



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107831515 A

(43)申请公布日 2018. 03. 23

(21)申请号 201710935225.X

(22)申请日 2017.10.10

(71)申请人 北京臻迪科技股份有限公司

地址 100107 北京市朝阳区拂林路9号A单元301

(72)发明人 不公告发明人

(74)专利代理机构 北京金智普华知识产权代理有限公司 11401

代理人 巴晓艳

(51)Int.Cl.

G01S 19/42(2010.01)

G01C 11/00(2006.01)

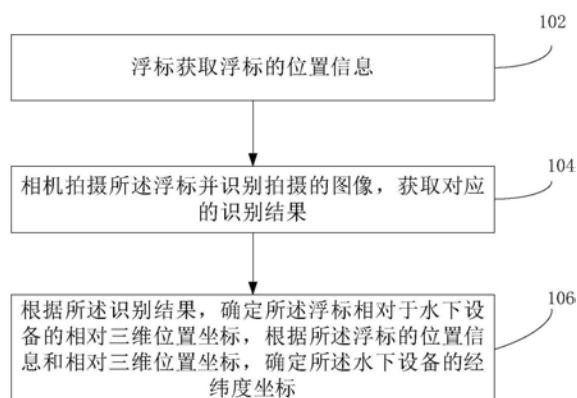
权利要求书3页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

水下定位方法和系统

(57)摘要

本公开实施例提供一种水下定位方法,应用于水下定位系统,所述水下定位系统包括水下设备、固定于所述水下设备上的相机以及带标记物的浮标,所述浮标的标记物设于水下且位于所述相机的视角范围内,所述水下定位方法包括:获取浮标的位置信息;拍摄所述浮标并识别拍摄的图像,获取对应的识别结果;根据所述识别结果,确定所述浮标相对于水下设备的相对三维位置坐标,根据所述浮标的位置信息和相对三维位置坐标,确定所述水下设备的经纬度坐标。本公开实施例可以得到水下设备的实时经纬度,能够避免现有技术中水下无线电波无法远距离传播与惯性单元误差累计的缺陷。



1. 一种水下定位方法,其特征在于,应用于水下定位系统,所述水下定位系统包括水下设备、固定于所述水下设备上的相机以及带标记物的浮标,所述浮标的标记物设于水下且位于所述相机的视角范围内,所述水下定位方法包括:

获取浮标的位置信息;

拍摄所述浮标并识别拍摄的图像,获取对应的识别结果;

根据所述识别结果,确定所述浮标相对于水下设备的相对三维位置坐标,根据所述浮标的位置信息和相对三维位置坐标,确定所述水下设备的经纬度坐标。

2. 根据权利要求1所述的水下定位方法,其特征在于,所述确定所述浮标相对于水下设备的相对三维位置坐标包括:

根据所述识别结果获得所述浮标相对相机坐标系的第一方向坐标;

根据所述相机坐标系与机体坐标系的转移矩阵,获得所述浮标相对于机体坐标系的第二方向坐标;

根据水下设备的三维姿态矩阵,获得所述浮标的相对位置坐标系的第三方向坐标,其中,所述相对位置坐标系的原点位于机体中心;

结合所述第一至第三方向坐标以及水下设备的深度,获得所述浮标相对于水下设备的相对三维位置坐标。

3. 根据权利要求1或2所述的水下定位方法,其特征在于,所述获取对应的识别结果包括:

获取对浮标进行拍摄的图像;

采用多尺度模板匹配方法对所述图像进行识别,获得对浮标进行图像识别的识别结果。

4. 根据权利要求3所述的水下定位方法,其特征在于,所述采用多尺度模板匹配方法对所述图像进行识别包括:

将预设匹配模块进行 $m$ 个不同尺度的缩放和 $n$ 个角度的旋转,获得 $m*n$ 个模板;

根据预设步长,对所述图像进行滑窗扫描,并针对每个扫描位置,都将滑窗图像与 $m*n$ 个模板进行匹配,确定各扫描位置对应的扫描系数;

从所有扫描位置对应的扫描系数中获取最大的扫描系数,并确定所述最大的扫描系数对应的滑窗图像像素坐标为识别结果。

5. 根据权利要求2所述的水下定位方法,其特征在于,所述水下设备的三维姿态矩阵通过以下方式获取:

根据所述水下设备的俯仰角、横滚角和航向角,获得所述三维姿态角度;

根据所述三维姿态角度,获得机体坐标系与相对位置坐标系之间的三维姿态矩阵。

6. 根据权利要求1所述的水下定位方法,其特征在于,所述根据所述浮标的位置信息和相对三维位置坐标,确定所述水下设备的经纬度坐标包括:

将G坐标系下浮标的位置信息转换到地固坐标系,得到所述浮标的位置信息在地固坐标系中的第一坐标;其中,所述G坐标系是以参考椭球面为基准面建立起来的坐标系,物体位置用(经度 $L$ ,纬度 $\lambda$ ,高度 $h$ )表示;所述地固坐标系的原点 $O(0,0,0)$ 为地球质心, $z$ 轴与地轴平行指向北极点, $x$ 轴指向本初子午线与赤道的交点, $y$ 轴垂直于 $xOz$ 平面;

将相对位置坐标系下水下设备与浮标的相对位置转换到地固坐标系,得到所述相对位

置在地固坐标系中的第二坐标；

根据第一坐标和第二坐标,获得水下设备在地固坐标系中的第三坐标；

将地固坐标系中的第三坐标转换到G坐标系,获得水下设备在G坐标系中的第四坐标,从而获得水下设备的经纬度坐标。

7. 一种水下定位系统,其特征在于,包括:水下设备、固定于所述水下设备上的相机以及带标记物的浮标,所述浮标的标记物设于水下且位于所述相机的视角范围内；

所述浮标包括:GPS模块,用于获取浮标的位置信息；

所述相机,用于拍摄所述浮标并识别拍摄的图像,获取对应的识别结果；

所述水下设备,用于根据所述识别结果,确定所述浮标相对于水下设备的相对三维位置坐标,并根据所述浮标的位置信息和相对三维位置坐标,确定所述水下设备的经纬度坐标。

8. 根据权利要求7所述的水下定位系统,其特征在于,所述水下设备具体用于：

获取对浮标进行图像识别的识别结果,并根据所述识别结果获得所述浮标相对相机坐标系的第一方向坐标；

根据所述相机坐标系与机体坐标系的转移矩阵,获得所述浮标相对于机体坐标系的第二方向坐标；

根据水下设备的三维姿态矩阵,获得所述浮标相对于相对位置坐标系的第三方向坐标,其中,所述相对位置坐标系的原点位于机体中心；

结合所述第一至第三方向坐标以及水下设备的深度,获得所述浮标相对于水下设备的相对三维位置坐标。

9. 根据权利要求7或8所述的水下定位系统,其特征在于,所述相机具体用于：

获取对浮标进行拍摄的图像；

采用多尺度模板匹配方法对所述图像进行识别,获得对浮标进行图像识别的识别结果。

10. 根据权利要求9所述的水下定位系统,其特征在于,所述相机具体用于：

将预设匹配模块进行 $m$ 个不同尺度的缩放和 $n$ 个角度的旋转,获得 $m*n$ 个模板；

根据预设步长,对所述图像进行滑窗扫描,并针对每个扫描位置,都将滑窗图像与 $m*n$ 个模板进行匹配,确定各扫描位置对应的扫描系数；

从所有扫描位置对应的扫描系数中获取最大的扫描系数,并确定所述最大的扫描系数对应的滑窗图像像素坐标为识别结果。

11. 根据权利要求8所述的水下定位系统,其特征在于,所述水下设备用于通过以下方式获取水下设备的三维姿态矩阵：

根据所述水下设备的俯仰角、横滚角和航向角,获得所述三维姿态角度；

根据所述三维姿态角度,获得机体坐标系与相对位置坐标系之间的三维姿态矩阵。

12. 根据权利要求7所述的水下定位系统,其特征在于,所述水下设备具体用于：

将G坐标系下浮标的位置信息转换到地固坐标系,得到所述浮标的位置信息在地固坐标系中的第一坐标；其中,所述G坐标系是以参考椭球面为基准面建立起来的坐标系,物体位置用(经度 $L$ , 纬度 $\lambda$ , 高度 $h$ )表示；所述地固坐标系的原点 $O(0,0,0)$ 为地球质心, $z$ 轴与地轴平行指向北极点, $x$ 轴指向本初子午线与赤道的交点, $y$ 轴垂直于 $xOz$ 平面；

将相对位置坐标系下水下设备与浮标的相对位置转换到地固坐标系,得到所述相对位置在地固坐标系中的第二坐标;

根据第一坐标和第二坐标,获得水下设备在地固坐标系中的第三坐标;

将地固坐标系中的第三坐标转换到G坐标系,获得水下设备在G坐标系中的第四坐标,从而获得水下设备的经纬度坐标。

## 水下定位方法和系统

### 技术领域

[0001] 本公开实施例涉及水下定位领域,尤其涉及一种水下定位方法和系统。

### 背景技术

[0002] 随着现代科学技术的发展,特别是我国海洋强国战略的实施,对水下导航在精度和可靠性方面都提出了更高的要求,这也是当前水下导航技术的发展方向。

[0003] 许多水下设备应用惯性导航系统进行自主定位,但惯性导航系统具有累积误差,针对水下系统所用的惯性传感器,推算的位置与运动状态会在短时间内发散。

[0004] 由此可见,现有的惯性导航系统很难满足水下导航在精度和可靠性方面的要求,因此提供一种水下设备的定位、导航技术,以提高定位、导航的精度和可靠性。

### 发明内容

[0005] 本公开实施例提供一种水下定位方法及系统,用以提高定位导航的精度和可靠性。

[0006] 第一方面,本公开提供一种水下定位方法,应用于水下定位系统,所述水下定位系统包括水下设备、固定于所述水下设备上的相机以及带标记物的浮标,所述浮标的标记物设于水下且位于所述相机的视角范围内,所述水下定位方法包括:

[0007] 获取浮标的位置信息;

[0008] 拍摄所述浮标并识别拍摄的图像,获取对应的识别结果;

[0009] 根据所述识别结果,确定所述浮标相对于水下设备的相对三维位置坐标,根据所述浮标的位置信息和相对三维位置坐标,确定所述水下设备的经纬度坐标。

[0010] 第二方面,本公开提供一种水下定位系统,包括:水下设备、固定于所述水下设备上的相机以及带标记物的浮标,所述浮标的标记物设于水下且位于所述相机的视角范围内;

[0011] 所述浮标包括:GPS模块,用于获取浮标的位置信息;

[0012] 所述相机,用于拍摄所述浮标并识别拍摄的图像,获取对应的识别结果;

[0013] 所述水下设备,用于根据所述识别结果,确定所述浮标相对于水下设备的相对三维位置坐标,并根据所述浮标的位置信息和相对三维位置坐标,确定所述水下设备的经纬度坐标。

[0014] 现有技术中水下设备定位方法使用惯性导航系统与GPS结合进行水下导航、定位,但由于GPS在水下无法传播,使用惯性导航系统与GPS结合的导航定位会产生累积误差。本公开实施例提供的水下定位方法,将GPS放置于位于水面的浮标上,并用相机确定对浮标拍摄图像的识别结果,从而使水下设备确定浮标相对于水下设备的相对三维位置坐标,从而确定水下设备的经纬度坐标,没有累积误差。本公开实施例可以得到水下设备的实时经纬度,能够避免现有技术中水下无线电波无法远距离传播与惯性单元误差累计的缺陷。

## 附图说明

[0015] 为了更清楚地说明本公开实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本公开的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0016] 图1为本公开一实施例提供的水下定位方法的示意图;

[0017] 图2为本公开另一实施例提供的水下定位方法示意图;

[0018] 图3为本公开再一实施例提供的水下定位方法的示意图;

[0019] 图4为本公开又再一实施例提供的水下定位方法示意图;

[0020] 图5为本公开一实施例提供的水下定位系统在水下的放置示意图;

[0021] 图6为本公开另一实施例提供的水下定位系统的结构示意图。

## 具体实施方式

[0022] 为使本公开实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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,所描述的实施例是本公开一部分实施例,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作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本公开保护的范围。

[0023] 请参阅图1,本公开实施例提供一种水下定位方法,应用于水下定位系统,所述水下定位系统包括水下设备、固定于所述水下设备上的相机以及带标记物的浮标,所述浮标的标记物设于水下且位于所述相机的视角范围内。所述水下设备可以包括惯性单元、磁罗盘单元、深度计和中央处理单元,所述惯性单元、磁罗盘单元和深度计均与中央处理单元连接。所述浮标可以包括GPS模块,用于获取浮标的位置信息。图1所述水下定位方法具体如下。

[0024] 在步骤102,浮标获取浮标的位置信息。可选的,浮标可以通过GPS模块获取浮标的位置信息。

[0025] 在步骤104,相机拍摄所述浮标并识别拍摄的图像,获取对应的识别结果,以用于水下设备根据所述识别结果确定浮标相对于水下设备的相对三维位置坐标。

[0026] 可选的,相机可以为大视角相机,示例性的相机可以为90度以上广角相机至140度以上鱼眼相机。应当理解的是,相机可以根据具体需要来选择,在此不做特别限定。还应当理解的是,为了便于相机拍摄及识别,浮标的标记物可以带有预设形状或图案,该形状或图案可根据需要具体设定,在此不做特别限定。

[0027] 在步骤106,根据所述识别结果,确定所述浮标相对于水下设备的相对三维位置坐标,根据所述浮标的位置信息和相对三维位置坐标,确定所述水下设备的经纬度坐标。

[0028] 现有技术中水下设备定位方法使用惯性导航系统与GPS结合进行水下导航、定位,但由于GPS在水下无法传播,使用惯性导航系统与GPS结合的导航定位会产生累积误差。本公开实施例提供的水下定位方法,将GPS放置于位于水面的浮标上,并用相机确定对浮标拍摄图像的识别结果,从而使水下设备确定浮标相对于水下设备的相对三维位置坐标,从而确定水下设备的经纬度坐标,没有累积误差。本公开实施例可以得到水下设备的实时经纬

度,能够避免现有技术中水下无线电波无法远距离传播与惯性单元误差累计的缺陷。

[0029] 在上述可选的实施例中,所述获取对应的识别结果可以包括:获取对浮标进行拍摄的图像并采用多尺度模板匹配方法对所述图像进行识别,获得对浮标进行图像识别的识别结果。可选的,如图2所示,所述采用多尺度模板匹配方法对所述图像进行识别具体如下。

[0030] 步骤1041、将预设匹配模块进行m个不同尺度的缩放和n个角度的旋转,获得m\*n个模板;

[0031] 步骤1042、根据预设步长,对所述图像进行滑窗扫描,并针对每个扫描位置,都将滑窗图像与m\*n个模板进行匹配,确定各扫描位置对应的扫描系数;

[0032] 步骤1043、从所有扫描位置对应的扫描系数中获取最大的扫描系数,并确定所述最大的扫描系数对应的滑窗图像像素坐标为识别结果。基于所述滑窗图像像素坐标对应的齐次坐标和相机内参矩阵,可以得到相机坐标系下的归一化坐标,该归一化坐标含有浮标相对相机坐标系的第一方向坐标。因此,能够根据所述识别结果获得浮标相对相机坐标系的第一方向坐标。

[0033] 在上述可选的实施例中,如图3所示,步骤106通过以下方法确定所述浮标相对于水下设备的相对三维位置坐标。

[0034] 在步骤1060、根据所述识别结果获得所述浮标相对相机坐标系的第一方向坐标。

[0035] 在步骤1061、根据所述相机坐标系与机体坐标系的转移矩阵,获得所述浮标相对于机体坐标系的第二方向坐标。在本申请实施例中,机体即为水下设备。

[0036] 在步骤1062、根据水下设备的三维姿态矩阵,获得所述浮标相对于相对位置坐标系的第三方向坐标,其中,所述相对位置坐标系的原点位于机体中心。在某些可选的实施例中,水下设备包括惯性单元、磁罗盘和深度计,其中,惯性单元里的水平加计可以得到水下设备的俯仰角和横滚角,磁罗盘可以得到水下设备的航向角,深度计可以得到水下设备的深度。则获取水下设备的三维姿态矩阵具体可以为:根据所述水下设备的俯仰角、横滚角和航向角,获得所述三维姿态角度;由所述三维姿态角度,能够获得机体坐标系与相对位置坐标系之间的三维姿态矩阵。

[0037] 示例性的,根据三维姿态角度获取三维姿态矩阵的方法可以为:假设 $(\gamma, \theta, \psi)$ 为机体坐标系与相对位置坐标系的夹角,分别为(横滚角,俯仰角,航向角),可由机体惯性传感器以及导航解算得到。由欧拉角 $(\gamma, \theta, \psi)$ 可以得到机体坐标系与相对位置坐标系之间的三维姿态矩阵 $R_t^b$ 。

$$[0038] \quad R_t^b = R_\gamma \cdot R_\theta \cdot R_\psi = \begin{bmatrix} \cos\psi \cos\theta & \sin\psi \cos\theta & -\sin\theta \\ \cos\psi \sin\theta \sin\gamma - \sin\psi \cos\gamma & \sin\psi \sin\theta \sin\gamma + \cos\psi \cos\gamma & \cos\theta \sin\gamma \\ \cos\psi \sin\theta \cos\gamma + \sin\psi \sin\gamma & \sin\psi \sin\theta \cos\gamma - \cos\psi \sin\gamma & \cos\theta \cos\gamma \end{bmatrix}$$

[0039] 在步骤1063、结合所述第一至第三方向坐标以及水下设备的深度,获得所述浮标相对于水下设备的相对三维位置坐标。在某些可选的实施例中,所述根据所述浮标的位置信息和相对三维位置坐标,确定所述水下设备的经纬度坐标包括:将G坐标系下浮标的位置信息转换到地固坐标系,得到所述浮标的位置信息在地固坐标系中的第一坐标;将相对位置坐标系下水下设备与浮标的相对位置转换到地固坐标系,得到所述相对位置在地固坐标系中的第二坐标;根据第一坐标和第二坐标,获得水下设备在地固坐标系中的第三坐标;将地固坐标系中的第三坐标转换到G坐标系,获得水下设备在G坐标系中的第四坐标,从而获

得水下设备的经纬度坐标。

[0040] 在一可选的实施例中,确定水下设备的经纬度坐标包括:首先,获取浮标的位置信息,即G坐标系经纬高度坐标,转换到ECEF坐标系 $P_{\text{ref}}^e$ 。已知机体与浮标的相对位置在相对位置坐标系下的表示 $P_b^t$ ,将该相对位置 $P_b^t$ 转换到ECEF坐标系为 $P_b^e$ ,该相对位置 $P_b^e$ 加上 $P_{\text{ref}}^e$ ,得到机体在ECEF坐标系下坐标,再将其坐标转化成G系坐标,获得经纬度坐标。

[0041] 相关坐标系:ECEF,一种以地心为原点的地固坐标系(也称地球坐标系),是一种笛卡尔坐标系。原点 $O(0,0,0)$ 为地球质心, $z$ 轴与地轴平行指向北极点, $x$ 轴指向本初子午线与赤道的交点, $y$ 轴垂直于 $xOz$ 平面(即东经90度与赤道的交点)。

[0042] Geodetic或G坐标系,通过GPS获取的飞行器的位置坐标基于该坐标系。该坐标系是以参考椭球面为基准面建立起来的坐标系。某点的位置用经度、纬度和高度表示,也就是 $(L, \lambda, h)$ 。

[0043] 一种定义方式为经度 $L$ 为本初子午面与该点所在的子午面所构成的二面角,由本初子午面起算,向东为正,称为东经( $0 \sim 180$ ),向西为负,称为西经( $0 \sim 180$ );纬度 $\lambda$ 是经过该点作椭球面的法线与赤道面的夹角,由赤道面起算,向北为正,称为北纬( $0 \sim 90$ ),向南为负,称为南纬( $0 \sim 90$ );大地高 $H$ 是地面点沿椭球的法线到椭球面的距离。

[0044] 相对位置坐标系:坐标系的原点固定于地球表面的一点, $x$ 轴指向东, $z$ 轴向上垂直于地球椭球面, $y$ 轴指向北。可选的,坐标系的原点固定于机体中心。

[0045] 下面通过一示例对本公开实施例进行说明。

[0046] 本示例提供的水下定位方法应用于水下定位系统,该水下定位系统包括:水下设备、固定于所述水下设备上的相机以及带标记物的浮标,所述浮标的标记物设于水下且位于所述相机的视角范围内。所述水下设备包括惯性单元、磁罗盘单元、深度计和中央处理单元,所述惯性单元、磁罗盘单元和深度计均与中央处理单元连接,其中,惯性单元里的水平加计可以得到水下设备的俯仰角和横滚角,磁罗盘可以得到水下设备的航向角,深度计可以得到水下设备的深度;所述浮标包括GPS模块,用于获取浮标的位置信息。所述相机用于对拍摄的图像进行识别。请参阅图4及图5,本示例提供的水下定位方法具体如下。

[0047] 步骤400、浮标通过GPS模块获取浮标的位置信息。

[0048] 步骤401、相机对浮标进行拍摄,并对拍摄的图像进行识别,获取识别结果。由于标记物位于相机视角范围内,便于相机识别。相机通过多尺度全角度模板匹配方法对图像进行识别,识别的过程具体为:将匹配模板进行不同尺度的缩放,进行全角度的旋转。若设置 $m$ 的不同尺度,与 $n$ 个旋转角度,则最终可生成 $m*n$ 个模板。可设置一定扫描步长,对相机所拍图像进行滑窗扫描,在所有 $s$ 个扫描位置,都将滑窗图像与 $m*n$ 个模板进行匹配,计算相关系数。找出 $m*n*s$ 个相关系数中的最大值,其对应的滑窗图像像素坐标位置 $(u, v)$ 为相机识别结果。

[0049] 步骤402、根据所述识别结果获得所述浮标相对相机坐标系的第一方向坐标。相机识别结果为像素坐标位置 $(u, v)$ ,考虑用齐次坐标 $p = (u, v, 1)$ ,利用相机内参矩阵 $K$ ,可以得到相机坐标系下的归一化坐标 $p^c = (x, y, 1) = K^{-1}p$ 。可以用该归一化坐标进行后续运算,该归一化坐标含有浮标相对于相机坐标系的第一方向坐标信息。

[0050] 步骤403、根据所述相机坐标系与机体坐标系的转移矩阵,获得所述浮标相对于机体坐标系的第二方向坐标。相机坐标系与机体坐标系的转移矩阵 $C$ 已知,获得浮标相对于机



体坐标系的第二方向坐标,  $p^b = C^{-1} * p^c$ 。

[0051] 步骤404、根据水下设备的三维姿态矩阵, 获得所述浮标相对于相对位置坐标系的第三方向坐标, 其中, 所述相对位置坐标系的原点位于机体中心。结合所述设备三维姿态矩阵  $R$ , 可以得到浮标相对于原点位于机体位置的相对位置坐标系的第三方向坐标,  $p^t = R^{-1} * p^b$ 。三维姿态矩阵的获得如前文所述, 在此不再说明。在本实施例中,  $b$ 、 $c$ 、 $t$  分别表示机体坐标系、相机坐标系、相对位置坐标系。这三个坐标系属于笛卡尔坐标系, 可以有不同的定义方式, 结合本实施例的一种可选定义方式如下。

[0052] 机体坐标系  $b$ :

[0053] 坐标原点位于机体中心,  $x$  轴以机体右方为正向,  $y$  轴以机体前方为正向,  $z$  轴以机体上方为正向,

[0054] 相机坐标系  $c$ :

[0055] 坐标原点位于相机中心, 方向与机体坐标系定义一致。

[0056] 相对位置坐标系  $t$ :

[0057] 坐标原点位于机体中心,  $x$  轴以东方为正向,  $y$  轴以北方为正向,  $z$  轴以垂直向上为正向。

[0058] 步骤405、结合所述第一至第三方向坐标以及水下设备的深度, 获得所述浮标相对于水下设备的相对三维位置坐标。设  $p^t = (p_x^t, p_y^t, p_z^t)$ , 已知设备深度  $H$ , 可以得到浮标相对于水下设备的相对三维位置坐标  $T = (p_x^t/p_z^t, p_y^t/p_z^t, 1) * H$ , 则水下设备相对于浮标的相对三维位置坐标  $T' = (-p_x^t/p_z^t, -p_y^t/p_z^t, -1) * H$ 。

[0059] 步骤406、由于浮标上装有GPS模块, 可以得到浮标的绝对位置, 利用水下设备相对于浮标的相对三维位置坐标得到水下设备的绝对位置。

[0060] 请参阅图6, 本公开实施例提供一种水下定位系统, 包括: 水下设备、固定于所述水下设备上的相机以及带标记物的浮标, 所述浮标的标记物设于水下且位于所述相机的视角范围内。所述水下设备可以包括惯性单元、磁罗盘单元、深度计和中央处理单元, 所述惯性单元、磁罗盘单元和深度计均与中央处理单元连接。

[0061] 所述浮标可以包括GPS模块, 用于获取浮标的位置信息。

[0062] 所述相机, 用于拍摄所述浮标并识别拍摄的图像, 获取对应的识别结果。可选的, 相机可以为大视角相机, 示例性的相机可以为90度以上广角相机至140度以上鱼眼相机。应当理解的是, 相机可以根据具体需要来选择, 在此不做特别限定。还应当理解的是, 为了便于相机拍摄及识别, 浮标的标记物可以带有预设形状或图案, 该形状或图案可根据需要具体设定, 在此不做特别限定。

[0063] 所述水下设备, 用于根据所述识别结果, 确定所述浮标相对于水下设备的相对三维位置坐标, 并根据所述浮标的位置信息和相对三维位置坐标, 确定所述水下设备的经纬度坐标。

[0064] 现有技术中水下设备定位方法使用惯性导航系统与GPS结合进行水下导航、定位, 但由于GPS在水下无法传播, 使用惯性导航系统与GPS结合的导航定位会产生累积误差。本公开实施例提供的水下定位方法, 将GPS放置于位于水面的浮标上, 并用相机确定对浮标拍摄图像的识别结果, 从而使水下设备确定浮标相对于水下设备的相对三维位置坐标, 从而确定水下设备的经纬度坐标, 没有累积误差。本公开实施例可以得到水下设备的实时经纬

度,能够避免现有技术中水下无线电波无法远距离传播与惯性单元误差累计的缺陷。

[0065] 在上述可选的实施例中,所述相机具体用于:获取对浮标进行拍摄的图像;以及,采用多尺度模板匹配方法对所述图像进行识别,获得对浮标进行图像识别的识别结果。可选的,所述相机具体用于通过下方式对图像进行识别:将预设匹配模块进行 $m$ 个不同尺度的缩放和 $n$ 个角度的旋转,获得 $m*n$ 个模板;根据预设步长,对所述图像进行滑窗扫描,并针对每个扫描位置,都将滑窗图像与 $m*n$ 个模板进行匹配,确定各扫描位置对应的扫描系数;以及,从所有扫描位置对应的扫描系数中获取最大的扫描系数,并确定所述最大的扫描系数对应的滑窗图像像素坐标为识别结果。

[0066] 在上述可选的实施例中,所述水下设备具体用于:

[0067] 获取对浮标进行图像识别的识别结果,并根据所述识别结果获得所述浮标相对相机坐标系的第一方向坐标;

[0068] 根据所述相机坐标系与机体坐标系的转移矩阵,获得所述浮标相对于机体坐标系的第二方向坐标;

[0069] 根据水下设备的三维姿态矩阵,获得所述浮标相对于相对位置坐标系的第三方向坐标,其中,所述相对位置坐标系的原点位于机体中心;在上述可选的实施例中,所述水下设备用于通过以下方式获取水下设备的三维姿态矩阵:根据所述水下设备的俯仰角、横滚角和航向角,获得所述三维姿态角度;以及,根据所述三维姿态角度,获得机体坐标系与相对位置坐标系之间的三维姿态矩阵;

[0070] 结合所述第一至第三方向坐标以及水下设备的深度,获得所述浮标相对于水下设备的相对三维位置坐标。

[0071] 在上述可选的实施例中,所述水下设备具体用于:

[0072] 将G坐标系下浮标的位置信息转换到地固坐标系,得到所述浮标的位置信息在地固坐标系中的第一坐标;其中,所述G坐标系是以参考椭球面为基准面建立起来的坐标系,物体位置用(经度 $L$ ,纬度 $\lambda$ ,高度 $h$ )表示;所述地固坐标系的原点 $O(0,0,0)$ 为地球质心, $z$ 轴与地轴平行指向北极点, $x$ 轴指向本初子午线与赤道的交点, $y$ 轴垂直于 $xOz$ 平面(即东经90度与赤道的交点);

[0073] 将相对位置坐标系下水下设备与浮标的相对位置转换到地固坐标系,得到所述相对位置在地固坐标系中的第二坐标;

[0074] 根据第一坐标和第二坐标,获得水下设备在地固坐标系中的第三坐标;

[0075] 将地固坐标系中的第三坐标转换到G坐标系,获得水下设备在G坐标系中的第四坐标,从而获得水下设备的经纬度坐标。

[0076] 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,其中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模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性的劳动的情况下,即可以理解并实施。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各实施方式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。基于这样的理解,上述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,该计算机软件产品可以存储在计算机可读存储介质中,如ROM/

RAM、磁碟、光盘等,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)执行各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。

[0077] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本公开的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本公开进行了详细的说明,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公开各实施例技术方案的精神和范围。

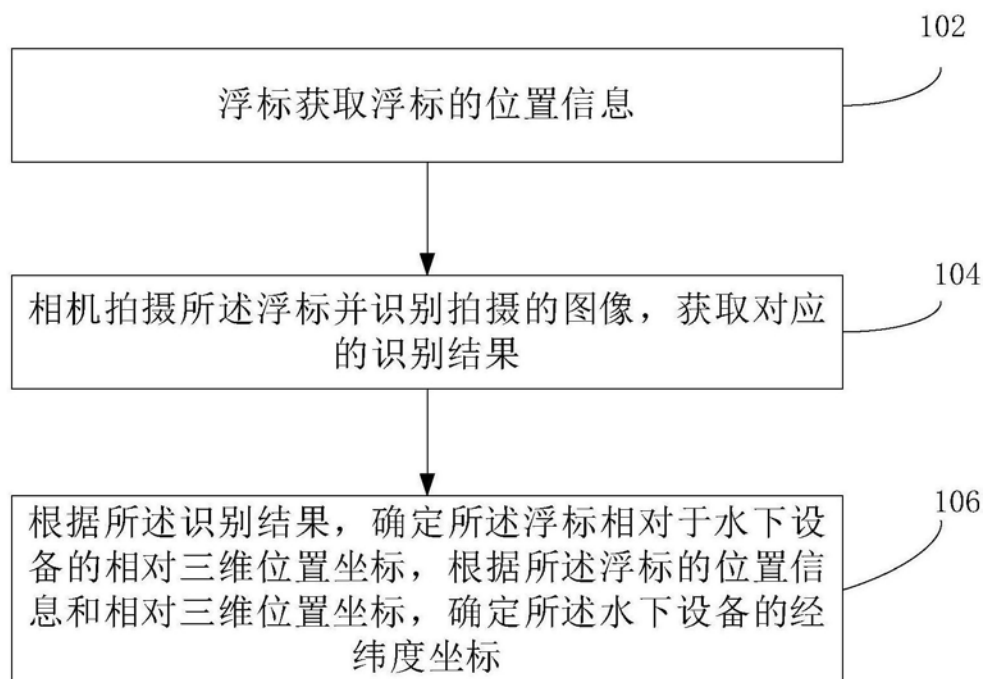


图1

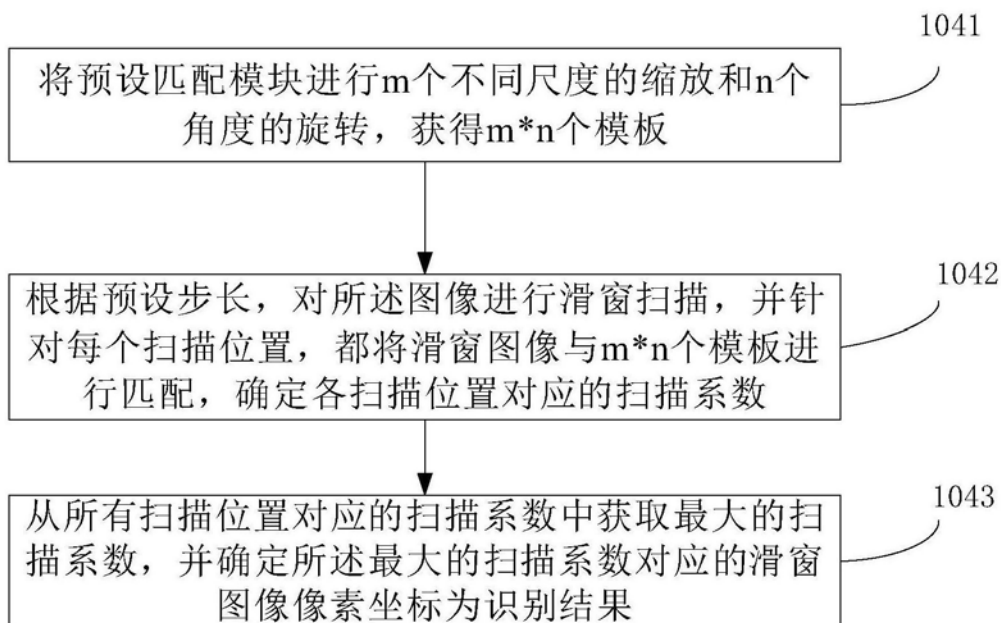


图2

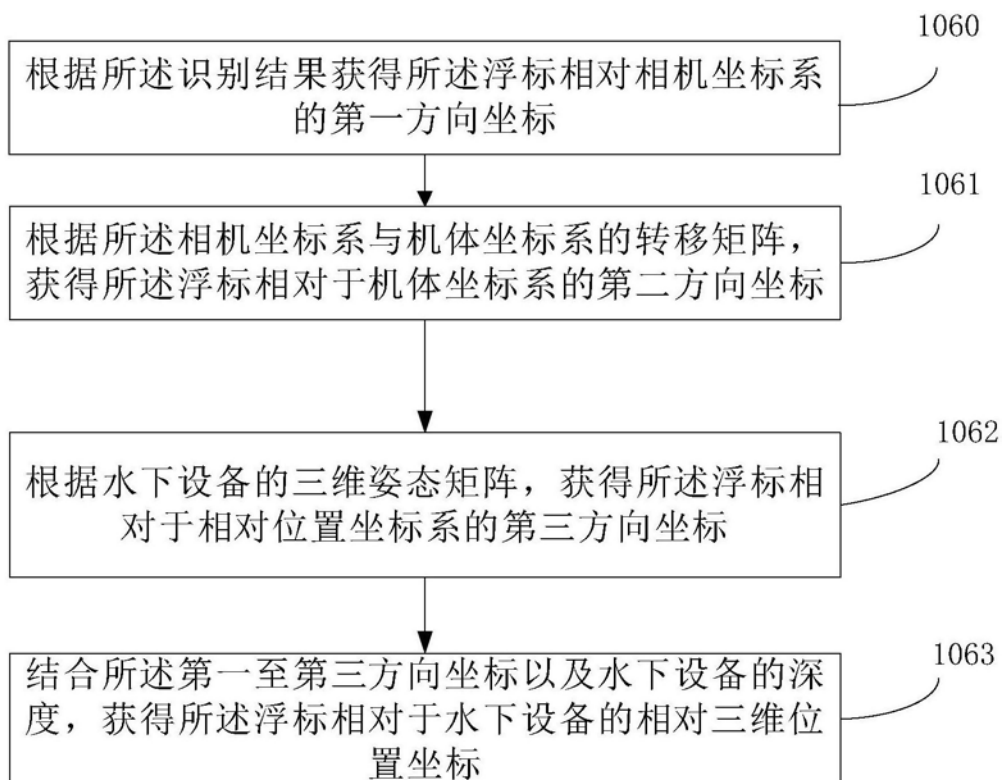


图3

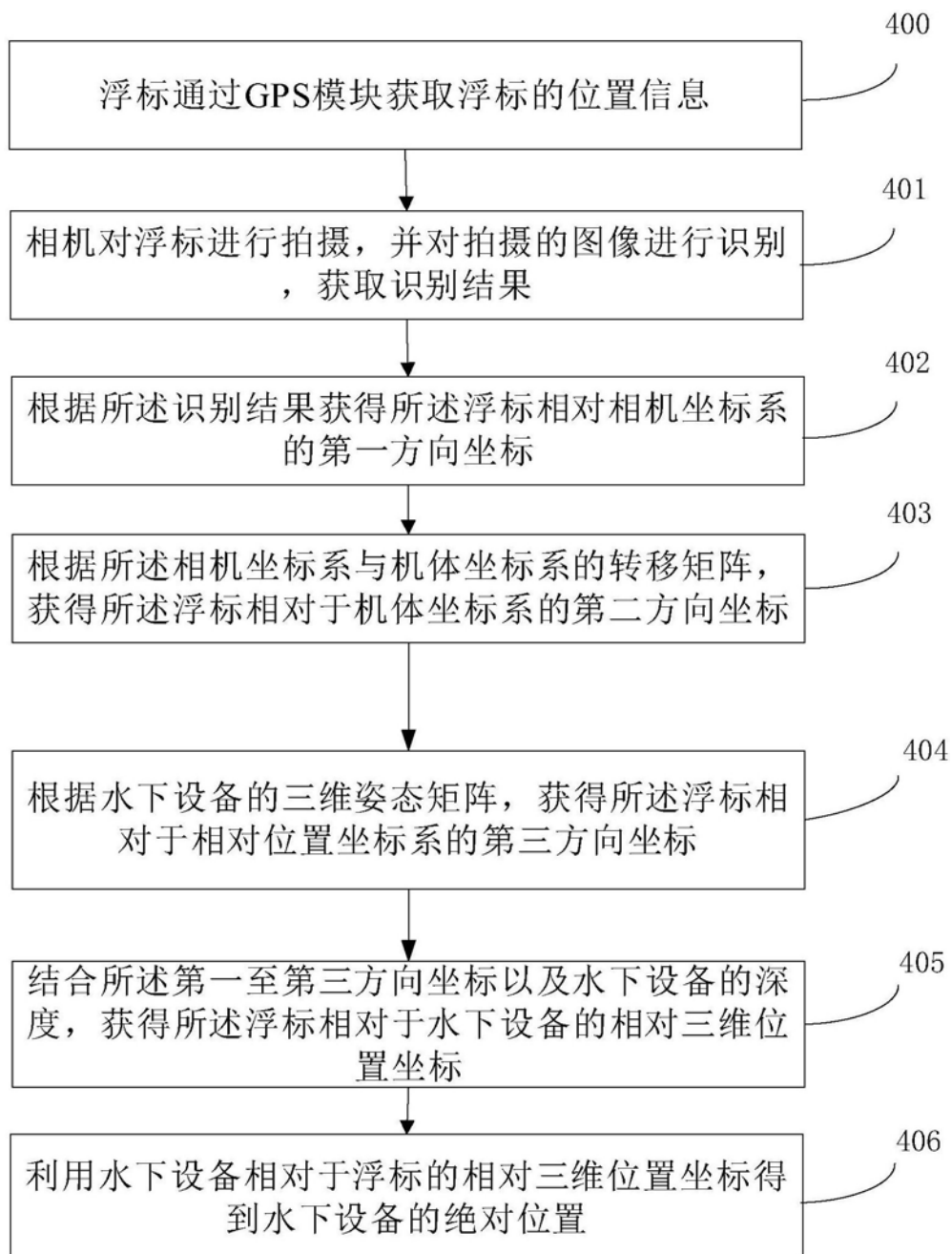


图4

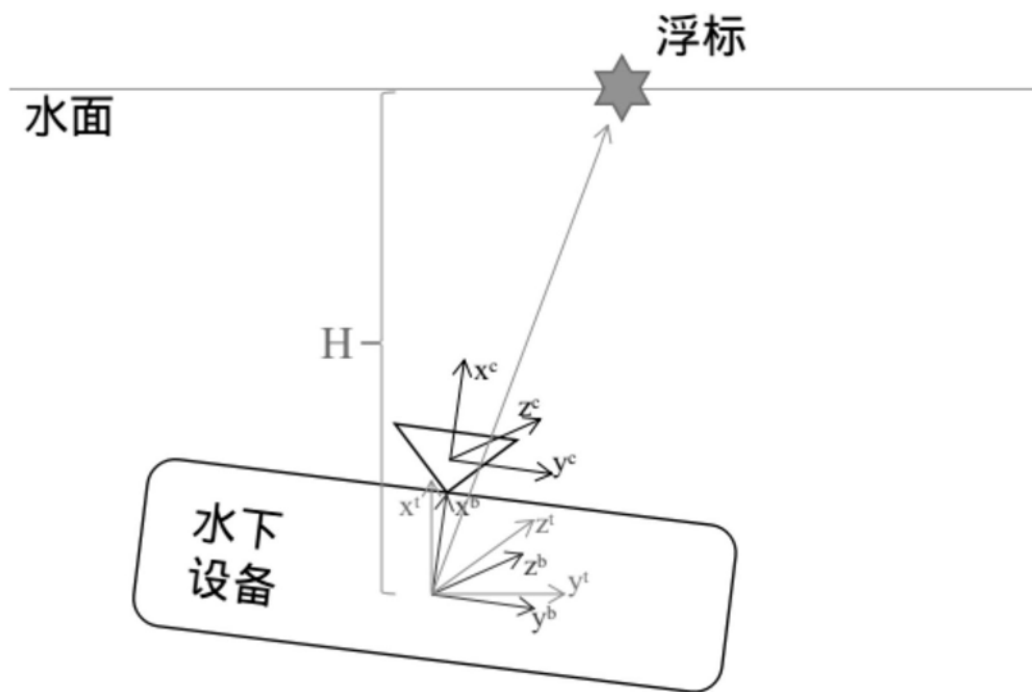


图5



图6