超声波接收传感器的距离都相等。

需要说明的是，实际应用过程中在超声信号传输之前，需要对超声波信号进行匹配识别以防止可能产生的其他设备的干扰。即建立超声波接收传感器与超声波发射传感器之间的配对连接。

本实施例中，以无人飞行器的中心点为原点，以相对位置悬臂上的超声波传感器位置的连线建立水平坐标轴，以垂直于水平坐标轴的方向为垂直坐标轴构建空间直角坐标系（Oxyz）。

参见图 3，直角坐标系的原点 O 位于无人飞行器四个旋翼的悬臂交点，以第一个、第四个超声波接收传感器所在的悬臂为 x 轴，第二个、第三个超声波接收传感器所在悬臂为 y 轴，且 x 轴和 y 轴为水平坐标轴，且第二个、第四个超声波接收传感器分别位于 x、y 轴的正方向。无人飞行器的飞行高度为已知，通过用户侧发射的超声波信号到达不同超声波接收传感器的时间即可得到用户与无人飞行器上不同超声波接收传感器之间的距离，通过这些已知参数得到原点 O 与用户之间的相对方位。定义 P 点为用户当前所在位置，坐标为(x,y,z)，坐标轴 x 和 y 上的共四个点分别代表超声波接收传感器所在位置。已知超声波在空气中的传播速度约为 340m/s，因此通过超声波信号的传播时间即可反推出信号发射点与接收点之间的距离。

由用户侧智能控制设备所发射的超声波与四个超声波接收传感器的距离分别为 n_1,n_2,n_3,n_4,可通过如下方程组计算 P 点与中心点之间的距离：

$$\begin{cases}(y-l)^2+x^2+z^2=n_2^2\\(y+l)^2+x^2+z^2=n_3^2\\(x-l)^2+y^2+z^2=n_4^2\\(x+l)^2+y^2+z^2=n_1^2\end{cases}$$

其中，l 为无人飞行器的中心点到各超声波接收传感器的距离，n_1 为用户到第一个超声波接收传感器的距离，n_2 为用户到第二个超声波接收传感器的距离，n_3 为用户到第三个超声波接收传感器的距离，n_4 为用户到第四个超声波接收传感器的距离；

上式为一个超越方程组，理论上只需要其中的 3 个方程即可得出确定解，因此无人飞行器上最少需要三个接收传感器即可确定目标（即用户）的坐标，增加接收传感器的数量可在一定程度上提高定位的准确性进而提高自主追随的精度。

通过求解上式方程组，可确定 P 点的坐标值，即确定当前无人飞行器的中心点和用户的方位。

得到无人飞行器相对和用户当前位置的方位后，可以通过 PID 控制器对无人飞行器的水平位置进行控制，以保证无人飞行器一直位于目标周围，实现自主追随。

需要说明的是本实施例中第一个超声波接收传感器、第二个超声波接收传感器这样的用语不对超声波接收传感器的顺序或数量进行限定，仅用于对具有相同或相似功能的不同器件进行区分。

实施例四

图 4 是发明一个实施例一种无人飞行器的追随装置的结构框图，参见图 4，无人飞行器上安装多个接收传感器 401，多个接收传感器 401 与用户侧智能控制设备中的一个发射传感器相匹配，该无人飞行器的追随装置 40 包括：

定位模块 402，用于通过接收传感器接收用户实时发射的距离信号，并根据距离信号计算无人飞行器相对用户的方位；

跟随模块 403，用于根据定位模块 402 计算的无人飞行器相对用户的方位，调整无人飞行器的水平方位使无人飞行器与用户的方位满足预设方位，实现无人飞行器的自主跟随。

本实施例中，无人飞行器的不同位置上安装至少三个超声波接收传感器，超声波接收传感器与用户侧智能控制设备中的一个超声波发射传感器相匹配；

定位模块 402，具体用于根据用户发射的超声波信号分别到达无人飞行器上每个超声波接收传感器的时间，计算用户到无人飞行器上每个超声波接收传感器的距离；并根据用户到无人飞行器上每个超声波接收传感器的距离以及无人飞行器中心点的位置、无人飞行器中心点与每个超声波接收传感器

的距离，计算无人飞行器的中心点与用户的方位。

本实施例中，无人飞行器的追踪装置 40 的接收传感器 401、定位模块 402 和跟踪传感器的 403 全部设置在无人机中。在本发明的其他实施例中，无人飞行器的追踪装置 40 的接收传感器 401、定位模块 402 和跟踪传感器的 403 可以部分或者全部独立地设置在无人飞行器的外部。

本实施例中，无人飞行器上安装有四个超声波接收传感器，无人飞行器为四旋翼无人飞行器，超声波接收传感器的位置的连线呈十字交叉形，交点为无人飞行器的中心点；

定位模块 402，具体用于以无人飞行器的中心点为原点，以连线经过原点的两个超声波接收传感器所在方向为水平坐标轴，以垂直于水平坐标轴的方向为垂直坐标轴构建空间直角坐标系，定义用户当前的位置坐标为（x,y,z），通过如下公式计算用户当前的位置坐标值：

$$\begin{cases} (y-l)^2 + x^2 + z^2 = n_2^2 \\ (y+l)^2 + x^2 + z^2 = n_3^2 \\ (x-l)^2 + y^2 + z^2 = n_4^2 \\ (x+l)^2 + y^2 + z^2 = n_1^2 \end{cases}$$

其中，l 为无人飞行器的中心点到各超声波接收传感器的距离，n_1 为用户到第一个超声波接收传感器的距离，n_2 为用户到第二个超声波接收传感器的距离，n_3 为用户到第三个超声波接收传感器的距离，n_4 为用户到第四个超声波接收传感器的距离；

根据用户当前的位置坐标值得到无人飞行器的中心点与用户的方位。

需要说明的是，本实施例中的这种无人飞行器的追随装置的工作过程是和前面实施例中无人飞行器的追随方法的实现步骤相对应的，无人飞行器的追随装置的具体工作流程可以参见前述无人飞行器的追随方法部分的相关内容说明，在此不再赘述。

实施例五

图 5 是本发明一个实施例的一种可穿戴设备的结构框图，参见图 5，本实施例提供了一种可穿戴设备 50，该可穿戴设备 50 中设置有一个发射传感器 501；

发射传感器 501 与无人飞行器上的多个接收传感器相匹配，用于实时向无人飞行器发射距离信号，使得无人飞行器根据接收的距离信号计算无人飞行器相对于用户的方位并根据该方位调整无人飞行器的水平方位使无人飞行器与用户的方位满足预设方位。

本实施例中，可穿戴设备 50 为智能手表或智能手环，或其他具有相应功能的智能可穿戴产品，如智能眼镜，智能耳机，智能服装或鞋子等。发射传感器 501 为红外线发射传感器，接收传感器为红外线接收传感器。在本发明的其他实施例中，发射传感器 501 也可以是超声波发射传感器，对此不作限制。

综上所述，本发明的这种无人飞行器的自主追随装置和方法采用相匹配的一发多收传感器（即设置在用户侧的一个信号发射传感器以及设置在无人飞行器的多个信号接收传感器），来定位用户当前的位置，进而确定无人飞行器相对用户的方位（即方向和位置信息），得到了无人飞行器相对用户的方位后调整无人机相对用户的水平方位，使其满足预设方位，这样可以保持无人飞行器与用户之间相对静止关系，实现无人飞行器的自主追随，尤其在用户运动时，实现无人飞行器自主追随效果能够极大提升用户体验。另外，本发明还提供了一种可穿戴设备，该可穿戴设备中设置发射传感器可以向无人飞行器上匹配的多个接收传感器发射信号，以便于实现无人飞行器对佩戴该可穿戴设备的用户的自主追随。

以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并非用于限定本发明的保护范围。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，均包含在本发明的保护范围内。

权利要求书

1、一种无人飞行器的追随方法，其中，所述方法包括：

在所述无人飞行器上安装多个接收传感器，所述多个接收传感器与用户侧智能控制设备中的一个发射传感器相匹配；

利用所述接收传感器接收用户实时发射的距离信号，并根据所述距离信号计算所述无人飞行器相对用户的方位；

根据所述方位调整无人飞行器的水平方位使无人飞行器与用户的方位满足预设方位，实现所述无人飞行器的自主跟随。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其中，在所述无人飞行器上安装多个接收传感器包括：

在无人飞行器的不同位置上安装至少三个超声波接收传感器，该超声波接收传感器与用户侧智能控制设备中的一个超声波发射传感器相匹配。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其中，所述根据接收的所述距离信号计算所述无人飞行器相对用户的方位包括：

根据用户发射的超声波信号分别到达所述无人飞行器上每个超声波接收传感器的时间，计算用户到无人飞行器上每个超声波接收传感器的距离；

根据用户到无人飞行器上每个超声波接收传感器的距离以及无人飞行器中心点的位置、无人飞行器中心点与每个超声波接收传感器的距离，计算无人飞行器的中心点与用户的方位。

4、根据权利要求 3 所述的方法，其中，在所述无人飞行器上安装多个接收传感器包括：

在所述无人飞行器上安装四个超声波接收传感器，所述无人飞行器为四旋翼无人飞行器，以及，设置超声波接收传感器位置的连线呈十字交叉形，且交点为所述无人飞行器的中心点。

5、根据权利要求 4 所述的方法，其中，将每个所述超声波接收传感器分别安装于四旋翼无人飞行器一个旋翼的下方。

6、根据权利要求 4 所述的方法，其中，所述根据用户到无人飞行器上每个超声波接收传感器的距离以及无人飞行器中心点的位置、无人飞行器中心点与每个超声波接收传感器的距离，计算无人飞行器的中心点与用户的方位包括：

以所述无人飞行器的中心点为原点，以连线经过原点的两个超声波接收传感器所在方向为水平坐标轴，以垂直于水平坐标轴的方向为垂直坐标轴构建空间直角坐标系，通过如下公式计算用户当前的位置坐标值：

$$\begin{cases}(y-l)^2+x^2+z^2=n_2^2\\(y+l)^2+x^2+z^2=n_3^2\\(x-l)^2+y^2+z^2=n_4^2\\(x+l)^2+y^2+z^2=n_1^2\end{cases}$$

其中，(x,y,z) 为用户当前的位置坐标，l 为无人飞行器的中心点到各超声波接收传感器的距离，n_1 为用户到第一个超声波接收传感器的距离，n_2 为用户到第二个超声波接收传感器的距离，n_3 为用户到第三个超声波接收传感器的距离，n_4 为用户到第四个超声波接收传感器的距离；

根据用户当前的位置坐标值得到无人飞行器的中心点与用户的方位。

7、根据权利要求 6 所述的方法，其中，所述根据所述方位调整无人飞行器与用户的水平方位使得无人飞行器相对用户的方位满足预设的方位信息包括：

根据无人飞行器相对用户的方位，利用比例积分微分 PID 控制器通过调整无人飞行器的飞行速度来调整无人飞行器相对于用户的水平方位，使得无人飞行器与用户的方位满足预设方位，实现自主追随。

8、根据权利要求 1 所述的方法，其中，在所述无人飞行器上安装多个接收传感器包括：

在无人飞行器的不同位置上安装至少三个红外线接收传感器，该红外线接收传感器与用户侧智能控制设备中的一个红外线发射传感器相匹配。

9、一种无人飞行器的追随装置，其中，所述无人飞行器上安装多个接收传感器，多个接收传感器与用户侧智能控制设备中的一个发射传感器相匹配，该无人飞行器的追随装置包括：

定位模块，用于通过所述接收传感器接收用户实时发射的距离信号，并根据所述距离信号计算无人飞行器相对用户的方位；

跟随模块，用于根据定位模块计算的无人飞行器相对用户的方位，调整无人飞行器的水平方位使无人飞行器与用户的方位满足预设方位，实现所述无人飞行器的自主跟随。

10、根据权利要求 9 所述的装置，其中，所述无人飞行器的不同位置上安装至少三个超声波接收传感器，所述超声波接收传感器与用户侧智能控制设备中的一个超声波发射传感器相匹配；

所述定位模块，具体用于根据用户发射的超声波信号分别到达所述无人飞行器上每个超声波接收传感器的时间，计算用户到无人飞行器上每个超声波接收传感器的距离；并根据用户到无人飞行器上每个超声波接收传感器的距离以及无人飞行器中心点的位置、无人飞行器中心点与每个超声波接收传感器的距离，计算无人飞行器的中心点与用户的方位。

11、根据权利要求 10 所述的装置，其中，所述无人飞行器上安装四个超声波接收传感器，所述无人飞行器为四旋翼无人飞行器，超声波接收传感器的位置的连线呈十字交叉形，交点为所述无人飞

行器的中心点；

所述定位模块，具体用于以所述无人飞行器的中心点为原点，以连线经过原点的两个超声波接收传感器所在方向为水平坐标轴，以垂直于水平坐标轴的方向为垂直坐标轴构建空间直角坐标系，通过如下公式计算用户当前的位置坐标值：

$$\begin{cases}(y-l)^2+x^2+z^2=n_2^2\\(y+l)^2+x^2+z^2=n_3^2\\(x-l)^2+y^2+z^2=n_4^2\\(x+l)^2+y^2+z^2=n_1^2\end{cases}$$

其中，(x,y,z)为用户当前的位置坐标，l为无人飞行器的中心点到各超声波接收传感器的距离，n_1为用户到第一个超声波接收传感器的距离，n_2为用户到第二个超声波接收传感器的距离，n_3为用户到第三个超声波接收传感器的距离，n_4为用户到第四个超声波接收传感器的距离；

根据用户当前的位置坐标值得到无人飞行器的中心点与用户的方位。

12、根据权利要求 9 所述的装置，其中，所述无人飞行器的不同位置上安装至少三个红外线接收传感器，所述红外线接收传感器与用户侧智能控制设备中的一个红外线发射传感器向匹配。

13、一种可穿戴设备，其中，该可穿戴设备中设置有一个发射传感器；

所述发射传感器与无人飞行器上的多个接收传感器相匹配，用于实时向无人飞行器发射距离信号，以使得所述无人飞行器根据接收的距离信号计算无人飞行器相对于用户的方位，并根据该方位调整无人飞行器的水平方位使无人飞行器与用户的方位满足预设方位。

14、根据权利要求 13 所述的可穿戴设备，其中，所述可穿戴设备为智能手表、智能手环、智能眼镜或智能耳机。

15、根据权利要求 13 所述的可穿戴设备，其中，所述发射传感器为红外线发射传感器，所述接收传感器为红外线接收传感器；或者，

所述发射传感器为超声波发射传感器，所述接收传感器为超声波接收传感器。

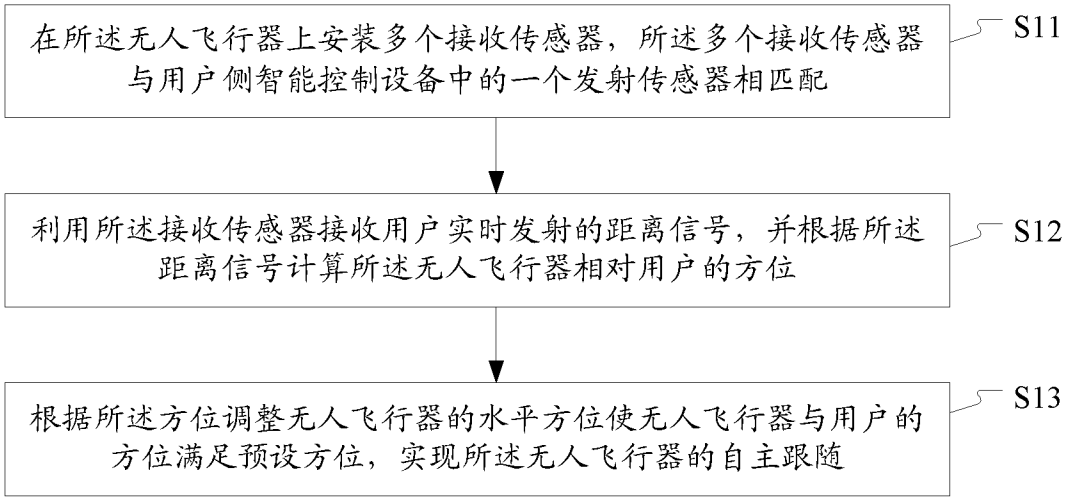
在所述无人飞行器上安装多个接收传感器，所述多个接收传感器与用户侧智能控制设备中的一个发射传感器相匹配
S11
利用所述接收传感器接收用户实时发射的距离信号，并根据所述距离信号计算所述无人飞行器相对用户的方位
S12
根据所述方位调整无人飞行器的水平方位使无人飞行器与用户的方位满足预设方位，实现所述无人飞行器的自主跟随
S13

图 1

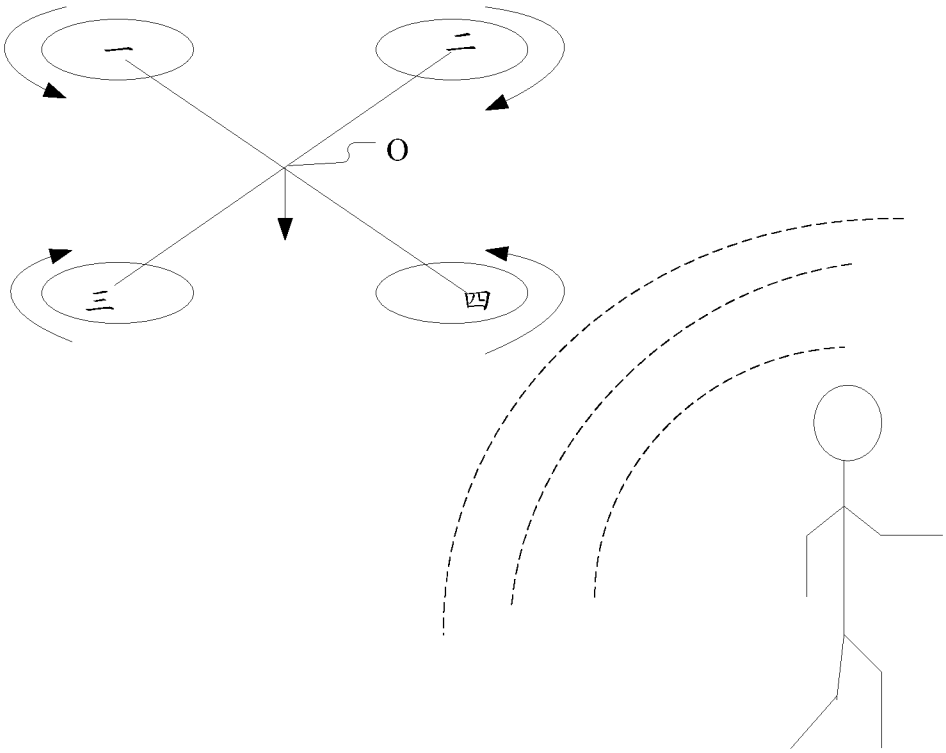
一
二
O
三
四

图 2

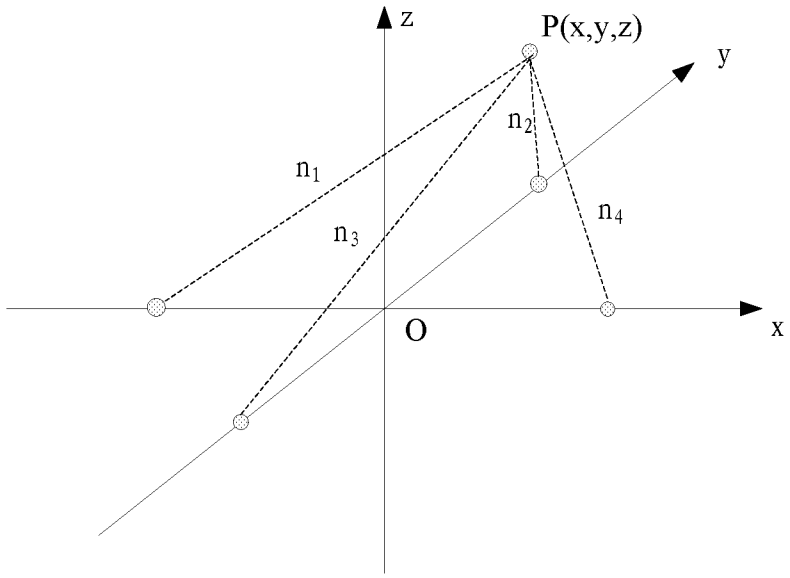
z
P(x,y,z)
y
n2
n1
n4
n3
O
x

图 3

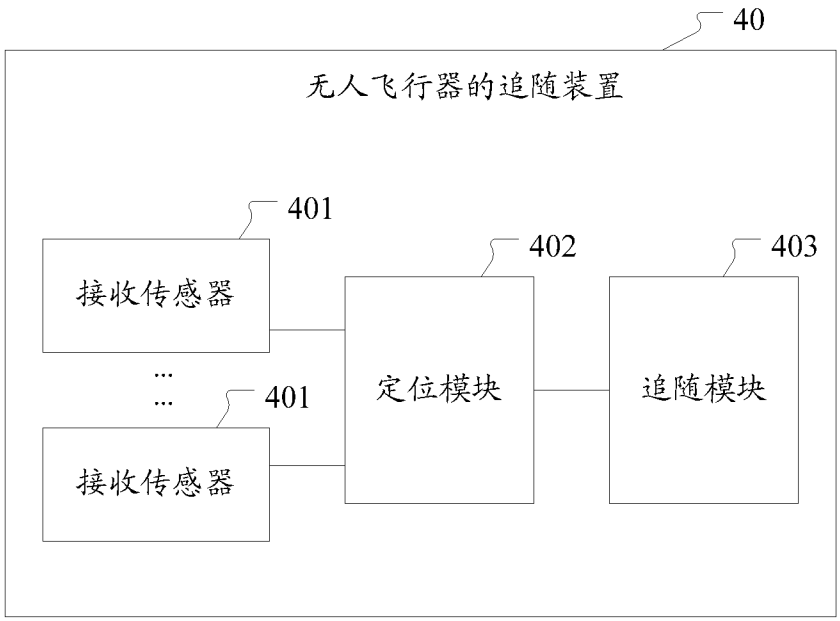
40
无人飞行器的追随装置
401
接收传感器
402
403
定位模块
追随模块
...
...
401
接收传感器

图 4

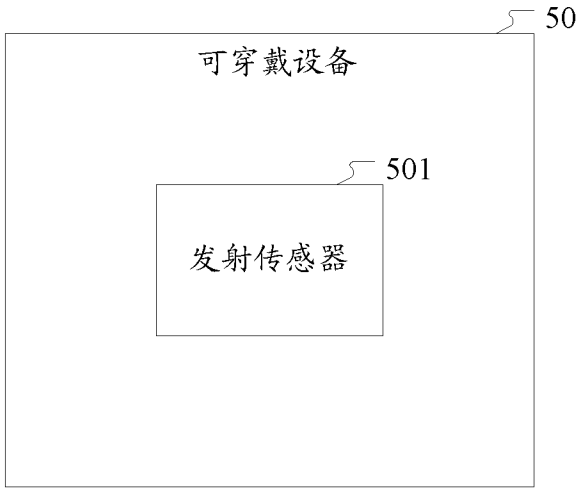

图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/076218

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 5/22 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S 5/-, G05D 1/-, B64C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI; CNPAT; WPI; EPODOC: GOERTEK; XIE, Fuli; SU, Pengcheng; four-element cross array, four-element plane array, unmanned w aerial w vehicle, UAV, robot, helicopter, copter, aircraft, airplane, aeroplane, AGV, follow+, track+, guid+, ultrasonic, supersonic, infrared, position+, locat+, localization, distance, range, direction, azimuth, orientation, coordinate?, (multi+ or four or "4") s receiv+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 105717489 A (GOERTEK INC.), 29 June 2016 (29.06.2016), claims 1-12	1-15
X	CN 104260092 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 07 January 2015 (07.01.2015), description, paragraphs [0033]-[0040], [0042], [0047]-[0052] and [0055], and figures 1 and 4	1, 2, 8, 9, 12-15
Y	CN 104260092 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 07 January 2015 (07.01.2015), description, paragraphs [0033]-[0040], [0042], [0047]-[0052] and [0055], and figures 1 and 4	3-7, 10, 11
Y	CN 104991573 A (BEIJING PINCHAUNGHUITONG TECHNOLOGY CO., LTD.), 21 October 2015 (21.10.2015), description, paragraphs [0002] and [0101]-[0121], and figures 3 and 4	3-7, 10, 11
A	CN 102551993 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 11 July 2012 (11.07.2012), description, paragraphs [0036]-[0038], and figure 1	1-15
A	CN 203102612 U (ZHANG, Yifan), 31 July 2013 (31.07.2013), description, paragraphs [0024]-[0030], and figures 1 and 2	1-15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
12 May 2017 (12.05.2017)	**13 June 2017 (13.06.2017)**
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer **HAO, Feifei** Telephone No.: (86-10) **62413545**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/076218

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2015134143 A1 (WILLENBORG, J.), 14 May 2015 (14.05.2015), the whole document	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/076218

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105717489 A	29 June 2016	None	
CN 104260092 A	07 January 2015	CN 104260092 B	30 December 2015
CN 104991573 A	21 October 2015	None	
CN 102551993 A	11 July 2012	CN 102551993 B	24 December 2014
CN 203102612 U	31 July 2013	None	
US 2015134143 A1	14 May 2015	None	

国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2017/076218

A. 主题的分类

G01S 5/22(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G01S5/-, G05D1/-, B64C

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNKI;CNPAT;WPI;EPODOC: 歌尔，谢馥励，苏鹏程，无人机，无人飞行器，直升机，飞机，机器人，跟随，追随，伴随，跟踪，追踪，引导，导引，超声，红外，坐标，位置，定位，距离，方位，四元十字阵，平面四元阵，(多 or 四 or "4") s 接收，unmanned w aerial w vehicle, UAV, robot, helicopter, copter, aircraft, airplane, aeroplane, AGV, follow+, track+, guid+, ultrasonic, supersonic, infrared, position+, locat+, localization, distance, range, direction, azimuth, orientation, coordinate?, (multi+ or four or "4") s receiv+

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 105717489 A (歌尔股份有限公司) 2016年 6月 29日 (2016-06-29) 权利要求1-12	1-15
X	CN 104260092 A (大连理工大学) 2015年 1月 7日 (2015-01-07) 说明书第[0033]-[0040]、[0042]、[0047]-[0052]、[0055]段，图1、4	1、2、8、9、12-15
Y	CN 104260092 A (大连理工大学) 2015年 1月 7日 (2015-01-07) 说明书第[0033]-[0040]、[0042]、[0047]-[0052]、[0055]段，图1、4	3-7、10、11
Y	CN 104991573 A (北京品创汇通科技有限公司) 2015年 10月 21日 (2015-10-21) 说明书第[0002]、[0101]-[0121]段，图3、4	3-7、10、11
A	CN 102551993 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2012年 7月 11日 (2012-07-11) 说明书第[0036]-[0038]段，图1	1-15
A	CN 203102612 U (章逸凡) 2013年 7月 31日 (2013-07-31) 说明书第[0024]-[0030]段，图1、2	1-15

☑ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2017年 5月 12日	2017年 6月 13日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	郝霏霏
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)62413545

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	US 2015134143 A1 (WILLENBORG, JIM) 2015年 5月 14日 (2015-05-14) 全文	1-15

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2017/076218

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	105717489	A	2016年 6月 29日	无			
CN	104260092	A	2015年 1月 7日	CN	104260092	B	2015年 12月 30日
CN	104991573	A	2015年 10月 21日	无			
CN	102551993	A	2012年 7月 11日	CN	102551993	B	2014年 12月 24日
CN	203102612	U	2013年 7月 31日	无			
US	2015134143	A1	2015年 5月 14日	无			