(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109859269 B
(45)授权公告日 2020.11.24

(21)申请号 201910108047.2
(22)申请日 2019.02.02
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109859269 A
(43)申请公布日 2019.06.07
(73)专利权人 重庆交通大学
地址 400074 重庆市南岸区学府大道66号
(72)发明人 张生军 王宏刚 许登元
(74)专利代理机构 北京知呱呱知识产权代理有限公司 11577
代理人 丁彦峰 贺亚明
(51)Int.Cl.
G06T 7/73(2017.01)
G06T 7/80(2017.01)

(56)对比文件
CN 107085852 A,2017.08.22
CN 106780335 A,2017.05.31
CN 108038415 A,2018.05.15
US 9068884 B1,2015.06.30
李蔚.基于立体视觉与LSPIV的河流水动力过程近距离遥感测量系统.《中国博士学位论文全文数据库基础科学辑》.2017,
Moramarco T,Alimenti F,Zucco G.A prototype of radar-drone system for measuring the surface flow velocity at river sites and discharge estimation.《EGU2015-12853, 2015. EGU General Assembly Conference Abstracts》.2015,

审查员 李卿

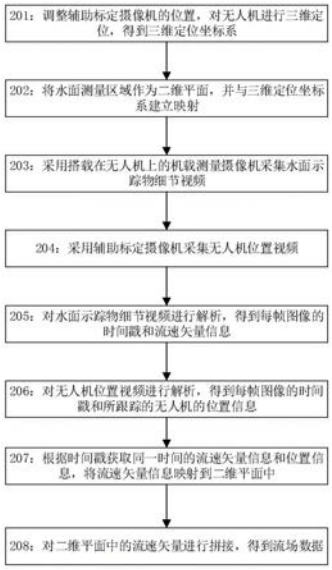
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

岸基视频辅助定位无人机大范围流场测量方法及装置

(57)摘要

本发明实施例公开了一种岸基视频辅助定位无人机大范围流场测量方法及装置,属于图像处理、视频分析技术领域,包括:调整辅助标定摄像机的位置,对无人机进行三维定位,得到三维定位坐标系;将水面测量区域作为二维平面,与三维定位坐标系建立映射;采用搭载在无人机上的机载测量摄像机,采集水面示踪物细节视频;采用辅助标定摄像机采集无人机位置视频;对水面示踪物细节视频进行解析,得到每帧图像的时间戳和流速矢量信息;对无人机位置视频进行解析,得到每帧图像的时间戳和位置信息;根据时间戳获取同一时间的流速矢量信息和位置信息,根据位置信息将流速矢量信息映射到二维平面中;对二维平面中的流速矢量进行拼接,得到流场数据。



CN 109859269 B

1.一种岸基视频辅助定位无人机大范围流场测量方法,其特征在于,包括:

调整辅助标定摄像机的位置,对无人机进行三维定位,得到三维定位坐标系;

将水面测量区域作为二维平面,与所述三维定位坐标系建立映射;

采用搭载在所述无人机上的机载测量摄像机,采集水面示踪物细节视频;

采用所述辅助标定摄像机采集无人机位置视频;

对所述水面示踪物细节视频进行解析,得到每帧图像的时间戳和流速矢量信息;

对所述无人机位置视频进行解析,得到每帧图像的时间戳和所跟踪的无人机的位置信息;

根据对所述水面示踪物细节视频进行解析得到的每帧图像的时间戳和对所述无人机位置视频进行解析得到的每帧图像的时间戳获取同一时间的流速矢量信息和位置信息,根据所述位置信息将所述流速矢量信息映射到所述二维平面中;

对所述二维平面中的流速矢量进行拼接,得到流场数据。

2.如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述调整辅助标定摄像机的位置,对无人机进行三维定位,得到三维定位坐标系,包括:

采用棋盘格标定法,调整所述辅助标定摄像机PTZ,使得视场包含所述测量水面区域及所设置的棋盘格标定板和无人机,在符合标定条件时,固定所述辅助标定摄像机的位置,确定三维定位坐标系。

3.如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述辅助标定摄像机至少为两台。

4.如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述采用搭载在所述无人机上的机载测量摄像机,采集水面示踪物细节视频,包括:

调整所述机载测量摄像机的位置,使其与水面垂直,根据视场内的视频,利用反差对焦方法进行所述机载测量摄像机自动对焦,记录当前的PTZ和时间戳,采集水面示踪物细节视频。

5.如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述对所述水面示踪物细节视频进行解析,得到每帧图像的时间戳和流速矢量信息,包括:

对所述水面示踪物细节视频进行解析,得到每帧图像的时间戳,采用光流算法对水面示踪物细节视频中的可跟踪特征进行目标跟踪处理,得到所述时间戳对应的流速矢量信息。

6.如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述采用所述辅助标定摄像机采集无人机位置视频,包括:

采用所述辅助标定摄像机追踪预先设有示踪标记的无人机,采集无人机位置视频。

7.如权利要求6所述的方法,其特征在于,所述对所述无人机位置视频进行解析,得到每帧图像的时间戳和所跟踪的无人机的位置信息,包括:

对所述无人机位置视频进行解析,对解析得到的每帧图像,识别所述无人机示踪标记及对应的时间戳,将所述示踪标记转换到所述三维定位坐标系中,将其作为所述无人机的位置信息。

8.一种岸基视频辅助定位无人机大范围流场测量装置,其特征在于,包括:

三维标定模块,分别与坐标映射模块、水面视频采集模块、位置视频采集模块连接,用于调整辅助标定摄像机的位置,对无人机进行三维定位,得到三维定位坐标系;

坐标映射模块，用于将水面测量区域作为二维平面，与所述三维定位坐标系建立映射；

水面视频采集模块，用于采用搭载在所述无人机上的机载测量摄像机，采集水面示踪物细节视频；

位置视频采集模块，用于采用所述辅助标定摄像机采集无人机位置视频；

水面视频解析模块，分别与所述水面视频采集模块和坐标转换模块连接，用于对所述水面示踪物细节视频进行解析，得到每帧图像的时间戳和流速矢量信息；

位置视频解析模块，分别与所述位置视频采集模块和所述坐标转换模块连接，用于对所述无人机位置视频进行解析，得到每帧图像的时间戳和所跟踪的无人机的位置信息；

坐标转换模块，用于根据对所述水面示踪物细节视频进行解析得到的每帧图像的时间戳和对所述无人机位置视频进行解析得到的每帧图像的时间戳获取同一时间的流速矢量信息和无人机位置信息，根据所述位置信息将所述流速矢量信息映射到所述二维平面中；

流场合成模块，与所述坐标转换模块连接，用于对所述二维平面中的流速矢量进行拼接，得到流场数据。

9.一种岸基视频辅助定位无人机大范围流场测量电子设备，其特征在于，包括：

岸基辅助定位摄像机，与视频采集无人机连接，通过调整辅助标定摄像机的位置，对视频采集无人机进行三维定位，得到三维定位坐标系；用于采集无人机位置视频；

视频采集无人机，用于采集水面示踪物细节视频；

数据处理计算机，分别与所述岸基辅助定位摄像机和所述视频采集无人机连接，用于将水面测量区域作为二维平面，与所述三维定位坐标系建立映射；用于对所述水面示踪物细节视频进行解析，得到每帧图像的时间戳和流速矢量信息；用于对所述无人机位置视频进行解析，得到每帧图像的时间戳和所跟踪的无人机位置信息，根据所述时间戳获取同一时间的流速矢量信息和位置信息，根据所述位置信息将所述流速矢量信息映射到二维平面中，对所述二维平面中的流速矢量进行拼接，得到流场数据。

10.一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质中存储有程序，所述程序用于实现如权利要求1-7所述的岸基视频辅助定位无人机大范围流场测量方法。

岸基视频辅助定位无人机大范围流场测量方法及装置

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及图像处理、视频分析技术领域，具体涉及岸基视频辅助定位无人机大范围流场测量方法及装置。

背景技术

[0002] 由于技术限制，现有机载摄像机流场测量方法，测量范围小、精度低。首先，由于摄像机成像原理的限制，摄像机成像目标分辨率与视场大小呈反比。在流场测量时为保证水面纹理或漂浮物视频清晰可辨，势必降低视场大小，进而限制了测量范围，而采用不同水面区域的视场拼接会带来测量误差，因此单机载摄像机流场测量无法应用于大范围流场测量。其次，摄像机成像视场范围越大，测量误差越大。由于光学摄像机镜头成像时存在畸变，被拍摄物体越靠近视场边缘畸变越大，因此在同等视距，焦距越短测量范围越大，畸变也越大。虽然可以通过图像校准技术部分还原畸变，但无形中这种校准也会引入测量误差。因此视频法测量水面流速时，水面被测量点离开摄像机与水面垂直中轴线距离不能太远。

[0003] 同时，由于基于机载摄影的流速测量中精确测量相机与被测目标之间的距离是流速标定的关键技术，但是现有的机载摄像机流速测量，由于无法精确控制无人机高度，也就无法获知无人机与水面的距离，进而影响无人机测量精度。

[0004] 综上所述，本发明人发现，在现有技术中，由于光学摄像机成像时存在畸变，导致水面视场与摄像机垂直中轴线距离受限制，加之无人机高精度定位难度大，无法进行高精度、大范围的流场测量。

发明内容

[0005] 为此，本发明实施例提供一种岸基视频辅助定位无人机大范围流场测量方法及装置，以解决现有技术中的问题。

[0006] 为了实现上述目的，本发明的实施方式提供如下技术方案：

[0007] 在本发明的第一方面中，提供了一种岸基视频辅助定位无人机大范围流场测量方法，包括：

[0008] 调整辅助标定摄像机的位置，对无人机进行三维定位，得到三维定位坐标系；

[0009] 将水面测量区域作为二维平面，与所述三维定位坐标系建立映射；

[0010] 采用搭载在所述无人机上的机载测量摄像机，采集水面示踪物细节视频；

[0011] 采用所述辅助标定摄像机采集无人机位置视频；

[0012] 对所述水面示踪物细节视频进行解析，得到每帧图像的时间戳和流速矢量信息；

[0013] 对所述无人机位置视频进行解析，得到每帧图像的时间戳和无人机位置信息；

[0014] 根据所述时间戳获取同一时间的流速矢量信息和位置信息，根据所述位置信息将所述流速矢量信息映射到所述二维平面中；

[0015] 对所述二维平面中的流速矢量进行拼接，得到流场数据。

[0016] 在本发明的另一实施例中，所述调整辅助标定摄像机的位置，对无人机进行三维

定位，得到三维定位坐标系，包括：

[0017] 采用棋盘格标定法，调整所述辅助标定摄像机PTZ，使得视场包含所述棋盘格标定板和无人机，在符合标定条件时，固定所述辅助标定摄像机的位置，确定三维定位坐标系。

[0018] 在本发明的另一实施例中，所述辅助标定摄像机至少为两台。

[0019] 在本发明的另一实施例中，所述采用搭载在所述无人机上的机载测量摄像机，采集水面示踪物细节视频，包括：

[0020] 调整所述机载测量摄像机的位置，使其与水面垂直，根据视场内的视频，利用反差对焦方法进行所述机载测量摄像机自动对焦，记录当前的PTZ和时间戳，采集水面示踪物细节视频。

[0021] 在本发明的另一实施例中，所述对所述水面示踪物细节视频进行解析，得到每帧图像的时间戳和流速矢量信息，包括：

[0022] 对所述水面示踪物细节视频进行解析，得到每帧图像的时间戳，采用光流算法对水面示踪物细节视频中的可跟踪特征进行目标跟踪处理，得到所述时间戳对应的流速矢量信息。

[0023] 在本发明的另一实施例中，所述采用所述辅助标定摄像机采集无人机位置视频，包括：

[0024] 采用所述辅助标定摄像机追踪预先设有示踪标记的无人机，采集无人机位置视频。

[0025] 在本发明的另一实施例中，所述对所述无人机位置视频进行解析，得到每帧图像的时间戳和位置信息，包括：

[0026] 对所述无人机位置视频进行解析，对解析得到的每帧图像，识别所述无人机标识示踪标记及对应的时间戳，将所述示踪标记转换到所述三维定位坐标系中，将其作为所述无人机的位置信息。

[0027] 在本发明的第二方面中，提供一种岸基视频辅助定位无人机大范围流场测量装置，包括：

[0028] 三维标定模块，分别与坐标映射模块、水面视频采集模块、位置视频采集模块连接，用于调整辅助标定摄像机的位置，对无人机进行三维定位，得到三维定位坐标系；

[0029] 坐标映射模块，用于将水面测量区域作为二维平面，与所述三维定位坐标系建立映射；

[0030] 水面视频采集模块，用于采用搭载在所述无人机上的机载测量摄像机，采集水面示踪物细节视频；

[0031] 位置视频采集模块，用于采用所述辅助标定摄像机采集无人机位置视频；

[0032] 水面视频解析模块，分别与所述水面视频采集模块和坐标转换模块连接，用于对所述水面示踪物细节视频进行解析，得到每帧图像的时间戳和流速矢量信息；

[0033] 位置视频解析模块，分别与所述位置视频采集模块和所述坐标转换模块连接，用于对所述无人机位置视频进行解析，得到每帧图像的时间戳和位置信息；

[0034] 坐标转换模块，用于根据所述时间戳获取同一时间的流速矢量信息和位置信息，根据所述位置信息将所述流速矢量信息映射到所述二维平面中；

[0035] 流场合成模块，与所述坐标转换模块连接，用于对所述二维平面中的流速矢量进

行拼接，得到流场数据。

[0036] 在本发明的第三方面，提供一种岸基视频辅助定位无人机大范围流场测量电子设备，包括：

[0037] 岸基辅助定位摄像机，与视频采集无人机连接，通过调整辅助标定摄像机的位置，对视频采集无人机进行三维定位，得到三维定位坐标系；用于采集无人机位置视频；

[0038] 视频采集无人机，用于采集水面示踪物细节视频；

[0039] 数据处理计算机，分别与所述岸基辅助定位摄像机和所述视频采集无人机连接，用于将水面测量区域作为二维平面，与所述三维定位坐标系建立映射；用于对所述水面示踪物细节视频进行解析，得到每帧图像的时间戳和流速矢量信息；用于对所述无人机位置视频进行解析，得到每帧图像的时间戳和位置信息，根据所述时间戳获取同一时间的流速矢量信息和位置信息，根据所述位置信息将所述流速矢量信息映射到二维平面中，对所述二维平面中的流速矢量进行拼接，得到流场数据。

[0040] 在本发明的第四方面，提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有程序，所述程序用于实现如上所述的岸基视频辅助定位无人机大范围流场测量方法。

[0041] 根据本发明的实施方式，具有如下优点：采用辅助标定摄像机对无人机进行三维定位，跟踪定位采集无人机位置视频，以及利用搭载在无人机上的机载测量摄像机采集水面示踪物细节视频，两者相结合进，实现视频拼接，从而实现大范围高精度水面高清视频采集，进而完成水面流场数据合成，实现大范围流场测量，有效地解决了由于无人机受水面气流干扰，致使无人机定位难度较大、流速的标定存在误差、流场数据合成的精度低的问题。

附图说明

[0042] 为了更清楚地说明本发明的实施方式或现有技术中的技术方案，下面将对实施方式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示例性的，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，还可以根据提供的附图引伸获得其它的实施附图。

[0043] 图1为本发明的一实施例提供的一种岸基视频辅助定位无人机大范围流场测量方法流程图；

[0044] 图2为本发明的另一实施例提供的一种岸基视频辅助定位无人机大范围流场测量装置结构示意图；

[0045] 图3为本发明的另一实施例提供的一种岸基视频辅助定位无人机大范围流场测量电子设备。

[0046] 图中：401为三维标定模块、402为坐标映射模块、403为水面视频采集模块、404为位置视频采集模块、405为水面视频解析模块、406为位置视频解析模块、407为坐标转换模块、408为流场合成模块，601为岸基辅助定位摄像机、602为视频采集无人机、603为数据处理计算机。

具体实施方式

[0047] 以下由特定的具体实施例说明本发明的实施方式，熟悉此技术的人士可由本说明

书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点及功效，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0048] 在本发明的第一方面，提供一种岸基视频辅助定位无人机大范围流场测量方法，如图1所示，包括：

[0049] 步骤201：调整辅助标定摄像机的位置，对无人机进行三维定位，得到三维定位坐标系；

[0050] 在本发明实施例中，采用棋盘格标定法，调整辅助标定摄像机PTZ，使得视场包含标定板和无人机，在符合标定条件时，固定辅助标定摄像机的位置，确定三维定位坐标系。本发明中的无人机具体为测量无人机。通过采用双目定位原理，利用两台辅助标定摄像机，进行无人机的三维坐标定位。包括：采用棋盘格标定法，分别对两台辅助标定摄像机的双摄像头进行标定，以分别确定各个摄像机的内参和外参。其中，内参表征了摄像机的内部结构参数，外参包括摄像机的旋转矩阵R和平移向量T。将棋盘格标定板放置在岸边，通过调整摄像机PTZ，使得其视场包括棋盘格目标，并且满足可以标定的条件。然后，对摄像机进行立体校准和对齐操作，具体包括：在上述分别获取左右摄像机的内外参数之后，通过岸基辅助标定摄像机立体标定对左右两幅图像进行立体校准和对齐。在进行立体标定时，同样以放置在岸边的棋盘格标定板为参考，通过调整摄像机PTZ，使得其视场包括棋盘格目标，并且满足可以标定的条件。确定两台辅助标定摄像机的相对位置关系，即中心距并固定摄像机位置，并确定三维定位坐标系(CC)。

[0051] 在本发明实施例中，通过借助双目成像原理，通过在河岸架设双摄像机，并对无人机进行三维定位，进而解决图像拼接和无人机垂直水面距离变化的标定问题。

[0052] 步骤202：将水面测量区域作为二维平面，并与三维定位坐标系建立映射；

[0053] 在本发明实施例中，水面测量区域为所测量广域河流表面区域，将水面测量区域即所测量广域河流表面区域作为二维平面(MA)，按照最小测量区域(MAM)划分为{1,2,…,n}个测量区域，每个测量区域记为(MAi)，其中i∈{1,2,…,n}。

[0054] 其次，将上述测量区域坐标系转换为定位坐标系(CC)，得到在定位坐标系(CC)的测量区域(MACC)及最小测量区域(MACCi)，其中i∈{1,2,…,n}。

[0055] 步骤203：采用搭载在无人机上的机载测量摄像机采集水面示踪物细节视频；

[0056] 在本发明实施例中，调整搭载在无人机上的机载测量摄像机，使机载测量摄像机与水面垂直，根据实时采集到的视频，使用反差对焦的方式进行机载摄像机自动对焦。记录当前PTZ值和时间戳，并传回数据处理计算机(CP)，进行采集水面示踪物细节视频(MV)。其中，水面示踪物包括但不限于水面波纹、水面浮标、水草、泥沙等具有可跟踪特征的物体。

[0057] 步骤204：采用辅助标定摄像机采集无人机位置视频；

[0058] 在本发明实施例中，预先在无人机四个旋翼上设置红黄粉绿四色可识别色块，记为{M1,M2,M3,M4}，作为无人机跟踪示踪标记。通过岸基辅助定位摄像机(DC)实时采集无人机视频(VMC)，作为无人机定位判别依据。根据岸基摄像头所采集无人机位置视频(VMC)，采用双目测距原理，实现无人机三维空间定位。

[0059] 步骤205：对水面示踪物细节视频进行解析，得到每帧图像的时间戳和流速矢量信息；

[0060] 在本发明实施例中，从机载摄像机采集到的水面示踪物细节视频(MV)中解析出每帧图像的时间戳Tb，采用光流算法对水面示踪物细节视频(MV)中的水面波纹及可跟踪特征进行目标跟踪处理，到该时刻的流速矢量信息Ftb。

[0061] 步骤206：对无人机位置视频进行解析，得到每帧图像的时间戳和所跟踪的无人机的位置信息；

[0062] 在本发明实施例中，将岸基辅助定位摄像机DC采集到的无人机视频(VMC)进行分析，通过示踪标记颜色和形状特征判别无人机位置、形态信息，并将色块位置其转换到三维定位坐标系(CC)中，确定无人机示踪色块位置(MCi)，其中i∈{M1,M2,M3,M4}。每帧(VMC)图像都重复上述步骤，继而获取一系列无人机的位置信息(MCi)。在对每帧图像获取无人机示踪色块位置的同时，进一步获取该帧图像对应的时间戳Ta。

[0063] 步骤207：根据时间戳获取同一时间的流速矢量信息和位置信息，将流速矢量信息映射到二维平面中；

[0064] 在本发明实施例中，对无人机位置视频和水面示踪物细节视频对应的每帧图像得时间戳、位置信息、流速矢量信息进行分析，将时间戳相同的位置信息、流速矢量信息以及时间戳建立映射，并将流速矢量信息映射到二维平面中，使得三维坐标系中的流速矢量转换到二维平面中，以此完成将流速矢量映射到水面测量区域中。

[0065] 步骤208：对二维平面中的流速矢量进行拼接，得到流场数据。

[0066] 在本发明实施例中，根据位置信息，将相同时刻的流速矢量坐标转换到河流表面区域二维平面(MA)并进行拼接，进而获取整个河流表面区域的流场。

[0067] 具体地，根据位置信息，对二维平面中的相同时间的各流速矢量进行拼接，以得到在同一时间流场数据，通过对水面示踪物细节视频和无人机位置视频中的每一帧图像进行如上操作，即获取各个时间的流速矢量，分别对同一时间的流速矢量进行拼接，进而得到在视频录制的时间范围内水面测量区域的流场数据。

[0068] 在本发明的第二方面，提供一种岸基视频辅助定位无人机大范围流场测量装置，如图2所示，包括：

[0069] 三维标定模块401，分别与坐标映射模块402、水面视频采集模块403、位置视频采集模块404连接，用于调整辅助标定摄像机的位置，对无人机进行三维定位，得到三维定位坐标系；

[0070] 在本发明实施例中，采用棋盘格标定法，调整辅助标定摄像机PTZ，使得视场包含标定板和无人机，在符合标定条件时，固定辅助标定摄像机的位置，确定三维定位坐标系。通过采用双目定位原理，利用两台辅助标定摄像机，进行无人机的三维坐标定位。包括：采用棋盘格标定法，分别对两台辅助标定摄像机的双摄像头进行标定，以分别确定各个摄像机的内参和外参。其中，内参表征了摄像机的内部结构参数，外参包括摄像机的旋转矩阵R和平移向量T。将棋盘格标定板放置在岸边，通过调整摄像机PTZ，使得其视场包括棋盘格目标，并且满足可以标定的条件。然后，对摄像机进行立体校准和对齐操作，具体包括：在上述分别获取左右摄像机的内外参数之后，通过岸基辅助标定摄像机立体标定对左右两幅图像进行立体校准和对齐。在进行立体标定时，同样以放置在岸边的棋盘格标定板为参考，通过调整摄像机PTZ，使得其视场包括棋盘格目标，并且满足可以标定的条件。确定两台辅助标定摄像机的相对位置关系，即中心距并固定摄像机位置，并确定三维定位坐标系(CC)。

[0071] 坐标映射模块402,用于将水面测量区域作为二维平面,并与三维定位坐标系建立映射;

[0072] 在本发明实施例中,坐标映射模块402,用于将水面测量区域即所测量广域河流表面区域二维平面(MA),按照最小测量区域(MAM)划分为{1,2,…,n}个测量区域,每个测量区域记为(MAi),其中i∈{1,2,…,n}。

[0073] 其次,将上述测量区域坐标系转换为定位坐标系(CC),得到在定位坐标系(CC)的测量区域(MACC)及最小测量区域(MACCi),其中i∈{1,2,…,n}。

[0074] 水面视频采集模块403,用于采用搭载在无人机上的机载测量摄像机,采集水面示踪物细节视频;

[0075] 在本发明实施例中,水面视频采集模块403,用于调整搭载在无人机上的机载测量摄像机,使机载测量摄像机与水面垂直,根据实时采集到的视频,使用反差对焦的方式进行机载摄像机自动对焦。记录当前PTZ值和时间戳,并传回数据处理计算机(CP),进行采集水面示踪物细节视频(MV)。

[0076] 位置视频采集模块404,用于采用辅助标定摄像机采集无人机位置视频;

[0077] 在本发明实施例中,预先在无人机四个旋翼上设置红黄粉绿四色可识别色块,记为{M1,M2,M3,M4},作为无人机跟踪示踪标记。位置视频采集模块404,用于通过岸基辅助定位摄像机(DC)实时采集无人机视频(VMC),作为无人机定位判别依据。根据岸基摄像头所采集无人机位置视频(VMC),采用双目测距原理,实现无人机三维空间定位。

[0078] 水面视频解析模块405,分别与水面视频采集模块403和坐标转换模块407连接,用于对水面示踪物细节视频进行解析,得到每帧图像的时间戳和流速矢量信息;

[0079] 在本发明实施例中,水面视频解析模块405,用于从水面示踪物细节视频(MV)中解析出每帧图像的时间戳Tb,采用光流算法对水面示踪物细节视频(MV)中的水面波纹及可跟踪特征进行目标跟踪处理,到该时刻的流速矢量信息Ftb。

[0080] 位置视频解析模块406,分别与位置视频采集模块404和坐标转换模块407连接,用于对无人机位置视频进行解析,得到每帧图像的时间戳和所跟踪的无人机的位置信息;

[0081] 在本发明实施例中,位置视频解析模块406,用于将岸基辅助定位摄像机DC采集到的无人机视频(VMC)进行分析,通过示踪标记颜色和形状特征判别无人机位置、形态信息,并将色块位置其转换到三维定位坐标系(CC)中,确定无人机示踪色块位置(MCi),其中i∈{M1,M2,M3,M4}。每帧(VMC)图像都重复上述步骤,继而获取一系列无人机的位置信息(MCi)。在对每帧图像获取无人机示踪色块位置的同时,进一步获取该帧图像对应的时间戳Ta。

[0082] 坐标转换模块407,用于根据时间戳获取同一时间的流速矢量信息和位置信息,将流速矢量信息映射到二维平面中;

[0083] 在本发明实施例中,坐标转换模块407,用于对无人机位置视频和水面示踪物细节视频对应的每帧图像得时间戳、位置信息、流速矢量信息进行分析,将时间戳相同的位置信息、流速矢量信息以及时间戳建立映射,并将流速矢量信息映射到二维平面中,使得三维坐标系中的流速矢量转换到二维平面中,以此完成将流速矢量映射到水面测量区域中。

[0084] 流场合成模块408,与坐标转换模块407连接,用于对二维平面中的流速矢量进行拼接,得到流场数据。

[0085] 在本发明实施例中，流场合成模块408，用于根据位置信息，将相同时刻的流速矢量坐标转换到河流表面区域二维平面(MA)并进行拼接，进而获取整个河流表面区域的流场。

[0086] 具体地，根据位置信息，对二维平面中的相同时间的各流速矢量进行拼接，以得到在同一时间流场数据，通过对水面示踪物细节视频和无人机位置视频中的每一帧图像进行如上操作，即获取各个时间的流速矢量，分别对同一时间的流速矢量进行拼接，进而得到在视频录制的时间范围内水面测量区域的流场数据。

[0087] 综上所述，相比采用GPS和雷达基站无人机定位方式，采用本发明提供的方法，即基于视频定位方式，在视距范围内精度更高。

[0088] 在本发明的第三方面，提供一种岸基视频辅助定位无人机大范围流场测量电子设备，如图3，包括：

[0089] 岸基辅助定位摄像机601，与视频采集无人机602连接，用于调整辅助标定摄像机的位置，对视频采集无人机602进行三维定位，得到三维定位坐标系；用于采集视频采集无人机602的无人机位置视频；

[0090] 在本发明实施例中，岸基辅助定位摄像机601，采用两台高清摄像机，每台具备可控PTZ云台、和电动可控变焦镜头，具备实时视频采集能力。

[0091] 具体用于采用棋盘格标定法，调整辅助标定摄像机PTZ，使得视场包含视频采集无人机和棋盘格602，在符合标定条件时，固定辅助标定摄像机的位置，确定三维定位坐标系。通过采用双目定位原理，利用两台辅助标定摄像机，进行视频采集无人机602的三维坐标定位。

[0092] 进一步地，岸基辅助定位摄像机601，用于采用棋盘格标定法，分别对两台辅助标定摄像机的双摄像头进行标定，以分别确定各个摄像机的内参和外参。其中，内参表征了摄像机的内部结构参数，外参包括摄像机的旋转矩阵R和平移向量T。将棋盘格标定板放置在岸边，通过调整摄像机PTZ，使得其视场包括棋盘格目标，并且满足可以标定的条件。还用于对摄像机进行立体校准和对齐操作，具体包括：在上述分别获取左右摄像机的内外参数之后，通过岸基辅助标定摄像机立体标定对左右两幅图像进行立体校准和对齐。在进行立体标定时，同样以放置在岸边的棋盘格标定板为参考，通过调整摄像机PTZ，使得其视场包括棋盘格目标，并且满足可以标定的条件。确定两台辅助标定摄像机的相对位置关系，即中心距并固定摄像机位置，并确定三维定位坐标系(CC)。

[0093] 在本发明实施例中，预先在视频采集无人机602四个旋翼上设置红黄粉绿四色等可识别色块，记为{M1,M2,M3,M4}，作为无人机跟踪示踪标记。岸基辅助定位摄像机601，用于通过岸基辅助定位摄像机(DC)实时采集无人机视频(VMC)，作为视频采集无人机602定位判别依据。根据岸基摄像头所采集无人机位置视频(VMC)，采用双目测距原理，实现视频采集无人机602的三维空间定位。

[0094] 视频采集无人机602，用于采集水面示踪物细节视频；

[0095] 在本发明实施例中，视频采集无人机602，采用旋翼无人机挂载高速视频采集摄像机，摄像机具备可远程操控云台、远程操控镜头，所采集视频存储采用本地和远相结合方式。视频采集无人机602，具体用于调整搭载在视频采集无人机602上的机载测量摄像机，使机载测量摄像机与水面垂直，根据实时采集到的视频，使用反差对焦的方式进行机载摄像

机自动对焦。记录当前PTZ值和时间戳，并传回数据处理计算机(CP)，进行采集水面示踪物细节视频(MV)。

[0096] 数据处理计算机603，分别与岸基辅助定位摄像机601和视频采集无人机602连接，用于将水面测量区域作为二维平面，与三维定位坐标系建立映射；用于对水面示踪物细节视频进行解析，得到每帧图像的时间戳和流速矢量信息；用于对无人机位置视频进行解析，得到每帧图像的时间戳和位置信息，根据时间戳获取同一时间的流速矢量信息和位置信息，根据位置信息将流速矢量信息映射到二维平面中，对二维平面中的流速矢量进行拼接，得到流场数据。

[0097] 在本发明实施例中，数据处理计算机603，用于岸基辅助定位摄像机的视频图像采集、标定、实时控制无人机及读取视频，具备流场测量和拼接的能力，具体用于将水面测量区域即所测量广域河流表面区域二维平面(MA)，按照最小测量区域(MAM)划分为{1,2,…,n}个测量区域，每个测量区域记为(MAi)，其中i∈{1,2,…,n}。

[0098] 其次，将上述测量区域坐标系转换为定位坐标系(CC)，得到在定位坐标系(CC)的测量区域(MACC)及最小测量区域(MACCi)，其中i∈{1,2,…,n}。

[0099] 数据处理计算机603，还用于从水面示踪物细节视频(MV)中解析出每帧图像的时间戳Tb，采用光流算法对水面示踪物细节视频(MV)中的水面波纹及可跟踪特征进行目标跟踪处理，到该时刻的流速矢量信息Ftb。用于将岸基辅助定位摄像机DC采集到的无人机视频(VMC)进行分析，通过示踪标记颜色和形状特征判别无人机位置、形态信息，并将色块位置其转换到三维定位坐标系(CC)中，确定无人机示踪色块位置(MCi)，其中i∈{M1,M2,M3,M4}。每帧(VMC)图像都重复上述步骤，继而获取一系列无人机的位置信息(MCi)。在对每帧图像获取无人机示踪色块位置的同时，进一步获取该帧图像对应的时间戳Ta。

[0100] 用于对无人机位置视频和水面示踪物细节视频对应的每帧图像得时间戳、位置信息、流速矢量信息进行分析，将时间戳相同的位置信息、流速矢量信息以及时间戳建立映射，并将流速矢量信息映射到二维平面中，使得三维坐标系中的流速矢量转换到二维平面中，以此完成将流速矢量映射到水面测量区域中。

[0101] 用于根据位置信息，将相同时刻的流速矢量坐标转换到河流表面区域二维平面(MA)并进行拼接，进而获取整个河流表面区域的流场。

[0102] 具体地，根据位置信息，对二维平面中的相同时间的各流速矢量进行拼接，以得到在同一时间流场数据，通过对水面示踪物细节视频和无人机位置视频中的每一帧图像进行如上操作，即获取各个时间的流速矢量，分别对同一时间的流速矢量进行拼接，进而得到在视频录制的时间范围内水面测量区域的流场数据。

[0103] 在本发明第四方面，提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有程序，所述程序用于实现如上所述的岸基视频辅助定位无人机大范围流场测量方法。

[0104] 在本发明实施例中，采用双目成像原理，通过在河岸架设双摄像机，并对无人机进行三维定位，进而解决：由于水面气流条件复杂，无人机定位难度较大，造成无人机与水面垂直和水平方向受气流扰动引起运动变化大。垂直水面距离的变化会给流速的标定引入误差，同样水平定位不准确也会给后期拼接带来问题，即图像拼接和无人机垂直水面距离变化的标定问题。本发明技术方案，将现场水流对应的水面示踪物细节视频和无人机位置视

频实时存储，便于进一步分析。另外，通过无人机辅助定位的方式，可以实现无人机位置的随意切换，从而确保无人机拍摄高清水面波纹等示踪物，同时根据无人机定位信息进行流场拼接，实现大范围高精度测量

[0105] 虽然，上文中已经用一般性说明及具体实施例对本发明作了详尽的描述，但在本发明基础上，可以对之作一些修改或改进，这对本领域技术人员而言是显而易见的。因此，在不偏离本发明精神的基础上所做的这些修改或改进，均属于本发明要求保护的范围。

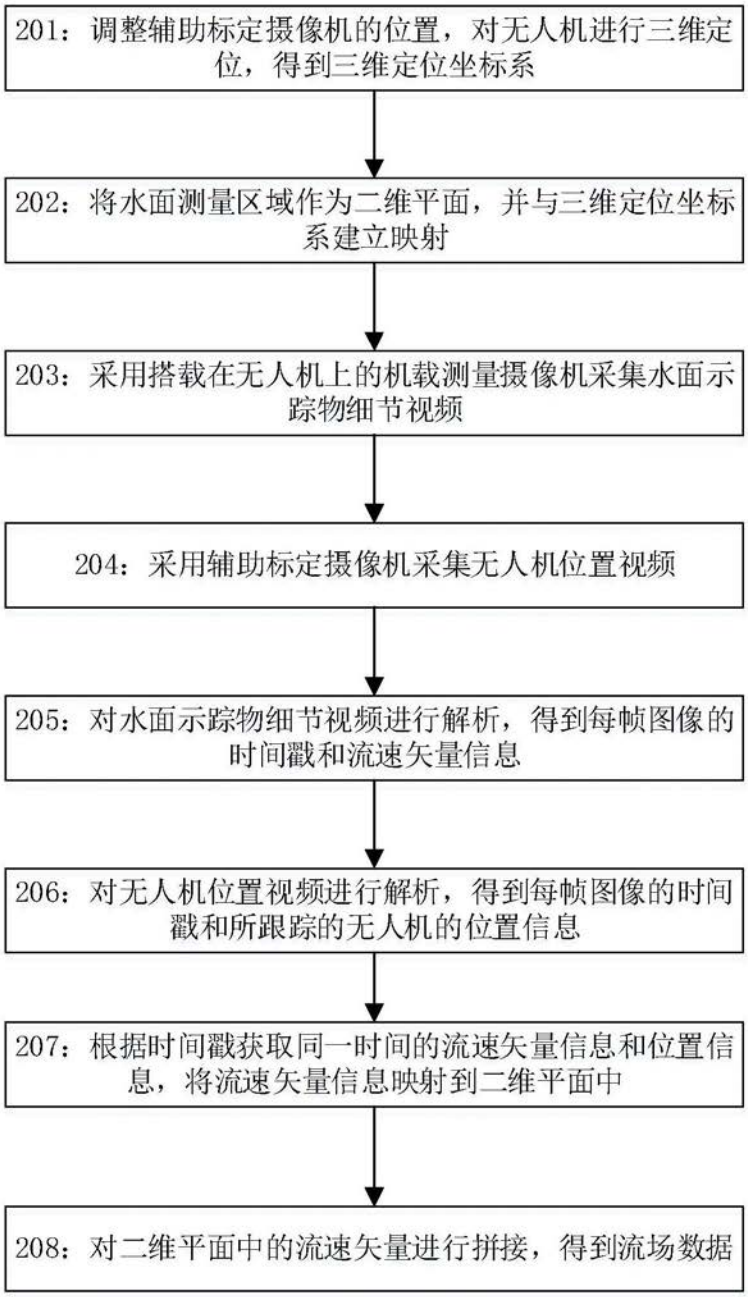

201：调整辅助标定摄像机的位置，对无人机进行三维定位，得到三维定位坐标系
202：将水面测量区域作为二维平面，并与三维定位坐标系建立映射
203：采用搭载在无人机上的机载测量摄像机采集水面示踪物细节视频
204：采用辅助标定摄像机采集无人机位置视频
205：对水面示踪物细节视频进行解析，得到每帧图像的时间戳和流速矢量信息
206：对无人机位置视频进行解析，得到每帧图像的时间戳和所跟踪的无人机的位置信息
207：根据时间戳获取同一时间的流速矢量信息和位置信息，将流速矢量信息映射到二维平面中
208：对二维平面中的流速矢量进行拼接，得到流场数据

图1

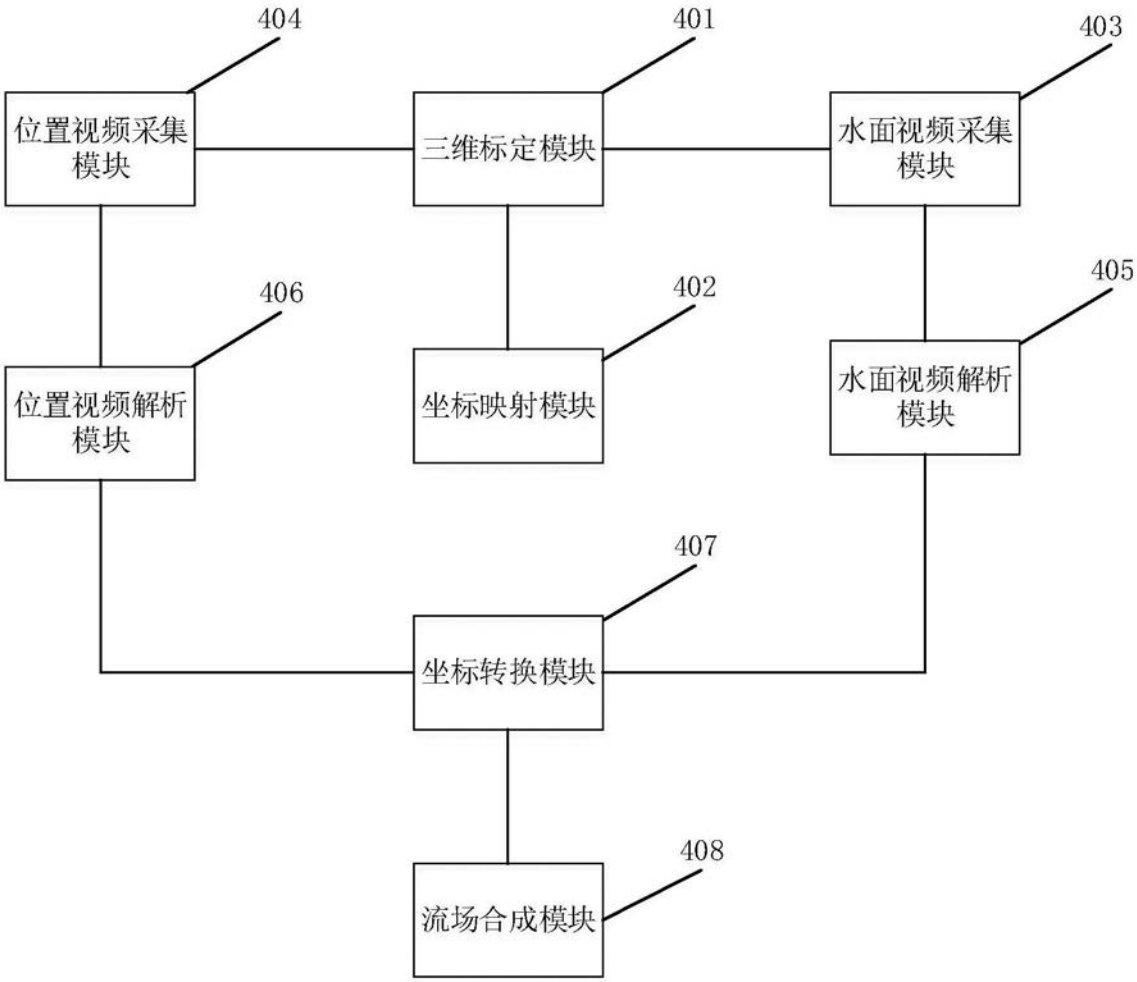

404
401
403
位置视频采集模块
三维标定模块
水面视频采集模块
406
402
405
位置视频解析模块
坐标映射模块
水面视频解析模块
407
坐标转换模块
408
流场合成模块

图2

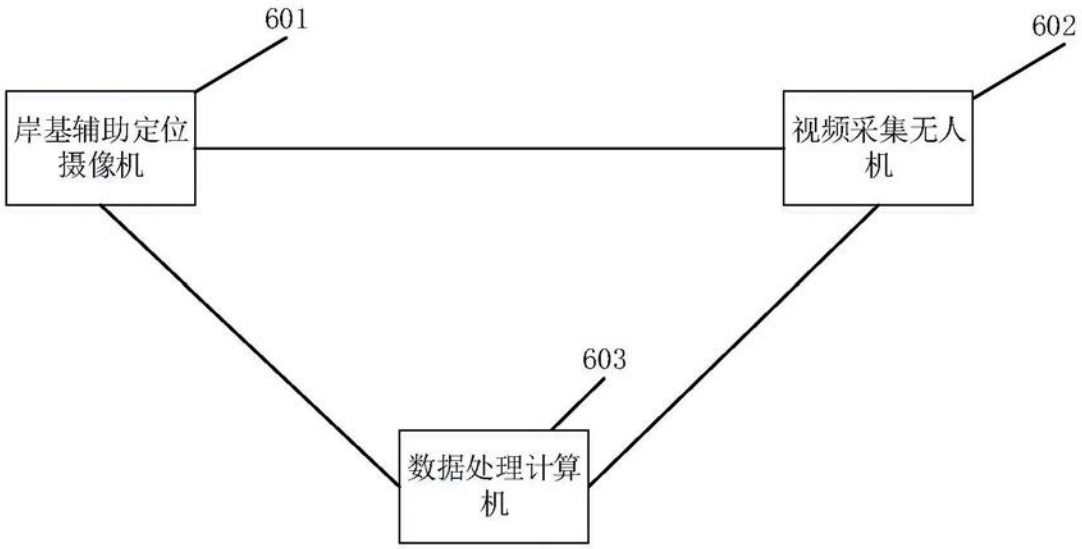

601
602
岸基辅助定位摄像机
视频采集无人机
603
数据处理计算机

图3