(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 10 月 18 日 (18.10.2018)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2018/188116 A1

(51) 国际专利分类号:
G06F 3/01 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/081850

(22) 国际申请日: 2017 年 4 月 25 日 (25.04.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201710237212.5 2017年4月12日 (12.04.2017) CN

(71) 申请人: 南方科技大学(SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽学苑大道1088号, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 罗凯(LUO, Kai); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1088号, Guangdong 518055 (CN)。 张进(ZHANG, Jin); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1088号, Guangdong 518055 (CN)。 胡文轩(HU, Wenxuan); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1088号, Guangdong 518055 (CN)。 杨帆(YANG, Fan); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1088号, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 深圳中一专利商标事务所(SHENZHEN ZHONGYI PATENT AND TRADEMARK OFFICE); 中国广东省深圳市福田区深南中路1014号老特区报社四楼（5号信箱）, Guangdong 518028 (CN)。

WO 2018/188116 A1

(54) **Title:** GESTURE RECOGNITION METHOD, DEVICE AND SYSTEM

(54) **发明名称:** 一种手势识别方法、装置及系统

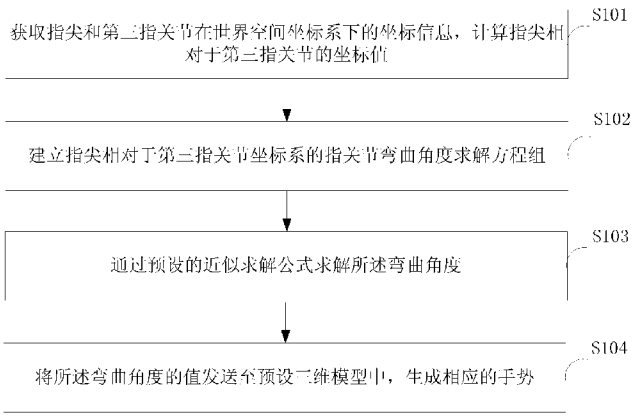


图 1

S101 Acquire coordinate information of a fingertip and a third finger joint in a world space coordinate system, and calculate coordinates of the fingertip relative to those of the third finger joint
S102 Establish a set of equations for calculating finger joint bending angles based on the coordinates of the fingertip relative to those of the third finger joint in the coordinate system
S103 Calculate the bending angles by means of a preset approximate solution formula
S104 Send bending angle values to a preset three-dimensional model to generate a corresponding gesture

(57) **Abstract:** A gesture recognition method, device and system, the method comprising: acquiring coordinate information of a fingertip and a third finger joint in a world space coordinate system by means of inertial sensors disposed on a fingertip and a third finger joint; solving, according to a preset approximate solution formula, a set of established equations for calculating finger joint bending angles based on the coordinates of the fingertip relative to those of the third finger joint in the coordinate system; and sending the calculated bending angles

[见续页]

(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))。

θ1, θ2, and θ3 to a preset three-dimensional model to generate a corresponding gesture. By means of a mathematical model that performs reverse calculation based on coordinate information to obtain the bending angles, accurate information related to the bending angles can be calculated with high efficiency, and the number of inertial sensors required in conventional gesture recognition methods is reduced, so that the structure of a gesture recognition product, such as the structure of a data glove, is greatly simplified. In addition, since the number of the inertial sensors used is reduced, the portability and operability of the data glove are greatly improved, the manufacturing difficulty and costs of the data glove are reduced, and user experience is better.

(57) 摘要：一种手势识别方法、装置及系统，包括：通过设于指尖和第三指关节的惯性传感器获取指尖和第三指关节在世界空间坐标系下的坐标信息，根据预设的近似求解公式求取所建立的指尖相对于第三指关节坐标系的指关节弯曲角度求解方程组，将计算得到的弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3发送至预设三维模型中，生成相应的手势。借助于通过坐标信息反向求解弯曲角度的数学模型，能够高效率的计算得到精准的弯曲角度的相关信息，减少了传统的手势识别方法中所需用到的惯性传感器的数量，极大地精简了手势识别产品的结构，例如数据手套的结构，同时，由于惯性传感器的使用数量减少，使得数据手套的便携性和操作性大大提高，并降低了数据手套的制造难度和成本，用户体验更好。

一种手势识别方法、装置及系统

技术领域

本发明属于动作捕捉技术领域，尤其涉及一种手势识别方法、装置及系统。

背景技术

惯性式动作捕捉技术是基于惯性传感器动作捕捉设备的动作捕捉技术，通过利用加速度计、陀螺仪与磁力计的九轴惯性传感器，测定各个节点的姿态和相对位置来捕捉手部的动作变化，但是，由于惯性传感器的测量精度相对较低，在进行复杂的手部动作捕捉时，需要大量的惯性传感器进行位置校准和补偿，即在手指的各个节点或关节处均需要设置有惯性传感器以获取精确的姿态信息，从而实现手势的识别，这样，由于所使用的惯性传感器数量较多，导致数据手套的制造困难，成本较高，而且在佩戴方便的便携性不高，使得用户体验较差。

发明内容

有鉴于此，本发明实施例提供了一种手势识别方法、装置及系统，以解决现有技术中由于所使用的惯性传感器数量较多，导致数据手套的制造困难，成本较高，而且在佩戴方便的便携性不高，使得用户体验较差的问题。

本发明实施例的第一方面提供了一种手势识别方法，包括：

获取指尖和第三指关节在世界空间坐标系下的坐标信息，计算指尖相对于第三指关节的坐标值；

建立指尖相对于第三指关节坐标系的指关节弯曲角度求解方程组：

$$x = a_4 * \sin(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) + a_3 * \sin(\theta_1 + \theta_2) + a_2 * \sin(\theta_1)$$

$$y = a_4 * \cos(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) + a_3 * \cos(\theta_1 + \theta_2) + a_2 * \cos(\theta_1)$$

其中，x、y 为指尖相对于第三指关节的坐标值中的 x 值和 y 值，a_2 为第三指关节到第二指关节之间的指节长度，a_3 为第二指关节到第一指关节之间的指节长度，a_4 为第一指关节到指尖之间的指节长度，θ_1 为所需求解的第三指关节相对于手背的弯曲角度、θ_2 为所

需求解的第二指关节相对于第三指关节的弯曲角度、θ_3为所需求解的指尖相对于第二指关节的弯曲角度；

通过预设的近似求解公式求解所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3，所述近似求解公式为：

$$\theta_1 = \frac{\pi}{2} * (1 - alpha) + alpha * \arcsin(\frac{x}{\sqrt{V^2 + W^2}}) - \arctan(\frac{W}{V})$$

$$\theta_2 = \arccos(\frac{-(a_3 * a_4 + a_2 * a_3) + \sqrt{(a_3 * a_4 + a_2 * a_3)^2 + 8 * a_2 * a_4 * (p + a_2 * a_4)}}{4 * a_2 * a_4})$$

$$\theta_3 = \theta_2$$

其中，$alpha$与 y 正相关，当 y＞0 时，$alpha = 1$；当 y=0 时，$alpha = 0$；当 y＜0 时，$alpha = -1$；$V = a_2 + a_3 * \cos(\theta_2) + a_4 * \cos(2 * \theta_2)$；$W = a_3 * \sin(\theta_2) + a_4 * \sin(2 * \theta_2)$；$p = (x^2 + y^2 - (a_4^2 + a_3^2 + a_2^2)) / 2$；

将所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3的值发送至预设三维模型中，生成相应的手势。

本发明实施例的第二方面提供了一种手势识别装置，包括：

坐标值计算单元，用于获取指尖和第三指关节的坐标信息；

方程组建立单元，用于建立指尖相对于第三指关节坐标系的指关节弯曲角度求解方程组：

$$x = a_4 * \sin(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) + a_3 * \sin(\theta_1 + \theta_2) + a_2 * \sin(\theta_1)$$

$$y = a_4 * \cos(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) + a_3 * \cos(\theta_1 + \theta_2) + a_2 * \cos(\theta_1)$$

其中，x、y 为指尖相对于第三指关节的坐标值中的 x 值和 y 值，a_2为第三指关节到第二指关节之间的指节长度，a_3为第二指关节到第一指关节之间的指节长度，a_4为第一指关节到指尖之间的指节长度，θ_1为所需求解的第三指关节相对于手背的弯曲角度、θ_2为所需求解的第二指关节相对于第三指关节的弯曲角度、θ_3为所需求解的指尖相对于第二指关节的弯曲角度；

角度近似求解单元，用于通过预设的近似求解公式求解所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3，所述近似求解公式为：

$$\theta_1 = \frac{\pi}{2} * (1 - alpha) + alpha * \arcsin(\frac{x}{\sqrt{V^2 + W^2}}) - \arctan(\frac{W}{V})$$

$$\theta_2 = \arccos(\frac{-(a_3 * a_4 + a_2 * a_3) + \sqrt{(a_3 * a_4 + a_2 * a_3)^2 + 8 * a_2 * a_4 * (p + a_2 * a_4)}}{4 * a_2 * a_4})$$

$$\theta_3 = \theta_2$$

其中，$alpha$ 与 y 正相关，当 y>0 时，$alpha = 1$；当 y=0 时，$alpha = 0$；当 y<0 时，$alpha = -1$；$V = a_2 + a_3 * \cos(\theta_2) + a_4 * \cos(2 * \theta_2)$；$W = a_3 * \sin(\theta_2) + a_4 * \sin(2 * \theta_2)$；$p = (x^2 + y^2 - (a_4^2 + a_3^2 + a_2^2)) / 2$；

手势生成单元，用于将所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3的值发送至预设三维模型中，生成相应的手势。

本发明实施例的第三方面提供了一种手势识别系统，包括：

处理器(processor)，通信接口(Communications Interface)，存储器(memory)，总线；

处理器，通信接口，存储器通过总线完成相互间的通信；

通信接口，用于与惯性传感器通信；

处理器，用于执行程序；

其中，所述程序包括：

坐标值计算单元，用于获取指尖和第三指关节在世界空间坐标系下的坐标信息，计算指尖相对于第三指关节的坐标值。

方程组建立单元，用于建立指尖相对于第三指关节坐标系的指关节弯曲角度求解方程组。

角度近似求解单元，用于通过预设的近似求解公式求解所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3。

手势生成单元，用于将所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3的值发送至预设三维模型中，生成相应的手势。

本发明实施例与现有技术相比存在的有益效果是：借助于通过坐标信息反向求解弯曲角度的数学模型，能够高效率的计算得到精准的弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3的相关信息，减少了传统的手势识别方法中所需用到的惯性传感器的数量，极大地精简了手势识别产品的结构，例如数据手套的结构，同时，由于惯性传感器的使用数量减少，使得数据手套的便携性和操

作性大大提高，并降低了数据手套的制造难度和成本，用户体验更好。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 是本发明实施例提供的一种手势识别方法的实现流程图；

图 2 是本发明实施例提供的一种计算指尖相对于第三指关节的坐标值的方法的实现流程图；

图 3 是本发明实施例提供的一种求解手指在 z 轴方向的角度值的方法的具体实现流程图；

图 4 是本发明实施例提供的一种进行误差调整角度的方法的具体实现流程图；

图 5 是本发明实施例提供的一种根据所述误差值对所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3的值进行相应调整的方法的具体实现流程图；

图 6 是本发明实施例提供的一种坐标信息与误差调整角度的关系示意图；

图 7 是本发明实施例提供的一种手势识别装置的结构框图；

图 8 是本发明实施例提供的一种手势识别系统的示意图。

具体实施方式

以下描述中，为了说明而不是为了限定，提出了诸如特定系统结构、技术之类的具体细节，以便透彻理解本发明实施例。然而，本领域的技术人员应当清楚，在没有这些具体细节的其它实施例中也可以实现本发明。在其它情况中，省略对众所周知的系统、装置、电路以及方法的详细说明，以免不必要的细节妨碍本发明的描述。

为了说明本发明所述的技术方案，下面通过具体实施例来进行说明。

图 1 示出了本发明实施例提供的一种手势识别方法的实现流程，详述如下：

在步骤 S101 中，获取指尖和第三指关节在世界空间坐标系下的坐标信息，计算指尖相对于第三指关节的坐标值。

在本发明实施例中，世界空间坐标系为绝对坐标系，处于该空间内的所有点的坐标都是以该坐标系的原点来确定各自的位置的。在这里，由惯性传感器采集指尖和第三指关节在世界空间内的坐标信息，即指尖和第三指关节在世界空间坐标系下的坐标信息。

具体地，在用户的指尖和第三指关节上分别设有一个惯性传感器，其中设于第三指关节的惯性传感器还具有定位功能。优选的，设于指尖的惯性传感器也可以具有定位功能，使得所获取的坐标信息更加精确。在这里，惯性传感器可以是相互独立设于用户指尖和第三指关节上的。

或者，惯性传感器设于用户所穿戴的数据手套上，具体为：分别在数据手套的指尖位置和第三指关节位置设有惯性传感器，其中设于第三指关节位置的惯性传感器具有定位功能，在这里，对于数据手套的具体形状并不做具体限定，例如，可以是手指全封闭式或半封闭式。

在这里，所述获取指尖和第三指关节的坐标信息具体为，获取由设于指尖的惯性传感器采集的坐标信息，和获取由设于第三指关节的惯性传感器采集的坐标信息，即所获取的指尖和第三指关节的坐标信息均通过惯性传感器直接获取。这样，要记录手掌中五根手指的坐标信息，需要在各手指的指尖和第三指关节处各设置一个惯性传感器，这样就需要 10 个传感器，相对于传统的数据手套，惯性传感器的使用量大大降低，使得数据手套的便携性更高，产品结构更简单。

优选的，由于各手指的第三指关节位于同一固定平面上（拇指除外），这样，可以用设于手背中心的一个惯性传感器代替各设于第三指关节处的惯性传感器，进一步将惯性传感器的数量减少到 6 个，即只需在手部中的 5 个指尖位置和手背中心位置各设置一个惯性传感器，其中设于手背中心的惯性传感器具有定位功能，以便于能获得相对精准的坐标信息。这时，由设于手背中心的惯性传感器所采集的角度值可以认为是各设于第三指关节的惯性传感器所采集的角度值，这一角度值也称为在世界空间内的绝对角度值。

将设于手背中心的惯性传感器称为中心传感器，这时，各第三指关节的坐标值与中心传感器的坐标值只相差一个特殊向量，这一特殊向量为根据第三指关节的坐标值与中心传感器的坐标值计算得到的向量，而这些特殊向量在手掌平面上是固定的，这样，可根据中心传感器的坐标信息和角度信息建立对应的转换矩阵，将这些特殊向量转换至世界空间，将转换后的特殊向量加上中心传感器的坐标值，得到各第三指关节在世界空间的坐标。对于这些特殊向量，不同人的手掌会有细微差别，可以按照数据手套的大小设定固定值，再根据用户的使用效果进行微调，以得到更高的精度。

具体地，步骤 S101 中的一种计算指尖相对于第三指关节的坐标值的方法的具体实现流程如图 2 所示：

在步骤 S201 中，获取所述第三指关节在世界空间坐标系下的绝对角度值。

在本发明实施例中，第三指关节在世界空间坐标系下的绝对角度值为设于第三指关节的惯性传感器所采集到的角度值。

优选的，第三指关节在世界空间坐标系下的绝对角度值为设于手部的手背中心的惯性传感器所采集到的角度值，即中心传感器所采集到的角度值。

在这里，中心传感器可以为设于手部的手背任意位置的惯性传感器，这里不做具体限定，这时第三指关节的坐标值与中心传感器的坐标值也仅相差一个特殊向量。在步骤 S202 中，根据所述坐标信息和所述绝对角度值计算第三指关节坐标系的三个单位轴向量在世界空间坐标系中的表示 x、y、z，建立变换矩阵 $\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$。

在步骤 S203 中，通过所述变换矩阵 $\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$ 计算出指尖相对于第三指关节的坐标值。

在本发明实施例中，假设指尖坐标在世界空间内的坐标为 P_1，第三指关节在世界空间内的坐标为 P_0，其中，第三指关节在世界空间内的坐标可以为由设于第三指关节的惯性传感器采集得到的坐标，也可以为由根据设于手部的手背中心的惯性传感器采集到的坐标计算得到的第三指关节的所在位置的坐标，那么用 P_1 减去 P_0 得到第三指关节到指尖的向量 P_2，再根据第三指关节在世界空间坐标系下的绝对角度值，得到第三指关节坐标系的三个单位轴向量在世界空间坐标系中的表示：x、y、z，并建立变换矩阵 $\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$，通过矩阵变换公式：

$p_2 = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} * (P_1 - P_0)$，求解得到指尖相对于第三指关节的坐标值。

在一个应用场景中，指尖和第三指关节在世界空间坐标下的坐标信息中的坐标为包含未知数的坐标，比如，食指指尖的坐标为（1b,0,2b），其中，b 为未知数，通过矩阵变换公式 $p_2 = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} * (P_1 - P_0)$ 可以求教得到指尖相对应第三指关节的坐标值，该坐标值为一个相对确定数值的坐标值，比如坐标值（1,0,2），其对应为 x，y，z 的值。

在这里，通过将指尖和第三指关节在世界空间坐标系下的坐标转换为指尖相对于第三指关节的坐标值，以便于通过该指尖相对于第三指关节的坐标值建立指尖相对于第三指关节坐标系的指关节弯曲角度求取方程组，以求解指尖和指关节之间相对的弯曲角度，通过该弯曲角度确定相应的手势。

在步骤 S102 中，建立指尖相对于第三指关节坐标系的指关节弯曲角度求解方程组：

$$x = a_4 * \sin(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) + a_3 * \sin(\theta_1 + \theta_2) + a_2 * \sin(\theta_1)$$

$$y = a_4 * \cos(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) + a_3 * \cos(\theta_1 + \theta_2) + a_2 * \cos(\theta_1)$$

其中，x、y 为指尖相对于第三指关节的坐标值中的 x 值和 y 值，a_2 为第三指关节到第二指关节之间的指节长度，a_3 为第二指关节到第一指关节之间的指节长度，a_4 为第一指关节到指尖之间的指节长度，θ_1 为所需求解的第三指关节相对于手背的弯曲角度、θ_2 为所需求解的第二指关节相对于第三指关节的弯曲角度、θ_3 为所需求解的指尖相对于第二指关节的弯曲角度。

在本发明实施例中，由于人的手指在自然运动时，θ_2 和 θ_3 的值是近似的，因而设定 θ_2 和 θ_3 相等。在这里，a_2、a_3、a_4 这三个指节长度是已知的，可以根据不同性别或年龄段的用户而设置相应的参数，但因而我们只需求解所述指关节弯曲角度求解方程组中的 θ_1 和 θ_2，通过弯曲角度 θ_1、θ_2、θ_3 的值的变化，确定相应的手势。

在这里，第三指关节坐标系为以手背所在平面为坐标原点所建立的坐标系。

在步骤 S103 中，通过预设的近似求解公式求解所述弯曲角度 θ_1、θ_2、θ_3，所述近似求解公式为：

$$\theta_1 = \frac{\pi}{2} * (1 - alpha) + alpha * \arcsin\left(\frac{x}{\sqrt{V^2 + W^2}}\right) - \arctan\left(\frac{W}{V}\right)$$

$$\theta_2 = \arccos\left(\frac{-(a_3 * a_4 + a_2 * a_3) + \sqrt{(a_3 * a_4 + a_2 * a_3)^2 + 8 * a_2 * a_4 * (p + a_2 * a_4)}}{4 * a_2 * a_4}\right)$$

$$\theta_3 = \theta_2$$

其中，$alpha$ 与 y 正相关，当 y>0 时，$alpha = 1$；当 y=0 时，$alpha = 0$；当 y<0

时，$alpha=-1$；$V=a_2+a_3*\cos(\theta_2)+a_4*\cos(2*\theta_2)$；$W=a_3*\sin(\theta_2)+a_4*\sin(2*\theta_2)$；$p=(x^2+y^2-(a_4^2+a_3^2+a_2^2))/2$。

在本发明实施例中，仅以一根手指为分析对象，通过近似求解公式求解该手指中的指尖相对于第三指关节坐标系的指关节弯曲角度方程组中的弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3，基于同样的原理，可以计算其他四根手指的弯曲角度。

在这里，由于拇指的结构与其他手指的结构并不相同，可以设置a_4和θ_3等于零，以建立拇指的简化指关节弯曲角度求解方程组：

$$x=a_3*\sin(\theta_1+\theta_2)+a_2*\sin(\theta_1)$$

$$y=a_3*\cos(\theta_1+\theta_2)+a_2*\cos(\theta_1)$$

在该简化指关节弯曲角度求解方程组中，x、y 为拇指指尖相对于第二指关节坐标系的坐标值，θ_1为所需求解的拇指的第二指关节相对于手背的弯曲角度、θ_2为所需求解的拇指的指尖相对于第二关节的弯曲角度，对于拇指中的弯曲角度θ_1和θ_2的求解，可以用上述的近似求解公式来求解，只需要将a_4设为 0 就可以求解得到对应的弯曲角度θ_1和θ_2。

在步骤 S104 中，将所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3的值发送至预设三维模型中，生成相应的手势。

在本发明实施例中，预设三维模型为预先构建的三维手部模型，将包含所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3的值的相关信息发送至预设三维模型后，根据弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3的值的变化，生成相应的手势。

进一步地，在虚拟现实中，仅模拟手指的弯曲并不能完全的完成手势的识别，还需要实现手指的张合以满足更丰富的交互动作，这样，在所述将所述相对弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3的值发送至预设三维模型中的步骤之前，还包括如图 3 所示的求解手指在 z 轴方向的角度值的方法的具体实现流程：

在步骤 S301 中，通过预设的三角函数公式求解手指在世界空间坐标系下 z 轴方向的角度θ_z。

在本发明实施例中，预设的三角函数公式具体如下：

$$\theta_z = \arcsin(\frac{z}{\sqrt{z^2 + y^2}})$$

在步骤 S302 中，将所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3的值和所述手指在 z 轴方向的角度θ_z的值，发送至预设三维模型中。

在本发明实施例中，通过求解手指在 z 轴方向的角度值，使得所模拟的手指的弯曲更加丰满，满足更丰富的交互动作，并使得所生成的手势更加精准。

进一步地，为了进一步提高所生成的手势的精度，使得手势识别更加准确，在所述将所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3的值发送至预设三维模型中的步骤之前，还包括如图 4 所示的一种进行误差调整角度的方法的具体实现流程：

在步骤 S401 中，将所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3的值代入所述指关节弯曲角度求解方程组中，计算指尖的模拟坐标值。

在本发明实施例中，假设指尖坐标的原始数据为x_0和y_0，根据该原始数据x_0和y_0计算得到手指的弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3，再将该弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3代入原指尖相对于第三指关节坐标系的指关节弯曲角度求解方程组中：

$$\mathrm{x} = a_4 * \sin(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) + a_3 * \sin(\theta_1 + \theta_2) + a_2 * \sin(\theta_1)$$

$$\mathrm{y} = a_4 * \cos(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) + a_3 * \cos(\theta_1 + \theta_2) + a_2 * \cos(\theta_1)$$

所计算得到的x和y为指尖的模拟坐标值。

在步骤 S402 中，通过预设的距离函数计算所述指尖的模拟坐标值与所述指尖的坐标信息的距离值以确定两者之间的误差。

在本发明实施例中，指尖的模拟坐标值与指尖坐标的原始数据的误差，即模拟值与真实值之间的误差，可以通过模拟值与真实值的坐标位置的距离值I来衡量，预设的距离函数如下：

$$I = \sqrt{(x_0 - x)^2 + (y_0 - y)^2}$$

显然，距离值I越小，表示模拟值与真实值之间的误差越小；距离值I越大，表示模拟值与真实值之间的误差越大；当I为零时，表示模拟值与真实值相等，这时所计算得到的弯曲角度值能够精确地反应手指的弯曲状态，当将该弯曲角度值发送至预设三维模型时，所

生成的手势与用户当前进行的手势完全吻合。

在步骤 S403 中，确定所述距离值是否超过预设距离阈值。

在本发明实施例中，在误差允许范围内，弯曲角度的细微差别对手势识别的影响并不是很大，为了减少计算量，进一步提高手势识别的效率，可以通过确定所述距离值是否超过预设距离阈值来进行相应的处理。

在步骤 S404 中，当所述距离值超过预设距离阈值时，根据所述指尖的模拟坐标值与所述指尖的坐标信息计算误差调整角度。

具体地，结合图 6 中坐标信息与误差调整角度的关系示意图对图 5 中的一种计算误差调整角度的方法具体实现流程进行详细描述：

在步骤 S501 中，通过矢量计算得到所述指尖的模拟坐标值所在点和所述指尖的坐标信息所在点到坐标原点的长度 a 和 b，以及所述指尖的模拟坐标值所在点到所述指尖的坐标信息所在点的长度 c。

在本发明实施例中，所述指尖的坐标信息所在点为 (x_0, y_0)，所述指尖的模拟坐标值所在点为 (x, y)，点 (x_0, y_0) 到坐标原点的长度为 b，点 (x, y) 到坐标原点的长度为 a，点 (x_0, y_0) 到点 (x, y) 的长度为 c。

在步骤 S502 中，通过预设的三角函数公式求解所述指尖的模拟坐标值所在点与所述指尖的坐标信息所在点到坐标原点之间的夹角 θ_c；所述预设的三角函数公式为：

$$\theta_c = \arccos(\frac{a^2 + b^2 + c^2}{2ab})$$

在本发明实施例中，所述指尖的模拟坐标值所在点与所述指尖的坐标信息所在点到坐标原点之间的夹角 θ_c，即为点 (x_0, y_0) 和点 (x, y) 到坐标原点之间的夹角 θ_c。

在步骤 S503 中，将所述夹角 θ_c 设定为误差调整角度。

在本发明实施例中，夹角 θ_c 是由于指尖的模拟坐标值与指尖的原始坐标信息到坐标原点之间存在误差而产生的误差角度，因此，将该夹角 θ_c 设定为误差调整角度，根据该误差调整角度对计算得到的弯曲角度进行相应处理。在这里，夹角 θ_c 会有正负之分。

在步骤 S405 中，根据所述误差调整角度相应调整所述弯曲角度 θ_1、θ_2、θ_3 中的 θ_1。

在本发明实施例中，因为误差调整角度θ_c是指尖的模拟坐标值与指尖的原始坐标信息到坐标原点之间存在误差而产生的误差角度，也就是说弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3中的θ_1存在了误差，这时，所需要调整的弯曲角度就是弯曲角度θ_1，在这里，我们将误差调整角度θ_c与原计算得到的弯曲角度θ_1进行相加处理得到相对精准的弯曲角度θ_1。

在这里，通过根据误差调整角度对弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3中的θ_1进行调整后，使得所计算得到的θ_1更精确，从而使得所计算得到的θ_2、θ_3也相对精准。

在本发明实施例中，通过计算出指尖的模拟坐标值与所述指尖的坐标信息相对于第三指关节坐标原点的误差调整角度θ_c，将该误差调整角度θ_c与弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3中的θ_1进行相加调整，就可以得到相对精准的弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3。

在本发明实施例中，通过采用上述方法，使得所需要用到的惯性传感器的数量减少到10个，甚至可以进一步使得所需要用到的惯性传感器的数量减少到6个，并且能够获得精准的弯曲角度，生成相对精准的手势。

在本发明实施例中，通过设于指尖和第三指关节的惯性传感器获取指尖和第三指关节的坐标信息，根据预设的近似求解公式求取所建立的指尖相对于第三指关节坐标系的指关节弯曲角度求解方程组，得到弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3，将该弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3发送至预设三维模型中，生成相应的手势。在这里，借助于指尖坐标信息反向求解弯曲角度的数学模型，能够高效率的计算得到精准的弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3的相关信息，减少了传统的手势识别方法中所需用到的惯性传感器的数量，极大地精简了手势识别产品的结构，例如数据手套的结构，同时，由于惯性传感器的使用数量减少，使得数据手套的便携性和操作性大大提高，并降低了数据手套的制造难度和成本，用户体验更好。

应理解，上述实施例中各步骤的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定，而不应对本发明实施例的实施过程构成任何限定。

对应于上文实施例所述的手势识别方法，图7示出了本发明实施例提供的一种手势识别装置的结构框图，为了便于说明，仅示出了与本发明实施例相关的部分。

参照图7，在本发明实施例中，手势识别置包括：

坐标值计算单元71，用于获取指尖和第三指关节在世界空间坐标系下的坐标信息，计

算指尖相对于第三指关节的坐标值；

方程组建立单元 72，用于建立指尖相对于第三指关节坐标系的指关节弯曲角度求解方程组：

$$x = a_4 * \sin(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) + a_3 * \sin(\theta_1 + \theta_2) + a_2 * \sin(\theta_1)$$

$$y = a_4 * \cos(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) + a_3 * \cos(\theta_1 + \theta_2) + a_2 * \cos(\theta_1)$$

其中，x、y 为指尖相对于第三指关节的坐标值中的 x 值和 y 值，a_2 为第三指关节到第二指关节之间的指节长度，a_3 为第二指关节到第一指关节之间的指节长度，a_4 为第一指关节到指尖之间的指节长度，θ_1 为所需求解的第三指关节相对于手背的弯曲角度、θ_2 为所需求解的第二指关节相对于第三指关节的弯曲角度、θ_3 为所需求解的指尖相对于第二指关节的弯曲角度；

角度近似求解单元 73，用于通过预设的近似求解公式求解所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3，所述近似求解公式为：

$$\theta_1 = \frac{\pi}{2} * (1 - alpha) + alpha * \arcsin\left(\frac{x}{\sqrt{V^2 + W^2}}\right) - \arctan\left(\frac{W}{V}\right)$$

$$\theta_2 = \arccos\left(\frac{-(a_3 * a_4 + a_2 * a_3) + \sqrt{(a_3 * a_4 + a_2 * a_3)^2 + 8 * a_2 * a_4 * (p + a_2 * a_4)}}{4 * a_2 * a_4}\right)$$

$$\theta_3 = \theta_2$$

其中，$alpha$ 与 y 正相关，当 y＞0 时，$alpha = 1$；当 y=0 时，$alpha = 0$；当 y＜0 时，$alpha = -1$；$V = a_2 + a_3 * \cos(\theta_2) + a_4 * \cos(2 * \theta_2)$；$W = a_3 * \sin(\theta_2) + a_4 * \sin(2 * \theta_2)$；$p = (x^2 + y^2 - (a_4^2 + a_3^2 + a_2^2))/2$；

手势生成单元 74，用于将所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3的值发送至预设三维模型中，生成相应的手势。

进一步地，所述坐标值计算单元包括：

绝对角度值获取子单元，用于获取所述第三指关节在世界空间坐标系下的绝对角度值；

轴向量计算子单元，用于根据所述坐标信息和所述绝对角度值计算第三指关节坐标系

的三个单位轴向量在世界空间坐标系中的表示 x、y、z，建立变换矩阵 $\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$；

坐标值计算子单元，用于通过所述变换矩阵 $\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$ 计算出指尖相对于第三指关节的坐标值。

进一步地，所述装置还包括：

z 轴角度求解单元，用于通过预设的三角函数公式求解手指在世界空间坐标系下 z 轴方向的角度 θ_z；

角度值发送单元，用于将所述弯曲角度 θ_1、θ_2、θ_3 的值和所述手指在 z 轴方向的角度 θ_z 的值，发送至预设三维模型中。

进一步地，所述装置还包括：

模拟坐标值计算单元，用于将所述弯曲角度 θ_1、θ_2、θ_3 的值代入所述指关节弯曲角度求解方程组中，计算指尖的模拟坐标值；

距离值计算单元，用于通过预设的距离函数计算所述指尖的模拟坐标值与所述指尖的坐标信息的距离值以确定两者之间的误差；

距离值确定单元，用于确定所述距离值是否超过预设距离阈值；

误差调整角度计算单元，用于当所述距离值超过预设距离阈值时，根据所述指尖的模拟坐标值与所述指尖的坐标信息计算误差调整角度 θ_c；

角度调整单元，用于根据所述误差调整角度 θ_c 相应调整所述弯曲角度 θ_1、θ_2、θ_3 中的 θ_1。

进一步地，所述角度调整单元包括：

长度计算子单元，用于通过矢量计算得到所述指尖的模拟坐标值所在点和所述指尖的坐标信息所在点到坐标原点的长度 a 和 b，以及所述指尖的模拟坐标值所在点到所述指尖的坐标信息所在点的长度 c；

夹角求解子单元，用于通过预设的三角函数公式求解所述指尖的模拟坐标值所在点与

所述指尖的坐标信息所在点到坐标原点之间的夹角θ_c；所述预设的三角函数公式为：

$$\theta_c = \arccos(\frac{a^2+b^2+c^2}{2ab})$$

角度设定单元，用于将所述夹角θ_c设定为误差调整角度。

请参考图 8，本发明实施例提供了一种手势识别系统的示意图。手势识别系统 8 可能是包含计算能力的主机服务器，或者个人计算机 PC，或者是可携带的便携式计算机或终端等等，本发明实施例并不对手势识别系统的具体实现做限定。手势识别系统包括：

处理器(processor)810，通信接口(Communications Interface)820，存储器(memory)830，总线 840。

处理器 810，通信接口 820，存储器 830 通过总线 840 完成相互间的通信。

通信接口 820，用于与惯性传感器通信。

处理器 810，用于执行程序 832。

具体地，程序 832 可以包括程序代码，所述程序代码包括计算机操作指令。

处理器 810 可能是一个中央处理器 CPU，或者是特定集成电路 ASIC（Application Specific Integrated Circuit），或者是被配置成实施本发明实施例的一个或多个集成电路。

存储器 830，用于存放程序 832。存储器 830 可能包含高速 RAM 存储器，也可能还包括非易失性存储器（non-volatile memory），例如至少一个磁盘存储器。

其中，所述程序 832，包括：

坐标值计算单元 71，用于获取指尖和第三指关节在世界空间坐标系下的坐标信息，计算指尖相对于第三指关节的坐标值。

方程组建立单元 72，用于建立指尖相对于第三指关节坐标系的指关节弯曲角度求解方程组。

角度近似求解单元 73，用于通过预设的近似求解公式求解所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3。

手势生成单元 74，用于将所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3的值发送至预设三维模型中，生成相应的手势。

程序 832 中各单元的具体实现参见图 7 所示实施例中的相应单元，在此不赘述。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为了描述的方便和简洁，仅以上述各功能单元、模块的划分进行举例说明，实际应用中，可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能单元、

模块完成，即将所述装置的内部结构划分成不同的功能单元或模块，以完成以上描述的全部或者部分功能。实施例中的各功能单元、模块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。另外，各功能单元、模块的具体名称也只是为了便于相互区分，并不用于限制本申请的保护范围。上述系统中单元、模块的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

在上述实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中没有详述或记载的部分，可以参见其它实施例的相关描述。

本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

在本发明所提供的实施例中，应该理解到，所揭露的装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的系统实施例仅仅是示意性的，例如，所述模块或单元的划分，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讯连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通讯连接，可以是电性，机械或其它的形式。

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。

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。

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时，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，本发明实施例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（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）或处理器（processor）执行本发明实施例各个

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、移动硬盘、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上所述实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种手势识别方法，其特征在于，包括：

获取指尖和第三指关节在世界空间坐标系下的坐标信息，计算指尖相对于第三指关节的坐标值；

建立指尖相对于第三指关节坐标系的指关节弯曲角度求解方程组：

$$x = a_4 * \sin(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) + a_3 * \sin(\theta_1 + \theta_2) + a_2 * \sin(\theta_1)$$

$$y = a_4 * \cos(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) + a_3 * \cos(\theta_1 + \theta_2) + a_2 * \cos(\theta_1)$$

其中，x、y 为指尖相对于第三指关节的坐标值中的 x 值和 y 值，a_2 为第三指关节到第二指关节之间的指节长度，a_3 为第二指关节到第一指关节之间的指节长度，a_4 为第一指关节到指尖之间的指节长度，θ_1 为所需求解的第三指关节相对于手背的弯曲角度、θ_2 为所需求解的第二指关节相对于第三指关节的弯曲角度、θ_3 为所需求解的指尖相对于第二指关节的弯曲角度；

通过预设的近似求解公式求解所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3，所述近似求解公式为：

$$\theta_1 = \frac{\pi}{2} * (1 - alpha) + alpha * \arcsin\left(\frac{x}{\sqrt{V^2 + W^2}}\right) - \arctan\left(\frac{W}{V}\right)$$

$$\theta_2 = \arccos\left(\frac{-(a_3 * a_4 + a_2 * a_3) + \sqrt{(a_3 * a_4 + a_2 * a_3)^2 + 8 * a_2 * a_4 * (p + a_2 * a_4)}}{4 * a_2 * a_4}\right)$$

$$\theta_3 = \theta_2$$

其中，$alpha$ 与 y 正相关，当 y>0 时，$alpha = 1$；当 y=0 时，$alpha = 0$；当 y<0 时，$alpha = -1$；$V = a_2 + a_3 * \cos(\theta_2) + a_4 * \cos(2 * \theta_2)$；$W = a_3 * \sin(\theta_2) + a_4 * \sin(2 * \theta_2)$；$p = (x^2 + y^2 - (a_4^2 + a_3^2 + a_2^2)) / 2$；

将所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3的值发送至预设三维模型中，生成相应的手势。

2. 如权利要求 1 所述的手势识别方法，其特征在于，所述计算指尖相对于第三指关节的坐标值的步骤，具体包括：

获取所述第三指关节在世界空间坐标系下的绝对角度值；

根据所述坐标信息和所述绝对角度值计算第三指关节坐标系的三个单位轴向量在世界空间坐标系中的表示 x、y、z，建立变换矩阵 $\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$；

通过所述变换矩阵 $\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$ 计算出指尖相对于第三指关节的坐标值。

3. 如权利要求 1 所述的手势识别方法，其特征在于，在所述将所述相对弯曲角度 θ_1、θ_2、θ_3 的值发送至预设三维模型中的步骤之前，还包括：

通过预设的三角函数公式求解手指在世界空间坐标系下 z 轴方向的角度 θ_z；

将所述弯曲角度 θ_1、θ_2、θ_3 的值和所述手指在 z 轴方向的角度 θ_z 的值，发送至预设三维模型中。

4. 如权利要求 1 所述的手势识别方法，其特征在于，在所述将所述弯曲角度 θ_1、θ_2、θ_3 的值发送至预设三维模型中的步骤之前，还包括：

将所述弯曲角度 θ_1、θ_2、θ_3 的值代入所述指关节弯曲角度求解方程组中，计算指尖的模拟坐标值；

通过预设的距离函数计算所述指尖的模拟坐标值与所述指尖的坐标信息的距离值以确定两者之间的误差；

确定所述距离值是否超过预设距离阈值；

当所述距离值超过预设距离阈值时，根据所述指尖的模拟坐标值与所述指尖的坐标信息计算误差调整角度 θ_c；

根据所述误差调整角度 θ_c 相应调整所述弯曲角度 θ_1、θ_2、θ_3 中的 θ_1。

5. 如权利要求 4 所述的手势识别方法，其特征在于，所述根据所述指尖的模拟坐标值与所述指尖的坐标信息计算误差调整角度 θ_c 的步骤，包括：

通过矢量计算得到所述指尖的模拟坐标值所在点和所述指尖的坐标信息所在点到坐标原点的长度 a 和 b，以及所述指尖的模拟坐标值所在点到所述指尖的坐标信息所在点的长

度c；

通过预设的三角函数公式求解所述指尖的模拟坐标值所在点与所述指尖的坐标信息所在点到坐标原点之间的夹角θ_c；所述预设的三角函数公式为：

$$\theta_c = \arccos(\frac{a^2+b^2+c^2}{2ab})$$

将所述夹角θ_c设定为误差调整角度。

6. 一种手势识别装置，其特征在于，包括：

坐标值计算单元，用于获取指尖和第三指关节在世界空间坐标系下的坐标信息，计算指尖相对于第三指关节的坐标值；

方程组建立单元，用于建立指尖相对于第三指关节坐标系的指关节弯曲角度求解方程组：

$$\mathrm{x} = a_4 * \sin(\theta_1+\theta_2+\theta_3) + a_3 * \sin(\theta_1+\theta_2) + a_2 * \sin(\theta_1)$$

$$\mathrm{y} = a_4 * \cos(\theta_1+\theta_2+\theta_3) + a_3 * \cos(\theta_1+\theta_2) + a_2 * \cos(\theta_1)$$

其中，x、y 为指尖相对于第三指关节的坐标值中的 x 值和 y 值，a_2为第三指关节到第二指关节之间的指节长度，a_3为第二指关节到第一指关节之间的指节长度，a_4为第一指关节到指尖之间的指节长度，θ_1为所需求解的第三指关节相对于手背的弯曲角度、θ_2为所需求解的第二指关节相对于第三指关节的弯曲角度、θ_3为所需求解的指尖相对于第二指关节的弯曲角度；

角度近似求解单元，用于通过预设的近似求解公式求解所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3，所述近似求解公式为：

$$\theta_1 = \frac{\pi}{2} * (1-alpha) + alpha * \arcsin(\frac{x}{\sqrt{V^2+W^2}}) - \arctan(\frac{W}{V})$$

$$\theta_2 = \arccos(\frac{-(a_3*a_4+a_2*a_3)+\sqrt{(a_3*a_4+a_2*a_3)^2+8*a_2*a_4*(p+a_2*a_4)}}{4*a_2*a_4})$$

$$\theta_3 = \theta_2$$

其中，$alpha$与 y 正相关，当 y>0 时，$alpha=1$；当 y=0 时，$alpha=0$；当 y<0

时，$alpha=-1$；$V=a_2+a_3*\cos(\theta_2)+a_4*\cos(2*\theta_2)$；$W=a_3*\sin(\theta_2)+a_4*\sin(2*\theta_2)$；$p=(x^2+y^2-(a_4^2+a_3^2+a_2^2))/2$；

手势生成单元，用于将所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3的值发送至预设三维模型中，生成相应的手势。

7. 如权利要求 6 所述的手势识别装置，其特征在于，所述坐标值计算单元包括：

绝对角度值获取子单元，用于获取所述第三指关节在世界空间坐标系下的绝对角度值；

轴向量计算子单元，用于根据所述坐标信息和所述绝对角度值计算第三指关节坐标系的三个单位轴向量在世界空间坐标系中的表示 x、y、z，建立变换矩阵$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$；

坐标值计算子单元，用于通过所述变换矩阵$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$计算出指尖相对于第三指关节的坐标值。

8. 如权利要求 6 所述的手势识别装置，其特征在于，所述装置还包括：

z 轴角度求解单元，用于通过预设的三角函数公式求解手指在世界空间坐标系下 z 轴方向的角度θ_z；

角度值发送单元，用于将所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3的值和所述手指在 z 轴方向的角度θ_z的值，发送至预设三维模型中。

9. 如权利要求 6 所述的手势识别装置，其特征在于，所述装置还包括：

模拟坐标值计算单元，用于将所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3的值代入所述指关节弯曲角度求解方程组中，计算指尖的模拟坐标值；

距离值计算单元，用于通过预设的距离函数计算所述指尖的模拟坐标值与所述指尖的坐标信息的距离值以确定两者之间的误差；

距离值确定单元，用于确定所述距离值是否超过预设距离阈值；

误差调整角度计算单元，用于当所述距离值超过预设距离阈值时，根据所述指尖的模拟坐标值与所述指尖的坐标信息计算误差调整角度θ_c；

角度调整单元，用于根据所述误差调整角度θ_c相应调整所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3中的θ_1。

10. 一种手势识别系统，其特征在于，包括：

处理器，通信接口，存储器和总线；

处理器，通信接口和存储器通过总线完成相互间的通信；

通信接口，用于与惯性传感器通信；

处理器，用于执行程序；

其中，所述程序包括：

坐标值计算单元，用于获取指尖和第三指关节在世界空间坐标系下的坐标信息，计算指尖相对于第三指关节的坐标值。

方程组建立单元，用于建立指尖相对于第三指关节坐标系的指关节弯曲角度求解方程组。

角度近似求解单元，用于通过预设的近似求解公式求解所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3。

手势生成单元，用于将所述弯曲角度θ_1、θ_2、θ_3的值发送至预设三维模型中，生成相应的手势。

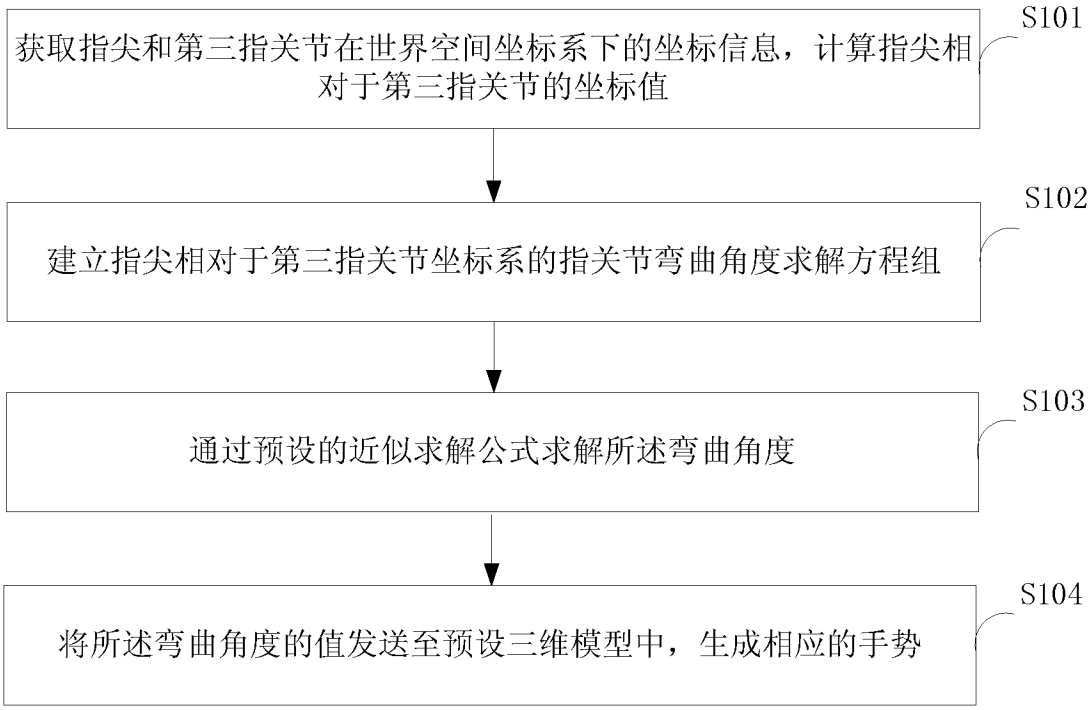

获取指尖和第三指关节在世界空间坐标系下的坐标信息，计算指尖相对于第三指关节的坐标值
S101
建立指尖相对于第三指关节坐标系的指关节弯曲角度求解方程组
S102
通过预设的近似求解公式求解所述弯曲角度
S103
将所述弯曲角度的值发送至预设三维模型中，生成相应的手势
S104

图 1

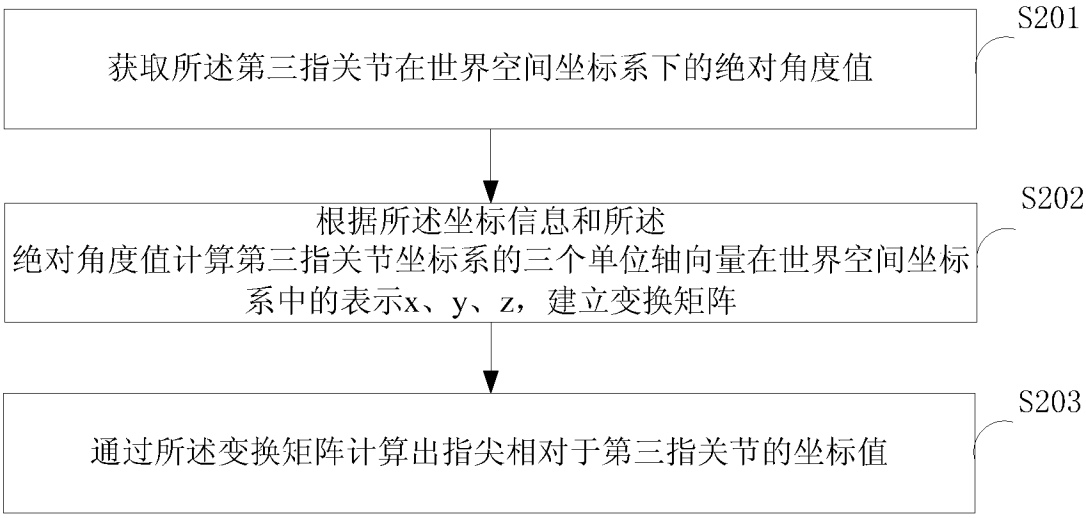

获取所述第三指关节在世界空间坐标系下的绝对角度值
S201
根据所述坐标信息和所述
绝对角度值计算第三指关节坐标系的三个单位轴向量在世界空间坐标系中的表示x、y、z，建立变换矩阵
S202
通过所述变换矩阵计算出指尖相对于第三指关节的坐标值
S203

图 2

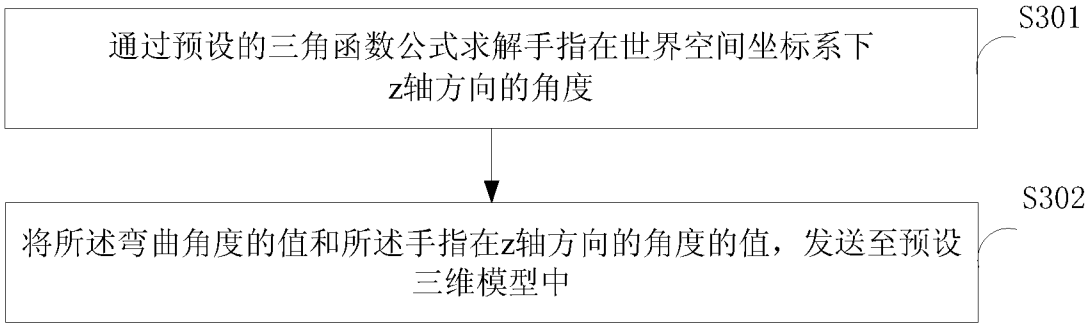

通过预设的三角函数公式求解手指在世界空间坐标系下z轴方向的角度
S301
将所述弯曲角度的值和所述手指在z轴方向的角度的值，发送至预设三维模型中
S302

图 3

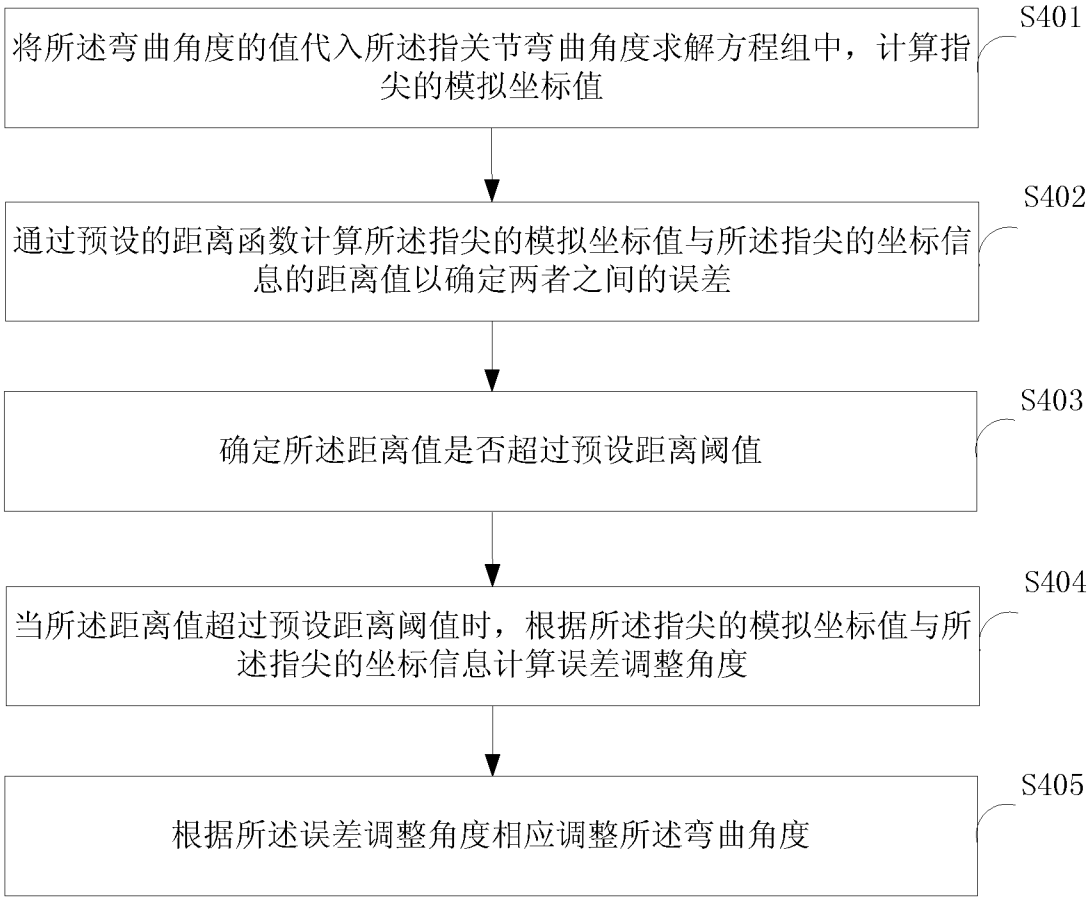

将所述弯曲角度的值代入所述指关节弯曲角度求解方程组中，计算指尖的模拟坐标值
S401
通过预设的距离函数计算所述指尖的模拟坐标值与所述指尖的坐标信息的距离值以确定两者之间的误差
S402
确定所述距离值是否超过预设距离阈值
S403
当所述距离值超过预设距离阈值时，根据所述指尖的模拟坐标值与所述指尖的坐标信息计算误差调整角度
S404
根据所述误差调整角度相应调整所述弯曲角度
S405

图 4

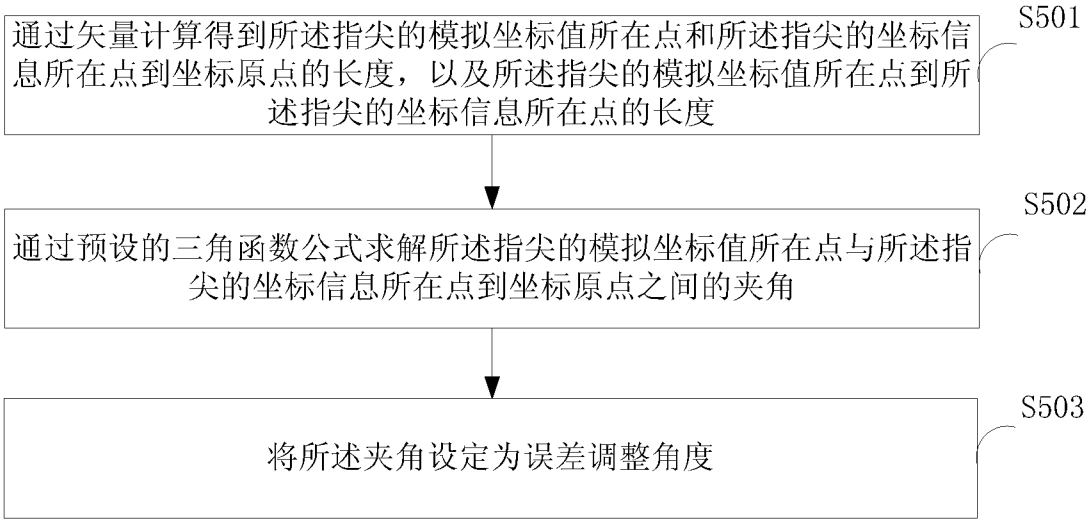

通过矢量计算得到所述指尖的模拟坐标值所在点和所述指尖的坐标信息所在点到坐标原点的长度，以及所述指尖的模拟坐标值所在点到所述指尖的坐标信息所在点的长度
S501
通过预设的三角函数公式求解所述指尖的模拟坐标值所在点与所述指尖的坐标信息所在点到坐标原点之间的夹角
S502
将所述夹角设定为误差调整角度
S503

图 5

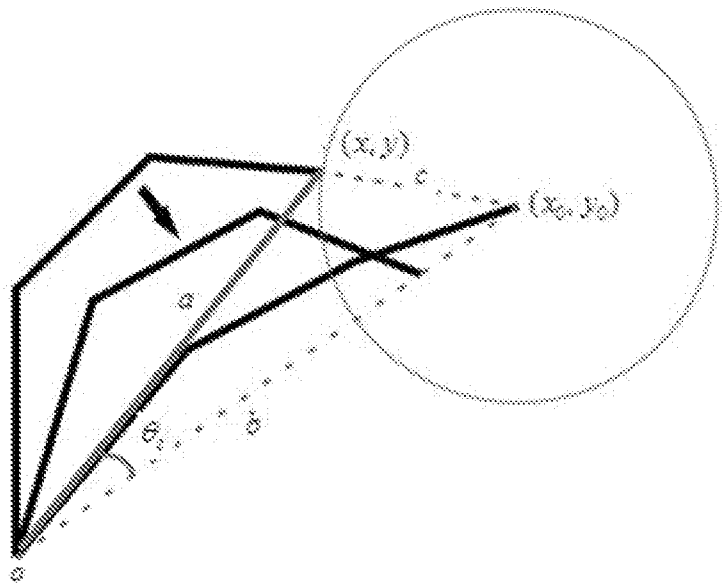


图 6

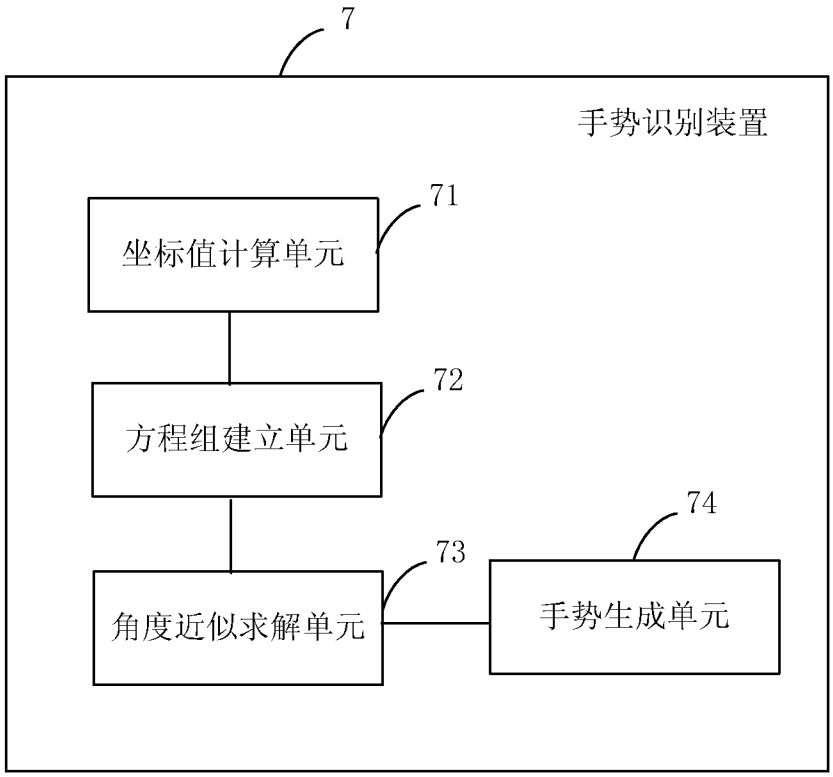

7
手势识别装置
71
坐标值计算单元
72
方程组建立单元
74
73
角度近似求解单元
手势生成单元

图 7

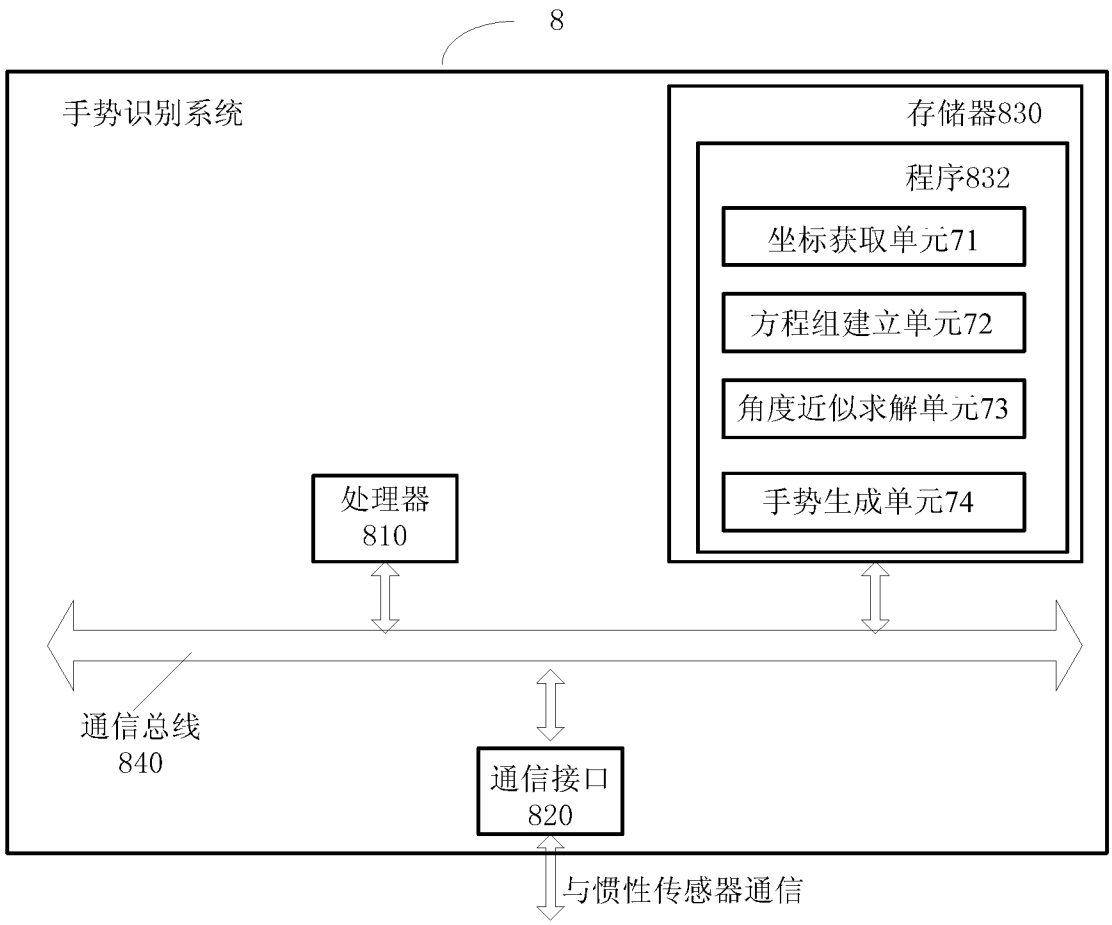

8
手势识别系统
存储器830
程序832
坐标获取单元71
方程组建立单元72
角度近似求解单元73
手势生成单元74
处理器
810
通信总线
840
通信接口
820
与惯性传感器通信

图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/081850

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 3/01 (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)

G06F; B25J; G06K

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, SIPOABS, DWPI: 手, 手势, 手指, 关节, 指尖, 坐标, 位置, 弯曲, 角, hand, gesture, finger, joint, fingertip, coordinate, position, location, flexion, bending, angle

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 105868715 A (SUZHOU KEDA TECHNOLOGY CO., LTD. et al.), 17 August 2016 (17.08.2016), description, paragraphs 0071-0126	10
X	WO 2016/044035 A1 (MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING LLC), 24 March 2016 (24.03.2016), description, paragraphs 0018-0086	10
X	CN 102363301 A (ZHEJIANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 29 February 2012 (29.02.2012), description, paragraphs 0043-0067	10
A	CN 105818129 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 03 August 2016 (03.08.2016), 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
20 December 2017	28 December 2017
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 HAN, Yan Telephone No. (86-10) 62411701

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/081850

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105868715 A	17 August 2016	None	
WO 2016/044035 A1	24 March 2016	US 9582076 B2	28 February 2017
		KR 20170055523 A	19 May 2017
		US 2016077587 A1	17 March 2016
		CN 107077227 A	18 August 2017
		JP 2017527922 A	21 September 2017
		EP 3195093 A1	26 July 2017
		IN 201747008544 A	05 May 2017
CN 102363301 A	29 February 2012	None	
CN 105818129 A	03 August 2016	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2017/081850

A. 主题的分类

G06F 3/01(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)

G06F; B25J; G06K

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,SIPOABS,DWPI: 手，手势，手指，关节，指尖，坐标，位置，弯曲，角，hand, gesture, finger, joint, fingertip, coordinate, position, location, flexion, bending, angle

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	CN 105868715 A (苏州科达科技股份有限公司等) 2016年 8月 17日 (2016-08-17) 说明书第0071-0126段	10
X	WO 2016/044035 A1 (微软技术许可有限责任公司) 2016年 3月 24日 (2016-03-24) 说明书第0018-0086段	10
X	CN 102363301 A (浙江工业大学) 2012年 2月 29日 (2012-02-29) 说明书第0043-0067段	10
A	CN 105818129 A (华南理工大学) 2016年 8月 3日 (2016-08-03) 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
2017年 12月 20日	2017年 12月 28日
ISA/CN的名称和邮寄地址 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 传真号 (86-10)62019451	受权官员 韩燕 电话号码 (86-10)62411701

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2017/081850

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	105868715	A	2016年 8月 17日	无			
WO	2016/044035	A1	2016年 3月 24日	US	9582076	B2	2017年 2月 28日
				KR	20170055523	A	2017年 5月 19日
				US	2016077587	A1	2016年 3月 17日
				CN	107077227	A	2017年 8月 18日
				JP	2017527922	A	2017年 9月 21日
				EP	3195093	A1	2017年 7月 26日
				IN	201747008544	A	2017年 5月 5日
CN	102363301	A	2012年 2月 29日	无			
CN	105818129	A	2016年 8月 3日	无			