

# 基于 ArcGIS 的领域知识与规则库管理系统的设计与实现

许林艳, 张洪 (云南国土资源职业学院, 云南昆明 650091)

**摘要** 结合县域农村集体土地确权登记项目和基本农田划定项目在数据处理和建库过程中的数据分析, 总结空间数据和非空间数据的一般空间规则和领域知识, 设计领域知识与规则库。基于 ArcGIS Add-ins 插件开发和 Geodatabase 开发领域知识与规则库管理系统, 可动态实现对规则库的可视化添加、修改、删除, 以图层和关系表作为操作对象, 灵活地添加规则。该系统可扩展为空间数据和非空间数据生产过程中成果的自动检查, 保证数据库质量检查过程的流程化和规范化, 极大地提高检查效率和准确度。

**关键词** ArcGIS Add-ins; 领域知识与规则库; 空间数据质量检查; Geodatabase; GIS

中图分类号 S126 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)33-0234-03

## A Design and Realization of ArcGIS-based Domain Knowledge and Rule Base Management System

XU Lin-yan, ZHANG Hong (Yunnan Land and Resources Vocational College, Kunming, Yunnan 650091)

**Abstract** This paper analyses the data captured during the course of data processing and database construction for county rural collective land ownership registration program and basic farmland use planning program, concludes the general spatial rules and domain knowledge between spatial and non-spatial data, and designs a domain knowledge and rule base. We develop a domain knowledge and rule base management system based on ArcGIS Add-ins and Geodatabase, a system make dynamic realization of rule base visual add-in, change and delete, and flexible operations on rules add-in for layers and relation tables. This system can be extended to automatically check the findings during the generations of spatial and non-spatial data, so as to ensure the flow and standardization of quality inspection, and greatly improve the inspection efficiency and accuracy.

**Key words** ArcGIS Add-ins; Domain knowledge and rule base; Quality inspection of spatial data; Geodatabase; GIS

领域知识(Domain Knowledge)是指一个专门领域重要的问题或概念以及这些问题和概念之间的相互关系<sup>[1]</sup>。基于知识与规则的 GIS 数据结构有别于传统的 GIS 数据结构, 它既包含知识表达, 也有规则定义, 其结构更复杂, 但对复杂对象、复杂关系的定义更精确<sup>[2]</sup>。

近几年, 基于知识与规则的 GIS 数据检查系统也逐渐应用于不同的空间数据建库质量检查, 如农村集体土地所有权和使用权数据库、基本农田划定数据库、土地利用现状数据库等质量检查系统。这些系统以实现某一类空间数据库的质量检查为设计目标, 不具有通用性。一种理想的方案是: 建立统一的知识与规则库, 据此开发专门的数据检查系统, 完成数据的自动检查<sup>[2]</sup>。笔者结合自己在云南省宁洱县农村集体土地确权登记项目和大姚县基本农田划定项目数据处理和建库过程中的实践经验, 基于 ArcGIS Add-ins 插件开发和 Geodatabase, 以一体化解决不同领域、不同标准的空间数据质量检查为出发点, 按照建立通用的空间数据知识与规则体系思路, 设计并实现了基于 ArcGIS 的领域知识与规则库管理系统。

### 1 领域知识与规则的分类

空间数据领域知识与规则在数据质量检查应用中, 主要分为拓扑规则和属性规则 2 类。拓扑关系是空间认知中最常用的空间信息, 用节点、弧段和多边形表示实体之间的邻接、关联、包含和连通关系<sup>[3]</sup>。在 ArcGIS 中定义了 32 种拓扑规则, 对诸如点点重合、点线连接、线线相交、面面包含等进行限制, 其从底层数据模型上定制对象之间的知识规

则, 用于控制地理实体的行为。而对于不同领域的空间数据, 在这些拓扑规则的基础上, 不同的点、线、面空间对象因其空间属性不同和表达要求不同, 存在特殊的空间关系, 比如: 界址点必须与界址线和宗地重合, 界址线与界址线之间必须有界址点, 同一条界址线必须与 2 个宗地相邻等。表 1 列出了 ArcGIS 中的部分拓扑规则, 在这些拓扑规则基础上, 又产生多项专门领域的拓扑规则。

表 1 ArcGIS 中的拓扑规则与领域规则(部分)

Table 1 Topological rules in ArcGIS and domain rules

规则分类 Rule classification	ArcGIS 中的拓扑规则 Topological rules in ArcGIS	领域知识与规则 Domain knowledge and rules
拓扑规则 Topological rules	第二个图层面要素必须被第一个图层任一要素覆盖 点要素必须落在面要素边界上	基本农田保护图斑必须在行政区范围内 宗地必须在行政区范围内 界址点必须在宗地边界上 界桩必须在基本农田保护片块上

属性的质量控制包括描述空间数据本身性质的信息和描述空间数据的专题属性信息, 如属性完整性、属性项类型正确性等<sup>[4]</sup>。属性规则可归纳为两种情况: 一是非空间数据表内属性值的规则, 比如某个字段值是否允许为空; 二是表与表之间的逻辑关系, 包括非空间数据之间的关系, 以及非空间数据与空间数据属性之间的关系。

### 2 系统的设计与实现

**2.1 ArcGIS Add-ins 开发** ArcGIS Add-ins 开发是 ArcGIS 新的开发方式, 更容易定制和扩展 ArcGIS 桌面应用, 具有高效、便捷的特点。不同于 ArcGIS Engine 开发, 使用 ArcGIS Add-ins 开发方式可以省去大量基础功能实现的程序编写工作, 例如数据添加、数据编辑、属性浏览等功能的实现, 极大地提高了软件的开发效率。另外, 在领域知识与规

**基金项目** 云南省地质矿产勘查开发局科技创新基金项目“基于空间数据挖掘技术的数据质量检查方法应用与研究”。

**作者简介** 许林艳(1984-), 女, 湖南长沙人, 讲师, 硕士, 从事土地资源管理、GIS 应用研究。

**收稿日期** 2016-09-23

则库的基础上进行数据质量检查与修改,需要结合 ArcGIS 的很多操作功能,使用 ArcGIS Add-ins 开发会使操作更方便。

Add-ins 工程配置文件 Config.esriaddinx 的 XML 文件

```
<AddIn language = "CLR" library = "TestAddIn.dll" namespace = "TestAddIn">
  <ArcMap>
    <Toolbars>
      <Toolbar id = "TestAddIn-CheckErr" caption = "基于GIS的领域知识与规则库管理系统" showInitially = "true">
        <Items>
          <Menu refID = "TestAddIn_rulesManage"/>
          <Menu refID = "TestAddIn_TopoErr"/>
          <Menu refID = "TestAddIn_Tools"/>
          <Menu refID = "TestAddIn_Help"/>
        </Items>
      </Toolbar>
    </Toolbars>
  </ArcMap>
  <Menus>
    <Menu id = "TestAddIn_rulesManage" caption = "知识与规则库管理" isRootMenu = "false">
      <Items>
        <Button refID = "TestAddIn_btn_RuleManage" />
      </Items>
    </Menu>
  </Menus>
</AddIn>
```

图 1 ArcGIS Add-ins 工程 XML 文件示例

Fig. 1 Add-in project XML file example in ArcGIS

**2.2 拓扑规则与属性规则数据库设计** 采用 ArcGIS 的个人数据库 Geodatabase 作为规则数据库。Geodatabase 采用一种开放的结构将空间数据(包括矢量、栅格、影像、三维地形等)及其相关的属性数据统一存放在工业标准的数据库管理系统 DBMS 中,使用该数据库可以同时操作空间数据(点、线、面矢量数据)和属性表。

ArcGIS 中拓扑规则的方法需要几个参数,包括目标图层、参考图层、拓扑规则,属性规则一般使用通用的 SQL 语句,其中较为复杂并常用的查询在程序中先行设定,见表 2。拓扑规则中定义的中文规则说明通过 ArcGIS 的 esriTopologyRuleType 枚举关联到对应规则方法,再调用 GP 工具创建 ITopologyRule 的实例并传入参数。属性的自定义规则使用 SQL 语句进行查询。

表 2 知识与规则表数据结构

Table 2 Knowledge and rule table data structure

字段名称 Field name	字段类型 Field type	字段值举例 Examples of field values
编号 No.	Integer	1
规则名称 Rule name	String	宗地必须在行政区范围内
目标图层 Target layer	String	ZD(宗地图层)
参考图层 Reference layer	String	XZQ(行政区图层)
拓扑规则 Topological rule	String	第二个图层面要素必须被第一个图层面任一要素覆盖
目标属性表 Target attribute table	String	ZD(宗地图层)
目标字段 Aiming field	String	XZQMC(行政区名称)
参考属性表 Reference attribute table	String	
参考字段 Reference field	String	
默认规则 Default rule	String	
自定义规则 Custom rules	String	Select * from ZD where XZQMC = "梅子乡"

中可添加交互类项和容器类项,比如 Toolbars 为容器类,Button 为交互类。控件的具体实现方法可通过 refID 直接调用 ArcGIS 的 COM 接口,也可以调用自定义 WinForm 类,见图 1。

**2.3 系统实现** 基于 GIS 的领域知识与规则管理系统主要功能模块包括知识与规则管理、数据检查、常用工具、帮助等。

**2.3.1 知识与规则管理。**该模块能够实现对规则库的可视化添加、修改、删除,见图 2。可以根据不同的领域空间数据库自定义规则,在 ArcGIS 中添加要设置规则的图层或者属性表,可以只设置空间规则或者属性规则,也可以同时设置两者。在设置属性规则时,可以通过修改 SQL 条件语句,创建不同图层或属性表,以及不同字段的模糊查询条件。通过该模块可实现拓扑规则与属性规则的一体化管理,建立不同领域的知识与规则,最终形成统一的规则与知识库。

**2.3.2 数据检查。**该模块是知识与规则库的实例运用,按照对待检查的空间数据库类型,选择适当的知识与规则,按照数据质量检查的要求设置流程。检查结果错误列表能在 ArcGIS 进行空间定位查询,并可使用 ArcGIS 的编辑工具进行修改。

**2.3.3 常用工具。**该模块是在开展宁洱县农村集体土地确权登记项目和大姚县基本农田划定项目数据建库过程中编写的较为通用的功能,例如椭圆面积的计算、标识码的生成等。

### 3 结语

实践证明,基于 ArcGIS 的领域知识与规则库管理系统在宁洱县农村集体土地确权登记项目和大姚县基本农田划定项目建库过程中得到了很好的应用,节省了人工成本,极大地提高了效率。利用 ArcGIS 作为开发平台,通过对不同领域空间数据库的知识与规则进行归纳和分类,从图形拓扑关系、属性、图属关系等方面建立统一的规则库,并提供数据检查的功能,具有较高的应用价值。

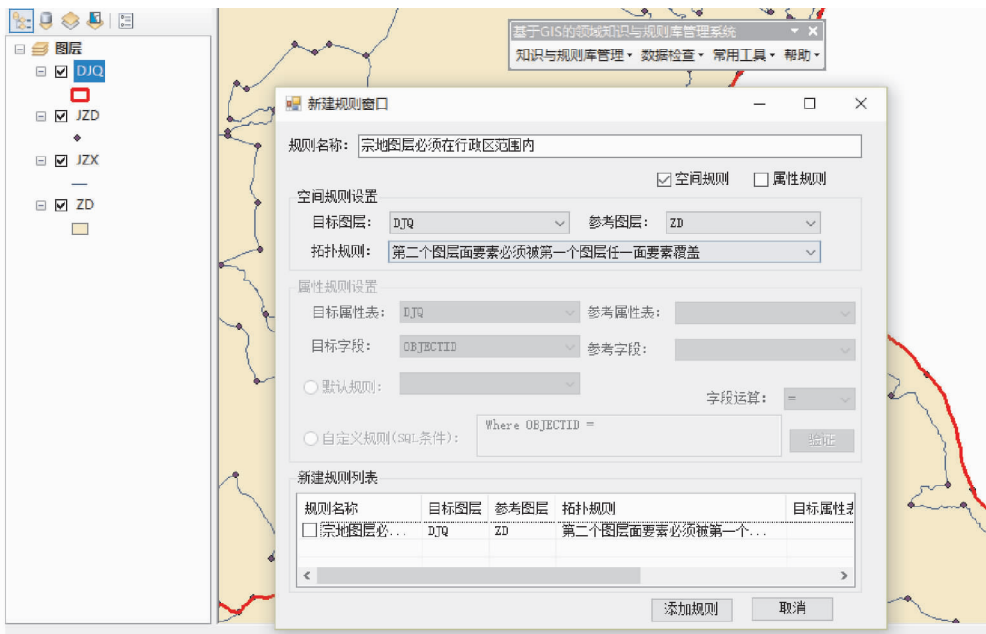


图2 新建知识与规则界面

Fig.2 New knowledge and rules interface

## 参考文献

- [1] 舒飞跃, 闫国年, 陆婧. 土地管理空间数据知识与规则体系框架研究[J]. 测绘工程, 2010, 19(5): 6-10, 14.
- [2] 吴长彬, 闫国年, 舒飞跃. 基于知识与规则的地籍数据质量检查方法[J]. 地理与地理信息科学, 2007, 23(5): 22-25, 30.

- [3] 王履华, 孙在宏, 吴长彬, 等. 基于领域知识和规则库的空间数据库质量检查: 以土地集约利用评价数据库为例[J]. 广东农业科学, 2013, 40(4): 167-170, 176.
- [4] 徐启恒, 张新长, 张兴飞. GIS数据检查与质量控制系统的设计与实现[J]. 测绘通报, 2012(5): 38-40.

(上接第169页)

表2 1961—2015年濉溪县逐月相对湿度、湿润指数的相关系数

Table 2 Correlation coefficient between monthly relative humidity and moisture index in Suixi County during 1961-2015

月份 Month	相关系数 Correlation coefficient	
	相对湿度 Relative humidity	湿润指数 Moisture index
1	-0.062	-0.061
2	-0.078	-0.055
3	-0.101	-0.068
4	-0.127	-0.215
5	0.165	0.041
6	0.096	0.106
7	-0.160	-0.118
8	0.090	-0.048
9	0.061	-0.231 <sup>△</sup>
10	-0.213	0.012
11	0.014	0.181
12	-0.098	0.106

注: △表示在0.10水平上相关。

Note: △ indicates correlation at the 0.10 level.

而该研究结果表明, 濉溪县年蒸发量与日照时数、年平均日最高气温、平均温差和相对湿度呈极显著相关, 年平均日最高气温、相对湿度随年度的更迭没有明显变化; 蒸发量与日照时数、平均温差呈多元直线相关关系。由此可见, 在气候

变暖的背景下, 蒸发量减少主要是由日照时数减少、温差缩小引起的。

(3) 近百年来气候变化幅度已超出地球本身自然变动范围, 对人类生存和社会经济构成严重威胁。农业是受全球气候变化影响最大、最直接的行业之一, 尤其是作为农业主体的作物生产与粮食安全。气候变化通过影响作物生育进程、适宜种植区和灾害性因子等的变化, 对作物产量、品质产生很大影响。宜通过改变种植结构、更换相对高产的中晚熟品种或抗逆性强的品种等措施, 获得更高的生产效益。

## 参考文献

- [1] SOLOMON S. Climate change 2007: The scientific basis [C] // Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- [2] 佟金鹤. 1965-2014年我国温度和降水变化趋势分析[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(12): 229-235, 259.
- [3] 何彬方, 马妍, 苟尚培, 等. 安徽省50年日照时数的变化特征及影响因素[J]. 自然资源学报, 2009, 24(7): 1275-1285.
- [4] 申双和, 盛琼. 45年来中国蒸发皿蒸发量的变化特征及其成因[J]. 气象学报, 2008, 66(3): 452-460.
- [5] 卢爱刚, 熊友才. 全球气候变化背景下近五十年中国湿度区域变化趋势[J]. 水土保持研究, 2013, 20(1): 141-143.
- [6] 郑广芬, 陈晓光, 孙银川, 等. 宁夏气温、降水、蒸发的变化及其对气候变暖的响应[J]. 气象科学, 2006, 26(4): 412-420.
- [7] 梁晨, 梁杰, 梁思琦. 1975-2014年郸城县农业气候资源及变化趋势分析[J]. 现代农业科技, 2015(15): 248, 250.