

海洋渔业专题属性数据多尺度综合与表达

季 民, 靳奉祥, 李云岭, 张连蓬

(山东科技大学 地球信息科学与工程学院, 山东 泰安 271019)

Multi-Scale Generalization and Expression of Ocean Fishery Thematic Attribute Data

Ji Min, Jin Feng-xiang, Li Yun-ling, Zhang Lian-peng

摘要:针对海洋渔业专题属性数据的特点,在分析陆地 GIS 中专题属性数据综合思想的基础上,提出海洋渔业专题属性数据多尺度综合方案,并据此进行东海渔业专题属性数据的三级尺度综合可视化表达。

关键词:海洋渔业;GIS;专题属性数据;综合

近年来,随着空间信息技术在海洋渔业领域的不断应用和深化,人们获取了丰富的海洋渔业信息。在这些信息中,既包括了用于空间定位的空间数据,也包括了各类专题属性数据和时间序列数据。由于这些信息具有多样性、多维性、动态性、多尺度性等特点,因此在海洋渔业问题的研究中,需要根据具体应用的空间尺度,对专题信息进行一定程度的综合。目前,关于综合问题的研究,大多集中在空间数据的综合上,形成了比较完备的综合思想、综合模型等,而对于专题属性数据则一般集中在定性数据的综合上。但专题属性数据除了具有对地理实体或地理现象的定性描述外,还包含有对地理实体或地理现象的统计值等数量特征的描述。定量数据作为重要的专题属性数据,在地理空间的尺度发生变化或时间跨度发生变化的情况下,也需要通过改变数据的详细程度、精度、分辨率、时间间隔等,以达到数据综合的目的。本文通过分析海洋渔业专题属性数据的特点入手,借助陆地 GIS 中专题属性数据的综合思想,研究和制定了海洋渔业专题属性数据多尺度综合的方案,并应用到东海渔业专题属性数据的多尺度综合与表达过程中,取得了满意的效果。

一、海洋渔业专题属性数据的特点

作为渔业资源分析和研究的重要数据源,与陆地 GIS 中专题属性数据相比,海洋渔业专题属性数据具有以下特点。

首先,海洋渔业专题属性数据具有的多样性、多维性、动态性的特点。海洋渔业专题属性数据包括

了从生产统计数据、水文气象数据、生物学数据、海洋生态环境数据等在内的多种类型的专题数据,也包括了遥感数据、船测数据、浮标数据、台站数据等多种来源的数据。海洋数据的多样性决定了专题属性数据表达的多样性。由于海洋是流动性的信息载体,对其描述的信息也具有动态性特征,如中心渔场的动态变化、温度场的动态变化等。

其次,海洋渔业专题属性数据具有周期性、多尺度、多分辨率的特点。海洋渔业信息随着季节的变化,表现出明显的周期性特征,如鱼群的洄游、海温距平的周期性波动、渔业生产的周期性操作等。同时在进行生产统计、海洋环境数据反演过程中,既可以基于 4 km, 9 km, 18 km, 54 km 等多种空间分辨率进行数据生成,也可以按照年、月、旬、周、日等多种时间分辨率进行数据平均或差异计算,因此海洋数据在时空上具有多尺度、多分辨率的特点。

再就是海洋渔业专题属性数据具有强烈的时空相关性特点。渔场的形成不仅与温度、盐度密切相关,而且还与洋流、锋面、涡漩、叶绿素浓度有深层的联系,因此在进行海洋渔业专题数据分析表达的过程中,要充分的考虑鱼类与其生存环境的这种深层次的潜在相关性。

二、陆地 GIS 中专题属性数据的综合思想

专题数据的综合是指在科学研究综合问题以及所涉及的专题内容要素特征的基础上,对专题数据加以处理,抽取最重要的要素、对象的基本轮廓、主

收稿日期:2003-08-15

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40074001);国家 863 课题资助项目(818-07-02)

作者简介:季 民(1970-),男,山东齐河人,副教授,从事 GIS 的应用研究与教学。

要特征和基本规律^[1]。在陆地 GIS 中(相对海洋 GIS 而言),针对专题属性数据综合的研究,众多学者从多个不同侧面进行了论述。

1. 专题属性数据综合与空间数据综合的关系

高文秀、毋河海等人在进行 GIS 中专题属性数据综合的问题研究中^[2],认为专题属性数据综合与空间数据综合从综合的动因、研究的重点、遵循的约束条件到综合的程度等方面存在一定的差异。空间数据综合是由于空间尺度的缩小,为合理反映研究区域的主要特征而进行的,而专题数据的综合除了尺度变化的原因之外,很多时候是由专题内容的变化或统计时间跨度的改变所导致的。空间数据综合着重针对地理实体的选取、空间位置冲突的化解、轮廓图形的化简,而专题属性数据综合主要针对描述地理实体的质量与数量特征数据进行重新组合、重新分类、重新分级等。空间数据综合主要遵循图形约束条件,而专题属性数据综合更重要的是遵循需求约束条件、统计约束条件、地理现象发展规律约束条件等。空间数据综合对各要素的综合程度是同等要求的,而专题属性数据的综合可以根据专题内容的重要程度进行不同程度的综合。专题属性数据综合和空间数据综合除了上述差别之外,二者还有着密切的联系。从综合起因上讲,两者可以成为彼此发生的起因,从数据综合的过程来讲,两者往往需要交互进行,才能得到科学的综合结果。

2. 多尺度地理数据库

地理数据的分析总是针对一定的空间尺度和一定的空间等级进行的。由于制图综合自动化的发展远不如人意,不能达到通过建立和维护单一比例尺数据库,在数据检索和分析时实时自动综合生成无级比例尺数据集的目的,因此只能通过不同方法在数据库中预先存储多种比例尺、不同详尽程度的空间数据或属性数据集,以供使用者随时存取操作,即建立多尺度地理数据库。多尺度地理数据库的建立有两种解决方案,一是多库多版本数据库方案,但这种方法存在经费耗费巨大、数据更新和维护困难等问题;二是一库多版本数据库方案,这是一种理想的多尺度地理数据的建立方法,但随着派生版本数量的增加,其生成过程越复杂,效率也越低。为此,魏海平提出了多尺度地理数据库的混合表示法,采用 Beer 提出的“空间分辨率圆锥”地理系统等级概念模型为理论指导,兼用前面两种方法进行混合表示^[3]。具体建立多尺度地理数据库时,首先建立反映区域地理系统概貌和外部环境的小比例尺空间数据库、反映整个区域基础地理信息的基本比例尺空

间数据库和反映局部重要目标及其内部结构的大比例尺数据库作为空间数据自动综合的基础;其次,利用 GIS 中的图层定义工具和制图综合模型,按图层组合与地物的取舍、图形化简等方法实现数据的多尺度表示。此外,粟松廷在单级比例尺电子地图数据库多级表现系统的研究中,认为实现电子地图多级表现的策略是扩展地理要素的属性项,将地图综合的因子显示存储,从而避免了大量算法即时推导过程,加快了图形选取与输出^[4]。

3. 地理空间的尺度效应

针对地理空间的尺度效应问题,鲁学军提出了基于空间分辨率圆锥和事件变化频度轴的地理时空等级组织体系,认为区域地理系统上由不同空间比例尺表达的不同等级层次构造单元之间变化所形成的“空间分辨率圆锥”^[5]。该圆锥反映了区域地理系统内部组织构造单元之间的包含与被包含的空间关系,在不同等级层次构造单元上将发生不同规模、性质的地理事件,而不同地理事件的发生将具有不同的频度值。这些变化的频度值将共同形成“事件变化频度轴”,该频度轴揭示了发生在区域地理系统内部不同等级层次上的地理事件之间的相互控制与反馈的地理动力学作用机制。

三、海洋渔业专题属性数据的多尺度综合方案

针对海洋渔业专题属性数据的特点,借助陆地 GIS 中专题属性数据综合的思想,可采用如下的方案和步骤实现海洋渔业专题属性数据的多尺度综合。

1. 海洋空间单元的划分与空间索引的建立

由于海洋渔业数据的数据量十分庞大,为了加速数据的检索和操作,首先根据最小尺度空间表达的专题信息的要求,对海洋空间进行单元划分,即进行网格化,根据习惯性,可以将所研究的海区范围以 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ 的空间分辨率进行网格化,然后随着尺度的增大,逐渐对网格按照 $1^\circ \times 1^\circ$, $5^\circ \times 5^\circ$ 等分辨率继续进行划分,各尺度下的网格统一编码,并建立网格之间的嵌套索引关系,同时建立网格与空间地理位置之间的对照关系。

2. 大比例尺专题属性库的建立

首先根据研究的专题问题,进行专题内容的选择。比如要研究某一海域的生产数据的年际变化或空间分布状态,可以选择生产数据,并对其按照年际进行统计,然后依据最小网格尺寸,以最小栅格为单元,对专题属性数据进行统计、分割、合并等预处理

操作,建立起大比例尺的专题属性数据库。

3. 尺度划分与专题要素分级

为便于进行专题数据的快速检索,按照所研究的空间范围大小、对专题数据需要表达的详尽程度等进行尺度的划分,比如针对东海渔业的研究,可以划分为3级尺度,即整个东海海域的尺度、某一渔场范围的尺度(如舟山渔场)、局部栅格单元的尺度(如 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ 的栅格范围)。并据此以大比例尺专题属性库为基础派生其他尺度的专题属性数据。

由于不同尺度空间所表达的专题信息的内容和详细程度不同,因此还需要对海洋实体或现象在质量和数量等属性特征方面进行等级的划定,以便于区分不同对象的主次、轻重地位,为海洋对象的取舍提供客观、准确、科学的依据。同时可以将专题信息的主次或轻重级别作为显式因子存储在派生数据库中。

4. 多尺度综合模板的建立与数据抽取

进行专题属性数据综合的关键是寻求合适的多尺度综合模型,使之能完成从单一尺度的专题属性数据派生其他尺度的属性数据集,或从某一尺度的属性数据中抽取数据,实现属性数据的综合表达。为此,我们提出了特有的专题制图综合模板机制,在该机制中,可以将对不同尺度的空间数据源、专题属性数据源的索引保存起来,同时存储专题数据的条件选择、表达内容、分级方式、风格设置、表达形式、尺度范围、注记、标示等内容,当具体进行专题属性数据表达时,可以调用相应尺度的综合模板进行数据抽取,形成特有的专题图用于表达。其中在数据的抽取过程中,需要根据条件表达式实现专题属性数据的重新组合、数据再分类或分级。数据的重新组合的方式较多,包括数学运算、逻辑运算、函数运算等,也可以加入较复杂的模型运算。数据再分类或分级是指当比例尺缩小时,对专题要素类型的合并以提高分类级别或减少分级数。

5. 时态属性的综合与表达

在海洋渔业信息研究过程中,除了研究不同尺度空间下、不同等级层次的构造单元及海洋特征外,还要研究在不同等级层次栅格单元上发生的沿时间序列变化的事件,如生产量随季节的变化趋势等。因此,在进行专题属性综合表达过程中,需要按照不同的时间分辨率和时间序列对数据进行抽取,并且以统计专题图的形式予以表达。

四、东海渔业专题属性数据多尺度综合结果可视化

依据上述综合方案和过程,针对东海渔业的专

题属性数据进行了3级尺度的综合表达,其可视化结果分为海域宏观可视化,渔场中观尺度可视化,局部渔区微观可视化。

1. 海域宏观尺度可视化

在该尺度进行的可视化表达,主要从宏观上反映整个海域的变化规律和特征分布,如洋流分布与前进方向、中心渔场的迁移规律、鱼群的洄游规律、温度场的变化、梯度场的分布、大尺度锋面或涡漩分布、生产总量的空间分布等。在该种尺度下,主要是针对某个主要的统计值进行可视化分级,即纯粹的颜色理论指导。此时关心的整个区域的分布。图1是针对整个东海海区历年生产总量以 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ 空间分辨率进行统计的空间分布图,其中背景渔区通过色调的过渡反映产量的高低以及变化,而饼状图反映的是围网产量和拖网产量所占总产量的比重以及产量高低。图1为海围网和拖网产量空间分布图。

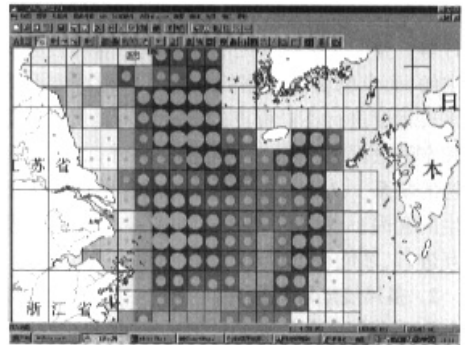


图1 1991-1998年东部海域围网和拖网产量空间分布图

2. 渔场中观尺度可视化

在该尺度空间下,需要研究以渔场为中心的较为详尽的专题信息,如:历年年产量的增减变动情况、整个渔场资源量的变动情况、环境要素的对中心渔场的影响变动等。图2是针对大沙渔场和沙外渔场历年生产数据的对比分析,其中在中观尺度状态下,对每一栅格渔区的生产数据以年为单位进行了统计汇总和排序,并以柱状图的方式进行了专题显示,其中纵轴为产量,横轴为年度变化,在该柱状图中时态信息也刻画在其中,将年际产量变化信息一目了然的展现出来。

3. 局部渔区微观可视化

随着比例尺的放大,可视的焦点落在了某个很小的海区,屏幕上只有几个有限的栅格区域。此时关心的是局部渔区微观的结构和信息,在该种尺度

下需要分析研究最小空间单元内沿时间序列的物质流或能量流的变化或对比。如不同类属之间的比较、生产量的月际、周际变化等等,图 3 描述了在微观尺度下,以栅格渔区为单元统计的年际之间、一年内月际之间的生产总量的对比分析动线专题图。其中纵轴为产量值,横轴为月的变化,不同的折线表达不同年度内月际产量的连线;通过动线图,不仅可以比较一年内月际之间的产量变化,还可以比较不同年份历史同期的产量变动,从而在非常详细的级别上分析和了解空间单元的专题信息。

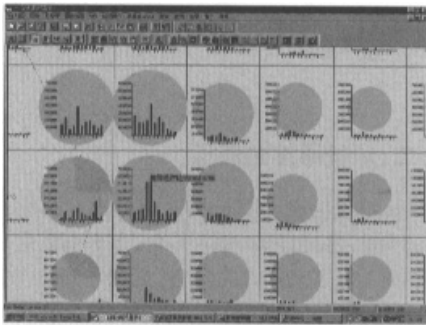


图 2 中观尺度下,围网产量与拖网产量随年际的变动分析对比图

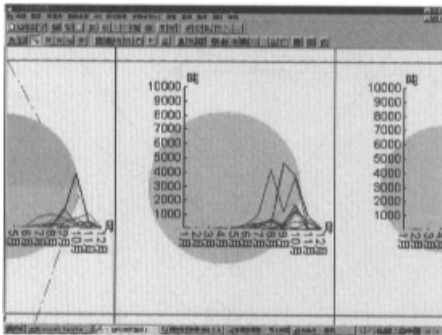


图 3 微观尺度下,渔区产量年际、月际对比动线图

五、结 论

由于海洋渔业专题属性数据具有多样性、多维性、动态性、多尺度性等特点,本文借鉴陆地 GIS 中专题属性数据的综合思想,制定了海洋渔业专题属性数据的多尺度综合方案。在该方案中,以栅格数据模型为基础,确立了不同空间尺度下的栅格单元,并以此建立了大比例尺下的专题属性数据库,为便于从单一尺度专题属性数据库中派生其他尺度专题属性数据的需求,在方案的制定中,还提出了特有的专题制图综合模板机制,运用该机制可以将专家在不同尺度下制图综合的经验和知识预先保留起来,在具体应用中,可通过调用相应尺度下的模板即可实现专题属性数据的综合,运用该方法可初步解决专题属性数据的自动综合问题。在本文提出的综合方案的基础上,针对东海渔业的专题属性数据进行了 3 级尺度综合实验,得到了满意的可视化表达结果。

参 考 文 献:

- [1] 邬 伦,刘 瑜,等.地理信息系统—原理、方法和应用[M].北京:科学出版社,2001.
- [2] 高文秀,毋河海,龚健雅,等. GIS 中专题属性数据综合的若干问题[J].武汉大学学报(信息科学版),2002,27(5).
- [3] 魏海平. GIS 中多尺度地理数据库的研究与应用[J].测绘学院学报,2000,17(2).
- [4] 粟松廷.单级比例尺电子地图数据库多级表现系统的设计[J].武汉测绘科技大学学报,1998,23(2).
- [5] 鲁学军,励惠国,陈述彭.地理时空等级组织体系初步研究[J].地球信息科学,2000,(1).
- [6] 郭建忠,安 敏. GIS 中多比例尺地理数据的管理和应用[J].测绘学院学报,1999,16(1).
- [7] 李云岭,靳奉祥,等.多模板电子地图研究[J].测绘工程,2002,(2).

欢迎订购《测绘学报》、《测绘通报》2003 年合订本

《测绘学报》、《测绘通报》2003 年合订本已装订完成,欢迎订购。另本部尚有部分两刊过刊合订本。《测绘学报》1999~2003 年,每年 1 册(精装),定价 40.00 元。《测绘通报》1997~2003 年,每年上下两册(精装),定价 80.00 元。

需要购买者可通过邮局汇款(另加 20% 邮费)至北京复外三里河路 50 号中国地图出版社期刊编辑部收。邮编:100045,联系电话:(010)68531192,联系人:金英。