

岛群海域重要生物资源及环境智能监测系统框架研究

杨花¹, 毕振波^{2,3}, 潘洪军^{2,3}, 侯志凌^{2,3}

(1. 浙江海洋大学东海科学技术学院 舟山 316004; 2. 浙江海洋大学 数理与信息学院 舟山 316022;

3. 浙江省海洋大数据挖掘与应用重点实验室 舟山 316022)

摘要:近年来,海洋生物的多样性正受到严重威胁,主要是海洋及海岸带生态环境受到破坏、过度开发、污染和不适当的沿岸水产养殖等原因造成的。随着海洋经济重要性越来越突出,通过岛群海域重要生物资源及环境的智能监测保护非常必要。文章针对岛群海域独特的生态功能及环境,以重要生物资源及环境监测为目标,从岛群海域重要生物资源及环境智能监测系统构建入手,对系统框架、该框架下关键技术以及系统实现方法进行了研究。该研究适合岛群海域特殊的地理环境,对监测目标具有重要的适应性,对系统进一步开发及完善具有重要的指导意义。

关键词:岛群;海洋生物监测;海洋环境监测;海洋环境及生态保护;检测系统框架

中图分类号: P714; TP29

文献标志码: A

文章编号: 1005-9857(2018)05-0065-06

The Framework of Intelligent Monitoring System for Important Biological Resources and Environment in Archipelago Waters

YANG Hua¹, BI Zhenbo^{2,3}, PAN Hongjun^{2,3}, HOU Zhiling^{2,3}

(1. Zhejiang Ocean University Donghai Science and Technology College, Zhoushan 316000, China; 2. School of Mathematics, Physics & Information Science, Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316022, China; 3. Key Laboratory of Oceanographic Big Data Mining & Application of Zhejiang Province, Zhoushan 316022, China)

Abstract: In recent years, the diversity of marine organisms has been seriously threatened, mainly due to the destruction of ecological environment of marine and coastal zones, excessive exploitation, pollution and inappropriate coastal aquaculture. With the importance of marine economy becoming more and more prominent, it is necessary to protect and monitor the important biological resources and environment of the islands. Aiming at the unique ecological function and environment of the island sea area, taking the important biological resources and environmental monitoring as the objective, this paper studied the system framework, several key technologies and system implementation methods based on the construction of the important biological resources and ambient intelligence monitoring system in the sea area of the islands. The study was suitable for the special geographical environment of the island waters, and had important adaptability to the

收稿日期: 2017-09-26; 修订日期: 2018-04-16

基金项目: 浙江省海洋电子技术创新团队项目(2013TD14); 海洋公益性行业科研专项经费项目子项目(201505025-6)。

作者简介: 杨花, 助理实验师, 硕士, 研究方向为机电一体化和海洋电子信息

monitoring target. It was of great significance to the further development and improvement of the system.

Key words: Island group, Marine biological monitoring, Marine environmental monitoring, Marine environment and ecological protection, Monitoring system framework

岛群是一个区域概念,是一类重要的地理单元,是在一定海域范围内,由地理空间毗邻、自然属性相近、功能用途趋同的若干海岛组成的岛屿群落,它具有陆海双重属性^[1]。当前,随着国家经济的深入发展,资源和空间日益紧张,海岛逐渐成为经济发展的依托,以海岛为主要节点的海洋经济带正在崛起。岛群相对于孤立海岛,在资源提供、开发利用潜力和整体功能发挥等方面表现出突出的优势。岛群开发是未来海岛开发和海岛经济发展的重要方向^[2]。岛群作为人类开发海洋的远涉基地和前进支点,岛群海域的生物资源及生态环境对以海洋为特色的地方经济发展能起到重要的促进作用。近几年,随着“发展海洋经济”被逐步提上日程以及国家对海洋环境保护力度的加大,通过岛群海域重要生物资源及环境的监测和保护正得到沿海多数省、市、自治区的重视。经调研,当前各类监测系统很多,但是专门针对岛群海域重要生物资源及环境的智能监测的研究尚不多见。本研究针对岛群海域独特的生态功能,以重要生物资源及环境监测为主线,以现代信息技术为手段进行岛群海域重要生物资源及环境智能监测系统框架研究,探讨该框架下系统实现的关键技术以及方法,以期为国家经济发展提供技术支撑,对下一步维护海洋生态安全、缓解生物资源衰退及促进海洋经济可持续发展十分必要、意义重大。

1 岛群海域重要生物资源及环境智能监测的特点

岛群海域(如舟山东极岛海域)特殊的环境,决定了系统监测的特点。

(1)系统监测覆盖范围大。系统监测的信息包括环境信息和鱼类资源信息两大类(图1),为使监测海域具有代表性,一般情况下,选定的监控区域面积不低于 $1\text{ km}\times 1\text{ km}$ 。

(2)前端传感器或监测设备类型多样。本研究

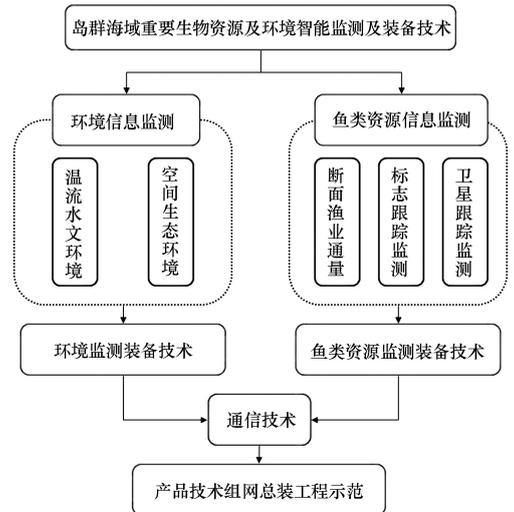


图1 系统监测信息

当前监测信息主要包括5个种类(图1):温流水文环境、空间生态环境、断面渔业通量、标志跟踪监测和卫星跟踪监测等,则对应的监测设备也有5类,随着系统的运行,未来还可以根据监测需要增加相同或不同种类的监测设备。

(3)岛群海域远离大陆,海洋环境复杂。系统监测的海域一般处在非近海区域,基础设施匮乏,交通不便,海况复杂,通信困难。

(4)监测环境湿度大,对监测传感器或监测设备防潮要求高。

2 系统监测的目标

根据系统监测特点,从现实考虑,在群海域重要生物资源及环境智能监测方面,系统目标应包括如下几个方面。

(1)突破海上大尺度组网通信技术,实现海-陆数据通信。

(2)通过多源数据自动同化、数据融合技术研究,集成温流场空间结构水声监测子系统、生态环境网格化剖面自动观测子系统、重要生物洄游通道断面实时监测子系统、重要大型生物活动轨迹卫星

跟踪子系统。

(3)通过对鱼类洄游、分布、流场、温度、盐度、pH 值等数据的深入分析,找出鱼类洄游规律、分布状态等,通过建立相关数学预测模型,能够进行海洋生物预测/预报、海洋生物信息展示与发布,从而建立数据共享网络平台,使部分海洋环境与生物资源信息实现 Internet 网络共享访问,为建立渔业资源管理提供基础支撑。

3 系统框架

依据以系统监测特点及目标,岛群海域重要生物资源及环境智能监测系统框架由 5 层构成,从上至下依次为门户层、应用层、数据层、基础设施层和信息获取层(图 2)。



图 2 系统架构

3.1 信息获取层

在该层,主要通过特定的传感设备采集或采集系统捕获岛群海域重要生物资源及环境监测的相关数据。例如,通过海洋声层析系统对岛群海域进行长期连续实时观测获取海域温度及流场数据;通过抗风浪浮标为载体的大尺度网格化生态环境剖面观测系统,对群岛渔场海域温度、盐度、pH 值等环境生态参数数据进行采集,为构建关键生态指标参数的实时展示与预警系统奠定数据采集基础;通过典型鱼类洄游通道的鱼类通量断面观测系统,对洄游通道内的鱼类生物通量的自动量化分析和重

要经济鱼类的识别,实现鱼类资源调查从定性到定量的转变;通过基于卫星定位和环境参数自动记录的大型生物活动跟踪装置,实现对重要的大型生物的周年运动轨迹和生活环境的跟踪分析,为了解生物生活生长规律提供佐证。

3.2 基础设施层

包括支撑平台运行的各种硬件资源(主机、存储设备、网络设备、交换机及其他)和软件资源(开源 hadoop、关系数据库 MySql、分布式文件数据库 Hbase、Centos、开发工具如 Java 和 Python 等)。通过它们搭建及配置成岛群海域重要生物资源及环境监测数据中心。中心通过高速网络配置,主要提供 SaaS 和 IaaS 两个层次的服务。

3.3 数据层

该层汇集了信息获取层传输过来的应用层各类应用系统所需的各种数据,包括海洋生物及其生态环境综合数据和用于支持智能预测预报的知识数据。这些数据既有结构化类型的时空数据,也有属性数据非结构化的数据。一般以数据库和文件集的形式存在。

3.4 应用层

应用层是本系统的核心,包括多源数据同化、多源数据融合、岛群海域重要生物资源及环境信息 GIS 服务平台、海洋生物预测/预报系统、海洋生物信息展示与发布系统、海洋生物实时监测系统等。其中,多源数据同化和多源数据融合是海洋生物预测/预报系统、海洋生物信息展示与发布系统的功能基础,岛群海域重要生物资源及环境信息 GIS 服务平台是各类应用系统的运行平台,所有系统功能基本通过该平台进行运行、操作和管理。

3.5 门户层

门户层是用户和系统通过 Internet 进行交互的通道。其中岛群海域重要生物资源及环境信息服务门户是基于 ASP.net、C#、地图服务组件和 IIS7.0 等技术构建的运行在 Web 服务器端的 Web 网站。用户可以通过 PC 中的 Web 浏览器、移动终端设备或其他终端由岛群海域重要生物资源及环境信息服务门户验证进行登录。只有用户身份被合法验证通过,才能使用服务平台各种功能获得所需信息。

3.6 标准规范体系

通过数据标准和信息交换标准的制定,确立技术体系的数据接入格式和方法,提高技术体系的通用性、可扩展性和维护性。通过制定相关管理规范、制度和策略,成立相应的组织和人员设置,保证整个体系的顺畅运行。

3.7 综合保障体系

全面考虑人、操作、技术因素,从组织管理、技术防护、服务保障3个方面进行规划,实现对于探测信息的动态、全面、深层次的信息保障。

4 关键技术

对系统架构进行分析,岛群海域重要生物资源及环境监测系统涉及的关键技术主要包括以下几个方面。

4.1 数据通信技术

据前文,岛群海域重要生物资源及环境监测的数据主要包括海洋环境监测数据和鱼类资源监测数据等两类。岛群海域远离大陆,人迹罕至,海洋环境复杂,特殊的地理位置致使互联网信号难以完全覆盖。监测数据通过环境监测装备和鱼类资源监测装备(图1)向后台数据处理中心传输,不像陆地那样容易传输。鉴于特殊的海洋环境,一般来讲,对于实现海-陆数据传输,采用无线方式又不用额外花费大量人力和物力拉线部署通信网络的卫星通信方式比较理想。本研究基于北斗卫星,通过低成本海洋宽带卫星双向数据通信技术研究较好地解决了海-陆的互联网通信问题(图3),特别解决了卫星信号动态跟踪和监测数据接入等关键问题,目前已能实现普通渔船卫星宽带业务接入,实现声音、数据、图像或影像等多媒体数据信息海-陆互联。图3是在监控岛群海域毗邻小岛上部署基站来实现数据的高速传输,优点是部署简单,移动便携。

4.2 多源数据融合技术

在岛群海域重要生物资源及环境监测中,需要对多数据源获取的信息进行综合处理来实时进行目标信息发现、优化综合处理,来获得海洋环境状态估计、目标属性、海洋环境和生态资源发展态势评估、环境恶化对生态威胁估计等信息。即通过正

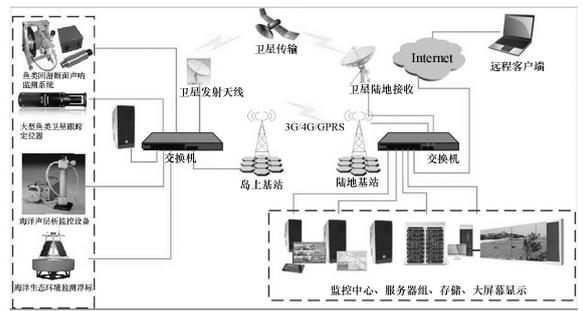


图3 系统数据传输示意图

确、有效地进行多传感器数据的融合处理,把来自多传感器的各种各样的数据组合成连续的普通的和高级的重要生物资源及环境态势(图4)。这样可把多个传感器在空间或时间上的冗余或互补信息依据某种准则来通过组合,获得了被监测对象的一致性解释和描述^[3-4]。实际中,是基于某个多种数据融合模型在信息融合过程中进行多级处理,包括3个核心:一是数据融合的层次,即要在哪几个层次完成多源信息处理,例如数据层融合、特征层融合和决策层融合,还有每一个层次对应级别的信息抽象;二是数据融合的实际过程,即运用哪种方法(加权平均融合、卡尔曼滤波法、Bayes估计、统计决策理论、概率论方法、模糊逻辑推理、人工神经网络、D-S证据理论

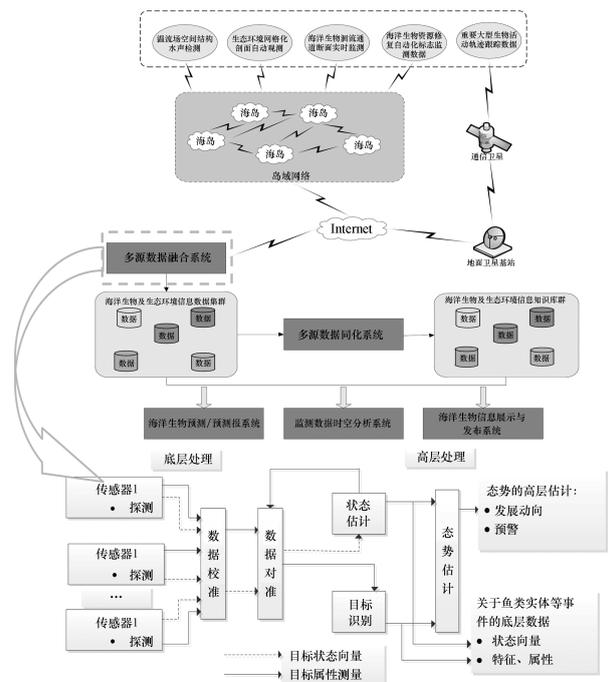


图4 多源数据融合

等),解决探测、互联、相关、估计以及信息组合;三是数据融合的结果,即目标的态势估计^[5-6]。

4.3 重要生物资源及环境综合知识库的构建

重要生物资源及环境综合知识库是对领域信息的模型化表示,是人工智能和数据库技术结合的产物。实际中,它是合理组织的关于系统检测中有关的陈述性知识和过程性知识的集合,是海洋环境信息检索及分析、重要生物资源检索及分析和海洋生物预测/预报的基础。岛群海域环境是海洋生物赖以生存的基础,因此图1和图4中知识库应包括重要的生物知识库和海洋环境知识库等两部分内容。围绕这两部分内容,关键是选用哪种方法快速准确地构建。

当前知识库的构建方法很多,但从规范化角度看,知识领域是某一领域内的概念、概念之间的相互关系以及有关概念的约束的集合,而本体是对概念、术语及其相互关系的规范化描述方法,它能勾画出某一领域的基本知识体系和描述语言。通过领域本体能够提供一组术语和概念来描述某个领域,知识库可使用这些术语来表达该领域的事实,完成知识表示和语义推理。因此,实践中基于本体论技术进行重要生物资源及环境综合知识库的构建是有效和合理的。根据系统目标,基于本体论技术构建知识库需要这样几步^[7-8]:①确定重要生物资源及环境本体的领域、范围和用途;②与重要生物资源及环境相关知识的收集和分析,例如基于海洋生物基础数据库、海洋环境基础数据库、有关文献及词典进行收集;③列举重要生物资源及环境监测有关的重要概念和对应属性,并对列举出来的概念按照一定的逻辑规则进行分类,一般应选择使用同一领域内有较强相关性的概念;④确认概念与概念之间的关系;⑤创建概念(类)的实例:确定一个类;创建类的一个实例;添加属性值;⑥形式化编码,即选用合适的本体描述语言(例如RDF或OWL本体描述语言及其辅助工具Protégé)对上述步骤建立的领域本体进行编码和形式化。

4.4 监测系统大数据存储与分析

监测系统中有关的数据包括:岛群海域生物资源和环境示范海区本底调查数据(观测海域区域海

图、航拍地图和遥感数据)以及在此基础上完成的对建立示范区海域收集与整理的基本资料、海洋生物资源的基本现状数据(生物种类、每种生物的生活习性、活动范围、随季节的迁徙状况和数量等)、海洋环境状况(温度、盐度、pH值、溶解氧和电导率等)海洋自然生态系统结构及其功能特征数据、前端监测设备监测的数据(图2)、监测站点数据、应用层各系统分析处理之后的数据、系统运行状态数据和日志等。从数据的结构化程度看,包括结构化的数据、半结构化的数据和非结构化的数据3类。依据数据存储要求及应用层业务逻辑,针对不同的数据类型,系统后台应基于不同的数据模式分别用关系型数据库(例如MySQL)和NoSQL(Not Only SQL,即非关系型的数据库)型数据库进行存储,还要便于两者相互转换(通过sqoop)、基于SQL语法格式进行大数据查询(Pig或hive)、导入和导出。最重要的是能够对这些大数据进行分析,例如在Hadoop生态系统中,基于MapReduce模型进行并行处理、基于Mahout算法进行机器学习和数据挖掘等。总之,采用这种混合结构方式存储应能适应3个方面的挑战:一是分布式分析,即能实时分析分区监测的数据;二是高效的存储(基于HDFS分布式文件系统),能够线性扩展且具备冗余故障转移能力的存储和处理;三是具有关系数据库的安全性,对于实时性有特殊要求的数据,采用关系数据库进行存储,满足不同用户的需求。

5 实现方法

对于基于上述架构及关键技术的岛群海域重要生物资源及环境智能监测系统的实现,是要在开展拟建岛群海域重要生物资源及环境智能监测现状调查和选址的基础上,通过中心网络布局规划、设施选型和购置,围绕如下为功能服务进行实现。

(1)信息浏览。监测信息浏览是系统的基本功能之一,它为用户提供了灵活、方便、形式多样的信息查看、信息检索、信息下载等服务。特别对于这些信息从监控、监察角度,应在基于WebGIS技术的地图界面窗口中,依据选定的对象、区域、特定监测站点等进行查看,用户可以表格、可视化图形(折线图、柱状图和动画等)方式从不同角度浏览、检

索、下载信息。基于所建立的环境安全风险指数,可对信息按照风险等级进行排序,用户可以对重点信息添加重点关注;从信息及时性考虑,用户应能对最近监测的信息按照时间进行排序浏览、检索和下载;信息浏览过程中,对特定的信息,可以查看其随时间的变化和发展趋势。

(2)基于GIS技术的分析功能服务。系统汇集前端多种动、静态信息,基于GIS技术实现监测数据的时空分析、海洋生物的预测/预报、海洋生物的展示及发布,还有整个前端监测站点的集成控制(采用大屏幕监控)。以公共地图(百度地图或谷歌地图)数据服务,以前端监测相关的业务数据为基础,客户端使用OpenLayers3框架,后台结合.NET体系框架实现,构建一个基本涵盖图2中应用层主要功能的系统。系统在实现了地图可视化显示及缩放、查询等操作功能的同时,还支持强大的地理信息要素标绘功能,包括点、线、面的要素标绘。

6 结语

构建岛群海域重要生物资源及环境智能监测系统是全面、深入了解岛群海域重要生物资源及相关的动力环境、生态环境信息的基础,对提高重要生物资源及环境信息获取的精度和效率具有重要的意义。本研究针对岛群海域独特的生态功能及环境,以重要生物资源及环境监测为目标,从岛群

海域重要生物资源及环境智能监测系统构建入手,对系统框架、该框架下关键技术以及系统实现方法进行了研究。本研究认为该框架适合岛群海域特殊的地理环境,对监测目标具有重要的适应性,对进一步系统开发及完善具有重要的指导意义。

参考文献

- [1] 刘明.岛群资源、生态环境承载力评估理论和方法基本框架初探[J].发展研究,2013(4):79-84.
- [2] 吴姗姗,方春洪,刘治帅.岛群资源供给能力评价方法研究[J].海洋开发与管理,2014,31(8):1-4.
- [3] 刘严岩.多传感器数据融合中几个关键技术的研究[D].北京:中国科学技术大学,2006.
- [4] 李德尧.海上环境监测系统中的自动化架构设计[J].舰船科学技术,2017(6):174-176.
- [5] YUAN Y,KAM M.Distributed decision fusion with a random-access channel for sensor network applications[J].America: IEEE Trans Instrum Meas,2004,53(4):1339-1344.
- [6] ASLAM J,BUTLER Z,CONSTANTIN F,et al.Tracking a moving object with a binary sensor network[C]//Proceedings of the 1st International Conference on Embedded Networked Sensor Systems.Los Angelse:IEEE Computer Society Press,2003:150-161.
- [7] 云红艳.设备功能视点下的海洋生态本体构建及应用研究[D].青岛:中国海洋大学,2012.
- [8] 肖宝,施雅贤,黄瑜.基于Ontology的北部湾海洋信息知识库的研究[J].钦州学院学报,2009,24(3):26-29.