

文章编号: 1007-4619 (2003) 03-0194-07

海洋渔业遥感地理信息系统应用服务技术和方法

邵全琴¹, 周成虎¹, 沈新强², 杨崇俊³

(1. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101;

2. 中国水产科学院 东海水产研究所, 上海 200090; 3. 中国科学院 遥感应用研究所, 北京 100101)

摘要: 全面概要地介绍具有自主知识产权、可业务化运行的海洋渔业遥感、地理信息系统技术应用服务系统的研制技术方法和功能特点。

关键词: 海洋渔业; 遥感; 地理信息系统; 基于范例推理

中图分类号: P208/P71 **文献标识码:** A

1 引言

一方面, 由于近海渔场的捕捞能力远超过资源承载力, 另一方面, 由于对外海渔业资源潜力不明、中心渔场及渔汛期不确定等因素, 对外海渔业资源的开发利用不足。在《联合国海洋法公约》实施后, 随着中日、中韩暂定水域管理措施条约签订和实施, 如何实现我国专属经济区保护与管理, 有效管理和充分使用共管区, 扩大外海开发能力等至关重要。

日本海洋渔业遥感的研究与应用起步早, 在1977年日本科学技术厅和水产厅开展了海洋渔业遥感实验, 逐步建成包括卫星、专用调查飞机、调查船、捕鱼船、渔业情报服务中心和通讯网络的渔业系统。情报中心每天以一定的频率定时向本国渔民发布渔海况信息, 为日本保持世界渔业先进国家的地位起到了重要的作用。八十年代以来, 美国等西方临海国家也先后建立了渔业信息系统、利用遥感与GIS为海洋渔业服务。我国早在80年代初就进行了海洋渔业遥感应应用研究, 但并未形成业务化系统。

为了满足渔业部门渔业生产指挥和管理需要, 维护国家海洋权益, 国家863海洋领域95期间设立专题项目‘海洋渔业遥感信息服务系统技术和示范试验’, 研制了具有自主知识产权、可业务化运行的海洋渔业遥感、地理信息系统技术应用服务系统。

该系统综合应用了遥感、GIS、基于范例推理(CBR)、数据库/数据仓库和GPS技术。针对中心渔场时空动态变化, 没有稳健预报数学模型特点, 系统采用了基于CBR和规则专家系统相结合的技术。针对系统业务化运行要求, 采用了基于图层—地图—图集一体化地图数据组织和管理方法, 结合制图模板机制, 实现了海洋渔业信息产品制作的工程化; 将专家系统和模型库管理系统相结合, 可以使系统根据用户的数据和目的, 自动进行资源评估模型的选择。根据海洋渔业数据三维、动态特点, 提出了用于构建时空动态数据库概念模型的ER方法; 基于四级矢量化八叉树层次结构的海洋渔业三维数据表达和分析。系统可以进行东海区每周一次的渔海况速预报、每个渔汛期一次的渔业资源量评估、以及‘渔政’综合管理等, 效果良好。

本文全面概要地介绍了海洋渔业遥感、地理信息系统技术应用服务系统的研制技术方法和功能特点, 有关技术、方法和系统的具体内容可参见文中引用的由本项目研究人员撰写的论文和论著。

2 海洋渔业遥感、GIS应用服务系统关键技术

2.1 海洋渔业数据的表达和组织

(1) 一种扩展的空间ER方法

收稿日期: 2001-12-05;

基金项目: 国家863计划海洋领域海洋监测主题项目(863-818-11-03, 863-818-07-01, 863-818-07-02, 863-818-07-03); 中国科学院地理科学与资源研究所知识创新项目(CX10G-D00-10)。

作者简介: 邵全琴(1962—), 博士, 研究员, 1980—1987就读于南京大学地理系, 现就职于中国科学院地理科学与资源研究所。研究方向为海洋地理信息系统, 出版专著1本, 发表论文30余篇。

信息系统的研究热点和开发关键是建模^[1], E-R建模方法是主要方法之一^[2]。E-R方法也广泛应用于GIS数据库概念模型的设计^[3-7]。由于GIS处理空间数据和空间关系,因此,直接用E-R方法建立的空间数据概念模型不能清楚地表达现实世界,Calkins于1996年提出了用于空间数据建模的扩展E-R方法^[8],称为空间ER方法。由于海洋环境具有流动性、模糊性和三维的特点^[9]。在海洋渔业遥感地理信息系统应用服务系统的概念建模中,改进扩展了Calkins的空间E-R方法,提出了一套用于三维动态数据概念建模的扩展空间E-R方法^[10]。该方法不仅成功应用于本系统的开发^[11],而且被应用于厦门市环境管理空间决策支持系统^[12]。

(2) 基于四级矢量化八叉树层次结构三维数据结构

将适合于表达实体内部破碎复杂结构的不规则四面体网和适合于表达表面不规整的点、线、面与线性八叉树结构有机结合起来,形成统一的三维集成数据结构^[13,14]。该数据结构:继承矢量结构精确表达的优点,不但可在物体表面而且能在其内部进行精确表达;克服栅格结构表达越细致存贮量越大的缺点,在实行精确表达的情况下,同时减少数据量,节省存贮空间;容易与BR和CSG表达方法进行相互转化,这意味着基于这种数据结构的系统易与大量已经存在的基于BR和CSG方法的系统(如CAD/CAM系统)相兼容,这一点克服了传统八叉树不能准确重建BR结构的缺点;保留了栅格结构和传统八叉树在布尔操作和可视算法上的优点,节省时间消耗,提高系统效率和性能;保留了传统八叉树结构中的层次性和结点的有序性,易于进行三维空间分析、布尔操作、空间索引和查询;矢量、栅格数据结构在栅格结构的总框架下实现了统一和简单化,克服了前人混合数据结构的复杂性,便于系统管理和数据集成;面三维与体三维在这一集成数据结构的基础上实现了较为完整有机的统一。

(3) 基于图层—地图—图集层次结构的地图数据组织方法

电子地图系统的数据结构一般采用层次结构^[37],其层次结构通常可以分为要素—图层—地图^[15,16]。在面向对象的数据模型出现后,矢量电子地图系统的底层一般采用面向对象的数据模型,电子地图系统的数据结构层次一般为图层—地图,如可用作电子地图创作的桌面GIS ARCVIEW和桌面地图系统 Mapinfo,以及电子地图系统 Vistmap、EA

world等。图层—地图结构是一种电子地图数据组织管理的有效方法,缺点是没有考虑到电子地图集的数据组织管理。而电子地图阅读系统通常只考虑电子地图集的数据组织管理。即电子地图制作系统中采用图层—地图结构的数据组织管理方法,在电子地图阅读系统中树结构或其它方法进行图集的数据组织管理。

本系统采用了图层—地图—图集一体化电子地图数据组织方法^[11,17]。该结构在电子地图创作系统和电子地图阅读系统中均可应用。采用该方法,可以增加地图制作的灵活性、扩展电子地图系统的功能,满足不同层次用户需要。图层创作采用面向对象的模板机制,不仅可以大大减轻大量同类图层创作的工作量,使图层制作工程化成为现实;而且可以使非制图专业人员可以轻松地制作高水平的专题图。图集管理树结构的叶结点存贮地图或图层,图层与图层或图层与地图的交叠显示,可使用户实现高层次的地图创作和创意。

2.2 渔情分析知识处理技术

(1) 中心渔场智能预报技术

由于大部分的渔情知识均带有不确定性,这种不确定性表现为随机性和模糊性。因此在中心渔场预报专家系统的开发研究中,对渔情分析知识采用建立范例库和规则库,通过基于范例推理为主,规则修正为辅的处理技术^[18],实现中心渔场预报。针对东海海域范围内对中心渔场进行预测的复杂领域专家系统的推理算法问题,提出了一种基于范例推理同基于模糊推理模型相结合的推理解释算法。这一方法将传统复杂系统的经验预测模型分解为基于范例推理和基于模型化的模糊推理两类推理模型,其中基于范例推理完成对系统应用中的主要环境因素进行相似性计算,从而得出预测结果集的问题。而基于模型化模糊推理包含相对复杂环境因素的知识表示及模糊推理解释两部分,完成通过对次要环境因素的表示及推理解释完成对范例推理中得到的较粗糙结果集的优化过程。该方法大大简化了这一类预测系统的设计和实现,具有高智能化、同时又充分利用了基于模型化的模糊推理和基于范例推理的优点,具有很强的实用性。目前已成功应用于东海海域的中心渔场的预测及预测修正系统的设计中,并取得了良好的效果。

(2) 面向对象渔业资源评估知识处理技术

系统将框架理论和语义网络相结合,采用面向

对象的概念和技术来实现渔业资源评估知识表示。渔业资源评估知识库是由各种对象组成的树型结构。这些对象对应于树中的结点,它们有定义自身外观的属性和定义自身行为的方法。通过设置推理结点的属性和编写实现行为的方法脚本,可以将推理的规则和控制策略与对象有机的结合在一起。为了提供功能足够强大的推理机制,并最大限度地保持灵活性和方便性,系统引入了一种专用的高级语言^①:推理控制语言 ICL,用来描述和操作专家知识与规则、以及控制推理过程。在面向对象推理机中,知识库中每个对象中的方法将按一定顺序执行。每一个对象可以有三个方法:先序方法,中序方法和后序方法。通过知识获取和管理工具,可以在这三种方法中编写推理控制语言(ICL)脚本。

2.3 海表温度反演技术

(1) 云检测和替补

云检测和替补是遥感信息反演过程中的关键技术,对可见光波段的云检测是在对多幅 AVHRR 图像反复试验分析的基础上,找出可见光通道下垫面介质最小反射率与云区反射率之间的相互关系和特征,并设定相应的阈值,从而达到可见光波段自动云检测。对红外通道亮温云检测是通过在同一海区的亮温进行试验分析,分别选取不同的判定值进行检测,从而达到计算机自动判云。云的存在必然对云区周围下垫面产生影响,为消除这种影响,建立云区边缘处理模型,通过对检测出的云图像选定适当的膨胀系数,对云区作膨胀处理。由经膨胀后的云图像文件产生一个布尔型的模板文件,将原有云图像与模板文件相乘获得无云影响的图像。为提高 AVHRR 资料的可用性,研究中对云区部分进行剔除和修复,通过采用同周期相近时相 AVHRR 的相对变化率达到反演替补云区目的^[19]。

(2) 海表温度反演模型的建立

通过建立海表温度场反演模型,获取应用于渔业的海表温度场,反演模型采用多元回归模型:

$$SST = aT_4 + bT_{7d} + c(T_4 - T_5)(\sec Q - 1) + d \quad (1)$$

模型中 T_4 、 T_5 为 NOAA 卫星第 4、5 通道亮温, T_{7d} 为海表温度预估值(通过多通道法估计得到), Q 为卫

星观测角,系数(a 、 b 、 c 和 d)通过对船舶报及卫星数据的回归分析求取,根据反演海区特点,分月建立模型系数,满足海表温度反演精度的均绝差小于 0.8°C ^[20]。

3 海洋渔业遥感、GIS 技术应用服务系统功能

3.1 海洋渔业数据实时获取与处理

(1) 海洋渔业遥感信息实时获取与处理

建立了可实时接收 NOAA 和风云 1C 气象卫星地面接收站系统。在解决遥感图像去云补云,二类海水叶绿素浓度遥感信息提取等关键技术基础上,充分利用我国海洋测站、历史海洋断面调查、以及船舶报和 SeaBass 数据集,用多通道法和非线性法建立了东海渔区不同月份海表温度(SST)反演模型 13 个,反演精度达到 0.8°C 的要求^[20];用蓝、红光比值法、荧光高度法、双通多道法等建立了一类海水叶绿素浓度提取模式 2 个、二类海水叶绿素浓度提取模式 1 个^②。采用构件式技术,研制开发了卫星遥感渔业数据处理和信息提取软件系统,实现了海表温反演,海表温度梯度计算、海水叶绿素浓度提取、等值线生成等功能(图 1)。

(2) 海洋渔业环境与生产信息网络系统

建立了包括 12 个群众渔业点、4 个大型国营渔业公司,覆盖江苏、浙江、福建和上海四省市的海洋捕捞生产和资源信息采集动态网络^[21],可及时获取捕捞生产信息、温度、盐度等海洋渔业信息(图版 I,图 1);并开发了基于 SQL Server 的海洋渔业生产与环境数据处理软件系统,实现数据输入、质量控制、时空开窗、抽取变换、空间展布等数据处理与分析功能^③。

3.2 海洋渔业数据处理与分析

除了提供通用 GIS 数据分析功能以外,还针对海洋渔业数据动态、三维模糊等特点,进行了以下几个方面的研究与开发:

(1) 基于范例推理的中心渔场智能预报

由于中心渔场时空动态变化,预测没有稳健的数学模型,而可用的领域知识规则化困难,并存在很多例外的规则,使用传统专家系统技术不适用。将

^① 谭宁,陆风,史忠植.实现渔业资源评估专家系统的一种方法,818-07-03 论文集,2000.

^② 杨崇敬.卫星遥感渔业信息分析技术(863-818-07-01)项目研制技术报告,2000.

^③ 邵全琴.海洋渔业服务地理信息技术(863-818-07-02)项目研制技术报告,2000.

基于范例推理(CBR)技术引入中心渔场预报,在解决中心渔场范例人机交互获取与生成,中心渔场相似性度量指标体系,中心渔场多策略相似检索以及中心渔场预报修正专家规则等核心技术的基础上,开发了中心渔场预报智能系统^[18](图版I,图2)。

(2) 基于专业模型库和专家系统的海洋渔业资源评估

在解决模型增加、修改等技术难题的基础上,研制开发了包括实际种群分析模型、shaefer-fox 剩余产量模型、Beverton-Holt 综合模型、带环境参数的 shaefer-fox 剩余产量变种模型以及灰色模型等模型库和相应的模型库系统管理软件,具有模型运行、增、删、改,模型字典导航,数据库动态访问,结果可视化等功能^[22,23]。

同时采用面向对象知识表示方法,以及面向对象推理机制,开发专用推理控制 ICL 脚本语言,采用预置文本库和路径跟踪相结合的方法实现推理机的解释机制。研建了基于规则的资源评估模型自动拟合选择专家系统^[24],使系统可以根据用户现有的数据情况自动选择合适的评估模型,以便于一般技术人员能进行工程化操作(图版I,图3)。

(3) 海洋渔业资源空间分布特征分析

在利用地统计学的变异函数理论分析海洋渔业资源空间分布变异特征的基础上^[25,26],开发了海洋渔业资源空间分布特征软件,具有空间数据统计特征分析、空间变异性分析、空间估值等功能。

(4) 基于四级矢量化八叉树层次结构的海洋渔业三维数据分析

针对海洋渔业数据三维、模糊等特点,提出了四级矢量化八叉树层次结构三维数据表达^[13,14]。在此基础上,深入研究三维统计、三维查询、三维任意剖面切割、三维邻域分析、三维边界检测、三维连通性分析、三维缓冲区分析、三维叠加分析等算法,并开发了软件原型。

3.3 海洋渔业信息产品制作与发布

针对海洋渔业遥感、地理信息系统技术应用服务系统每周制作渔况速报图以及根据用户需要即时制作各种海洋渔业信息产品的业务化要求,提出并实现了基于图层—地图—图集层次结构的电子地图数据组织方法^[17],并提供信息产品制作模板机制,使海洋渔业信息产品制作工程化、业务化成为现实。针对海洋渔业统计观测数据空间化多样性的特

点,提供了丰富的空间统计制图方法^[27],并实现了随比例尺缩放,不同统计图型联动变换的创意,针对海洋渔业的动态特点,提供了动态显示工具,以及渔船GIS动态跟踪等。

针对不同用户具备的条件,海洋渔业信息产品发布介质有纸图和电子地图两种,发布方式有传真、邮寄及Internet网络三种。在此基础上,研制开发了方便、实用的具有自主知识产权的海洋渔业信息产品制作软件EA2000与发布软件EAVIEWER。

3.4 海洋渔业综合数据库

为了满足海洋渔业遥感、地理信息系统技术应用服务系统业务化运行对数据的要求,设计并建设了海洋渔业综合数据库^[28]。针对海洋渔业数据三维、动态的特点,提出了海洋渔业时空数据库概念建模的ER方法^[10],以及基于四级矢量化(点、线、面、体)八叉树结构的海洋渔业三维数据的表达方法^[13,14],引进了数据库OLAP技术,采用传统数据库与多维数据库并用,矢量与栅格紧密结合的数据组织策略。建设的海洋渔业综合数据库(东海渔区)包括:用于空间定位的背景数据库21个要素层;用于历史渔业非生物环境分析的水文气象库,约438万个数据;用于历史中心渔场分析的渔捞统计库97万个数据;渔政管理数据6万多个数据,及渔业生物学与生态数据库。

3.5 渔政综合管理信息系统

根据用户对船舶登记证书、检验证书和捕捞许可证(简称三证)进行统一发放与管理的需求,开发出渔船“三证”管理系统,并在东海渔政局针对600马力以上渔船进行示范应用。对于生产作业中的渔船,开发了基于GPS和电子地图的渔船动态监控系统,具有渔船动态跟踪、轨迹回放、违规报警、安全报警等功能,已应用于远洋鱿钓示范信息船。根据中日渔业共同管理协定,对双方作业渔船进入有关海域(如渔业协定区)需进行作业通报的要求,开发了中日、中韩渔业作业通报管理系统已投入东海区20个县市,18家远洋海业单位日常使用。

4 试验结果

利用本系统进行了中心渔场预报和主要经济鱼

种资源量评价预测试验^①。

(1) 东海区可能渔获量预报

冬汛带鱼: 1999 年的预报值为 16.6—18.5 万吨, 实际的产量为 19.5 万吨, 预报的可信度为 80.3%。

春季马面魷: 采用实际种群分析法和 Beverton-Holt 法对 1989—1999 年历年东海马面魷进行资源量评估和产量预(回)报试验, 平均预报精度为 61.5%。

鳓鱼: 采用实际种群分析法对东海 1990—2000 年历年可能渔获量开展了预(回)报试验, 平均预报精度为 78.1%。

(2) 中心渔场预报海上对照试验

为验证该系统作业的中心渔场的预报, 于 5 月 2—12 日和 5 月 7—16 日分别由两组对拖网渔船对舟外渔场和长江口渔场进行对照试验。大沙渔场由信息船捕捞数据进行比照。验证渔场预报的准确度由 2 个指标检验, 一是渔场的中心位置, 二是渔场范围。预报中心渔场位置与实际中心位置相差小于 1 个渔区(30 海里)认为预报准确度为 80%, 预报渔场范围和实际渔场范围重叠的比例为预报渔场范围的准确度。2 个指标的算术平均为实际的预报准确度。对照试验的结果表明, 第 1、2、3 和 4 个渔场的预报准确度分别为 85.04%、90.56%、89.73%和 59.05%, 平均准确度为 81.09%。

5 结 论

可业务化运行的海洋渔业遥感地理信息系统技术应用服务系统, 综合应用了遥感、GIS、人工智能、数据库/数据仓库和 GPS 技术。并针对中心渔场时空动态变化, 没有稳健预报数学模型特点, 采用了基于范例推理(CBR)和规则专家系统相结合的技术; 针对系统业务化运行要求, 采用了基于图层—地图—图集一体化地图数据组织和管理方法, 结合制图模板机制, 实现了海洋渔业信息产品制作的工程化; 将专家系统和模型库管理系统相结合, 可以使系统根据用户的数据和目的, 自动进行资源评估模型的选择; 根据海洋渔业数据三维、动态特点, 提出了用于构建时空动态数据库概念模型的 ER 方法, 基于四级矢量化八叉树层次结构的海洋渔业三维数据表达和分析。系统可以进行每周一次的渔海况速预

报、每个渔汛期一次的渔业资源量评估、以及‘渔政’综合管理等, 效果良好。

致 谢 系统的研究开发和试验得到 863 计划海洋领域 818 主题办和东海渔政局的大力支持, 得到 818 专家组田纪伟、韩士鑫专家的悉心指导。参加系统开发和研究的主要成员还有: 中国科学院地理研究所杜云艳博士、苏奋振博士、王盛博士、仇天宇博士、肖乐斌博士、姚长青硕士、薛云传博士、王文宇博士; 中国科学院遥感所党顺行博士; 中国科学院计算所史忠植教授、叶施仁博士、谭宁博士、王军博士; 中国测绘科学院毛可标教授、李紫薇教授; 中国水产科学院东海水产研究所程炎宏研究员、陈卫忠研究员、樊伟助理研究员, 周苏芳助理研究员、崔雪森助理研究员; 北京大学李京教授、宫辉力教授、肖劲峰硕士; 山东科技大学张明金教授、季民博士、江涛副教授; 国家海洋局二所毛志华博士; 上海气象局周红妹教授。在此一并表示衷心的感谢。

参 考 文 献 (References)

- [1] Lin Z H, Liu H Y. User-oriented modeling for enterprise system[J]. *Computer Research and Development*, 1997, 34(9). [林志航, 李海岳. 面向用户构造企业信息系统[J]. 计算机研究与发展, 1997, 34(9).]
- [2] Ding Junhua, Sun Shengqiang, Yang Dajun et al. Consistency of Multiview Requirement Definition and Verification[J]. *Computer Research and Development*, 1998, 35(3): 229—233. [丁俊华, 孙圣强, 杨大军等. 一种多视角的需求定义及其一致性验证方法[J]. 计算机研究与发展, 1998, 35(3): 229—233.]
- [3] Clarke A L. GIS specification, evaluation and implementation[M]. In Maguire D J, Goodchild M F, Rhind D W (eds.) *Geographical Information System: Principles and application*. London, 1991, 2.
- [4] Stephen M, David C. Incorporating strategic data planning and decision analysis techniques in Geographical Information System design [C]. *Proceedings of Information System design workshop*, Colong Square Hotel Atlantal, Georgia, April 1—4, 1986.
- [5] Michael F W, Hilary M, Hearnshaw, D. Object-oriented data modeling for spatial databases[J]. *INT. J. Geographical Information Systems*, 1990, 4(4): 369—383.
- [6] Sun D M, Chen J, Li Y L. Study of four-level data scheme of spatial database[M]. *Proceeding of Annual Symposium of Chinese GIS Association*, Beijing, 1998 [孙道明, 陈军, 李永礼. 空间数据库的四级数据模式研究[M]. 中国地理信息系统协会和中国海外地理信息协会 98 年年会论文集, 北京, 1998.]
- [7] Chen J. The conception & model for spatial data model of GIS[M]. *Integration and application of RS GIS GPS*. Beijing: Press of Survey-

^①沈新强, 海洋渔业遥感信息与资源评估服务系统技术及系统集成、示范试验(863-818-07-03)项目研制技术报告, 2000.

- ing and Mapping, 1995. [陈军. GIS空间数据模型的概念与模型[M], RS GIS GIS的集成与应用. 北京:测绘出版社, 1995.]
- [8] Erie County Water Authority. Needs Assessment Conceptual Design of the GIS[R]. Government GIS Development Guides, Manager's Overview, 1996.
- [9] Geoffrey J M, Thang D C. Geographical information systems-applications to marine fisheries[M]. FAO Fisheries Technical paper, FAO, 1996.
- [10] Shao Quanqin, Zhou Chenhu, Du Yunyan *et al.* Study on E-R model for marine fishery data[J]. *Geographical Research*, 1998, 17(supplement): 108—115. [邵全琴,周成虎,杜云艳等. 海洋渔业数据建模的E-R方法研究[J]. 地理研究, 1998, 17(增刊): 108—115.]
- [11] Shao Quanqin *et al.* Marine fishery information system research and application[M]. Beijing, Science Press, 2001. [邵全琴等. 海洋渔业地理信息系统研究与应用[M]. 北京:科学出版社, 2001.]
- [12] Chen Chongchen Research on Hybrid Spatio-temporal of Urban Environment Based on Integrated Geo-spatial Information Techniques[D]. Beijing: The institute of geographical science and resource research, CAS, 2000. [陈崇成. 基于空间信息集成技术的城市环境时空分析研究[学位论文]. 北京:中国科学院地理科学与资源研究所, 2000.]
- [13] Xiao Lebin, Xie Chuanjie, Li Lianfa *et al.* The analysis and design of 3D data structure in GIS[J]. *Geographical Research*, 1998, 17(supplement): 131—139. [肖乐斌, 谢传节, 李连发等. GIS中三维数据结构的分析与设计[J]. 地理研究, 1998, 17(增刊): 131—139.]
- [14] Xiao, L B, Gong, J H, Xie C J. *et al.* A New Algorithm for Searching Neighbors in the Linear Quadtree and Octree[J]. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 1998, 27(3): 195—203. [肖乐斌, 龚建华, 谢传节等. 线性四叉树和线性八叉树邻域寻找的一种新算法[J]. 测绘学报, 1998, 27(3): 195—203.]
- [15] Chu S Q. EA-World—an Object-oriented Software for Electronic Atlases: A Research on the designing and reading system of the Electronic Version National Economic Atlas of China[D]. Beijing: The institute of geographical science and resource research, CAS, 1995. [初世强. 面向对象的电子地图集系统——国家经济地图集(电子版)创作与浏览软件设计[学位论文]. 北京:中国科学院地理科学与资源研究所, 1995.]
- [16] Chu S Q, Liu Y. An Object-oriented model of electronic map designing: a study on the software for the national electronic atlas of China (electronic version)[J]. *Acta Geographica Sinica*, 1996, 51(1): 12—23. [初世强, 刘岳. 面向对象的电子地图创作模型. 地理学报, 1996, 51(1): 12—23.]
- [17] Shao Quanqin, Zhou Chenhu, Zhang Minjing *et al.* Layer-map atlas hierarchical method for map data organization[J]. *High Technology Letters*, 2001, 11(3): 53—57. [邵全琴, 周成虎, 张明金等. 基于图层—地图—图集层次结构的电子地图数据组织方法[J]. 高技术通讯, 2001, 11(3): 53—57.]
- [18] Shen Xinqing, Fan Wei, Han Shixin *et al.* Design and realization of intelligent predicting system of central fishing ground[J]. *Journal of fishery Sciences of China*, 2000, 7(2): 69—72. [沈新强, 樊伟, 韩士鑫等. 中心渔场智能预报系统的设计与实现[J]. 中国水产科学, 2000, 7(2): 69—72.]
- [19] Tan J G, Zhou H M, Lu X *et al.* Development of the cloud detection and rehabilitation operational system applied to NOAA satellite image[M]. Beijing: Towards digital earth—Proceedings of the international symposium on digital earth. Science Press, 1999.
- [20] Dang Shuxing, Yang Chongjun, Wang Yufei *et al.* Study on sea temperature retrieval from NOAA/AVHRR data[J]. *High Technology Letters*, 2001, 11(3): 49—52. [党顺行, 杨崇俊, 王宇飞. 卫星遥感海表温度反演研究[J]. 高技术通讯, 2001, 10(3): 49—52.]
- [21] Cheng Yanhong, Zhou Sufang, Fan Wei *et al.* Construction and operation test of fisheries information service network in East China Sea region[J]. *Journal of fishery Sciences of China*, 2000, 7(3): 124—127. [程炎宏, 周苏芳, 樊伟. 东海区渔业信息服务网络的建设 and 运行试验[J]. 中国水产科学, 2000, 7(3): 124—127.]
- [22] Xiao Jingfeng, Gong Huili, Li Jing. Model base system for marine fishery services aimed at promoting fishery sustainable development[J]. *Journal of fisheries of China*, 2000, 24(3): 235—239. [肖劲峰, 宫辉力, 李京. 面向海洋渔业可持续发展的海洋渔业服务模式库系统[J]. 水产学报, 2000, 24(3): 235—239.]
- [23] Wang Sheng, Shao Quanqin, Du Yunyan *et al.* Model base management system and its application in geomatics: review[J]. *Geographical Research*, 1998, 17(supplement): 100—107. [王盛, 邵全琴, 杜云艳等. 模型库管理系统发展及其在地理学中的应用探索[J]. 地理研究, 1998, 17(增刊): 100—107.]
- [24] Chen Weizhong, Li Changsong, Hu Fen *et al.* The design and development of the expert system for fish stock assessment[J]. *Journal of fisheries of China*, 1999, 23(4): 343—349. [陈卫忠, 李长松, 胡芬等. 渔业资源评估专家系统设计与实践[J]. 水产学报, 1999, 23(4): 343—349.]
- [25] Su F Z, Zhou C H, Shao Q Q *et al.* Spatio-temporal analysis for fishery resources in East China Sea[J]. *Fisheries Science of China*, 2001, 8(3): 15—19. [苏奋振, 周成虎, 邵全琴等. 东海区鱼类资源变化时空分析[J]. 中国水产科学, 2001, 8(3): 15—19.]
- [26] Du Yunyan, Zhou Chenhu, Shao Quanqin *et al.* Sea surface temperature and pure net productivity in East China Sea[J]. *High Technology Letters*, 2001, 11(2): 56—60. [杜云艳, 周成虎, 邵全琴等. 东海区海表温度与中上层渔获量关系的时空分析[J]. 高技术通讯, 2001, 11(2): 56—60.]
- [27] Shao Quanqin, Zhou Chenhu, Zhang Minjin *et al.* Software design and development for marine fisheries electronic mapping system[J]. *Journal of fisheries of China*, 2001, 25(4): 367—372. [邵全琴, 周成虎, 张明金等. 海洋渔业电子地图系统软件设计与实现[J]. 水产学报, 2001, 25(4): 367—372.]
- [28] Du Yunyan, Zhou Chenhu, Shao Quanqin *et al.* A practical method of database design—Taking the example of MFGIS[J]. *Geographical Research*, 1998, 17(supplement): 91—99. [杜云艳, 周成虎, 邵全琴等. 实用化GIS数据库设计方法[J]. 地理研究, 1998, 17(增刊): 91—99.]

Operational GIS and RS Technology & Methods for Marine Fishery

SHAO Quan-qin¹, ZHOU Chen-hu¹, SHEN Xin-qiang², YANG Chong-jun³

(1. *Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;*

2. *East China Sea Fisheries Research Institute, CAFS, Shanghai 200090, China;*

3. *Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China*)

Abstract: In order to meet the needs of marine fishery agencies, an operational GIS & RS application system for marine fishery in East China Sea has been developed. RS, GIS, CBR, Database/Data warehouse, and GPS technologies have been integrated in this system. Because there are fuzzy, dynamic, three dimension characters in the marine environment, traditional GIS can not meet the needs. For the spatial-temporal dynamic change character of fishing ground, and there is not robust math model for forecasting, Case-based reasoning technology has been applied. For the operational character, layer-map-atlas hierarchy based data organizing method has been put forward and applied, and template is also applied for layer making. Expert system and model base management technologies have been integrated for fish stock access. An extent spatial ER methods is presented for dynamic marine fishery data concept modeling. The vector primitives (face, edge, vertex and volume) are introduced into 3D raster structure in order to express and analyze three dimension marine fishery data. This system can nowcast and forecast fishing ground of East China Sea for every week, and access fish stock of East China Sea for every fishing season, and this system also can be served for marine fishery management, eg. fishing boat tracing.

Key words: remote sensing; geographic information system; marine fishery; case-based reasoning

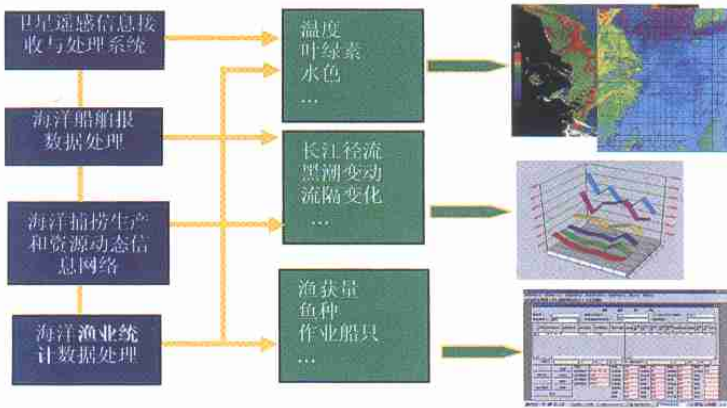


图1 海洋渔业环境和生产数据获取和处理

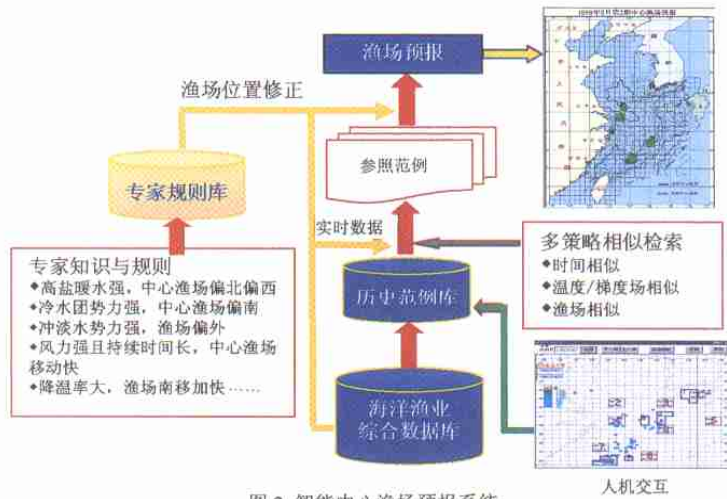


图2 智能中心渔场预报系统

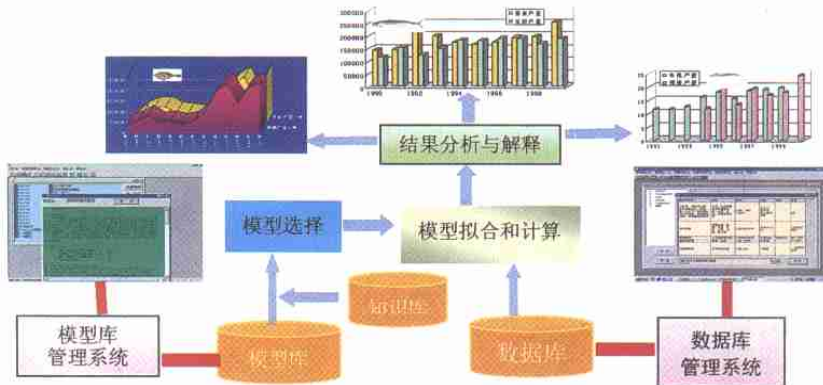


图3 基于规则的渔业资源评估系统工程