

智慧港口高精度定位技术的应用讨论

Discussion on Application of High-precision Positioning Technology for Smart Ports

王燕伟¹, 霍思宇², 张 澜¹(1. 中讯邮电咨询设计院有限公司郑州分公司, 河南 郑州 450007; 2. 中讯邮电咨询设计院有限公司成都分公司, 四川 成都 610000)

Wang Yanwei¹, Huo Siyu², Zhang Lan¹(1. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd. Zhengzhou Branch, Zhengzhou 450007, China; 2. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd. Chengdou Branch, Chengdou 610000, China)

摘 要:

随着信息技术的不断发展及智慧化进程加速,智慧港口的自动化、网联化、智能化是必然的发展趋势,随之面临的人工码头整体自动化程度较低,人工成本较高等问题也亟待解决。搭建一套高精度定位系统,该系统架构包括应用层、服务层、数据层与数据采集层。平台可根据业务需求灵活配置,为全港区提供精准的位置信息采集处理能力,从而提升港口作业效率和智能化水平。

关键词:

智慧港口;高精度定位技术;北斗地基增强系统
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2021.07.014
文章编号:1007-3043(2021)07-0055-06
中图分类号:TN929.5
文献标识码:A
开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

With the continuous development of information technology and the acceleration of the intelligent process, the automation, networking, and intelligence of smart ports are inevitable development trends. The problems of low overall automation and high labor cost of artificial wharf also need to be solved. A set of high-precision positioning system are built, which includes application layer, service layer, data layer and data acquisition layer. The platform can be flexibly configured according to business needs to provide accurate location information acquisition and processing capacity, so as to improve port operation efficiency and intelligence level.

Keywords:

Smart ports; High precision positioning technology; BDS foundation strengthening system

引用格式:王燕伟,霍思宇,张澜. 智慧港口高精度定位技术的应用讨论[J]. 邮电设计技术, 2021(7): 55-60.

0 前言

港口作为交通运输的枢纽和对外交流的窗口,在促进国际贸易和地区发展中起着举足轻重的作用。随着对外贸易的不断提升,中国已经成为港口强国,2020年全球港口货物吞吐量和集装箱吞吐量排名前10的港口中,中国占7席。随着全球经济一体化和数字信息科技的快速发展,港口之间的竞争逐渐演变成全球网络及港口所处生态圈之间的竞争。

智慧港口是工业互联网的一个热点,目前人工码

头整体自动化程度较低,人工成本较高^[1];同时,自动化的装卸货、龙门吊桥吊的远程控制、AGV/IGV集卡控制、无人机巡检等场景,不仅需要5G网络提供数据通信保障,更需要高精度地图的精准定位支持^[2],以满足智慧港口特定场景自动化改造的需求。

因此,本文首先从整体方案入手,介绍了定位系统的总体架构;再从定位技术、系统组成、基础数据等3个方面,讨论了智慧港口高精度定位技术的部署应用方案。

1 定位系统总体架构

1.1 需求描述

收稿日期:2021-06-05

智慧港口的实现,需要传感定位技术将港口码头^[5]集装箱运输车、岸桥、场桥、堆高机等设备位置进行精确采集并有效处理^[3],同时结合码头高精度地图,实现码头作业设备的精准位置可视化展示、动态跟踪、运动轨迹实时监控、设定电子围栏进行危险区域误入报警等功能。对位置信息的精准采集就需要在港区部署一套高精度定位系统,为全港区提供精准位置信息的采集处理能力。高精度定位系统如图1所示^[4],主要包括参考站网(地基增强系统)子系统、数据通信子系统、核心云平台、边缘云(MEC)计算平台、用户应用子系统(应用终端)。

整体上,港口对于定位的需求^[7]如下。

a) 精确性:根据用户实际定位精度的应用需求,提供厘米级、亚米级、米级的定位精度。

b) 连续性:高精度车载终端在室外具有全天候的高精度定位性能,各功能系统需具有连续运行且正常工作的能力,即在时间上有连续的可用性。

c) 覆盖性:在作业区域内的任何地理区域,定位信息必须不间断地提供给各功能系统,即在空间上有全区域的可用性。

d) 可靠性和安全性:各功能系统相互独立运行,具有各自的控制终端,使其具有连续正常工作的能力,并能够检测和报告本身发生的故障。

e) 可维护性:各功能系统的技术和使用必须综合考虑预防性维护和校正性维护等因素,从而使各功能系统的生命周期成本最小。

f) 可扩充性:一方面,可进行功能扩展,保持系统的实用性;另一方面,能够与摄像头系统等用户已具备的业务系统实现对接和拓展。

g) 分级管理:系统需要满足多级管理结构,满足港口对不同区域分级管理的需要。

通过对港口主要应用场景的分析,用户按照精度可以分为毫米级、厘米级、分米级、亚米级、米级等几类。按应用场景则可划分为作业人员的定位、内外集卡的定位、港机设备的定位、港区内的定位导航以及基础设施的监测检测等应用,各应用使用不同精度的差分信息。通过系统的事后数据服务可达到毫米级定位精度,通过实时数据服务则可获得厘米级定位精度。其对定位精度、可用性及实时性要求如表1所示。

1.2 整体方案

定位系统架构包括应用层、服务层、数据层与数据采集层,平台可根据业务需求灵活配置,如图2所示。

1.2.1 数据采集

a) 功能介绍。数据采集层也是感知层,通过定位基站、定位标签、卫星、移动终端等采集位置数据,然

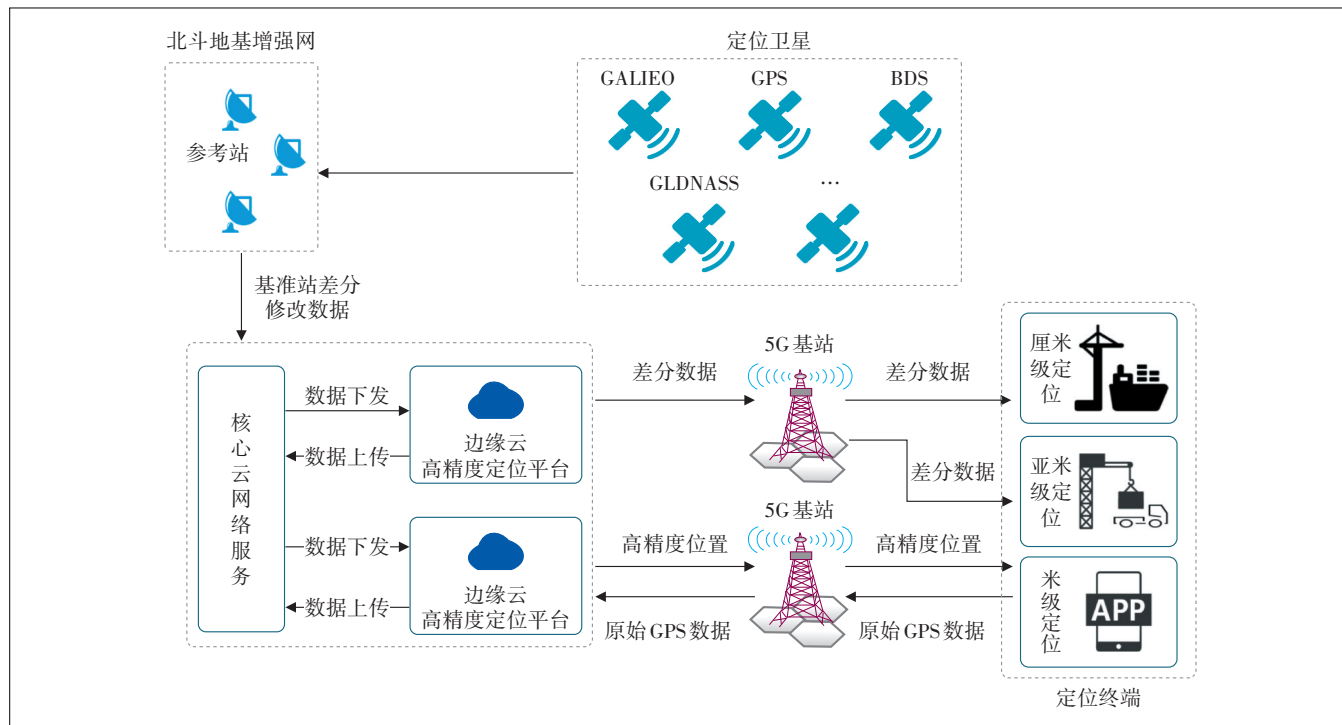


图1 高精度定位系统

表1 不同场景对应精度需求列表

应用场景	主要用途	精度需求/m	可用性需求	实时性需求
人员定位	对港区作业人员进行实时定位,规范作业人员行为,保障安全生产作业	$\pm 0.5 \sim \pm 1$	24 h/365 d	≤ 1 s
内外集卡车定位	对外集卡定位,管理规范外集卡作业流程;对内集卡定位实现灵活调度,规范作业流程	$\pm 0.5 \sim \pm 1$	24 h/365 d	≤ 1 s
港机设备定位	获取位置数据,灵活调度港机作业,同时通过定位数据提供自动化纠偏能力	$\pm 0.01 \sim \pm 0.1$	24 h/365 d	准实时
基础设施监测检测	监测检测如轨道吊轨道等基础设施的沉降问题	$\pm 0.001 \sim \pm 0.005$	24 h/365 d	准实时或事后
定位导航	为港区集卡无人驾驶提供定位导航能力,同时也可为外来集卡与人员提供定位导航帮助	$\pm 0.01 \sim \pm 0.1$	24 h/365 d	准实时

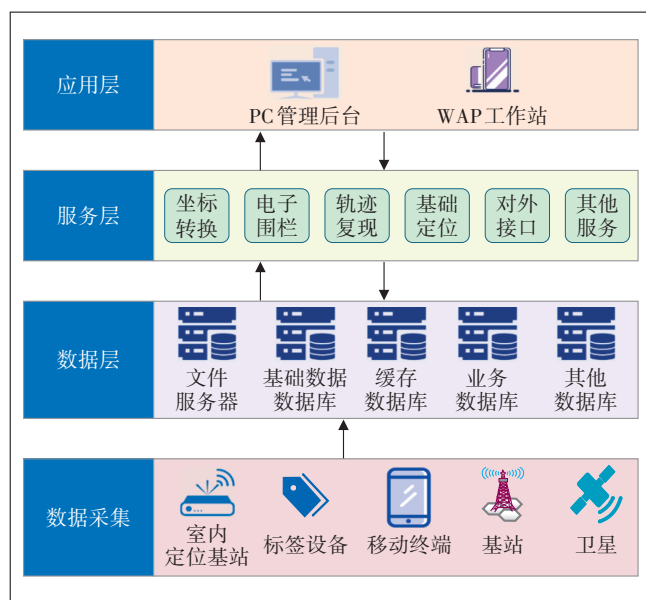


图2 定位系统架构

后传输到系统数据层进行存储与解算处理。在室内,利用定位基站与定位标签采集位置数据。在室外,利用卫星、基站、移动终端或定位模组等方式采集位置数据。

b) 支持多种技术。在分析室内外多种定位技术后,计划采用可灵活接入多种技术定位设备的数据采集层设计,针对室内外、不同精度、不同工况等多维度需求,提供多种定位设备满足日常管理和运营需求。

同时,数据采集层将采用模块化组件设计,将常用功能接口封装,使系统具备多类型新设备的接入能力。

1.2.2 数据层

a) 功能介绍。数据层负责将采集到的数据及业务相关联的数据进行分类存储;业务数据存入关系型数据库,提供稳定的业务支撑;热点数据存入缓存数据库,提高响应效率;高频率基础数据存入非关系型数据库,提高吞吐量;文件服务器提供大容量的文件存储服务,减少其他数据库的IO压力。

b) 支持数据互通。针对多级数据存储、多应用系统互通等需求,数据库将采用关系型与非关系型结合的方式,分别用于存储业务数据和基础原始数据,平衡日常使用响应速率和数据存储容量。同时,编制元数据字典,规范存储数据格式,为数据库数据格式统一和打通其他业务平台数据做好支撑。

1.2.3 服务层

a) 功能介绍。服务层负责业务数据及基础数据的加工处理,使业务与基础数据之间建立业务关联,或提供直接的调用接口,为应用层提供有效稳定的支撑。

b) 支持功能拓展。为满足应用场景对部署环境、系统稳定性等方面的要求,服务层功能采用技术微服务架构实现,各功能模块之间相互独立,使系统具备强鲁棒性。同时封装API接口,支持本地部署及网络服务调用双模式,满足多系统的统一服务模块,避免同一功能重复建设。灵活的模块化设计也便于未来拓展新的服务功能,使系统具备强拓展性。

1.2.4 应用层

a) 功能介绍。应用层包括PC管理后台与WAP工作台,PC管理后台提供基础数据配置、实时位置可视化、历史轨迹播放、数据分析统计等功能。WAP工作台提供实时位置可视化、历史轨迹播放、数据分析统计等功能。

b) 支持自定义业务。针对各类应用场景业务种类繁多、安全要求高、存在个性化管理制度的需求,提供面向管理及运营人员、领导、普通员工不同功能权限分配的PC端及移动端应用,支持人员、车辆、设备等多对象的实时位置查询、地理围栏绘制、历史轨迹复现、巡检路径规划、数据统计查询等基础服务。同时,支持基础功能灵活配置管理和运营,如危险预警、人员疏散、低电量告警、危险区域警告、摄像头视频联动等功能。

2 系统介绍

2.1 定位技术

本系统支持多种定位技术接入,可以基于系统稳定性、成本及定位精度的需求,选择1种或几种合适的定位技术。针对港口以室外定位为主,定位的对象主要包括集卡、人员、设备等,采取LBS基站和北斗卫星定位相结合的定位方式。

位置服务平台基于地基增强网观测的卫星信号建立误差模型,完成RTD/单频RTK的差分信息实时解算,通过互联网提供7×24 h高可用信号播发服务。终端通过4G/5G等移动通信手段接入平台,接收差分信息并回传位置数据;平台提供数据存储、坐标转换、地理围栏和空间分析等能力,进行业务场景匹配,形成整体解决方案。

2.2 系统组成

如1.2节中的定位系统架构所示,根据应用层的不同场景需求以及不同权限用户的查询渠道差别,可分为PC端应用和移动端应用。

a) PC端应用:为系统管理后台,通过管理后台可以对地图、设备(基站、标签、终端等)、被定位用户(人、车辆、设备等)进行基础数据管理、可视化用户的实时位置与播放历史轨迹等,且可对用户定位场景进行事件配置,触发事件会及时记录与触发告警,并提供多维度的位置数据、用户数据、设备数据、事件数据等统计分析。

b) WAP应用:主要提供给手机等移动端查看用户位置可视化展示、播放历史轨迹、事件信息、数据统计分析等。

同时,在应用层中,需要通过系统中的功能模块,在软件层面操作和实现定位功能。系统包括工作台、事件管理、地图管理、定位设备管理、位置服务、定位对象管理、系统设置7个功能模块组成。

其中工作台根据用户系统权限,支持个性化可视效果和数据统计,同时根据业务需求预设了功能快捷入口;事件管理针对各类应用场景的业务需求,支持自定义业务功能设计,前期可内置相应业务管理事件。

2.2.1 工作台

工作台支持管理和运营人员日常工作,包含人员、车辆、物品的地图可视化展示,数据分析,以及常用配置快捷入口等。根据系统应用又分为PC端工作

台和WAP工作台。

a) PC端工作台。PC端工作台是系统管理后台的工作台,用户可使用管理员设置的账户密码登录,分为可视化展示^[6]和数据分析两大主要功能。

(a) 可视化展示:定位设备(基站设备、标签设备)在地图上的实时位置信息、设备状态信息、电子围栏信息、绑定定位标签的人员、车辆、物品的最新事件信息(事件可在事件管理模块灵活配置,包括异常停留、危险预警、出入管理等)和历史轨迹查询与复现等。

(b) 数据分析:显示基站、在线标签、人员、车辆、物品,以及触发的事件数量,并以图表的形式统计出当天、一周内及本月的数据情况,支持自定义时段等多维度数据查询及统计数据表格化下载导出。

b) WAP工作台。在WAP工作台的登录页,可支持管理员和普通用户2种登录模式,用户可使用手机号码进行登录,方便管理人员和普通用户移动办公。

(a) 管理员用户:在管理员用户登录时展示项目的设备(基站设备、标签设备)在地图的实时位置信息与设备状态信息,还包括地图围栏信息与标签最新事件信息,管理员用户可通过轨迹复现功能查看所有标签的历史轨迹。数据分析可显示在线基站数、标签在线数、事件数和正常定位,并以图表的形式统计出当天、一周内及本月的数据量。

(b) 普通用户:可以查询自身实时位置及自己的历史轨迹,支持厂区导航及危险区域预警等自定义事件功能。

2.2.2 事件管理

事件管理结合位置服务和用户管理提供灵活的工作流配置,满足各场景下所需的功能,包括事件名称、触发动作、时间周期、选定用户、提醒内容等。为满足定位需求,系统可内置多种事件。

2.2.3 地图管理

地图管理支持地理信息存储及同地图关联管理,提供在线地图、离线地图与自定义地图管理与发布。

a) 支持发布地图,支持发布标准的REST服务,支持OGC标准等行业标准,提供地图相关的功能,包括地图浏览、缩放、查询、鹰眼、动态投影、图层管理等。

b) 支持连接第三方地图API的SDK,实现互联互通。

c) 支持三维场景、影像、矢量数据的在线网络发布,可以实现缩放、漫游、多种方式查询等GIS基本功

能。

d) 支持使用矢量、影像、地形、模型、地图等图层的缓存数据以及整个场景的缓存。

e) 支持二、三维一体化,可渲染海量数据,如地形、精模等;支持三维网络分析、三维空间分析,如通视、路径及缓冲区分析等。

2.2.4 定位设备管理

a) 基站管理。基站管理功能模块界面显示基站的编号、名称、所在地图、坐标和设备状态等信息,通过基站名称或编码可查询基站信息,点击“新增基站”可新增基站,对已增加的基站可编辑或删除(见图3)。

b) 标签管理。标签管理功能模块界面显示标签的编号、类型、所属用户、绑定状态及标签设备的运行状态等信息,还可对标签进行解绑和删除操作。点击“新增标签”添加不同类型的标签并对其编码,同种类型的标签也可批量新增(见图4)。

2.2.5 位置服务

系统提供的位置服务包括实时定位服务、电子围栏服务、轨迹复现服务与路径规划等服务。

a) 实时定位。通过被定位人、物等佩戴的定位标签实时返回位置数据,经系统解算以及相关业务处理后,在系统中实时显示人、物等相关的位置信息。

b) 电子围栏。基于定位服务,通过在定位地图上

虚拟绘制出一个地理边界,当定位标签进入、离开某个特定地理区域,或在该区域内活动时,可以触发相应的配置事件,如员工签到打卡、危险区域管理等。管理和运营人员可以自行绘制电子围栏,对围栏进行命名等管理操作,并在事件管理中配置相应入栏、出栏、停留时长等事件,对员工、车辆、物品进行区域管理。

c) 轨迹服务。基于定位服务,系统会记录所有标签历史位置信息,通过查询标签历史位置信息,使每个位置坐标点在地图上进行连线,并渲染出坐标点在该连线上移动的动画效果。管理和运营人员可以查询绑定定位标签的员工、车辆、物品的历史轨迹并回放。

d) 路径规划。基于定位服务,通过标签位置获取指定的历史轨迹,然后系统进行路径平滑处理,结合定位设备实现避障,为机器人、飞行器等巡逻业务场景进行路径规划。管理和运营人员可以预先规划员工、车辆的行进路径,并在事件管理中进行分配。

2.2.6 定位对象管理

定位对象管理中的定位对象指对佩戴标签的被定位用户,包含人员、车辆、物品等,该功能包括了标签用户与分组管理。标签用户功能模块界面展示如图5所示。

基站编号	基站名称	所在地图	经度	纬度	高度	设备状态	操作
20210322	厂房基站	3号厂房	100.662	200.21	50.2	正常	详情 编辑 同步

图3 基站管理功能模块界面展示

标签编号	标签类型	用户	电量	标签状态	操作
20210322	卡片	张三	32%	正常	详情 编辑 同步
20210323	卡片				详情 编辑 同步

图4 标签管理功能模块界面展示

< 标签用户

新建

删除

名称：

请选择

 分组：

请选择

查询

解绑

绑定

重置

用户名称	用户编号	用户类型	分组	标签编号	操作
☒ 赵四	009527	张三	工作人员	20210322	详情 编辑 同步
☐ 接驳车 05	JBC-05	车辆	自动驾驶机器人		详情 编辑 同步

<

1

2

3

4

5

6

7

8

9

>

10条/页

跳至

5

页

图5 标签用户功能模块界面展示

a) 标签用户。可以对绑定定位标签的人员、车辆、物品信息进行增删改查,支持批量 EXCEL 上传信息,同时还可以和标签进行绑定、解绑。

b) 分组管理。主要为绑定标签的定位对象进行分组,在使用绑定标签对象信息时,可提供方便快捷的组别信息。

2.2.7 系统设置

包括账户管理、角色管理、用户类别、操作日志4种功能。

a) 账户管理。用户可以在账户管理中添加新用户并设置用户的标签,还可对所存在用户进行增删改查。

b) 角色管理。设置超级管理员、领导、员工等角色,针对不同角色设置不同权限。

c) 用户类别。对每一类用户进行管理和图标配置。

d) 操作日志。可查看用户操作记录。

3 结论

随着信息技术的不断发展及智慧化进程加速,智慧港口的自动化、网联化、智能化是必然发展趋势。本文从定位系统的架构入手,介绍了诸如自动化的装卸货、龙门吊桥吊的远程控制等场景中均使用到高精度定位的能力,讨论了智慧港口高精度定位技术的部署应用方案。通过搭建一套高精度定位系统,可以提供精准的位置信息,从而提升港口作业效率和智能化水平。

参考文献:

- [1] 韩超. 基于物联网的港口信息平台建设解决方案研究[D]. 大连: 大连海事大学, 2011.
- [2] 夏林元, 鲍志雄, 李成钢, 等. 北斗在高精度定位领域中的应用

- [M]. 北京:电子工业出版社,2016.
- [3] 潘旗艳.北斗高精度定位技术在船舶运输和安全管理中的应用研究[J]. 企业科技与发展,2018(2):92-94.
- [4] 任大凯,廖振松.5G车路协同自动驾驶应用研究[J]. 电信工程技术与标准化,2020,33(9):68-74.
- [5] 王细远.干散货码头自动化技术[J]. 水运工程,2018(6):195-198.
- [6] 苏志国.黄骅港煤炭码头三维可视化管理系统研究[J]. 黑龙江科技信息,2014(34):122-124.
- [7] 马培深,蔡延光,梁秉毅.智慧港口综合应用系统的设计与实现[J]. 工业控制计算机,2015,28(3):153-154,165.
- [8] 邱云奎,廖靖,沈新锋,等.一种智慧港口用智能控制装置:CN208547846U[P]. 2019-02-26.
- [9] 高璇.物联网技术在智慧港口安全信息化建设中的应用研究[J]. 科学与信息化,2020(28):26-27.
- [10] 柯院兵.智慧港口智能调度方法、装置及系统:CN108242141A[P]. 2018-07-03.
- [11] 吴海乐,陈扬,贾来国.北斗系统在智慧港口领域的应用[J]. 卫星应用,2020(7):22-27.
- [12] 张祖锋,殷嘉伦,胡阳,等.一种基于智能网联系统的港口卡车自动编队方法及系统:CN111487975A[P]. 2020-08-04.
- [13] 陆亚英,万立健.一种远距离高精度定位方法[J]. 港口科技,2017(4):22-27.
- [14] 李明瑛.北斗卫星导航系统在港口高精度定位调度管理系统的应用[C]//2008年第5届科技兴港论坛论文集.武汉理工大学,2008.
- [15] 刘冰.基于北斗卫星的港口高精度定位调度管理系统[C]//卫星导航定位与北斗系统应用2012.测绘出版社,2012.
- [16] 肖扬,汤文扬,窦路.基于UWB与GNSS融合定位的港口高精度定位技术[J]. 港口科技,2019(4):16-19.

作者简介:

王燕伟,毕业于西安电子科技大学,学士,主要从事创新业务发展、行业产品BU生产经营的相关管理工作;霍思宇,毕业于南京邮电大学,助理工程师,硕士,主要从事智慧交通类创新项目的产品设计和项目管理工作;张澜,毕业于武汉理工大学通信与信息系统,高级工程师,硕士,主要从事智慧交通类创新项目支撑及项目交付工作。