****

**大学生创新训练计划**

**项目申报书**

**项目名称：**基于RTK技术的机场设备定位及导航系统

**项目负责人：** 王高远

**所在学院：** 计算机学院

**专业年级：** 物联网工程专业2019级

**学 号：** 2019141470092

**手 机：** 18855603733

**电子邮箱：** 1149178002@qq.com

**指导教师：** 方智阳

**项目起止年月：** 2021年1月至2021年10月

**项目参与学生人数： 4**

**四川大学教务处制**

二〇二〇年十二月

填写说明

一、凡申报**四川大学“大学生创新训练计划”**必须填写本申报书。创新训练计划项目是本科生个人或团队，在导师指导下，自主完成创新性研究项目设计、研究条件准备和项目实施、研究报告撰写、成果（学术）交流等工作。

**二、“项目所属一级学科和代码”**参考《普通高等学校本科专业目录和专业介绍（2012年）》。

三、**“项目开展支撑平台”**指支撑本项目开展的国家级和省部级重点实验室（中心、平台等）、国家双创示范基地平台、教学实验中心（实验室）、企业、事业或其他单位等，表中填写平台名称，可以多个。

四、**“项目组成员”**人数原则上不超过五人，应排序。

五、本书应该填写完整、内容详实、表达准确，数字一律填写阿拉伯数字。

六、报送申报书的电子文档至负责人所在学院。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目名称 | 基于RTK技术的机场设备定位及导航系统 | | | | | | | |
| 申请类别 | ☑科学探索与工程技术类  □人文艺术与社会科学类 □交叉学科类 | | | | | | | |
| 申请经费 | 10000元 | | 起止时间 | | | 2021年1月至2021年10月 | | |
| 项目所属 一级学科和代码 | 物联网工程080905 | | | | | | | |
| 项目开展 支撑平台 | 四川大学开源硬件社团 | | | | | | | |
| 项目来源  （可多选） | ☑进课题组、进实验室、进科研团队参与的项目  □国家级和省部级重点实验室（中心、平台等）、国家双创示范基地平台支持申报项目  □企业命题组项目  □交叉学科创新项目  □“青年红色筑梦之旅”计划项目  ☑基于前期研究实践成果、继续深入研究实践的创新项目  □其他 | | | | | | | |
| 负责人之前参与大创项目情况 | 无 | | | | | | | |
| 项目成员之前参与大创项目情况 | 无 | | | | | | | |
| 项目负责人基本信息 | | | | | | | | |
| 姓名 | 学号 | | | 专业年级 | | | 所在学院 | |
| 王高远 | 2019141470092 | | | 2019级 | | | 计算机学院 | |
| 性别 | 手机 | | | 电子邮箱 | | | 身份证号 | |
| 男 | 18855603733 | | | 1149178002@qq.com | | | 340802200105291117 | |
| 项目组成员基本信息 | | | | | | | | |
| 序号（含排序） | 1 | 2 | | | 3 | | | 4 |
| 姓名/性别 | 向彦儒 | 陆守鹏 | | | 骆致远 | | |  |
| 学号 | 2019141430095 | 2019141490048 | | | 2019141460035 | | |  |
| 专业年级 | 物联网工程2019级 | 物联网工程2019级 | | | 计算机科学与技术2019级 | | |  |
| 所在学院 | 计算机学院 | 计算机学院 | | | 计算机学院 | | |  |
| 手机 | 17375910607 | 19141276790 | | | 18807713102 | | |  |
| 电子邮箱 | 1347810025@qq.com | 15151054674@163.com | | | 2059374416@qq.com | | |  |
| 身份证号 | 431202200102078038 | 320924200107243418 | | | 450103200008071052 | | |  |
| 签名 |  |  | | |  | | |  |
| 指导教师1 基本信息  （非交叉学科类项目只允许一位指导老师） | | | | | | | | |
| 姓名 | 所在学院或单位 | | | 研究方向 | | | 职称/职务 | |
| 方智阳 | 网络空间安全学院 | | | 信息安全 | | | 讲师 | |
| 性别/年龄 | 手机 | | | 电子邮箱 | | | 签名 | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 男/34 | 13550345266 | fangzhiyang@scu.edu.cn |  |
| 指导教师2 基本信息  （限交叉学科类项目填写第二指导老师） | | | |
| 姓名 | 所在学院或单位 | 研究方向 | 职称/职务 |
|  |  |  |  |
| 性别/年龄 | 手机 | 电子邮箱 | 签名 |
|  |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **项目内容概述(限200字以内)** | |
| 本项目通过RTK（Real-Time Kinematic，实时动态）载波相位差分技术，将RTK流动站模块安装在机场各特种车辆、专用设备（以下简称设备）上，实现对机场各设备的厘米级精度定位，构建起对机场各地面物体的智能化监控与导航系统，并将各物体位置通过可视化界面展示出来，同时给予最优路径规划建议，为机场的各项调度提供数据支持与安全保障，避免机场道路拥堵甚至车辆碰撞情况的发生，进而减少由此引发的机场航班延误，提高机场通勤效率。 | |
| **项目特色创新点概述（限100字以内）** | |
| 1.RTK流动站数据周期性回传以降低其功耗  2.RTK数据解算出前通过相位平滑伪距差分的技术，向用户提供分米级精度定位  3.在机场选取多个合适位置架设RTK基准站，进一步提高精度  4.单个物体上安装多个流动站设备，精确掌握物体体积 | |
|  |  |
| **项目组成员分工** | |
| **姓名** | **承担工作内容** |
| 王高远 | RTK精度的提高，实际机场场景的应用 |
| 向彦儒 | 流动站模块的设计，多个流动站解算物体体积的研究 |
| 陆守鹏 | 周期性回传数据技术的开发与研究 |
| 骆致远 | 用户图形化界面的开发，算法的实现与优化 |

|  |
| --- |
| **一、项目简介（研究内容、目的意义、具体目标、国内外研究现状分析及评价等）** |
| **1、研究内容**  （1）RTK简介  RTK（Real-Time Kinematic，实时动态）载波相位差分技术，是实时处理两个测量站载波相位观测量的差分方法，利用基准站与流动站的空间相关性，通过差分的方式去除流动站GPS观测数据中的大部分误差。在将基准站采集的载波相位发给用户接收机（流动站）后，同时根据已知的基准站准确位置，进行求差解算坐标，在整周模糊度固定下来之后，即可提供对流动站位置的厘米级精度定位，是GPS应用的重大里程碑。  （2）本项目针对RTK技术的优化  当前RTK技术多用于工程测量领域，无法实现长期工作的原因是存在功耗与时延两大问题。通常情况下实时的数据传输功耗需要较大功耗，使得流动站难以小型化。本项目计划通过将流动站载波相位数据周期性传输至基准站，并架设服务器进行数据计算的方式，从而降低流动站功耗，实现其长期工作的目标。为此需要进行计算与实验论证，获得最优的数据传输周期长度。  除此之外，基准站和流动站的模糊度求解是RTK的达到厘米级精度定位的核心，RTK利用GPS载波（L1载波1575.42MHz,波长19.03cm,L2载波1227.60MHz,波长24.42cm）的载波相位观测值乘以载波波长求出站星几何距离，通常采用卡尔曼滤波器的方式计算出载波相位的整周模糊度，但这一过程收敛出整数固定解通常需要数秒甚至数十秒的时间，导致了RTK定位数据时延的产生。本项目计划在RTK解算出整数固定解之前，通过载波相位平滑伪距差分的技术，通过载波相位的观测值平滑普通DGPS伪距定位数据，从而先向用户端界面提供分米级精度定位的数据，在RTK固定解解算出来之后，转而提供更高精度的位置数据。  RTK精度虽已达到厘米级，但仍有提升空间。本项目计划在机场选取多个可靠的控制点，并形成更稳固的网型的控制点作为求解转换参数的已知点，能够对转换参数进行优化，进而有效提高RTK平面测量成果的精度。除此之外，本项目计划通过双频GPS模块减少由于GPS信号多路径反射以及大气电离层造成的RTK精度误差。通过各种方法，本项目预计可将RTK定位精度控制在一厘米以内。  （3）物体精确体积测量  机场物体一般具有较大体积，正常情况下仅通过一个流动站难以获得对物体占地的详细数据。本项目计划通过在同一物体上安置两个及以上的RTK流动站设备，根据多个流动站的相对位置，实现对物体尺寸大小的精确测量，为机场的调度提供安全保障与智能导航建议，避免设备剐蹭甚至碰撞的发生。  （4）服务器与用户端界面开发  在完成数据的收集后，RTK本身的模糊度求解和差分运算都需要在服务器中完成。服务器完成运算后，机场各个物体的位置与大小将以图形化的方式显示于用户界面，并可以综合各设备实时位置提供各物体的导航路线与时间建议等多项功能，实现系统统一调度的目标。  （5）项目所用GPS模块  RTK设备采用瑞士u-blox公司的NEO-M8T型号GPS模块，价格大约在300元左右，项目组成员已经自行组装相关硬件，有效降低了成本，并且更利于技术研究，包括GPS接收模块、网络通信模块、GPS北斗天线等模块在内的成本控制在600元以内。在技术研究成熟后，可以改用u-blox公司的双频GPS模块ZED-F9P，虽然价格较贵，但可同时接收GPS卫星的L1、L2频率信号，减少多路径反射与电离层影响，从而进一步提升RTK定位精度。   |  | | --- | |  | |  |  |     NEO-M8T GPS模块  **2、目的意义**  将RTK技术应用于机场这一具体场景具有充足的依据，根据中华人民共和国民用航空行业标准（MH/T5002-1996），在机场所划定的区域内：停机坪、机场跑道、航站楼、运输服务和应急救援等方面都应当配备相应品种和数量的特种车辆和专用设备，可以大致分为一下几类：  （1）旅客服务车辆：包括摆渡车、客梯车、残障旅客升降车、行李传送车等；  （2）飞机保障车辆：包括飞机牵引车、清水车、食品车、加油车、地面电源车、空调车、垃圾车、飞机专用除冰车、驱鸟车等；  （3）场道保障车辆：包括扫雪车、压路车、扫道车、除胶车、叉车、摩擦系数测试车等；  （4）应急救援车辆：包括应急指挥车、消防救援车、医疗急救车等；  （5）各类特种设备：包括环境噪音监视仪、切缝机、驱鸟设备、行李拖斗（板）、标志系统等。  由此可见，机场的车辆与货运物品众多，而当前只能通过地面标识线与塔台统一调度，调度效率较低，对调度员的要求较高。通过RTK技术，可以构建起机场车辆与设备的位置记录与显示系统，具体可实现以下几项功能：  ①定位跟踪，定位信息包括物体经纬度、速度、行进方向。  ②轨迹记录，按照设定的时间间隔周期性记录并回传设备的轨迹数据与状态。  ③盲区数据回报，当流动站处于无信号区，或者GPS模块发生故障无法通过移动网络与基准站进行数据传输时，服务器自动将最后一次数据传输的位置信息显示于用户界面，并同时显示报警信息。  ④超速与越界报警，当设备的移动速度超过限定速度，并持续一定时间后系统将向用户报警。除此之外，当设备移动至限定行驶区域之外，或者移动至飞机频繁活动的区域，系统也将在持续一段时间后进行警告。  ⑤导航与回收建议，根据机场各设备数据，系统将向调度人员提供智能调度建议，避免拥堵甚至碰撞的情况出现，加快机场各部门周转效率。  综上所述，通过RTK技术可对机场各车辆与货物实现精准定位并进行统一调度，在获取了设备的具体体积大小后更可提高调度精确性，节省周转时间，且因为流动站模块体积小，可在现有设备上进行安装，有效降低使用成本。  **3、具体目标**  （1）周期性数据传输的RTK流动站设备设计  本项目计划采用将流动站载波相位数据周期性发送至基准站的方式，降低其天线的收发频率，这将降低流动站的功耗，从而实现长期运行。在分别解算出基准站与流动站的整周模糊度后进行差分运算，进而获取厘米级精度的流动站位置信息。  除此之外，为了满足机场高强度设备调度的需要，流动站模块需要有足够的可靠性。在组装时需紧密连接以减小模块体积，同时外壳坚固，内部各个组件不易损坏，且电池续航能力强，从而保证模块能够长期工作。  （2）载波相位平滑伪距差分数据的传输  在接收到流动站与基准站的载波相位数据后，数据将用于两个方向，一是瞬时的分米级精度的伪距差分平滑定位数据计算，二是厘米级精度的RTK整数固定解收敛。本项目将在接收数据后瞬时提供载波相位平滑伪距差分得到的结果并显示于用户界面，在RTK收敛出整数固定解之后获取其结果提供于用户界面，将定位精度提升至厘米级。  （3）物体体积大小的测算  通过在物体上安装两个甚至多个流动站设备，根据各流动站的相对位置解算出物体的具体体积大小，为导航建议和危险预警提供更高精度的数据支撑与安全保障。  （4）实现流动站与基准站通过移动网络进行连接，保障在流动站与基准站距离在10千米之内时的高速数据传输。  （5）具体掌握机场布局与各车辆和设施的一般流动轨迹，选取基准站的架设区域，使本项目能更好适用于一般应用场景。  （6）架设服务器，尽可能降低每一次数据传输后载波相位收敛出整周模糊度固定解的时间，完成数据的记录、处理，最终能以图形化的方式显示于用户界面，并可以根据实际情况给予导航建议与回收建议，提高各机场各部门运转效率。    项目整体结构图  **4、国内外研究现状分析及评价**  （1）RTK技术应用现状  国外对RTK的研究主要集中于网络RTK设施的建设，即连续运行的RTK基准站系统，进一步提高RTK的定位精度，包括美国、加拿大、德国、日本等发达国家都建立了本国的RTK基准站系统，提供卫星导航数据与用户导航数据，用于自然环境的监测、工程测绘以及日常导航应用。  国内对网络RTK技术也在进行探索，包括北京、深圳、广州、武汉、哈尔滨、西安等多个城市都建立了网络参考站（基准站）系统并投入服务，但总体来说局限于功耗与计算求解时的时延两个问题，RTK在国内的应用大多还是限于工程测绘领域，长期稳定的高精度定位服务仍是一个较少涉足的领域。  （2）机场特种车辆与专用设备的管理与监控  目前机场各设备的管理与监控已采用GPS定位技术，并通过双频GPS、DGPS、相位平滑伪距差分等技术达到了分米级的定位精度，构建起了机场特种车辆场面管理系统。场面管理员根据机场进近管制，塔台管制情况及飞机进离场流量等情况，通过管制与监控中心系统，机动地对场面车辆进行管理，但由于RTK的整周模糊度求解时间较长且功耗较高，尚未满足机场高强度调度的需求，目前相关应用仍处于空白状态。  （3）RTK在机场设施中的应用  ①机场建设施工作业中的测量。如GPS-RTK定位测量保证高精度定位、利用网络RTK进行机场重点工程的建设。  ②机场控高测量（机场净空区障碍物测量）对可能会建在机场受控区域内房屋建筑，利用RTK技术对此进行高精度测量，收集数据进行测算与分析，从而来保证飞机起飞降落的安全。  目前机场基于RTK的应用主要为工程测绘和建设，航空净空区的安全隐患排查等。机场设施与特种车辆的管理虽然利用了GPS技术进行综合统一调度，但精度不高，仅可作为调度员的数据参考。如果利用RTK技术监测机场中的各个设备实时位置，并实现自动化、智能化、精准化调度管理，将会大大提高机场各设备的运转效率，并且能够有效地保证安全。  **5、参考文献与网站：**  （1）www.rtkexplorer.com  （2）www.rtklib.com  （3）www.github.com/tomojitakasu/RTKLIB  （4）www.u-blox.com/zh/product/neolea-m8t-series  （5）www.u-blox.com/zh/product/zed-f9p-module  （6）周乐韬,黄丁发,袁林果, 等.网络RTK参考站间模糊度动态解算的卡尔曼滤波算法研究[J].测绘学报,2007,36(1):37-42. DOI:10.3321/j.issn:1001-1595.2007.01.007.  （7）王翔,魏长寿.优化转换参数对GPS-RTK定位精度提高的实验分析[J].山东工业技术,2018(20):140-141+150.  （8）中华人民共和国民用航空行业标准  MH/T5002-1996  民用机场特种车辆、专用设备配备[J]  （9）张光明.基于DGPS/GIS的机场场面车辆管理和防撞系统[J].民航经济与技术,2000(03):47-48.         （10）常志巧,郝金明,李军正.载波相位平滑伪距及其在差分定位中的应用[J].海洋测绘,2009,29(03):21-23. |

|  |
| --- |
| **二、研究技术路线及可行性分析** |
| **1、基本开发条件**  开发平台：RTKLIB、u-center  开发硬件：GPS天线、NEO-M8T、ZED-F9P、移动通信模块等  开发语言：C、C++  开发工具：Visual Studio、QT  **2、技术路线及可行性分析**  （1）流动站模块的设计  u-blox公司的NEO-M8T单频GPS模块，专门用于精确定位，并支持GPS原始信号的输出。目前的固件支持中国北斗、美国GPS、俄罗斯GLONASS、欧洲伽利略系统以及日本QNSS系统，且此模块更适用于集成化的模块设计。它使用RTKLIB做为RTK数据解决方案。  u-blox公司的ZED-F9P双频GPS模块，可同时接收北斗、GPS、GLONASS、伽利略卫星系统的L1、L2频点，结合高精度天线一体化设计，体积小，重量轻，只需外部5V供电，外接配合数据传输模块，即可快速完成实现RTK高精度的厘米级的定位。通过配置软件，即可配置用于RTK模式下流动站或基准站使用。  同时本项目将综合单个物体的多个流动站设备数据，计算出物体的体积大小，更加准确的定位物体的实际位置。  根据不同的应用场景确定网络通信模块与电池组。  （2）RTK流动站的周期性载波相位数据传输  实时的数据传输需要较大功耗，使得流动站难以实现长期工作的目标。通过周期性传输数据的方式，每一次数据同步结束后，流动站即进入仅收集数据的状态以降低功耗，实现其长期工作的目标。为此本项目将进行计算与实验论证，从而获得最优的周期长度。  流动站当中的数据传输模块负责建立通信链路，用于控制信号、状态信息的远程传输，同时通过移动网络接收RTK流动站数据，结合基准站GPS模块数据进行解算，求取高精度定位信息。  通过USB Modem的集成，搭建数据转发服务器，实现低于100ms延迟的控制命令数据传输链路，数据传输质量和网络带宽相关。此外需要完成电信IPV6链路的搭建，配合数传模块，数据传输延迟可降低到50ms级别，并省去转发服务器。未来可平滑过渡至5G，进一步降低传输延迟。  （3）RTK模块的相关调试与扩展程序  RTKLIB是日本东京海洋大学（Tokyo University of Marine Science and Technology）开发的一个开源程序包，供标准与精确GNSS全球导航卫星系统使用，是主流的RTK应用程序软件包。RTKLIB采用C++程序语言编写，可直接对程序源码进行修改编译，其提供一个可移植程序库和几个应用程序库，并且易于配置，提供了一系列输入选项。其中的RTKCONV.GUI可将由u-center收集的原始二进制数据文件转换成RINEX格式（接收器独立交换格式，是一种标准文本数据格式）。此外，RTKNAVI.GUI则是一个易于使用的单一集成应用程序，为数据收集和处理过程中发生的一切提供了一个交互式窗口。它还可以在交互式处理数据的同时将数据记录下来归档，以供之后的处理。  除此之外，还可向RTKLIB添加各类自主编译的后缀为.cmd和.conf的扩展文件，以实现对GPS模块的初始化以及状态烧写。这一特性便于本项目对GPS模块进行各项功能的调试与扩展，以实现上文提到的特别是周期性流动站载波相位数据回传和多流动站数据对物体体积的综合解算等其它多项功能。  （4）RTK定位精度的提高  考虑到卫星信号受到大气中电离层的影响，在基准站与流动站相距10千米的情况下，GPS信号都具有相似性，可以求出RTK固定解，这对于正常机场的面积大小是足够的，但由于RTK整周模糊度解算的不确定，造成信号质量不佳（楼房附近、人为遮挡天线），定位精度会从固定解（Fix，厘米级精度）下降到浮点解（Float，分米级到米级精度，且定位不稳定）。为了解决这一问题，并根据具体机场的布局，本项目将测算出设置基准站控制点的多个最优位置，以形成更稳固的网型结构作为求解转换参数的已知点，从而对转换参数进行优化。  除此之外，机场区域相对开阔平坦，GPS卫星信号受干扰较小，也为RTK技术的运用提供了良好的条件。通过双频GPS模块，也可以进一步减少GPS信号遇到障碍物形成的多路径反射造成的误差，提高RTK定位精度。   |  |  |  | | --- | --- | --- | |  |  |  |        图中黄色为浮点解，绿色为固定解，测试地点为：  （左）四川大学望江校区东区8舍周边道路，有楼房遮挡  （右）四川大学望江校区体育场跑道  （5）用户可视化界面的设计  用户图形可视化界面可采用QT开发，系统在接收到服务器每一周期初期提供的载波相位平滑伪距差分的分米级定位数据，以及在RTK定位结果解算出来以后提供的厘米级精度数据之后，可于用户界面显示出各特种车辆与专用设备的位置与行驶轨迹，并可以根据各设备的调度优先级和行驶路径所需时间给出对各目标点的导航规划与回收建议，出现紧急异常情况下也可以向调度员发出报警或者警告信息，调度员也可根据实时情况手动调整各设备行驶路径与优先级，从而达到系统对各设备自动化、智能化、精准化调度管理的目标。我们也会积极利用RTK现有的相关软件开发资源，来迁移完成我们的项目。         综合以上技术路线，我们认为我们有能力将项目完成并投入到实际的使用当中去。 |

|  |
| --- |
| **三、研究基础（对项目的参与动机、已有知识储备、相关研究和训练基础）** |
| **1、项目兴趣**  （1）我们团队对物联网与GPS定位方向有着浓厚的兴趣，我们了解到，高精度定位一直受到市场的广泛关注，RTK作为高精度GPS定位技术的一种，以其作业效率高、定位精度高、全天候作业、自动化、集成化程度高等特点引起我们的关注，促使我们对其进行更加深入的了解与学习。  （2）我们团队的成员及老师都对项目抱有巨大的期望，本项目将机场作为一个具体的现实应用场景，更具有发展前景。我们十分希望一年之后可以看到自己做出的项目真正落地并投入使用，这种成就感是不言而喻的，更是我们不懈努力奋斗的动力。我们相信，只要不停下前进的脚步，就一定能实现我们的目标。  （3）团队成员也在积极学习掌握硬件知识，学习单片机的各项基础操作，有能力进行初步开发。作为物联网工程专业的学生，单片机的操作，高精度GPS定位的应用是一个重要的学习方向和内容。这次大创，也给予了我们一个宝贵的实践机会。  **2、知识积累**  （1）团队成员均来自计算机学院，三名物联网工程专业，一名计算机科学与技术专业，均成绩优异，获得各项奖学金，团队有一定的编程基础，扎实掌握了C、C++、Java、Python等多个编程语言，项目中涉及到的单片机编程、用户前端界面开发，我们均在学习过程当中。  （2）尽管RTK对于我们团队来说是一个全新的领域，但是我们查阅了大量RTK相关的资料，在咨询老师与进行多次试验的基础上，对RTK的基本原理，优缺点，参数设置，开发平台都有了比较充分的认知与理解，特别是RTK的整周模糊度算法有了较为准确的认识，并且针对本项目应用提出了多个创新思路，预计能够有效降低RTK的功耗，提高定位精度，实现长期使用。  **3、实践基础**        （1）使用 Arduino 开发平台对 Esp8266等开发板进行多次编程烧录，对项目相关的单片机和NEO-M8T模块的GPIO 接口有了充分的了解，可以实现计算机与模块之间的串口通信。       （2）利用RTKLIB软件，将两个M8T组件模块在室外多次进行了RTK流动站与基准站发送、接收数据实验，在保证数据完整、质量合理、采样率合适后成功实现了厘米级精度定位，并在RTKLIB上实现了实时显示与数据记录。       （3）项目组已完成低成本的RTK-GPS方案及样机的设计与测试，单定位点成本600元人民币以内，经测试定位精度与市售产品保持一致（如：万元级别的俄罗斯emlid的Reach RS+），优于国产2000元级别的RTK-GPS。在此测试方案中加入了北斗卫星数据，在流动站接收机保持星历有效的情况下，开阔地能够做到10秒快速得到固定解（2.5厘米精度），定位数据报告频率为5Hz。由开源路由器主板 + GPS接收模块 + USB 4G上网卡 + GPS北斗天线构成。由于依据4G链路，通过公网IPV4进行数据转发，整体延迟在100ms左右。未来可开发新版数传盒，将5G模块集成至该设备当中。   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  | 自制开源RTK模块 | |
| **四、研究计划和进度（就文献查询、社会调查、方案设计、实验研究、数据处理、研制开发、撰写论文或研究报告、结题和答辩、成果推广、论文发表、专利申请等工作逐项计划时间，时间节点精确到月份）** |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 阶段 | 时间 | 任务 | 成果 | | 项目立项 | 2020.12 | （1）规划项目框架  （2）查阅相关文献资料，了解RTK基本原理，学习GPS模块信号接收、数据通信、服务器搭建的相关知识  （3）完成RTK定位实验，掌握基本的RTK各项操作 | （1）项目申报书  （2）项目初步开发计划  （3）项目的可行性分析 | | 流动站模块的改造与测试 | 2021.1-2021.2 | （1）流动站周期性数据回传的实现  （2）数据同时用于RTK与伪距差分数据的平滑  （3）流动站通信、电池、天线、GPS等模块的组合设计 | （1）流动站模块的完整设计  （2）能够实现流动站长期工作的目标  （3）通过RTKLIB等软件获取定位数据 | | 多流动站数据解算物体具体体积 | 2021.3 | （1）通过多个流动站定位数据解算出物体体积  （2）能够根据不同物体之间的位置关系提前预警，避免碰撞发生 | （1）实现物体体积的精确记录  （2）多个物体位置数据的同时跟踪与记录 | | 实际场景模拟测试与基准站位置设置 | 2021.4 | （1）采集具体某一机场的地面数据  （2）通过流动站模块实现对物体的定位跟踪  （3）根据机场布局确定网状基准站布局设置 | （1）对机场物体位置的跟踪与数据的实时回传，在预期时间内收敛出RTK整数解。  （2）实现在一般应用场景的基本功能 | | 图形化界面设计和服务器搭建 | 2021.5-2021.8 | （1）用户端图形化界面的编程设计  （2）服务器各项数据与用户端界面显示的协调  （3）对各物体导航以及碰撞和错误路径预警  （4）服务器搭建 | （1）用户图形化界面的显示  （2）在提供伪距差分平滑数据后进而提供RTK厘米级精度数据  （3）物体路径导航建议与各项错误预警 | | 项目测试及研究论文 | 2021.8-2021.9 | （1）整体系统测试  （2）撰写研究论文 | （1）系统测试通过  （2）研究论文发表 | | 结题答辩及专利申请 | 2021.9-2021.10 | （1）结题准备  （2）专利申请 | （1）结题及答辩  （2）专利申请 | |

|  |  |
| --- | --- |
| **五、项目研究支撑条件（项目所依托的重点实验室（中心、平台）、双创平台、课题组等各类单位能提供的直接支持项目开展的软硬件设施和其他校内外资源）** | |
| **1、实践基础：**  以NEO-M8T模块为基础的RTK的基准站与流动站的数据传递与精准定位，Arduino编程实现单片机程序烧写，自制开源RTK-GPS模块的设计及测试。  **2、实验设备及条件：**  四川大学计算机学院物联网工程系张卫华教授及其研究生团队已做了前期研究准备工作，基础的RTK基准站与流动站模块的开发设计模板已经具备，本项目可在现有模块上加以改进设计，从而达到预期目标。除此之外，依托于四川大学开源硬件社团，利用协会提供的各项硬件，包括单片机、电焊台、GPS模块等实验所需仪器与设备，可以根据需要借用各类物联网开发板与相关元器件，为本项目提供实验器材支持。  **3、个人技术储备：**  团队成员软件方面有C++、Java、Python程序设计基础，且对RTK专业软件RTKLIB有充足的了解与认识，硬件方面可使用NEO-M8T模块实现RTK的各项操作，通过Arduino编写单片机程序烧写，理解基本的串口连接PC的各项操作。 | |
|  |  |
| **六、预期成果形式（可多选）** | |
| 1.□SCI论文 篇  2.☑核心期刊论文 1 篇  3.□会议论文 篇  4.□内部编印期刊论文 篇  5.□授权发明专利 项  6.☑申请发明专利 1 项  7.☑创新类竞赛获奖  8.□创业类竞赛获奖  9.☑其他 名称：机场设备定位与导航系统软件开发与设计 | |
|  |  |
| **七、项目经费概算（按申报项目目标任务需要进行预算，经费执行情况将与结题考核成绩挂钩）** | |
| **1.经费来源（单位：元）**  申请项目专项经费 10000  **2.经费支出（项目总经费的65%，单位：元）**  （1）仪器设备费 2000  （2）耗材费 1000  （3）测试加工费 1000  （4）国内会务及差旅费 500  （5）国外会务及差旅费 0  （6）文献/知识产权事务费 1000  （7）办公费（含文印、办公用品等） 500  （8）其他费用 500  **合计 6500**  3.**绩效奖励**（项目总经费的35%，单位：元）  学生不填 | |

|  |
| --- |
| **八、评审情况** |
| **指导教师意见：** |
|  |
| **指导教师（签名）： 年 月 日** |
| **学院推荐意见：** |
|  |
| **主管院长签名： 年 月 日** |
| **学校专家评审意见：** |
|  |
| **组长签名： 年 月 日** |
| **学校认定意见及批准经费：** |
|  |
| **学校负责人签名： 年 月 日** |