(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
2018 年 7 月 12 日 (12.07.2018)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2018/126911 A1

(51) 国际专利分类号:
G01C 21/20 (2006.01) *G01C 21/16* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/118029

(22) 国际申请日: 2017 年 12 月 22 日 (22.12.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201710003881.6 2017年1月4日 (04.01.2017) CN

(71) 申请人: 北京京东尚科信息技术有限公司 (BEIJING JINGDONG SHANGKE INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市海淀区杏石口路65号西杉创意园四区11号楼东段1-4层西段1-4层, Beijing 100195 (CN)。
北京京东世纪贸易有限公司(BEIJING JINGDONG CENTURY TRADING CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市北京经济技术开发区科创十一街18号C座2层201室, Beijing 100176 (CN)。

(72) 发明人: 宁润苏(NING, Runsu); 中国北京市海淀区杏石口路65号西杉创意园四区11号楼东段1-4层西段1-4层, Beijing 100195 (CN)。

(74) 代理人: 中原信达知识产权代理有限责任公司 (CHINA SINDA INTELLECTUAL PROPERTY LTD.); 中国北京市西城区金融街19号富凯大厦B座11层, Beijing 100033 (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, JO, 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,

(54) **Title:** POSITIONING METHOD AND APPARATUS, SERVICE PROCESSING SYSTEM AND COMPUTER READABLE STORAGE MEDIUM

(54) **发明名称**: 定位方法、装置、业务处理系统以及计算机可读存储介质

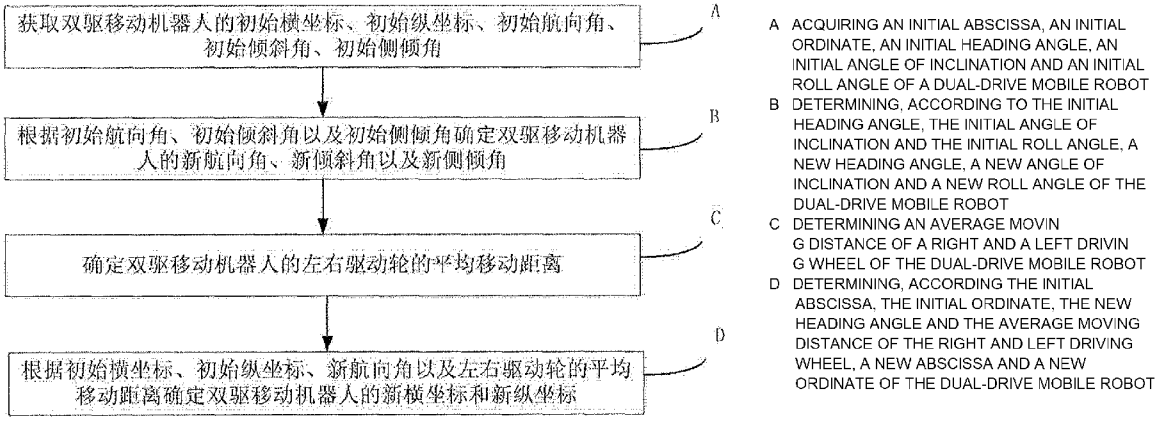

图 1

(57) **Abstract:** Disclosed are a positioning method and positioning apparatus for a dual-drive mobile robot and a service processing system and a computer readable storage medium for positioning the dual-drive mobile robot, wherein same are helpful in solving the technical problem of inaccurate positioning in the prior art. The positioning method comprises: acquiring an initial abscissa, an initial ordinate, an initial heading angle, an initial angle of inclination and an initial roll angle of a dual-drive mobile robot (A); determining, according to the initial heading angle, the initial angle of inclination and the initial roll angle, a new heading angle, a new angle of inclination and a new roll angle of the dual-drive mobile robot (B); determining an average moving distance of a right and a left driving wheel of the dual-drive mobile robot (C); and determining, according to the initial abscissa, the initial ordinate, the new heading angle and the average moving distance of the right and left driving wheel, a new abscissa and a new ordinate of the dual-driving mobile robot (D).

WO 2018/126911 A1

[见续页]

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))。

(57) 摘要：一种用于双驱移动机器人的定位方法以及定位装置，以及用于双驱移动机器人的定位的业务处理系统和计算机可读存储介质，有助于解决现有技术中的定位不准确的技术问题。定位方法包括：获取双驱移动机器人的初始横坐标、初始纵坐标、初始航向角、初始倾斜角、初始侧倾角（A）；根据初始航向角、初始倾斜角以及初始侧倾角确定双驱移动机器人的新航向角、新倾斜角以及新侧倾角（B）；确定双驱移动机器人的左右驱动轮的平均移动距离（C）；根据初始横坐标、初始纵坐标、新航向角以及左右驱动轮的平均移动距离确定双驱移动机器人的新横坐标和新纵坐标（D）。

定位方法、装置、业务处理系统以及计算机可读存储介质

技术领域

本发明涉及一种计算机及其软件技术领域，特别涉及一种用于双驱移动机器人的定位的方法、装置、业务处理系统以及计算机可读存储介质。

背景技术

随着工业发展，移动机器人逐渐被广泛应用，例如电商公司可以使用移动机器人在仓库内搬运货物。双驱移动机器人通常采用左轮和右轮的双驱模式，车体轮系采用差速固定舵方式，驱动电机为伺服电机，通过控制两个电机的转速从而实现对车的速度控制和姿态控制。

双驱移动机器人的定位技术主要有基于编码器定位和基于惯性导航定位两种。

基于编码器的机器人定位方法具体为：当机器人在两个二维码点之间行走时，如果地面严格水平，排除其他误差的影响，可以认为机器人走直线。在车轮上安装有编码器，当车轮转动时，编码器会发出数个脉冲信号，导航解算单元接收到这个信号后，通过计算脉冲信号的个数，可以得知车轮在测量时间内直线上的距离，这样就可以得到机器人在直线上的坐标。然而，在地面水平度平整度不够、轮子半径不相等、机器人载重不均匀等情况下，机器人不再按直线行走，而是走曲线，尤其是当某个轮子打滑时，机器人会产生大幅度的转向，对编码器方式定位结果造成很大的误差。

基于惯性导航的机器人定位方法具体为：将惯性测量传感器置于载体中心点上，采集机器人运动的加速度、角速度等基础运动数据信

息，通过方向余弦矩阵将之转化到导航坐标系下，经过一系列导航算法即可解算出载体的速度、位置以及姿态角信息。然而，惯性导航传感器由于成本原因，实际应用中选择 MEMS 工艺低成本传感器，器件的零位较不稳定，随机漂移较严重，尤其是加速度计在 10 秒时间内由于漂移造成的位移计算误差达几十公分，这在实际应用中是不能接受的。

发明内容

有鉴于此，本发明提供一种用于双驱移动机器人的定位方法以及定位装置，以及用于双驱移动机器人的定位的业务处理系统和计算机可读存储介质，有助于解决现有技术中的定位不准确的技术问题。

为实现发明目的，根据本发明的第一个方面，提供了一种用于双驱移动机器人的定位方法，包括：获取所述双驱移动机器人的初始横坐标、初始纵坐标、初始航向角、初始倾斜角、初始侧倾角；根据所述初始航向角、所述初始倾斜角以及所述初始侧倾角确定所述双驱移动机器人的新航向角、新倾斜角以及新侧倾角；确定所述双驱移动机器人的左右驱动轮的平均移动距离；根据所述初始横坐标、所述初始纵坐标、所述新航向角以及所述左右驱动轮的平均移动距离确定所述双驱移动机器人的新横坐标和新纵坐标。

可选地，所述根据所述初始航向角、所述初始倾斜角以及所述初始侧倾角确定所述双驱移动机器人的新航向角、新倾斜角以及新侧倾角的步骤包括：

根据所述初始航向角、所述初始倾斜角以及所述初始侧倾角按照下列公式计算四元数：

$$a=\cos\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}+\sin\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}$$

$$b=\sin\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}-\cos\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}$$

$$c=\cos\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}+\sin\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}$$

$$d=\cos\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}+\sin\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}$$

其中，$\varphi(k)$表示初始航向角，$\theta(k)$表示初始倾斜角，$\gamma(k)$表示初始侧倾角，a、b、c、d表示四元数；

根据所述四元数按照下列公式计算所述新航向角、所述新倾斜角以及所述新侧倾角：

$$\varphi(k+1)=\arctan\frac{2(bc-ad)}{a^2-b^2+c^2-d^2}$$

$$\theta(k+1)=\arcsin(2(cd+ab))$$

$$\gamma(k+1)=\arctan(-\frac{2(bd-ac)}{a^2-b^2-c^2+d^2})$$

其中，$\varphi(k+1)$表示新航向角，$\theta(k+1)$表示新倾斜角，$\gamma(k+1)$表示新侧倾角。

可选地，所述确定所述双驱移动机器人的左右驱动轮的平均移动距离的步骤包括：根据下列公式计算所述双驱移动机器人的左右驱动轮的平均移动距离：$U(k)=\frac{\pi r\cdot(n_R+n_L)}{n_{total}}$，其中$U(k)$表示左右驱动轮平均移动距离，$r$表示驱动轮半径，$\pi$表示圆周率，$n_R$表示单个采样周期内右驱动轮编码器的脉冲数数量，$n_L$表示单个采样周期内右驱动轮编码器的脉冲数数量，$n_{total}$表示驱动轮旋转一圈的总脉冲数。

可选地，所述根据所述初始横坐标、所述初始纵坐标、所述新航向角以及所述左右驱动轮的平均移动距离确定所述双驱移动机器人的新横坐标和新纵坐标的步骤包括：根据所述初始横坐标、所述新航向角以及所述左右驱动轮的平均移动距离按照下列公式确定所述新横坐标：$X(k+1)=X(k)+\cos\varphi(k)\times U(k)$，其中$X(k+1)$表示新横坐标，$X(k)$表示初始横坐标；根据所述初始纵坐标、所述新航向角以及所述左右驱动轮的平均移动距离按照下列公式确定所述新纵坐标：$Y(k+1)=Y(k)+\sin\varphi(k)\times U(k)$，其中$Y(k+1)$表示新纵坐标，$Y(k)$表示初始纵坐标。

为实现发明目的，根据本发明的第二个方面，提供了一种用于双驱移动机器人的定位装置，包括：获取模块，获取所述双驱移动机器人的初始横坐标、初始纵坐标、初始航向角、初始倾斜角、初始侧倾角；角度计算模块，用于根据所述初始航向角、所述初始倾斜角以及所述初始侧倾角确定所述双驱移动机器人的新航向角、新倾斜角以及新侧倾角；距离计算模块，用于确定所述双驱移动机器人的左右驱动轮的平均移动距离；坐标计算模块，用于根据所述初始横坐标、所述初始纵坐标、所述新航向角以及所述左右驱动轮的平均移动距离确定所述双驱移动机器人的新横坐标和新纵坐标。

可选地，所述角度计算模块还用于：

根据所述初始航向角、所述初始倾斜角以及所述初始侧倾角按照下列公式计算四元数：

$$a=\cos\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}+\sin\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}$$

$$b=\sin\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}-\cos\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}$$

$$c=\cos\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}+\sin\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}$$

$$d=\cos\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}+\sin\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}$$

其中，$\varphi(k)$表示初始航向角，$\theta(k)$表示初始倾斜角，$\gamma(k)$表示初始侧倾角，a、b、c、d表示四元数；

根据所述四元数按照下列公式计算所述新航向角、所述新倾斜角以及所述新侧倾角：

$$\varphi(k+1)=\arctan\frac{2(bc-ad)}{a^2-b^2+c^2-d^2}$$

$$\theta(k+1)=\arcsin(2(cd+ab))$$

$$\gamma(k+1)=\arctan(-\frac{2(bd-ac)}{a^2-b^2-c^2+d^2})$$

其中，$\varphi(k+1)$表示新航向角，$\theta(k+1)$表示新倾斜角，$\gamma(k+1)$表示新侧倾角。

可选地，所述距离计算模块还用于：根据下列公式计算所述双驱移动机器人的左右驱动轮的平均移动距离：$U(k)=\frac{\pi r\cdot(n_R+n_L)}{n_{total}}$，其中$U(k)$表示左右驱动轮平均移动距离，$r$表示驱动轮半径，$\pi$表示圆周率，$n_R$表示单个采样周期内右驱动轮编码器的脉冲数数量，$n_L$表示单个采样周期内右驱动轮编码器的脉冲数数量，$n_{total}$表示驱动轮旋转一圈的总脉冲数。

可选地，所述坐标计算模块还用于：根据所述初始横坐标、所述新航向角以及所述左右驱动轮的平均移动距离按照下列公式确定所述新横坐标：$X(k+1)=X(k)+\cos\varphi(k)\times U(k)$，其中$X(k+1)$表示新横坐标，$X(k)$表示初始横坐标；根据所述初始纵坐标、所述新航向角以及所述左右驱动轮的平均移动距离按照下列公式确定所述新纵坐标：$Y(k+1)=Y(k)+\sin\varphi(k)\times U(k)$，其中$Y(k+1)$表示新纵坐标，$Y(k)$表示初始纵坐标。

为实现发明目的，根据本发明的第三个方面，提供了一种用于双驱移动机器人的定位的电子设备。

本发明实施例的一种电子设备，包括：一个或多个处理器；存储装置，用于存储一个或多个程序，当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行，使得所述一个或多个处理器实现本发明实施例的一种用于双驱机器人的定位方法。

为实现发明目的，根据本发明的第四个方面，提供了一种用于双驱移动机器人的定位的计算机可读存储介质。

本发明实施例的一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述程序被处理器执行时实现本发明实施例的一种用于双驱机器人的定位方法。

根据本发明的技术方案是将惯性系统与编码器相互融合的导航定位技术方案，结合两者的优势，利用惯导算法确定航向角，利用编码测距算法确定位移，然后利用航向角和位移得到一个较精确的机器人位姿信息。本发明实施方式的用于双驱移动机器人的定位方法以及定位装置可以对复杂的工况和地面环境有交强的纠错和抗干扰能力，比单一传感器导航定位有更高的可靠性。需要说明的是，上述的非惯用的可选方式所具有的进一步效果将在下文中结合具体实施方式加以说明。

附图说明

附图用于更好地理解本发明，不构成对本发明的不当限定。其中：

图 1 是根据本发明实施方式的用于双驱移动机器人的定位方法的主要步骤的流程示意图；

图 2 是根据本发明实施方式的用于双驱移动机器人的定位装置的主要模块的结构示意图。

具体实施方式

以下结合附图对本发明的示范性实施方式做出说明，其中包括本发明实施方式的各种细节以助于理解，应当将它们认为仅仅是示范性的。因此，本领域普通技术人员应当认识到，可以对这里描述的实施方式做出各种改变和修改，而不会背离本发明的范围和精神。同样，为了清楚和简明，以下的描述中省略了对公知功能和结构的描述。

图 1 是根据本发明实施方式的用于双驱移动机器人的定位方法的主要步骤的流程示意图。如图 1 所示，该实施方式的用于双驱移动机器人的定位方法可以包括如下的步骤 A 至步骤 D。

步骤 A：获取双驱移动机器人的初始横坐标、初始纵坐标、初始航向角、初始倾斜角、初始侧倾角。

步骤 B：根据初始航向角、初始倾斜角以及初始侧倾角确定双驱移动机器人的新航向角、新倾斜角以及新侧倾角。

步骤 C：确定双驱移动机器人的左右驱动轮的平均移动距离。

步骤 D：根据初始横坐标、初始纵坐标、新航向角以及左右驱动轮的平均移动距离确定双驱移动机器人的新横坐标和新纵坐标。

可选地，步骤 B 中可以利用惯导算法根据初始航向角、初始倾斜角以及初始侧倾角确定双驱移动机器人的新航向角、新倾斜角以及新侧倾角，具体过程如下。

首先，根据初始航向角、初始倾斜角以及初始侧倾角按照下列公式计算四元数。其中，$\varphi(k)$表示初始航向角，$\theta(k)$表示初始倾斜角，$\gamma(k)$表示初始侧倾角，a、b、c、d表示四元数。

$$a=\cos\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}+\sin\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}$$

$$b=\sin\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}-\cos\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}$$

$$c=\cos\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}+\sin\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}$$

$$d=\cos\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}+\sin\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}$$

由于双驱移动机器人运动引起姿态角的变化，四元数随之变化，更新方程为：

$$\begin{bmatrix}\dot{a}\\ \dot{b}\\ \dot{c}\\ \dot{d}\end{bmatrix}=\frac{1}{2}\begin{bmatrix}0 & -\omega_{ibx}^{b} & -\omega_{iby}^{b} & -\omega_{ibz}^{b}\\ \omega_{ibx}^{b} & 0 & \omega_{ibz}^{b} & -\omega_{iby}^{b}\\ \omega_{iby}^{b} & -\omega_{ibz}^{b} & 0 & \omega_{ibx}^{b}\\ \omega_{ibz}^{b} & \omega_{iby}^{b} & -\omega_{ibx}^{b} & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}a\\ b\\ c\\ d\end{bmatrix}$$

用四阶毕卡法求解该微分方程，得到解为：

$$Q(k+1)=\left\{\left(1-\frac{(\Delta\theta_0)^2}{8}-\frac{(\Delta\theta_0)^4}{384}\right)I+\left(\frac{1}{2}-\frac{(\Delta\theta_0)^2}{48}\right)[\Delta\theta]\right\}Q(k)$$

其中：

$$Q=\begin{bmatrix}a\\b\\c\\d\end{bmatrix}\qquad \Delta\theta=\begin{bmatrix}0 & -\Delta\theta_x & -\Delta\theta_y & -\Delta\theta_x\\ \Delta\theta_x & 0 & \Delta\theta_z & -\Delta\theta_y\\ \Delta\theta_y & -\Delta\theta_z & 0 & \Delta\theta_x\\ \Delta\theta_x & \Delta\theta_y & -\Delta\theta_x & 0\end{bmatrix}$$

设采样间隔为 Δt，则：$\Delta\theta_j=\omega_{ibj}^b\Delta t;(j=x,y,z)$，其中 ω_{ibj}^b 为陀螺仪测量出来的三个分量。

$$\Delta\theta_0=\sqrt{\Delta\theta_x^2+\Delta\theta_y^2+\Delta\theta_z^2}$$

通过解算出的四元数可以得到更新后的方向余弦矩阵：

$$C_{b,k+1}^n=\begin{bmatrix}(a^2+b^2-c^2-d^2) & 2(bc-ad) & 2(bd+ac)\\ 2(bc+ad) & (a^2-b^2+c^2-d^2) & 2(cd-ab)\\ 2(bd-ac) & 2(cd+ab) & (a^2-b^2-c^2+d^2)\end{bmatrix}$$

从而可以计算新航向角 $\varphi(k+1)$、新倾斜角 $\theta(k+1)$、以及新侧倾角 $\gamma(k+1)$，计算公式如下：

$$\varphi(k+1)=\arctan\frac{2(bc-ad)}{a^2-b^2+c^2-d^2}$$

$$\theta(k+1)=\arcsin(2(cd+ab))$$

$$\gamma(k+1)=\arctan(-\frac{2(bd-ac)}{a^2-b^2-c^2+d^2})$$

可选地，步骤 C 可以利用编码测距算法来确定双驱移动机器人的左右驱动轮的平均移动距离。具体过程如下。

由于左右驱动轮的平均移动距离应该等于左驱动轮的移动距离和右驱动轮的移动距离的平均值，因此可以根据下列公式计算左右驱动轮的平均移动距离：$U(k)==\frac{U_R(k)+U_L(k)}{2}=\frac{\pi r\cdot(n_R+n_L)}{n_{total}}$。其中$U(k)$表示左右驱动轮平均移动距离，$r$表示驱动轮半径，$\pi$表示圆周率，$n_R$表示单个采样周期内右驱动轮编码器的脉冲数数量，$n_L$表示单个采样周期内右驱动轮编码器的脉冲数数量，$n_{total}$表示驱动轮旋转一圈的总脉冲数。

可选地，步骤 D 可以包括如下的步骤 D1 和步骤 D2。

步骤 D1：根据初始横坐标、新航向角以及左右驱动轮的平均移动距离按照下列公式确定新横坐标：$X(k+1)=X(k)+\cos\varphi(k)\times U(k)$，其中$X(k+1)$表示新横坐标，$X(k)$表示初始横坐标。

步骤 D2：根据初始纵坐标、新航向角以及左右驱动轮的平均移动距离按照下列公式确定新纵坐标：$Y(k+1)=Y(k)+\sin\varphi(k)\times U(k)$，其中$Y(k+1)$表示新纵坐标，$Y(k)$表示初始纵坐标。

图 2 是根据本发明实施方式的用于双驱移动机器人的定位装置的主要模块的结构示意图。如图 2 所示，该实施方式的用于双驱移动机器人的定位装置 20 可以包括获取模块 21、角度计算模块 22、距离计算模块 23 和坐标计算模块 24。

获取模块 21 用于获取双驱移动机器人的初始横坐标、初始纵坐标、初始航向角、初始倾斜角、初始侧倾角。

角度计算模块 22 用于根据初始航向角、初始倾斜角以及初始侧倾角确定双驱移动机器人的新航向角、新倾斜角以及新侧倾角。

距离计算模块 23 用于确定双驱移动机器人的左右驱动轮的平均

移动距离。

坐标计算模块 24 用于根据初始横坐标、初始纵坐标、新航向角以及左右驱动轮的平均移动距离确定双驱移动机器人的新横坐标和新纵坐标。

可选地，角度计算模块 22 还用于：根据初始航向角、初始倾斜角以及初始侧倾角按照下列公式计算四元数：

$$a=\cos\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}+\sin\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}$$

$$b=\sin\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}-\cos\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}$$

$$c=\cos\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}+\sin\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}$$

$$d=\cos\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}+\sin\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}$$

其中，$\varphi(k)$表示初始航向角，$\theta(k)$表示初始倾斜角，$\gamma(k)$表示初始侧倾角，a、b、c、d表示四元数。

以及角度计算模块 22 还用于根据四元数按照下列公式计算新航向角$\varphi(k+1)$、新倾斜角$\theta(k+1)$、以及新侧倾角$\gamma(k+1)$。

$$\varphi(k+1)=\arctan\frac{2(bc-ad)}{a^2-b^2+c^2-d^2}$$

$$\theta(k+1)=\arcsin(2(cd+ab))$$

$$\gamma(k+1)=\arctan(-\frac{2(bd-ac)}{a^2-b^2-c^2+d^2})$$

可选地，距离计算模块 23 还用于根据下列公式计算双驱移动机器人的左右驱动轮的平均移动距离：$U(k)=\frac{\pi r\cdot(n_R+n_L)}{n_{total}}$，其中$U(k)$表示左右驱动轮平均移动距离，$r$表示驱动轮半径，$\pi$表示圆周率，$n_R$表示单个采样周期内右驱动轮编码器的脉冲数数量，$n_L$表示单个采样周期内右驱动轮编码器的脉冲数数量，$n_{total}$表示驱动轮旋转一圈的总脉冲数。

可选地，坐标计算模块 24 还用于：根据初始横坐标、新航向角以及左右驱动轮的平均移动距离按照下列公式确定新横坐标：$X(k+1)=X(k)+\cos\varphi(k)\times U(k)$，其中 $X(k+1)$ 表示新横坐标，$X(k)$ 表示初始横坐标；根据初始纵坐标、新航向角以及左右驱动轮的平均移动距离按照下列公式确定新纵坐标：$Y(k+1)=Y(k)+\sin\varphi(k)\times U(k)$，其中 $Y(k+1)$ 表示新纵坐标，$Y(k)$ 表示初始纵坐标。

根据本发明实施方式的用于双驱移动机器人的定位方法以及定位装置是将惯性系统与编码器相互融合的导航定位技术方案，结合两者的优势，利用惯导算法确定航向角，利用编码测距算法确定位移，然后利用航向角和位移得到一个较精确的机器人位姿信息。本发明实施方式的用于双驱移动机器人的定位方法以及定位装置可以对复杂的工况和地面环境有交强的纠错和抗干扰能力，比单一传感器导航定位有更高的可靠性。

本发明还提供了一种用于双驱移动机器人的定位的业务处理系统。该业务处理系统包括存储器；以及耦接至所述存储器的处理器，所述处理器被配置为基于存储在所述存储器的指令执行本发明的用于双驱机器人的定位方法。

本发明还提供了一种用于双驱移动机器人的定位的计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序指令，该指令被处理器执行时实现本发明的用于双驱机器人的定位方法的步骤。

上述具体实施方式，并不构成对本发明保护范围的限制。本领域技术人员应该明白的是，取决于设计要求和其他因素，可以发生各种各样的修改、组合、子组合和替代。任何在本发明的精神和原则之内所作的修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种用于双驱移动机器人的定位方法，其特征在于，包括：

获取所述双驱移动机器人的初始横坐标、初始纵坐标、初始航向角、初始倾斜角、初始侧倾角；

根据所述初始航向角、所述初始倾斜角以及所述初始侧倾角确定所述双驱移动机器人的新航向角、新倾斜角以及新侧倾角；

确定所述双驱移动机器人的左右驱动轮的平均移动距离；

根据所述初始横坐标、所述初始纵坐标、所述新航向角以及所述左右驱动轮的平均移动距离确定所述双驱移动机器人的新横坐标和新纵坐标。

2. 根据权利要求 1 所述的用于双驱移动机器人的定位方法，其特征在于，所述根据所述初始航向角、所述初始倾斜角以及所述初始侧倾角确定所述双驱移动机器人的新航向角、新倾斜角以及新侧倾角的步骤包括：

根据所述初始航向角、所述初始倾斜角以及所述初始侧倾角按照下列公式计算四元数：

$$a=\cos\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}+\sin\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}$$

$$b=\sin\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}-\cos\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}$$

$$c=\cos\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}+\sin\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}$$

$$d=\cos\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}+\sin\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}$$

其中，$\varphi(k)$表示初始航向角，$\theta(k)$表示初始倾斜角，$\gamma(k)$表示初始侧倾角，a、b、c、d表示四元数；

根据所述四元数按照下列公式计算所述新航向角、所述新倾斜角以及所述新侧倾角：

$$\varphi(k+1)=\arctan\frac{2(bc-ad)}{a^2-b^2+c^2-d^2}$$

$$\theta(k+1)=\arcsin(2(cd+ab))$$

$$\gamma(k+1)=\arctan(-\frac{2(bd-ac)}{a^2-b^2-c^2+d^2})$$

其中，$\varphi(k+1)$表示新航向角，$\theta(k+1)$表示新倾斜角，$\gamma(k+1)$表示新侧倾角。

3. 根据权利要求 2 所述的用于双驱移动机器人的定位方法，其特征在于，所述确定所述双驱移动机器人的左右驱动轮的平均移动距离的步骤包括：

根据下列公式计算所述双驱移动机器人的左右驱动轮的平均移动距离：$U(k)=\frac{\pi r\cdot(n_R+n_L)}{n_{total}}$，其中$U(k)$表示左右驱动轮平均移动距离，$r$表示驱动轮半径，$\pi$表示圆周率，$n_R$表示单个采样周期内右驱动轮编码器的脉冲数数量，$n_L$表示单个采样周期内右驱动轮编码器的脉冲数数量，$n_{total}$表示驱动轮旋转一圈的总脉冲数。

4. 根据权利要求 3 所述的用于双驱移动机器人的定位方法，其特征在于，所述根据所述初始横坐标、所述初始纵坐标、所述新航向角以及所述左右驱动轮的平均移动距离确定所述双驱移动机器人的新横坐标和新纵坐标的步骤包括：

根据所述初始横坐标、所述新航向角以及所述左右驱动轮的平均移动距离按照下列公式确定所述新横坐标：$X(k+1)=X(k)+\cos\varphi(k)\times U(k)$，其中$X(k+1)$表示新横坐标，$X(k)$表示初始横坐标；

根据所述初始纵坐标、所述新航向角以及所述左右驱动轮的平均移动距离按照下列公式确定所述新纵坐标：$Y(k+1)=Y(k)+\sin\varphi(k)\times U(k)$，其中$Y(k+1)$表示新纵坐标，$Y(k)$表示初始纵坐标。

5. 一种用于双驱移动机器人的定位装置，其特征在于，包括：

获取模块，获取所述双驱移动机器人的初始横坐标、初始纵坐标、

角度计算模块，用于根据所述初始航向角、所述初始倾斜角以及所述初始侧倾角确定所述双驱移动机器人的新航向角、新倾斜角以及新侧倾角；

距离计算模块，用于确定所述双驱移动机器人的左右驱动轮的平均移动距离；

坐标计算模块，用于根据所述初始横坐标、所述初始纵坐标、所述新航向角以及所述左右驱动轮的平均移动距离确定所述双驱移动机器人的新横坐标和新纵坐标。

6. 根据权利要求 5 所述的用于双驱移动机器人的定位装置，所述角度计算模块还用于：

根据所述初始航向角、所述初始倾斜角以及所述初始侧倾角按照下列公式计算四元数：

$$a=\cos\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}+\sin\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}$$

$$b=\sin\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}-\cos\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}$$

$$c=\cos\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}+\sin\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}$$

$$d=\cos\frac{\varphi(k)}{2}\cos\frac{\theta(k)}{2}\sin\frac{\gamma(k)}{2}+\sin\frac{\varphi(k)}{2}\sin\frac{\theta(k)}{2}\cos\frac{\gamma(k)}{2}$$

其中，$\varphi(k)$表示初始航向角，$\theta(k)$表示初始倾斜角，$\gamma(k)$表示初始侧倾角，a、b、c、d表示四元数；

根据所述四元数按照下列公式计算所述新航向角、所述新倾斜角以及所述新侧倾角：

$$\varphi(k+1)=\arctan\frac{2(bc-ad)}{a^2-b^2+c^2-d^2}$$

$$\theta(k+1)=\arcsin(2(cd+ab))$$

$$\gamma(k+1)=\arctan(-\frac{2(bd-ac)}{a^2-b^2-c^2+d^2})$$

其中，$\varphi(k+1)$表示新航向角，$\theta(k+1)$表示新倾斜角，$\gamma(k+1)$表示新侧倾角。

7. 根据权利要求 6 所述的用于双驱移动机器人的定位装置，其特征在于，所述距离计算模块还用于：

根据下列公式计算所述双驱移动机器人的左右驱动轮的平均移动距离：$U(k)=\frac{\pi r\cdot(n_R+n_L)}{n_{total}}$，其中 $U(k)$ 表示左右驱动轮平均移动距离，r 表示驱动轮半径，π 表示圆周率，n_R 表示单个采样周期内右驱动轮编码器的脉冲数数量，n_L 表示单个采样周期内右驱动轮编码器的脉冲数数量，n_{total} 表示驱动轮旋转一圈的总脉冲数。

8. 根据权利要求 7 所述的用于双驱移动机器人的定位装置，其特征在于，所述坐标计算模块还用于：

根据所述初始横坐标、所述新航向角以及所述左右驱动轮的平均移动距离按照下列公式确定所述新横坐标：$X(k+1)=X(k)+\cos\varphi(k)\times U(k)$，其中 $X(k+1)$ 表示新横坐标，$X(k)$ 表示初始横坐标；

根据所述初始纵坐标、所述新航向角以及所述左右驱动轮的平均移动距离按照下列公式确定所述新纵坐标：$Y(k+1)=Y(k)+\sin\varphi(k)\times U(k)$，其中 $Y(k+1)$ 表示新纵坐标，$Y(k)$ 表示初始纵坐标。

9. 一种用于双驱移动机器人的定位的电子设备，其特征在于，包括：

一个或多个处理器；

存储装置，用于存储一个或多个程序，

当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行，使得所述一个或多个处理器实现如权利要求 1 至 4 任一项所述的方法。

10. 一种用于双驱移动机器人的定位的计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，所述程序被处理器执行时实现权利要求 1 至 4 任一项所述的方法。

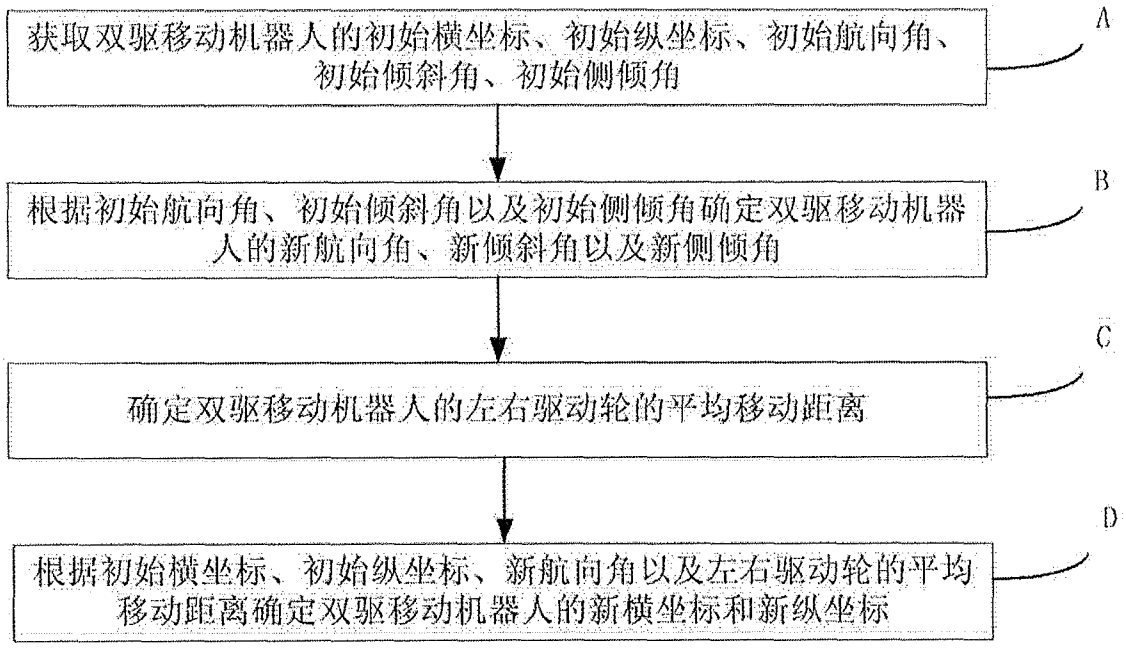
获取双驱移动机器人的初始横坐标、初始纵坐标、初始航向角、初始倾斜角、初始侧倾角
A
根据初始航向角、初始倾斜角以及初始侧倾角确定双驱移动机器人的新航向角、新倾斜角以及新侧倾角
B
确定双驱移动机器人的左右驱动轮的平均移动距离
C
根据初始横坐标、初始纵坐标、新航向角以及左右驱动轮的平均移动距离确定双驱移动机器人的新横坐标和新纵坐标
D

图 1

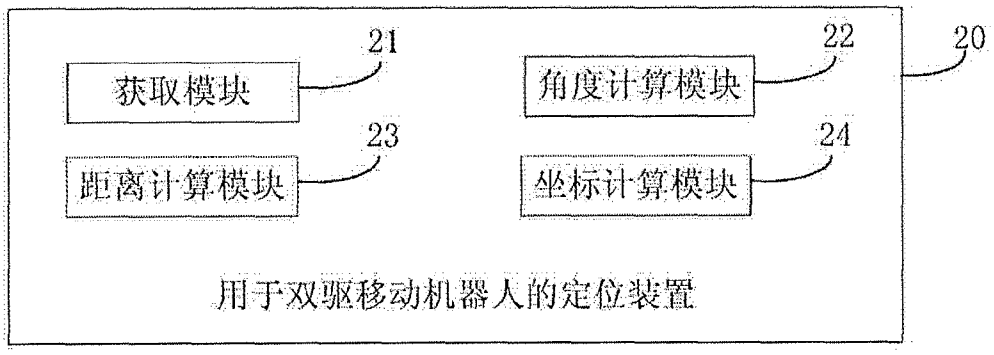
21
获取模块
22
角度计算模块
20
23
距离计算模块
24
坐标计算模块
用于双驱移动机器人的定位装置

图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/118029

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C 21/20 (2006.01) i; G01C 21/16 (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)

G01C 21, G05D

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)

CNABS, CNTXT, CNKI, VEN: 综合, 融合, 组合, 混合, 联合, 导航, 定位, 惯性导航, 惯导, 航位推算, 航迹推算, 航向角, 里程, 编码器, 距离, 位移, 四元数, combined, mixed, navigat+, position+, locat+, inertial, DR, odometer, odograph, milemeter, speedometer, code

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	李国辉, 车载自主导航系统的研究, 中国优秀硕士论文全文数据库工程科技 II 辑, no.S2, 15 December 2011 (15.12.2011), ISSN: 1674-0246, the main body, pages 20-23 and 38-39, (Li, Guohui, Research on Vehicle Autonomous Navigation System, Science-Engineering (B), China Master's Theses Full-Text Database)	1-10
X	CN 105258701 A (BEIJING AUTOMATION CONTROL EQUIPMENT INSTITUTE), 20 January 2016 (20.01.2016), description, paragraphs [0021]-[0034]	1-10
X	CN 105180933 A (HEFEI INSTITUTES OF PHYSICAL SCIENCE, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 23 December 2015 (23.12.2015), description, paragraphs [0014]-[0021]	1-10
X	CN 203444335 U (ZHEJIANG SCI-TECH UNIVERSITY), 19 February 2014 (19.02.2014), description, paragraphs [0017] and [0020]-[0021]	1-10
X	CN 104216410 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY), 17 December 2014 (17.12.2014), description, paragraphs [0096]-[0102]	1-10
A	CN 105547288 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 04 May 2016 (04.05.2016), entire document	1-10

☒ 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
23 February 2018	01 March 2018
Name and mailing address of the ISA 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 YU, Xin Telephone No. (86-10) 62085168

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/118029

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 2014343846 A1 (APPLABZ LLC.), 20 November 2014 (20.11.2014), entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/118029

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105258701 A	20 January 2016	None	
CN 105180933 A	23 December 2015	CN 105180933 B	21 November 2017
CN 203444335 U	19 February 2014	None	
CN 104216410 A	17 December 2014	CN 104216410 B	11 January 2017
CN 105547288 A	04 May 2016	None	
US 2014343846 A1	20 November 2014	US 9702707 B2	11 July 2017

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2017/118029

A. 主题的分类

G01C 21/20(2006.01)i; G01C 21/16(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)

G01C21; G05D

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）)

CNABS, CNTXT, CNKI, VEN: 综合，融合，组合，混合，联合，导航，定位，惯性导航，惯导，航位推算，航迹推算，航向角，里程，编码器，距离，位移，四元数，combined, mixed, navigat+, position+, locat+, inertial, DR, odometer, odograph, milemeter, speedometer, code

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
X	李国辉. "车载自主导航系统的研究" 中国优秀硕士学位论文全文数据库工程科技Ⅱ辑, 第S2期，2011年 12月 15日 (2011-12-15), ISSN：1674-0246, 正文第20-23、38-39页	1-10
X	CN 105258701 A (北京自动化控制设备研究所) 2016年 1月 20日 (2016-01-20) 说明书第[0021]-[0034]段	1-10
X	CN 105180933 A (中国科学院合肥物质科学研究院) 2015年 12月 23日 (2015-12-23) 说明书第[0014]-[0021]段	1-10
X	CN 203444335 U (浙江理工大学) 2014年 2月 19日 (2014-02-19) 说明书第[0017]、[0020]-[0021]段	1-10
X	CN 104216410 A (哈尔滨工业大学) 2014年 12月 17日 (2014-12-17) 说明书第[0096]-[0102]段	1-10
A	CN 105547288 A (华中科技大学) 2016年 5月 4日 (2016-05-04) 全文	1-10

☑ 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
2018年 2月 23日	2018年 3月 1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	喻新
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)62085168

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2017/118029

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 2014343846 A1 (APPLABZ LLC.) 2014年 11月 20日 (2014-11-20) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2017/118029

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	105258701	A	2016年 1月 20日		无		
CN	105180933	A	2015年 12月 23日	CN	105180933	B	2017年 11月 21日
CN	203444335	U	2014年 2月 19日		无		
CN	104216410	A	2014年 12月 17日	CN	104216410	B	2017年 1月 11日
CN	105547288	A	2016年 5月 4日		无		
US	2014343846	A1	2014年 11月 20日	US	9702707	B2	2017年 7月 11日