

水声大数据平台建设与典型应用^{*}

苏伯威^{1,2} 董 鹏¹

(1. 海军工程大学管理工程与装备经济系 武汉 430033)

(2. 中国人民解放军92730部队 三亚 572099)

摘要 近年来,我国开展了大量的水声环境数据调查和建设,采集了海量水声数据。为加强这些数据的分析和利用,充分挖掘水声数据价值,提升水声探测设备能力。论文通过结合大数据的技术现状以及水声数据特点,提出了一种大数据平台的建设方案,并对水声数据的几种典型应用进行了研究。

关键词 水声;大数据;平台建设;典型应用

中图分类号 O427 DOI:10.3969/j.issn.1672-9730.2025.02.037

Construction and Typical Application of Big Data Platform for Underwater Acoustic

SU Bowei^{1,2} DONG Peng¹

(1. Department of Management Engineering and Equipment Economics, Naval University of Engineering, Wuhan 430033)

(2. No. 92730 Troops of PLA, Sanya 572099)

Abstract In recent years, China has carried out a large number of underwater acoustic environment data investigation and construction, massive underwater acoustic data is collected. To enhance the analysis and use of this data, the value of underwater acoustic data is maximized, the capabilities of underwater acoustic detection equipment are improved. This paper combines the technical status of big data and the characteristics of underwater acoustic data, proposes a big date platform construction scheme, and studies several typical applications of underwater acoustic data.

Key Words underwater acoustic, big data, platform construction, typical application

Class Number O427

1 引言

大数据主要是指对海量数据的采集、计算、智能分析等,将数据向信息和知识进行转变,从而拓展其价值。在水下弱联通、弱信息、环境复杂等条件下,更需要形成以平时大量水声数据分析、多要素耦合的模型仿真推演的辅助决策的能力。

近年来国内开展了大量的水声环境数据调查和建设,采集了海量水声数据。因此,如何促使环境\设备\能力,相关资源要素实现聚合应用,如何构建数据\模型\技术,向设备能力转化的高效平台,充分发挥水声大数据价值,需求迫切,意义重大。

2 水声大数据应用支撑平台

水声大数据应用支撑平台提供基础运行环境和数据应用支撑服务,能够充分引接、导入、录入已有、新收集的水声数据,支持以水声数据为主的的相关数据汇聚存储、面向业务应用的数据管理和数据总线服务等。功能和组成设计如图1所示。

2.1 主要功能要求

1)基础运行资源支持:为数据平台和应用系统提供统一的计算、存储、网络等基础资源支持。

2)数据汇聚应用支持:提供原始数据库、业务数据库、数据采集管理、数据治理功能,可引接或者

导入外部数据库数据,存储整编各类数据等。

3)数据订阅发布服务:为各应用系统提供数据服务接口,构建网络软总线,按需订阅和发布所需数据。

4)数据统计关联分析:提供大数据统计分析、数据关联等分析工具,为数据多维度分类组合使用提供支持。

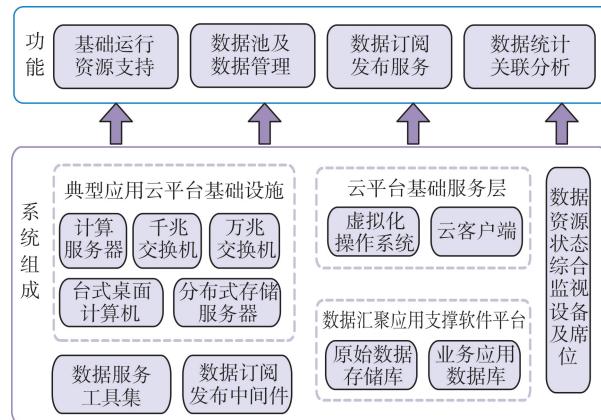


图1 水声大数据应用支撑平台功能与组成图

2.2 分项建设内容

1)云平台硬件

云平台硬件设施包含计算服务器、存储服务器、千兆交换机、万兆交换机、模块化机柜系统(含机柜、供电系统、机架式空调、封闭冷通道等)。计算服务器、储服务器、万兆交换机部署在模块化机柜系统中,千兆交换机布置在应用环境中。

2)云平台软件

包含虚拟化操作系统、云管平台。根据服务器节点数量和终端数据安装配置。

虚拟化操作系统安装于各个服务器中,提供计算资源虚拟化、存储资源虚拟化、网络资源虚拟化、裸设备管理等;实现资源池管理、可靠性管理等;面向应用,提供虚拟机应用服务、容器化服务等。

云管平台基于虚拟化操作系统,提供集群资源管理、主机资源管理、虚拟机管理、容器云管理、网络资源管理、用户权限管理、负载均衡管理、资源安全管理、容灾备份管理、高可用功能配置、资源监控等功能,同时对外提供标准 REST-API 接口,提供云客户端,具备远程连接虚拟机桌面的功能,提供用户登录、桌面管理、用户管理、外设管理、多屏显示、分屏显示、自动重连等功能。

3)数据汇聚应用支撑平台软件

包含底层数据库平台、原始数据库、业务数据库各一套,部署在分布式存储资源上。

原始数据库用于存储外部引接数据,原始数据

设置分类和标签(如来源系统、生成时间、数据格式、数据类别等),提供基于分类和标签等数据检索、关联功能。业务应用数据库提供面向应用系统的数据服务接口,提供安全受控的数据访问服务。

4)数据服务工具

数据服务工具一套,嵌入原始数据库和业务数据库中,用于采集、保存、归类、清洗、转换、标准化,包含采集管理工具、数据治理工具、数据应用接口配置工具、大数据统计分析工具。

5)数据订阅发布中间件模块

数据订阅发布中间件模块一套,安装于各运行节点,数据服务接口,提供统一化的应用软件之间的数据传输功能。

6)数据资源状态综合监视设备及席位

数据资源状态综合监视设备一套、数据整编管理终端计算机和操作席位。

2.3 建设方式和实现途径

1)硬件设施采购和基础软件适配

云平台基础硬件、虚拟化操作系统、中间件等基础软件采购成熟商用产品,与信息基础平台的异构云管进行适配。同时集成信息基础平台的异构云管平台、容器云管理、容器服务打包工具等。

2)数据汇聚应用支撑数据库平台软件

关系数据库选用名录产品,分析性数据库根据项目需求应用经过相关机构评测的产品,共同构建底层支撑平台,满足非关系数据、关系型数据和海量分析数据存储管理。

3)原始数据库、业务数据库开发

综合分析原始数据库、业务数据库的应用需求,基于数据汇聚应用支撑平台软件的底层接口、数据工具,开发数据库用户应用前台应用页面。

4)数据资源状态综合监控设备及席位

采购触控一体设备作为数据资源状态综合监控设备、根据应用环境场地和数据整编操作需求定制采购数据整编管理席位。其他应用环境的综合信息演示设备及席位的建设途径与此相同。

3 应用环境综合运维管理平台

为运维管理人员提供整个应用环境的统一管理入口和运维管理相关功能,保障应用系统的稳定可靠安全运行。

3.1 主要功能

1)基础资源管理

依托云平台基础软件,在运维管理部位提供集成一体化的基础资源管理运维入口门户,进行云平

台中虚拟机、物理机、容器等常用资源的管理,提供便捷的云平台管理使用,如虚拟机的生命周期管理、虚拟机的迁移、虚拟机配置、物理机关机、物理机重启、容器生命周期管理、容器配置等。

2) 数据资源管理

(1) 磁盘数据管理。利用数据存储接口,实现磁盘数据的上传和下载、磁盘数据资源的访问权限控制、磁盘数据的删除和恢复、数据共享、存储空间配额管理等服务。

(2) 应用数据管理。在运维管理部位提供集成数据资源管理入口门户,实现数据使用权限管理、数据密级管理、数据备份管理、导入导出管理等。

3) 应用软件管理

提供应用的快速部署、应用分组、应用增删、应用与用户映射等功能,此外还包括应用的导入、编辑、分组、版本管理等。

4) 安全防护管理

提供用户信任管理,提供身份认证服务、授权管理服务、访问控制等认证支撑等服务;提供数据密级设置、数据管理员、数据用户权限等管理;提供主机、网络、存储等安全和计算环境防护;提供应用访问控制、数据传输加密等功能。

5) 综合监控管理

针对应用环境安全监控需求,提供应用环境各部位视频监控、模块化机柜动环监控功能。

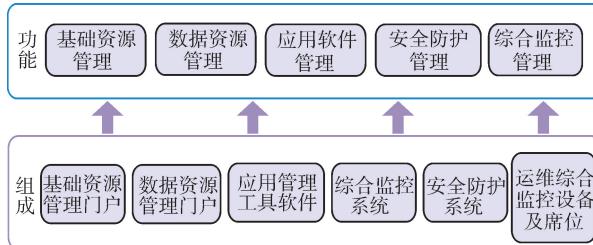


图2 应用环境综合运维管理平台功能与组成图

3.2 分项建设内容

应用环境综合运维管理平台分项建设包含运维管理类模块、安全防护系统、综合监控系统、运维信息综合监控设备及席位。

1) 运维管理类模块

运维管理类功能模块一套。包含:基础资源管理、数据资源管理、应用管理工具软件。

2) 安全防护系统

安全防护系统一套。包含:网络安全防护、数据安全防护、系统安全、应用安全防护、安全管理等。

3) 综合监控系统

综合监控系统一套,包含:视频监控系统、动环

监控系统。视频监控系统包括大厅和服务器机房监控摄像设备、视频记录设备及监控软件、安全门禁等。模块化机柜动环监控系统包括动环参量监控系统、监控主机及监控软件等。

4) 运维信息综合监控设备及席位

运维信息综合监控设备、运维管理终端计算机及席位。

3.3 建设方式和途径

监控系统采用成熟产品,安全防护系统采用信息安全名录产品构建。

应用管理工具软件基于云平台虚拟应用节点管理、信息基础服务平台容器云及容器打包工具等基础开发和适配。

4 水声大数据典型应用

4.1 水声环境支持应用

4.1.1 应用需求

1) 典型应用场景

可依托本应用环境,分析海峡要道、重要海区的水声传播、环境对探测效能影响分析。依托本环境,支持水下预设航路漫游,结合洋流、涡旋、分层水流、水下地形等给出航行路线安全影响分析和适航性分析结果。

2) 主要应用数据

主要包括水下地形数据,底质数据、洋流及声速梯度历史数据和动态预报数据。其中地形数据,底质数据集成“使用环境支持系统”及数据库,并提供数据更新接口,以便后续更新为更精细的地形数据。洋流及声速梯度历史数据和动态预报数据引接其他系统预报的实时数据,并根据需求存储形成历史数据。

4.1.2 主要功能

1) 地形环境及水文洋流等基础数据服务功能

(1) 基础海洋数据支持功能:提供温度、盐度、密度、声速、地形、洋流等基础数据支持;

(2) 实时海洋环境数据查询:实现周边海洋环境场的实况分析,实现南海海区内水下实时海洋环境数据(海流、温度、盐度等)查询;

(3) 实测数据处理功能:提供声速剖面数据的预处理、延拓、同化等处理功能;

(4) 环境数据管理功能:支持数据更新记录查询、数据统计信息查询、数据清理等管理维护操作;

(5) 基础环境数据可视化功能:通过俯视二维热力图、距离深度热力图、距离数值曲线图、深度数值曲线图等多视角展示。

2)多维精细化声场计算服务功能

(1)声场分析功能:提供声场计算模型,支持根据环境与应用场景自动调用或手动选择合适的模型进行水声传播特性分析;

(2)单点会聚区预报功能:支持单点会聚区位置和宽度预报。

3)基于环境数据的行动支持功能

(1)水文环境时空变化分析功能:提供深度分析、地形复杂度、沉积物分析、温跃层分析和会聚区分析功能,并通过图层叠加的形式可视化;

(2)水文洋流信息应用功能:实现航路规划、航线时间和水下中尺度过程位置显示;

(3)分层海流对航行路线影响分析功能:直观展示区域海底三维地形起伏,支持水下预设航路漫游,分析预设航行路线所需时间和航行范围,为任务规划提供更充分精准的支持信息;

(4)潜航器坐底适用性分析功能:结合海底斜坡、地形、海底沉积物等数据,给出潜航器坐底适用性相关参数数据排序。

4.1.3 分项建设内容

水声环境支持系统建设水下声场环境信息应用系统、海洋水文洋流等信息应用系统软件、海域中尺度现象分析系统、水下环境信息集成演示设备及应用席位。

1)水下声场环境信息应用系统

包含基础环境数据及可视化、水下声场环境分析、潜航器坐底适用性评估等功能软件。

(1)基础环境数据及可视化

提供基础的水下地形、底质、历史声梯数据等。

(2)水下声场环境分析

提供信息支持,为其他功能模块提供传播损失、会聚区预报等声场分析结果。

(3)潜航器坐底适用性评估

基于海底数据,实现在任务海域内潜航器坐底相关影响参数评估。

2)海洋水文洋流等信息应用系统

包含海洋水文洋流等信息集成显示、航行路线影响分析等软件。

(1)海洋水文洋流等信息集成显示

实现对海洋环境实时数据查询功能,规划最优航行路径、航行时间推算、航行危险区的显示。

(2)航行路线影响分析

在实现区域三维地形展示和水下预设航路漫游的基础上,为安全航行提供数据支持。

3)海域中尺度现象分析系统

包含中尺度现象分析、中尺度现象图层表达等软件模块。

(1)中尺度现象分析

计算和提取南海海域中尺度现象,计算对梯度分布和声场的影响,给出声速梯度非均匀分布数据。

(2)中尺度现象图层表达

给使用人员提供图形化的涡流、水团等可视化表达,声速梯度在不同区域的分布可视化表达。

4.2 水声探测识别应用

4.2.1 应用需求

1)典型应用场景

依托本环境进行水声探测设备的效能对比分析,对海域探测距离、区域探测覆盖能力等进行评估。针对探测识别性能提升需求,依托本环境,支持水声探测设备探测识别新功能开发。

2)主要应用数据

水声探测识别应用环境以水声组态化数据为基础,一是按照统一接口标准,引接各水声数据采集平台数据;二是导入其他来源水声数据,包含水声探测设备阵元数据、水声目标数据场景数据等。同时应用本项目建设的水声环境数据、平台声特性数据等,用于特定对象和环境下的水声探测设备探测能力评估。

4.2.2 主要功能

1)水声探测谁被探测使用效能评估功能

(1)可针对不同的水声环境、目标特性、水声探测设备工作参数,评估给出水声探测设备使用效能。

(2)评估水声探测设备效能和整体探测效能,进行多图层可视化展示。

(3)支持目标回波特性变化时,对探测的影响分析。

2)水声探测设备性能优化测试验证支持功能

(1)算法模型运行管理功能

为算法模型提供运行支持,实现优化改进算法加载,接口及相关关联支持,根据探测设备性能优化测试验证需求,构建完整的信号处理流程。

(2)水声探测设备模拟显控功能

提供模拟显控功能,可根据不同平台自动配置相应的模拟显控,实现与设备一致的人机交互功能,在探测设备性能优化测试验证过程中与运行的信号处理算法接口进行人机交互。

(3)算法性能辅助评估功能

对算法运行的过程和结果进行指标计算和分

析,可视化显示分析结果,为算法性能评估提供辅助分析。

3)水声目标分类识别新算法应用支持功能

(1)目标数据实时分析处理功能

对采集的水声探测设备目标数据进行实时的低频线谱、调制谱等特征分析,线谱自动提取、螺旋桨参数估计等处理;生成低频线谱谱图、调制谱谱图数据。

(2)目标数据整编功能

可对目标数据进行剪辑、标注、修改、添加、删除等编辑操作,具备对特征线谱数据的分析功能,以及在不同种类数据之间对特征数据/谱图数据进行多重比对的功能。

(3)水声探测设备目标识别数据管理功能

具备对水声探测设备目标的识别过程、用于识别的特征、识别的结果进行人工选择和管理的功能。具备对水声探测设备目标数据按照不同应用方式录入数据库进行规范存储管理的功能。

4)信号深度关联分析功能

实现整编数据深度分析,对其进行大样本时空关联、统计等处理、多平台目标特性关联、同一目标发现时间、空间、环境、设备的统计。

(5)智能识别开发验证功能

针对大样本目标数据的固有特征、统计规律等进行知识挖掘。支持目标识别特征区分度优化和新特征提取方法建模,支持新的分类、聚类、深度学习等识别算法训练、应用测试等。

4.2.3 分项建设内容

建设水声探测设备探测使用效能评估应用系统、水声探测设备性能优化测试验证支持系统、水声分类识别新算法应用支持系统、水声探测识别效能评估对比演示设备及应用席位。

1)水声探测使用效能评估应用系统

水声探测使用效能评估应用系统一套,含水声探测效能评估计算、效能评估人机交互。

(1)水声探测效能评估模型计算

提供不同水声探测设备设备其阵形、工作频段、时空处理方式,以及主动水声探测设备发射声源级、发射频率、脉宽等参数,计算水声探测设备指向性增益、时间增益、最小可检测信噪比等技术参数,实现水声探测设备性能评估。

(2)效能评估人机交互

支持典型主/被动水声探测设备参数配置、支持目标参数配置,对环境数据和水声探测设备效能评估结果进行显示。

2)水声探测设备性能优化测试验证支持系统

水声探测设备性能优化测试验证支持系统一套,包含水声探测设备测试算法综合管理、各水声探测设备信号处理、各水声探测设备模拟显控、算法性能辅助评估。

(1)水声探测设备测试算法综合管理

根据优化测试验证需求,加载和动态管理各应用功能模块,实现算法库文件的调用,接口的转换,为新算法模型接入提供运行支持。

(2)各水声探测设备信号处理

由各水声探测设备处理算法组件构成,构建应用环境统一的全交换结构的处理平台和阵元、波束、目标等数据的共享机制,实现信息共享的开放式处理体系,完成应用环境的多功能综合处理。可以根据需要扩展、更换功能模块,为算法性能优化测试验证提供关联处理模块支持。

(3)各水声探测设备模拟显控

水声探测设备性能优化测试验证过程中的人机交互,接收信号处理模块的输出信息,通过分页面进行显示;接收输入信息,根据工作对象形成控制命令,控制各水声探测设备模型算法的参数。通过人机交互可进行水声探测设备性能分析。

(4)算法性能辅助评估

对算法运行的过程和结果进行指标计算和分析,对探测能力、跟踪精度及稳定性、方位分辨能力、被动测深测距、识别效率等可视化显示,为算法性能评估提供辅助分析。

3)水声分类识别新算法应用支持系统

水声分类识别新算法应用支持系统一套,包含目标数据实时处理、智能识别深度分析、识别特征优化和智能识别算法验证、目标数据整编、目标识别特征数据库。

(1)目标声特征分析提取软件

对采集的水声探测设备目标数据进行实时的低频线谱、调制谱等特征分析,线谱自动提取、螺旋桨参数估计。

(2)智能分析识别

对大样本目标数据的固有特征、统计规律等进行特征统计,对多目标在时间、空间、多特征等分析和识别。

(3)识别特征优化和智能识别算法验证

该模块基于目标信号、目标特征等目标识别基本数据,建立开放性的新算法应用验证平台,一方面是识别特征提取、区分度提升方法,用以提升识别

(上接第 186 页)

别特征区分度、稳定可靠性；另一方面是智能化的识别算法，用以集成应用新的识别分类器、自动识别机器训练方法等。

(4) 目标数据整编软件

对目标数据进行剪辑、标注、修改、添加、删除等编辑操作，具备对特征线谱数据的分析功能，以及在不同种类数据之间对特征数据/谱图数据进行多重比对的功能。

(5) 目标识别特征数据库

用于存储整编数据和数据说明数据和模板数据，为识别模型训练、目标多种状态下的特征模型集构建提供数据支持。

5 结语

综上所述，随着信息技术的不断发展，在大数据背景下，技术得到不断的演进，应用也不断地更新。本文通过搭建大数据平台实现大数据技术在水声领域的深度应用，通过典型应用拓宽了水声数据应用范围的广度和深度。