

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101241011 B

(45) 授权公告日 2010.07.14

(21) 申请号 200710064115.7

(22) 申请日 2007.02.28

(73) 专利权人 北京北科天绘科技有限公司
地址 100085 北京市海淀区上地四街1号院
2号楼505

(72) 发明人 林宗坚 苏国中 张珂殊

(74) 专利代理机构 北京凯特来知识产权代理有
限公司 11260
代理人 郑立明 任红

(51) Int. Cl.

- G01C 21/00 (2006.01)
- G01C 21/18 (2006.01)
- G01C 11/00 (2006.01)
- G01S 5/00 (2006.01)

(56) 对比文件

- US 2003/0182076 A1, 2003.09.25, 全文.
- CN 1693922 A, 2005.11.09, 全文.
- US 2004/0051680 A1, 2004.03.18, 全文.

审查员 陈敏泽

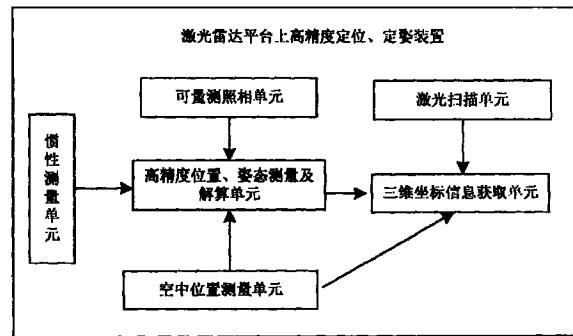
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

激光雷达平台上高精度定位、定姿的装置和方法

(57) 摘要

本发明提供了一种激光雷达平台上高精度定位、定姿的装置和方法,该装置主要包括:可量测照相单元,惯性测量单元和高精度位置、姿态测量及解算单元。该方法主要包括:在激光雷达平台的飞行轨迹上通过可量测照相获得航空数码影像,对获得的航空数码影像进行相对定向计算,获得激光雷达平台在工作航线上的低频高精度姿态参数值;通过惯性测量单元获得激光雷达平台的高频低精度姿态参数;利用所述相对定向获得的低频高精度姿态参数值对所述高频低精度姿态参数进行修正处理,获得激光雷达平台的高精度姿态参数信息。利用本发明,可以降低高精度位置与姿态测量系统的成本,提高高精度位置与姿态测量系统的精度。



1. 一种激光雷达平台上高精度定位、定姿装置,其特征在于,在激光雷达系统中设置可量测照相单元,惯性测量单元,高精度位置、姿态测量及解算单元,其中各单元组成和功能如下,

可量测照相单元:用于在激光雷达平台的飞行航线上通过摄影获得航空数码影像,对获得的航空数码影像进行相对定向计算,获得激光雷达平台在工作航线上的低频高精度姿态参数值,将该相对定向获得的低频高精度姿态参数值传输给高精度位置、姿态测量及解算单元,所述可量测照相单元在进行航空照相时,同航线相邻数码影像的覆盖地面重叠度大于 53%,相邻航线影像重叠度大于 15% ;

惯性测量单元:用于获得激光雷达平台在工作航线上的高频低精度姿态参数值,将该高频低精度姿态参数传输给高精度位置、姿态测量及解算单元 ;

高精度位置、姿态测量及解算单元:用于将可量测照相单元传输过来的平台低频高精度姿态参数值作为平台在轨姿态约束边界,对惯性测量单元传输过来的平台高频低精度姿态参数进行修正处理,获得激光雷达平台的高精度位置和姿态参数。

2. 根据权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述装置还包括 :

空中位置测量单元:用于获取激光雷达平台的高精度空间运动轨迹数据,并将该高精度空间运动轨迹数据传输给高精度位置、姿态测量及解算单元。

3. 根据权利要求 2 所述的装置,其特征在于,所述空中位置测量单元包括 :GPS 全球定位系统或伽利略定位系统或北斗定位系统。

4. 根据权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述惯性测量单元包括 :低精度惯导单元 IMU。

5. 根据权利要求 2 所述的装置,其特征在于 :

所述高精度位置、姿态测量及解算单元:还用于根据空中位置测量单元输出的高精度空间运动轨迹数据,高精度确定平台的航向、俯仰姿态变化范围 ;利用所述高精度航向、俯仰姿态变化范围和相对定向获得的低频高精度姿态参数分别对所述高频低精度姿态参数进行修正处理,获得激光雷达平台的高精度姿态参数信息。

6. 根据权利要求 2 或 3 或 4 或 5 所述的装置,其特征在于,所述装置还包括 :

激光扫描单元:用于通过激光扫描获得激光雷达平台和地面之间的距离信息,将获得的距离信息传输给三维坐标信息获取单元 ;

三维坐标信息获取单元:用于利用激光扫描单元传输过来的所述距离信息和高精度位置、姿态测量及解算单元获得的所述激光雷达平台的高精度姿态参数信息进行联合处理,获得激光雷达平台的高精度地面三维坐标信息。

7. 一种激光雷达平台上高精度定位、定姿的方法,其特征在于,包括 :

在激光雷达平台的飞行轨迹上通过可量测照相获得航空数码影像,对获得的航空数码影像进行相对定向计算,获得激光雷达平台在工作航线上的低频高精度姿态参数值,在通过相机进行所述可量测照相时,同航线相邻数码影像的覆盖地面重叠度大于 53%,相邻航线影像重叠度大于 15% ;通过惯性测量单元获得激光雷达平台的高频低精度姿态参数 ;

利用所述相对定向获得的低频高精度姿态参数值对所述高频低精度姿态参数进行修正处理,获得激光雷达平台的高精度姿态参数信息。

8. 根据权利要求 7 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括 :

通过空中位置测量单元获得激光雷达平台的高精度空间位置数据；根据该高精度空间位置数据，确定激光雷达平台的高精度位置和姿态变化范围；

利用所述高精度位置和姿态变化范围和相对定向获得的低频高精度姿态参数对所述高频低精度姿态参数进行修正处理，获得激光雷达平台的高精度位置和姿态参数信息。

9. 根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

通过激光扫描获得激光雷达平台和地面之间的距离信息，利用所述位置测量单元的数据信息，对所述距离信息和所述激光雷达平台的高精度姿态参数信息进行联合处理，获得激光雷达平台的高精度地面三维坐标信息。

激光雷达平台上高精度定位、定姿的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及空间测量领域,尤其涉及一种激光雷达平台上高精度定位、定姿的装置和方法。

背景技术

[0002] 高精度位置与姿态测量系统在 Lidar(激光雷达)工程测量中高精度地记录激光雷达平台的姿态和位置的变化。利用高精度姿态和位置测量系统,能够使 Lidar(激光雷达)既保证测量精度,又能大大地提高测量效率。

[0003] 由于 Lidar 在工程测量中的测绘工作的特点决定了其数据处理的实时性要求不高,利用高精度姿态和位置测量系统,Lidar 系统进行数据采集和处理的处理流程如图 1 所示,该处理流程包括两个阶段:导航原始数据的实时记录和导航数据结果的事后处理。

[0004] 机载的 Lidar 进行数字化三维地图的绘制的过程主要分为以下三个步骤:

[0005] 1、数据采集:进行实时的数字摄像机的图片数据、激光雷达的数据、惯性测量单元数据、高精度 GPS(Global Positioning System,全球定位系统)或 RTK(Real-time kinematic)数据等数据的采集。

[0006] 2、事后数据处理:利用上述采集到的惯性测量单元数据和高精度 GPS 数据进行高精度组合导航计算,获得激光雷达平台测绘过程中地理坐标系以及当地坐标系下的高精度位置和姿态(横滚、俯仰、航向)等高精度导航信息。

[0007] 3、解算地理信息:主要是对上述获得的高精度导航信息和数字摄像机的图片数据进行整合处理,获得二维地理信息,然后利用 Lidar 的高度信息处理,获得激光雷达平台的高精度的三维地理信息。

[0008] 现有技术中的高精度位置及姿态测量系统主要包括高精度 IMU(惯性测量单元)、差分 GPS 接收机、导航计算机(包含实时导航软件)和一套后处理软件包。采用捷联安装的三轴陀螺仪/三轴加速度计组成的高精度 IMU 进行惯性测量,采用差分 GPS 进行高精度定位,通过 IMU 和差分 GPS 数据进行组合导航计算,实现长时间高精度的定位定向。

[0009] 现有技术中的一种高精度位置及姿态测量系统中的空基定位和导航系统对惯导测量姿态数据进行修正的原理示意图如图 2 所示。具体实现过程主要为:数据后处理软件利用高精度 GPS 数据,检测惯导测量姿态数据的精度,当惯导测量姿态数据的漂移超过了 GPS 检测到的范围时,就对惯导测量姿态数据进行修正。通过不断的修正和滤波实现高精度导航和 Lidar 系统的高精度姿态数的获取,实现组合导航和 Lidar 系统高精度定姿的要求。

[0010] 上述现有技术中的高精度位置及姿态测量系统的缺点为:整个高精度位置及姿态测量系统特别是高精度 IMU 的价格非常昂贵,从而使 Lidar 系统的整体成本很高,普通用户难以承受。

发明内容

[0011] 本发明的目的是提供一种激光雷达平台上高精度定姿的装置和方法。从而可以降

低高精度位置与姿态测量系统的成本,提高高精度位置与姿态测量系统的精度。

[0012] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

[0013] 一种激光雷达平台上高精度定位、定姿装置,在激光雷达系统中设置可量测照相单元、惯性测量单元、高精度位置、姿态测量及解算单元,其中各单元组成和功能如下,

[0014] 可量测照相单元:用于在激光雷达平台的飞行航线上通过摄影获得航空数码影像,对获得的航空数码影像进行相对定向计算,获得激光雷达平台在工作航线上的低频高精度姿态参数值,将该相对定向获得的低频高精度姿态参数值传输给高精度位置、姿态测量及解算单元,所述可量测照相单元在进行航空照相时,同航线相邻数码影像的覆盖地面重叠度大于 53%,相邻航线影像重叠度大于 15%;

[0015] 惯性测量单元:用于获得激光雷达平台在工作航线上的高频低精度姿态参数值,将该高频低精度姿态参数传输给高精度位置、姿态测量及解算单元;

[0016] 高精度位置、姿态测量及解算单元:用于将可量测照相单元传输过来的平台低频高精度姿态参数值作为平台在轨姿态约束边界,对惯性测量单元传输过来的平台高频低精度姿态参数进行修正处理,获得激光雷达平台的高精度位置和姿态参数。

[0017] 一种激光雷达平台上高精度定位、定姿的方法,包括:

[0018] 在激光雷达平台的飞行轨迹上通过可量测照相获得航空数码影像,对获得的航空数码影像进行相对定向计算,获得激光雷达平台在工作航线上的低频高精度姿态参数值,在通过相机进行所述可量测照相时,同航线相邻数码影像的覆盖地面重叠度大于 53%,相邻航线影像重叠度大于 15%;通过惯性测量单元获得激光雷达平台的高频低精度姿态参数;

[0019] 利用所述相对定向获得的低频高精度姿态参数值对所述高频低精度姿态参数进行修正处理,获得激光雷达平台的高精度姿态参数信息。

[0020] 由上述本发明提供的技术方案可以看出,本发明利用可量测照相机获得航空数码影像,并对航空数码影像进行相对定向计算,利用相对定向结果对低精度惯导输出的低精度姿态参数信息进行修正,获得激光雷达平台的高精度姿态参数信息。从而可以降低高精度位置与姿态测量系统的成本,提高高精度位置与姿态测量系统的精度。满足 Lidar 系统高精度测量的要求。本发明成果利用于激光雷达平台不仅降低了整个系统的使用成本,而且,为机载激光雷达系统国产化,推广该技术在国民经济各个领域的应用发挥作用。

附图说明

[0021] 图 1 为现有技术中利用高精度姿态和位置测量系统, Lidar 系统进行数据采集和处理的流程图;

[0022] 图 2 为现有技术中的一种高精度位置及姿态测量系统中对惯导测量姿态数据进行修正的原理示意图;

[0023] 图 3 为本发明所述装置的实施例的结构图;

[0024] 图 4 为应用了本发明所述装置的 Lidar 系统的设计原理图;

[0025] 图 5 为本发明所述方法的实施例的处理流程图;

[0026] 图 6 为相对定向运算的原理示意图;

[0027] 图 7 为通过高精度 GPS 测量姿态变化范围信息和相对定向获得的低频高精度姿态

信息分别对高频低精度姿态参数进行修正处理的原理示意图。

具体实施方式

[0028] 本发明提供了一种激光雷达平台上高精度定位、定姿的装置和方法。

[0029] 下面结合附图来详细描述本发明,本发明所述装置的实施例的结构图如图 3 所示,包括:可量测照相单元、惯性测量单元、空中位置测量单元、高精度位置、姿态测量及解算单元、激光扫描单元和三维坐标信息获取单元。下面分别介绍各个单元的功能。

[0030] 可量测照相单元:用于根据预先设定的时间间隔在激光雷达平台的飞行轨迹上,通过可量测照相机获得航空数码影像,用摄影测量理论对获得的相邻航空数码影像进行相对定向计算,获得激光雷达平台在工作航线上的低频高精度姿态参数值。将获得的低频高精度姿态参数信息传输给高精度位置、姿态测量及解算单元。

[0031] 惯性测量单元:用于获得激光雷达平台在工作航线上的高频低精度姿态参数,将该高频低精度姿态参数传输给高精度位置、姿态测量及解算单元。惯性测量单元可以为低精度 IMU,通过低精度的 IMU 获得激光雷达平台的高频低精度姿态采样信息,将获得的低精度姿态参数信息传输给高精度位置、姿态测量及解算单元。

[0032] 空中位置测量单元:用于获取激光雷达平台的高精度空间运动轨迹数据,并将该高精度空间运动轨迹数据传输给高精度位置、姿态测量及解算单元。空中位置测量单元可以为:GPS 位置测量单元、伽利略定位系统位置测量单元、北斗位置测量单元等卫星定位系统。如差分 GPS 位置测量单元可以通过高精度 GPS 系统获得激光雷达平台的高平面精度运动轨迹数据,该 GPS 数据包括激光雷达平台的位置信息。将获得的高精度 GPS 数据传输给高精度位置、姿态测量及解算单元和三维坐标信息获取单元。

[0033] 高精度 GPS 能提供平面距离量测精度优于十万分之一、采样频率高达 20Hz 以上的飞行轨迹数据。利用这些高精度平面位置数据可以约束惯导漂移和为影像的相对定向提供初值。

[0034] 高精度位置、姿态测量及解算单元:用于根据可量测照相单元传输过来的利用影像相对定向技术获得的摄影时刻的低频高精度姿态参数值和空中位置测量单元传输过来的激光雷达平台的高平面精度的空间位置数据,对惯性测量单元传输过来的激光雷达平台的高频低精度姿态参数进行修正处理,获得激光雷达平台的高精度姿态参数信息。将获得的高精度姿态参数信息传输给三维坐标信息获取单元。

[0035] 激光扫描单元:用于通过激光扫描获得激光雷达平台和地面之间的距离信息,将获得的距离信息传输给三维坐标信息获取单元。激光扫描系统能提供高精度的距离测量数据,该数据有利于提供高精度姿态解算的自动化程度和激光雷达的高精度三维点云产品的形成。

[0036] 三维坐标信息获取单元:用于利用空中位置测量单元传输过来的 GPS 数据信息,对激光扫描单元传输过来的激光雷达平台和地面之间的距离信息和高精度位置、姿态测量及解算单元传输过来的激光雷达平台的高精度姿态参数信息进行联合处理,获得激光雷达平台的高精度地面三维坐标信息。

[0037] 上述激光雷达平台包括:飞机和飞艇等。本发明所述装置可以设置在 Lidar 系统中,应用了本发明所述装置的 Lidar 系统的设计原理图如图 4 所示。

[0038] 本发明所述方法的实施例的处理流程如图 5 所示,包括如下步骤:

[0039] 步骤 5-1:通过可量测照相机获得航空数码影像,对影像进行相对定向计算,获得激光雷达平台在摄影曝光时刻的姿态参数信息。

[0040] 本发明首先需要在激光雷达平台上加载可量测的航空数码相机,该航空数码相机可以根据预先设定的时间间隔(比如 4 秒)在激光雷达平台的飞行轨迹上获得航空数码影像。该航空数码相机在进行航空照相时,需要确保同航线相邻数码影像的覆盖地面重叠度大于 53%,相邻航线影像重叠度大于 15%并利用整体匹配的思想自动寻找重叠区域内同名影像点,在获得标准点位附近的多对同名象点(不少于 9 对)之后就可以依据摄影测量理论对获得的相邻航空数码影像进行相对定向计算,从而获得激光雷达平台在摄影曝光时刻的姿态信息。

[0041] 相对定向运算的原理示意图如图 6 所示,基本原理如下:

[0042] 在摄影测量中,一般情况下利用单幅影像是不能确定影像上的点(简称象点)在物方空间的位置,即象点对应的地物点(简称物点)的空间位置,只能通过摄影中心和象点确定物点所在的空间方向。要获得物点的空间位置须利用两幅相互重叠的影像构成立体像对,立体像对是立体摄影测量的基本单元,由立体像对构成的立体模型是立体摄影测量的基础。

[0043] 对立体像对进行相对定向就是要恢复摄影时相邻两影像摄影光束的相互关系,从而使同名光线对对相交。相对定向的方法有两种:一种是单独像对相对定向,它采用两幅影像的角元素运动实现相对定向,其定向元素为($\varphi_1, \kappa_1, \varphi_2, \omega_2, \kappa_2$);另一种是连续像对相对定向,它以左影像为基准,采用右影像的直线运动和角运动实现相对定向,其定向元素为($B_Y, B_Z, \varphi_2, \omega_2, \kappa_2$)。在多个连续模型的处理中多采用连续法相对定向。

[0044] 步骤 5-2、通过高精度 GPS 数据和激光雷达平台的相对定向获得的低频高精度姿态参数信息分别对低精度姿态参数进行修正处理,获得激光雷达平台的高精度姿态参数信息。

[0045] 本发明无需采用高精度的 IMU,通过低精度的 IMU 获得激光雷达平台的低精度姿态参数信息。通过高精度 GPS 系统获得激光雷达平台的高精度 GPS 数据,该 GPS 数据包括激光雷达平台的位置信息(X, Y)。

[0046] 通过上述获得的高精度 GPS 数据确定激光雷达平台的工作轨迹以及航行和俯仰姿态参数的变化范围,利用该姿态测量信息和上述相对定向获得的激光雷达平台在工作航线上的低频高精度姿态参数信息分别对惯性测量单元提供的高频低精度姿态参数进行修正处理,获得激光雷达平台的高精度姿态参数信息。

[0047] 利用高精度 GPS 测量数据和相对定向获得的低频高精度激光雷达平台姿态参数信息对惯性测量单元获得的平台高频低精度姿态参数进行修正处理的原理示意图如图 7 所示,具体处理过程如下:

[0048] 由于低精度的 IMU 测量的姿态平台数据漂移速度较快,输出的激光雷达平台的姿态数据精度低。而对上述相互重叠 53%以上航空数码影像进行相对定向获得的摄影曝光时刻的位置精度优于 0.01mm,姿态角精度优于 0.001 度,因此,通过相对定向计算获得的曝光时刻的高精度姿态数据,可以直接用于对低精度惯导输出的姿态数据进行修正。

[0049] 在通过相对定向获得低频高精度姿态参数并对对惯性测量单元输出的高频低精

度姿态数据进行修正的同时,还可以通过上述高精度 GPS 输出的位置数据进行组合导航计算,从而获得高精度的平台姿态数据。

[0050] 步骤 5-3、将激光雷达平台的高精度位置和姿态参数信息和激光测距信息相结合,获得激光雷达平台的高精度地面三维坐标信息。

[0051] 综上所述,本发明设计一种装置和方法,利用航摄数码相机、相对低精度惯性测量单元、高精度 GPS 组成的位置和姿态测量 (POS) 系统替代由高精度 IMU、高精度 GPS 组成的高精度 POS 系统,为高精度激光雷达平台的位置和姿态测量服务。

[0052] 本发明所述装置主要利用了飞机飞行航线和相邻航线上彼此重叠的影像进行相对定向,能高精度确定摄影时刻相机姿态这一特点。利用低精度惯导输出的姿态数据,影像相对定向姿态数据,高平面精度的 GPS 数据以及高距离量测精度的激光扫描系统数据进行联合解算,获得机载激光雷达高精度、高频率位置和姿态数据。

[0053] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

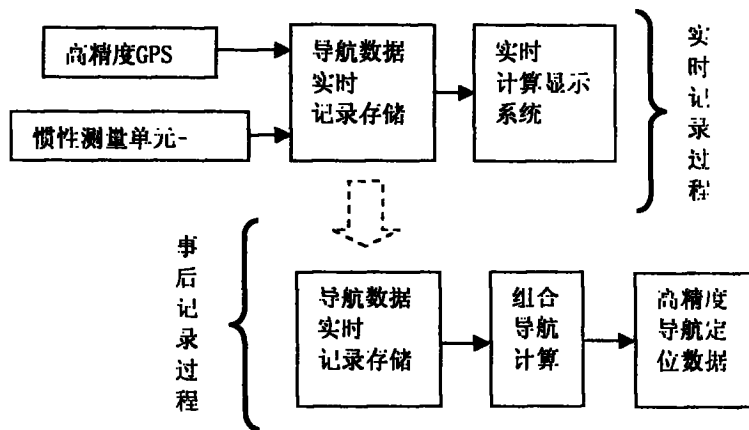


图 1

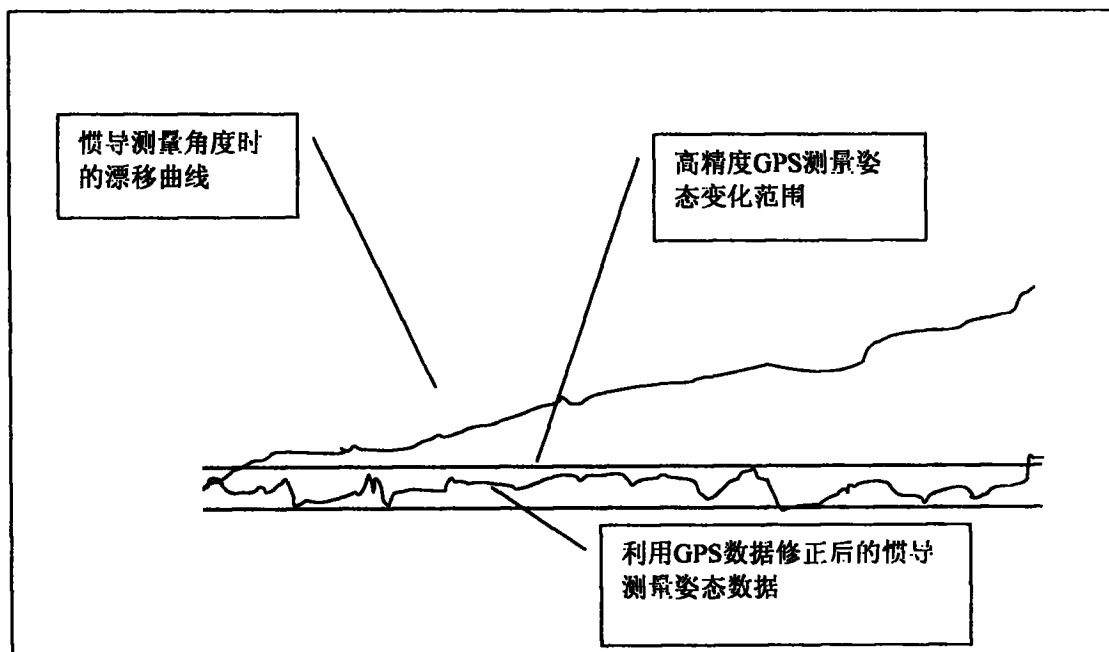


图 2

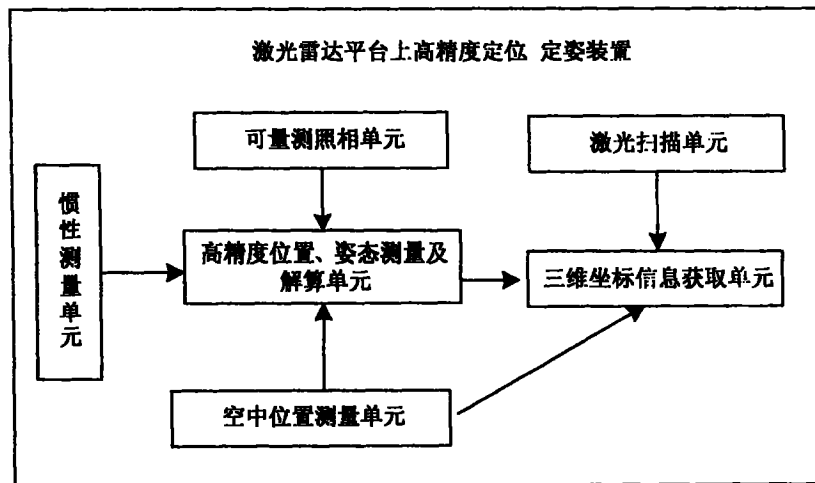


图 3

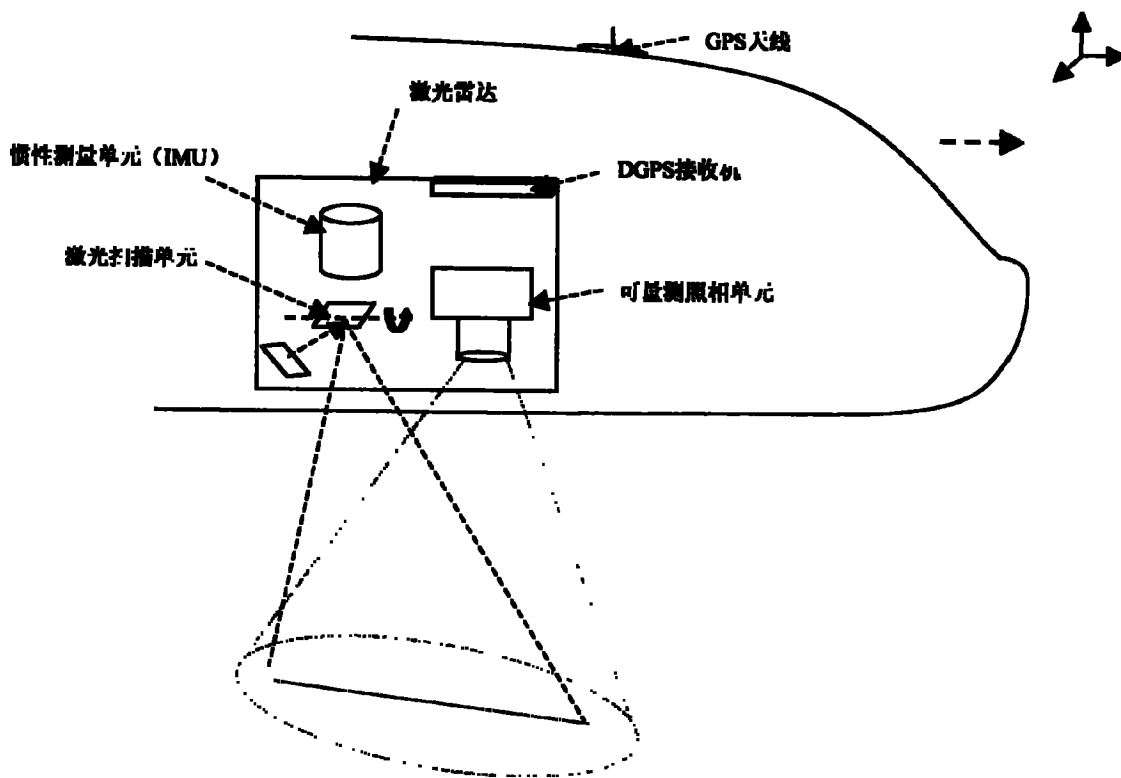


图 4

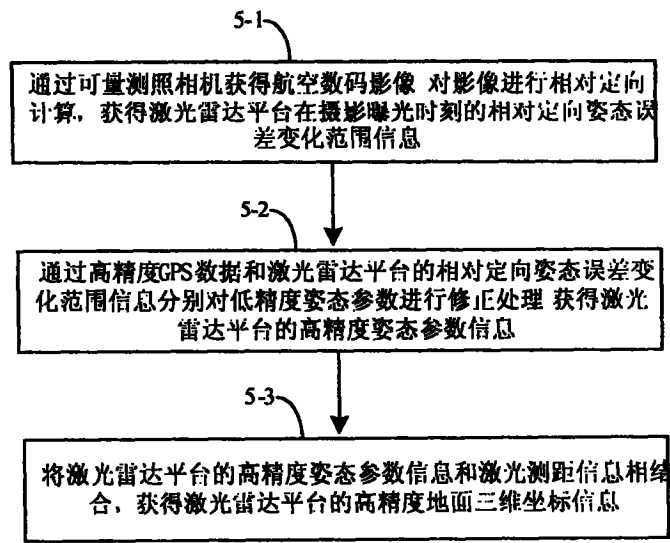


图 5

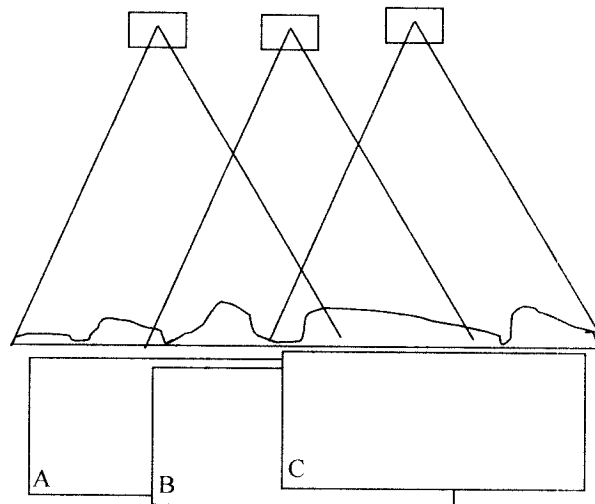


图 6

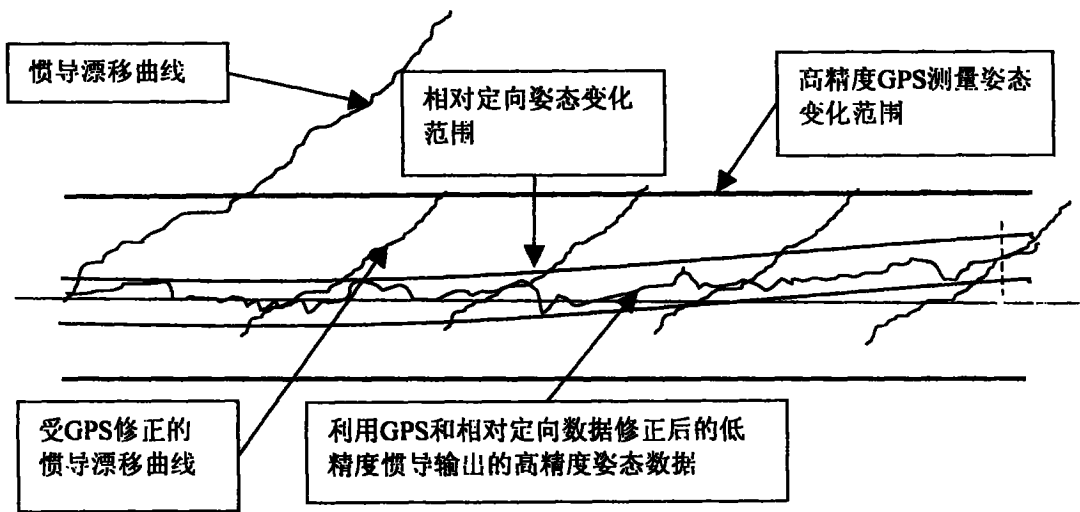


图 7