

基于规则驱动的数字海图质量检测方法研究

黄毅, 兰莉莎

(海军出版社, 天津 300450)

摘要: 将规则和规则库的原理和方法应用到了数字海图质量检测中, 首先对数字海图质量规则的表示方法进行了介绍, 在此基础上, 对基于规则驱动的数字海图质量检测模型、流程和规则的定制进行了介绍, 最后设计和构建了海图质量规则库的数据结构, 分别对空间关系规则、属性约束规则描述表进行了定义和分析。

关键词: 数字海图; 规则; 规则库; 质量检查

中图分类号: P283.7

文献标志码: B

文章编号: 1671-3044(2012)04-0067-04

1 引言

数字海图质量检测作为整个数字海图生产体系的一个重要组成部分, 是数字海图生产和质量控制的重要环节, 贯穿于数字海图生产的始终, 而科学的海图质量检查方法和手段是提高海图质量的重要途径。目前, 对数字海图的质量检测沿袭了传统的纸质海图的图上三级检查验收制度^[1], 采用软件自动检查、人工检查和人机交互检查相结合的方法; 软件自动检查主要负责对数据的格式、要素分层、属性编码及简单的拓扑关系等数据逻辑一致性、完备性等数据部分质量特性进行检查, 检查内容有限, 而且效率不高; 对于海图数据质量特性中比较重要的内容精确性、正确性和要素的合理性主要还是采用人工检查的方法来完成, 该方法因为需要将中间数据或数据成果绘图输出, 并在其上不断校核和编辑, 这种检查方式周期长、涉及人员多、容易形成新的人为误差, 而且代价成本高, 作业人员劳动强度大; 现有的数字海图质量检测技术和手段已远远不能满足数字海图生产规模的需求, 努力探索数字海图质量检测的新技术、新方法, 以解决这种需求矛盾是摆在我们面前的一个重要课题。

2 基于规则驱动的数字海图质量检测模式解决方案

2.1 数字海图要素质量规则的表示

数字海图质量规则, 指的是将海图质量规范和检查知识用某种模式表示成计算机能够存储和利用

的一种数据结构, 从数字海图数据结构的特点出发, 海图要素主要表现为具有共同属性行为约束的点对象、线对象和面对象的一个集合; 在海图质量检测业务中, 这些海图要素也就是进行空间关系规则和属性约束规则检查验证的主体, 由于空间关系规则是存在于海图要素对象之间的, 可以用海图要素集合与关系规则来共同构成规则的二维结构化表示。见图1。

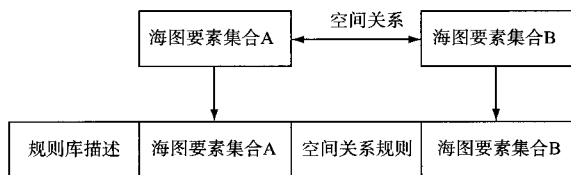


图1 数字海图质量规则表示

2.2 数字海图质量检测模型

为了对数字海图质量进行检测, 设计了一个数字海图的质量检测模型: 该模型是一个五元组 $M=(D, I, R, W, S)$ ^[2], 其中, D 为要检测的海图数据图层或数据集, 也可以是逻辑上相同的某一类型要素集合, 如海图注记、海图图廓要素; I 为对该要素对象 D 上需要进行检测的指标, 即数据质量特性, 如数据完整性、一致性、有效性等; R 为与检测指标相对应的规则, 该规则可以使用规范化的自然语言或形式化语言来表示, 以便转换成算法和程序; W 为该规则在所有规则中所占的比重, 该项主要用来作为海图数据质量评估的一个依据; S 为在基于 R 规则检测后对检测结果的一个输出。通常一个检测数据对象对应多个检测指标, 一个检测指标又对应

多个规则,见图2。

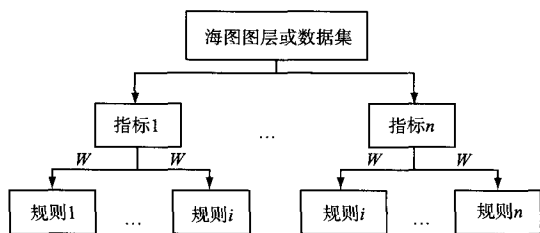


图2 数字海图质量检测模型图

2.3 基于规则库驱动的数字海图质量检测流程

基于规则库驱动的数字海图质量检测的基本原理是以规则库作为质量检测的依据和标准,通过读取规则库中的检测规则来设计质量检测算法,并通过海图质量检测程序来实现对海图数据的检查,质量检查结果一方面用文本或数据库记录的形式列出,供用户核对与修改;另一方面,生成一个要素错误批注层,将错误的要素用特定的符号表示出来,并在符号旁边列出该要素的错误类型及修改方法,以供用户进行快速的定位和修改,其流程见图3。

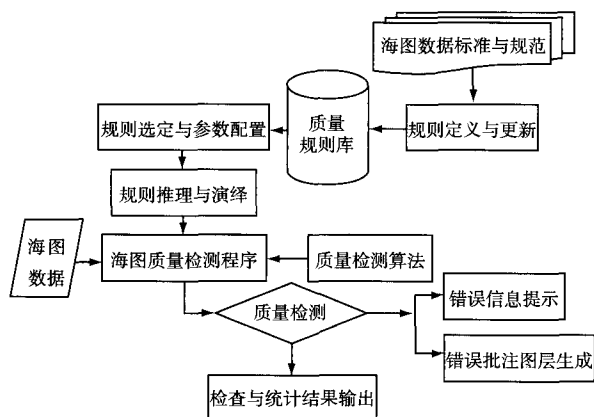


图3 基于规则库驱动的数字海图质量检测设计流程图

该流程中将规则设计与算法实现相分离,规则是一般性的知识,而算法可以有很多种实现方法,规则可以不断修改和完善,算法却不用修改,用户可以根据需要对规则进行重新定义和配置^[3-4],这就为数字海图质量检测功能的扩展提供了极大的灵活性。

2.4 数字海图质量检测规则的定制

数字海图质量检测是对数字海图生产流程中的过程数据或结果数据的所有要素层进行深层次的全面的如精度、一致性、完整性的检测^[5-8],包括:空间参考及空间精度检查,属性检查,空间关系检查,海图注记检查。针对数字海图质量检测内容,数字海图质量检测规则可根据实际需要进行灵活的定制,实现从属性到图形拓扑关系的全面检测,具体可以分为:

(1) 图形拓扑规则

一般性规则,可以适用于海图数据中所有的空间数据,如图形重叠关系检查、图形自相交关系检查、错误拓扑图形检查等^[9-12]。

专题性规则,是按海图数据的特点而进行定制的规则,包含同一图层要素之间拓扑关系检查和不同图层对象之间拓扑关系检查,如水深与等深线关系的检查,灯塔、灯桩与岸线关系检查等。

(2) 属性规则

属性规则是对海图数据属性的正确性进行逻辑性检查,主要包括:

非空检查规则,检查海图要素各属性值是否为空,如要素编码、障碍物危险等级、控制点高程值是否填写,如果没有,可以将错误要素检查出来。

正确性检查规则,检查属性值是否正确填写,如要素编码是否符合规范,是否正确,助航设备灯质属性是否有效、居民地行政等级属性值检查等。

有效性规则,检查要素属性值是否在合理的域值范围内,如深于31m的水深是否有小数位,等深线的深度值是否在规定的枚举范围内等。

(3) 注记规则

注记规则主要是数字海图中对各种文字注记、英文注记和数字注记的内容完备性、位置合理性、颜色的正确性、反映物体数量和等级差异等进行检查的标准和依据,主要包括:

内容完备性规则,检查海图中注记是否能完整反映所标示的要素,是否有漏缺等,如航标的注记中是否完整、图廓注记是否漏项等;

位置合理性规则,主要检查标示性注记与所标示的要素的相对关系是否合理,位置是否符合海图规范等;

格式正确性规则,主要检查注记的字体、字级、颜色是否符合海图图式规范要求;

等级差异性规则,指海图中随比例尺变化对注记样式有不同要求这一特点,对不同比例尺下注记样式的不同规范进行检查。

3 数字海图质量规则库的设计与构建

数字海图质量检测规则本质上是一些空间关系和属性约束的表达式,是可以序列化存储到二维数据表中的信息^[12];在数字海图质量规则库中,系统提供海图要素的空间和属性数据以及相关信息的最基本元素和各种规则关系,并通过二维形式进行存储,每条规则实例对应规则库中的一条记录,规则的组成要素对应表中的字段。主要表结构设计见表1~4。

表 1 海图要素空间关系规则描述表

字段名	字段类型	字段含义描述
TCCU	Varchar	图层 1
GXMS	Varchar	空间关系描述
TCCD	Varchar	图层 2
BZ	Varchar	备注

具有空间关系约束的图层 1 和图层 2 既可以是数字海图中两个不同的海图要素层,如检查水深值与相邻等深线关系一致性的水深要素层和海洋陆地层,又可以是同一要素层中的不同要素,如对交通运输层中的道路连通性的检查。空间关系描述既包括空间数据通用的包含、相交、重叠、连通等拓扑关系检查,也包括根据数字海图数据的业务特点而定制的专题性规则,如灯塔、灯桩与水域关系正确性检查。

表 2 属性约束描述表

字段名	字段类型	字段含义描述
SXMC	Varchar	检查属性名称
JCLX	Varchar	检查类型
TCMC	Varchar	属性所在图层名称
SXYS	Varchar	属性约束关系描述
GLSX	Varchar	关联属性
GLTC	Varchar	关联图层
BZ	Varchar	备注

检查类型主要分为要素属性空值检查、要素编码检查、要素属性值域检查和属性精度检查等。关联图层,用来描述不同图层要素之间具有的属性依赖关系,如控制点、高程点的高程与相邻等高线高程值的一致对应关系等。关联图层总是与关联属性相对应。关联属性,用于描述不同要素图层或同一要素图层中的不同属性之间具有的约束依赖关系,如碍航物的深度值与危险级对应关系检查、助航物要素编码与灯质对应关系检查等,关联属性可以为空。属性约束关系描述字段用来存储具体的属性检查规则的定制。

表 3 注记类别描述表

字段名	字段类型	字段含义描述
ZJLX	Varchar	注记类型
ZJDJCY	Varchar	注记等级差异
ZJNRYs	Varchar	注记内容约束
ZJGS	Varchar	注记格式约束
ZJWZ	Varchar	注记位置约束
BZ	Varchar	备注

注记类别描述表主要用来描述数字海图注记的具体样式规则,如注记等级差异主要是针对不同数字海图比例尺对注记具有不同的要求而定义的,注记内容约束则是根据《海图图式》、《海图编绘规范》对海图要素注记内容的规定而定制的;注记格式约束主要包含注记字体类型、字体大小、颜色和方向的定义要求;注记位置约束,主要描述数字海图中规定的不同要素注记摆放位置而定义的。

表 4 错误等级定义表

字段名	字段类型	字段含义描述
CWLX	Varchar	检查类型
CWDJ	Varchar	错误等级
CWSLBL	Varchar	错误数量比例
CWMS	Varchar	错误描述
BZ	Varchar	备注

错误等级定义主要用来记录、统计不同检查类型所检查的错误情况和严重程度,主要作为数字海图质量评估的一个重要指标和数据基础。

4 结束语

基于规则驱动的数字海图质量检测,由于规则与算法和程序相分离,用户可以根据业务需求,随时进行定制和更新,具有极强的灵活性和可扩展性。此外因为是基于软件自动检查而定制的各种规则,所以可以大大提高数字海图质量检查的自动化水平,以解决当前数字海图质量检查中存在的检查方法复杂、人工检查内容多、工作效率低、劳动强度大、成本较高等问题,从根本上改变数字海图生产规模与质量检查手段不相符的现状。本文从理论和方法上对基于规则驱动的数字海图质量检测进行了研究和探讨,而真正基于规则来实现数字海图数据质量的自动检查并应用于数字海图生产过程中,还需要针对各种检查规则来设计具体的算法和开发程序来实现,这也是下一步需要研究的方向和重点。

参考文献:

[1] 彭认灿,郭立新,陈惠荣. 数字海图制图学[M]. 大连: 海军大连舰艇学院,2009.

[2] 盛秀杰,李宏利,陶伟亮. 基于数据字典的导航地图质量检测软件[J]. 计算机应用,2010,30(4):1121-1124.

[3] 吴长彬,闫国年,刘显君. 基于规则库和网格算法的土地利用现状图自动数字注记[J]. 测绘学报,2008,37(2):250-255.

