

基于 ArcObjects 组件式扩展的标准化地图制图实现*

童兆国, 刘南, 刘仁义, 谢炯

(浙江大学 浙江省 GIS 重点实验室, 浙江 杭州 310028)

摘要: 基于 ArcObjects 进行 COM 扩展, 针对具体应用开发符合国家和行业标准的地图制图关键组件, 应用于 ArcGIS 及其二次开发软件中, 实现标准化地图制图。实践证明该方法具有较高的灵活性和开放性。

关键词: 标准化; 地图制图; GIS; 组件对象模型扩展; ArcObjects

中图法分类号: TP317.4 文献标识码: A 文章编号: 1001-3695(2006)02-0240-03

Implementation of Standard Cartography Based on Extending ArcObjects

TONG Zhao-guo, LIU Nan, LIU Ren-yi, XIE Jiong

(Zhejiang Province Laboratory of Geographic Information Systems, Zhejiang University, Hangzhou Zhejiang 310028, China)

Abstract: Extending ArcObjects on COM level, developing the key components for cartography correspondent with the standards aimed at specific purpose, and apply the components to ArcGIS or its secondary developed software to implement standard cartography, is proved flexible and open in practice.

Key words: Standard; Cartography; GIS; Extending COM(Component Object Model); ArcObjects

地图是地理学的第二语言, 地图的广泛交流与使用要求对其实行标准化与规范化的设计和编制。地图制图是地理信息系统(GIS)的重要功能组成, GIS的地图制图也必须符合相应的标准和规范。由于现有主流 GIS 平台中的地图制图功能往往不能完全满足我国相关标准, 在基于这些平台的应用开发中, 技术人员需要通过各种技术手段来进行弥补。

组件式 GIS 为解决传统 GIS 面临的灵活性、开放性差等多种问题提供了全新的解决思路。美国 ESRI 公司的 ArcObjects (AO) 是组件式 GIS 开发平台中的代表产品, 以 COM 组件库的方式为用户定制 GIS 应用提供了丰富有力的工具。本文试图应用 COM 机制, 通过对 ArcObjects 进行组件层扩展, 高效利用 ArcGIS 环境, 实现符合我国国情和有关标准的地图制图。

1 GIS 地图制图标准化

1.1 我国地图标准现状

地图制图标准包括国家、部门(或行业)及各级地方制定的各种标准和规范。表 1 列出了我国现行地图图式和用色的有关国家标准。表 1 表明, 关于地形图的国标已经覆盖各种比例尺, 专题地图的国标也已出现, 这些标准大部分是强制性标准。此外, 各部门、地方根据自身情况和需求也制定了一系列的标准, 补充规范地图制图, 如浙江省土地管理局 1993 年印发实行的《500, 1 1000, 1 2000 浙江省地籍图图式》。随着 GIS 技术的日益发展成熟, GIS 已经成为制作地图的重要手段。地理信息应用系统开发中必须严格遵循上述有关标准, 制作合乎规范的各类地图。

表 1 我国现行地图图式用色国家标准

标准编号	标准名称
GB 5791-1993	1 5000, 1 10000 地形图图式
GB/T 6390-1986	地质图用色标准 比例尺 1 50000 ~1 1000000
GB/T 7929-1995	1 500, 1 1000, 1 2000 地形图图式
GB 12319-1998	中国海图图式
GB 12342-1990	1 25000, 1 50000, 1 100000 地形图图式
GB 14512-1993	1 1000000 地形图编绘规范及图式
GB 14051-1993	地形图用色
GB 15944-1995	1 250000 地形图编绘规范及图式
GB/T 17986.2-2000	房产测量规范 第 2 单元: 房产图图式

1.2 GIS 平台制图功能的常见问题

现有各 GIS 平台在标准化的地图制作上存在的不足, 就其形成原因来看, 主要有以下三个方面:

(1) GIS 数据的特殊性。与 CAD 系统常用的面向图形的数据组织方式不同, GIS 通常以面向更多的、以面向对象的方式或拓扑形式组织空间信息。地图输出时, 空间对象按照某些特定属性进行符号化, 实现地图表达。在这种方式下, 要表达空间对象相互间的关系就比较困难。图 1(a) 要求用点画线来绘制线状地物, 当线状地物被分割为多个零散对象时, 就难以按预定方式均匀连贯地显示。

(2) 计算机性能的局限性。计算机软硬件资源是有限的, 而 GIS 制图时需要进行空间查询、符号化、文字标注等大量运算。GIS 实用系统为减少资源占用, 会牺牲一部分制图功能。图 1(b) 要求用点符号对面状对象进行格网式(Grid) 填充, 如果相同符号采用一个共同的基准点进行布点, 可以大大减少运算量, 但是会影响到小面积对象的正确显示。另外, 部分复杂和特殊的制图需求目前还难以诉诸数学模型来实现自动化, 如制图综合。

(3) 地区、行业间的差异性。这一点在使用国外 GIS 基础平台时尤为突出。各国家、地区由于传统和具体地理环境等因

收稿日期: 2004-11-03; 修返日期: 2005-04-04

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40271087); 浙江省自然科学基金资助项目(401006)

素的差异, 在地图图式、用色、版面设计等方面有着不同的习惯; 不同部门、行业因应用领域不同, 空间对象各异, 也各有一些专门的符号系统和特殊的表达方式。这些差异反映到相应的地图制图标准中, 常常为通用 GIS 平台所难以顾及。

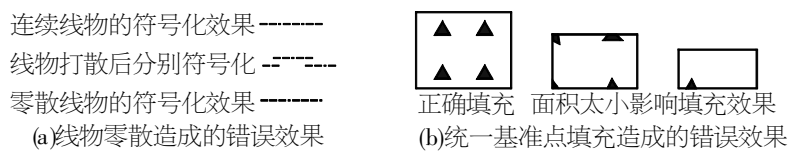


图 1 GIS 平台制图功能常见不足

综上所述, 这些不足有的随着计算机软硬件性能的提高会迎刃而解, 有的还有待于多方面理论技术的发展才能圆满解决, 有的则需要在应用系统开发中, 针对具体规范和需求对通用 GIS 平台进行定制扩展。ArcObjects 为 ArcGIS 提供了良好的扩展机制。对 ArcObjects 进行组件式扩展, 从 COM 层定制 ArcGIS 组件, 是实现标准化地图制图的有效途径。

2 ArcObjects 组件式扩展的关键技术

2.1 ArcGIS 组件库 ArcObjects

ArcObjects 是 ArcGIS 的桌面应用等系列软件的开发平台, 提供模块化的数据管理、地图显示等丰富功能。由于 ArcObjects 是基于 COM 设计的, 用户可从最底层对其进行扩展, 把自定义的组件融合到已有框架中, 也可按自定义的方式重构 workflow。ArcGIS 自 9.0 版推出嵌入式 GIS 组件库 ArcEngine, 形成了应用于多种场合的一个全面的、可伸缩的 GIS 软件平台, 也为 ArcObjects 的使用提供了更多的应用方式和开发手段。

ArcObjects 的应用开发主要有三种方式: 利用 ArcGIS 应用程序内置的 VBA 宏进行客户化, 主要用于让桌面软件完成一些重复性的工作或添加一些扩展功能, 缺点是必须依赖桌面软件才能运行; 引入 ArcObjects 组件库开发独立的 EXE 应用程序, 这种方法可建立客户化的应用环境, 可以独立运行, 灵活性较好, 但难度较大; 编写客户化组件扩展 ArcObjects, 用户编写的组件可以无缝地集成到 ArcGIS 环境中, 应用于前两种开发方式。

ArcObjects 的组件式扩展即上述第三种扩展方式, 这种方式灵活性最好, 难度最大, 其关键是要对 ArcObjects 和 COM 扩展机制有较深入的了解。

2.2 COM 及其扩展

COM 是微软推出的一种跨平台、分布式、面向对象的标准, 用来创建可以相互通信的二进制组件。接口是组件向外界公布功能的方法。在 COM 中, 接口是指向由对象实现的函数的指针表。COM 组件、COM 对象和 COM 接口之间的关系如图 2(a) 所示。COM 支持二进制一级的代码执行重用, 利用 COM 的可重用性可以实现 COM 接口的扩展。COM 有两种重用模型: 包容和聚合。在包容方式下, 外部组件通过调用内部组件接口来实现自己的部分接口(图 2(b)); 在聚合方式下, 外部组件把内部组件的接口作为自己的接口直接返回给客户(图 2(c))。两种方式可以混合使用。

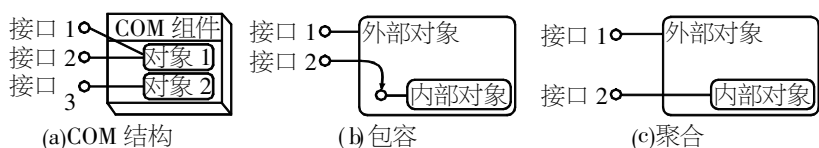


图 2 COM 结构与重用模式

2.3 ArcObjects 的组件式扩展

ArcObjects 的组件式扩展(Extending ArcObjects, AO 扩展)的过程是创建新的组件, 通过对 ArcObjects 组件进行二进制一级的代码执行重用, 实现客户化的组件对象, 并无缝地集成到 ArcGIS 环境的过程。AO 扩展组件对象一般继承于 ArcObjects 核心组件(图 3), 具有 ArcObjects 核心组件的一些特点。

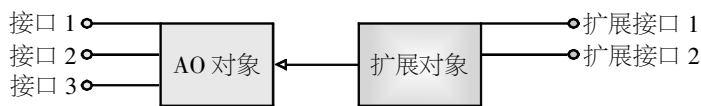


图 3 AO 的扩展

(1) 归属于 ArcGIS 的某个组件类(Category)。ArcGIS 将其组件对象分成若干类, 便于分门别类地使用。同一类别中的组件对象通常继承于同一个父对象, 如面状符号类中 SimpleFillSymbol, MarkerFillSymbol 等对象一同继承于 FillSymbol。

(2) 核心对象通常具有对应的属性页, 提供对象的编辑界面, 如各种地图符号对象有各自的符号编辑属性页, 各种图层渲染对象有各自的渲染设置属性页。

(3) 核心对象通常包含对象复制接口(IClone)。

(4) 核心对象通常包含对象存取接口, 如 IPersistVariant。

(5) 完整的 ArcGIS 对象应当包含相应的帮助接口和错误处理接口。

AO 扩展组件对象通过继承与实现父对象的有关接口来获得这些特点, 并依靠这些特点有效地融入到 ArcGIS 环境中。

3 实例研究

3.1 组件扩展设计

在使用 ArcObjects 8.3 开发浙江省土地利用现状更新调查信息系统, 制作土地利用地图时, ArcGIS 在地图符号、图层渲染以及地图要素等方面还难以符合有关规范和标准。表 2 列出了部分需要通过组件式扩展来解决的问题, 以及针对这些问题所作的扩展设计。

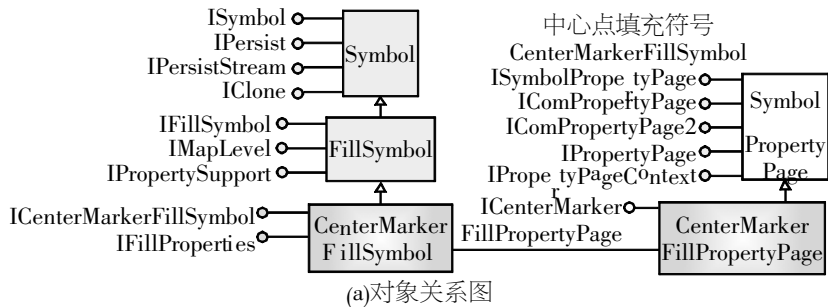
表 2 ArcGIS 在土地利用地图制图中的部分不足及相应的组件扩展

项目	问题描述	扩展对象	所属类别	扩展功能	
地图符号	单点填充符号	不提供单一点填充的面状符号	Center-Marker-FillSymbol	FillSymbol	中心点单一填充; 以中心点为基准的均布式填充
	多点填充符号	小面积的面要素中可能没有填充点	Feature-Merge-Renderer		
图层渲染	相邻要素渲染	要素独立渲染, 没有考虑相邻要素的影响, 造成零散的线条不连贯	LuCustom-Grid	Feature-Renderer	同一图层同类要素合并后统一符号化
地图要素	地图格网	格网的图廓标注不够灵活	LuCutom-Legend	MapGrid	自定义格网
	图例排列	图例项以对应层为单位平均排列, 不能所有图例项统一平均排列		Legend	自定义图例

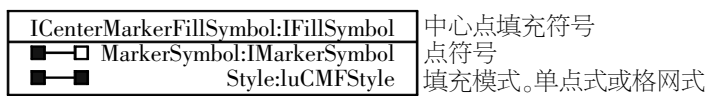
以单点填充符号为例, 这种符号要求在面要素中填充一个点, ArcGIS 不提供这种符号。如果不编写新的组件, 用辅助要素的方法来实现, 需要完成以下三个基本工作: 预先或临时在辅助图层中为每个面要素生成一个点、管理点与面要素的关联关系、向图例信息中追加相应符号的中心点。这种做法不仅烦琐复杂, 而且难度很大。如果通过 AO 扩展编写新的组件, 则可由 ArcGIS 环境无缝集成、统一管理, 像使用其他符号一样使用单点填充符号, 无需任何额外的工作。因此, AO 扩展是弥补不足的理想方式。限于篇幅, 下文主要讨论单点填充符号的

AO 扩展解决方案。

在地图符号扩展组件中,针对单点填充符号和多点填充符号的不足设计了两个相互关联的扩展对象(图 4)。对象中心点填充符号 (CenterMarkerFillSymbol) 是一种面状符号,具有两种填充模式: Single(单一)模式下,在面要素的中心点填充一个点状符号; Grid(网格)模式下,以面状要素的中心点为基准,作“井”字式的点符号均匀排布。对象中心点填充属性页 (CenterMarkerFillPropertyPage) 提供相应的符号编辑界面。

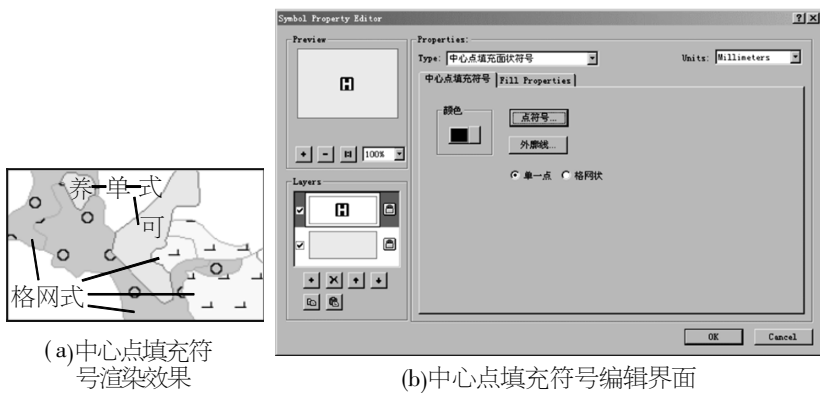


(a)对象关系图



(b)接口

图 4 中心点填充符号对象关系图



(a)中心点填充符号渲染效果

(b)中心点填充符号编辑界面

图 5 中心点填充符号的应用

3.2 中心点填充符号的实现

在 VC++ 6.0 环境中,以 ArcObjects 8.3 为基础,开发中心点填充符号组件的主要步骤如下:

- (1) 创建 ATL COM 组件 AOxSymbols.dll, 作为地图符号扩展组件。
- (2) 使用伪指令 #import 引入 ESRI ArcObjects 对象库 esriCore.olb。
- (3) 创建对象 CenterMarkerFillSymbol, 引入要实现的接口, 如图 4(a) 所示, 包括父对象的 ISymbol, IFillSymbol, IClone, IPersistVariant, IMapLevel, IDisplayName, IPropertySupport 和 IFillProperties 接口。
- (4) 实现主接口 ICenterMarkerFillSymbol, 如图 4(b) 所示, 包括添加属性 IMarkerSymbolPtripMarker(点符号)和 enum eCenterMarkerFillStyle eStyle(填充模式);实现接口 ISymbol, IFillSymbol。下面是实现 ISymbol::Draw() 的伪代码:

```

STDMETHODIMP CCenterMarkerFillSymbol::Draw(IGeometry * Geometry)
{
    if (! Geometry) return E_POINTER;
    //1 求中心点
    ...
    switch( m_eStyle)
    {
        //2.如果是单一符号填充
        case eCenterMarkerFillSingle:
        {
            //2.1 画面
  
```

```

//2.2 画中心点
    }
    break;
//3.如果是网格式填充
case eCenterMarkerFillGrid:
    {
        //3.1 设置点填充符号(根据中心点位置设置填充参数)
        //3.2 绘制
    }
    break;
default:
    return E_INVALIDARG;
    break;
}
return S_OK;
}
}

```

(5) 实现其他接口。IClone, IPersistVariant 是符号复制、存储与再利用的基础, IFillProperties 和 IMapLevel, IDisplayName, IPropertySupport 分别对符号的填充参数与绘制顺序、显示名称、属性支持等方面进行管理。

(6) 创建对象 CenterMarkerFillPropertyPage, 设计属性页。根据中心点填充符号的需要添加控件、设定成员、处理消息。

(7) 引入并实现 CenterMarkerFillPropertyPage 所需接口, 如图 4(a) 所示, 包括父对象的 IPropertyPageContext, ISymbolPropertyPage, 前者处理属性页的一般性操作, 后者处理符号对象属性页的一般性操作。实现主接口 ICenterMarkerFillPropertyPage, 提供对中心点填充符号的特定操作。

(8) 添加组件类型库 (Category) 自注册语句, 编译生成 COM 服务器 AoxSymbols.dll, 完成组件开发工作。

3.3 中心点填充符号的应用

组件注册后,可以应用在 ArcGIS 各软件模块和基于 ArcObjects 二次开发的软件中,实现对面状要素的单一式或网格是中心点填充(图 5(a))。中心点填充符号在 ArcGIS 环境中实现无缝集成,可以直接在 ArcMap 中创建和编辑,如图 5(b) 所示,也可在样式库文件和地图文件中进行存取。

4 结论

软件的组件化是面向对象技术与分布式计算技术发展的需要和必然结果,是软件产业工业化的体现。通过对 ArcObjects 的 COM 扩展,开发出实现土地利用标准化地图制图的关键组件,可以融入 ArcGIS 平台使用,也可以用于其他二次开发软件,已经在浙江省土地利用现状更新调查信息系统中成功应用。研究表明,在现有成熟组件式 GIS 平台的基础上进行组件层次的扩展开发,能够较好地实现各种具体应用,是 GIS 应用开发中开放、灵活、高效的新解决方案。

参考文献:

- [1] Michael Zeiler. Exploring ArcObjects[M]. ESRI Corp., 2002.
- [2] 廖克. 现代地图学[M]. 北京:科学出版社,2003. 128-131.
- [3] 潘爱民. COM 原理与应用[M]. 北京:清华大学出版社,1999. 93-95.
- [4] 余英,梁刚. Visual C++ 实践与提高:COM和 COM+ 篇[M]. 北京:中国铁道出版社,2001. 224-240.
- [5] 赵万锋,刘南,刘仁义,等. 基于 ArcObjects 的系统开发技术剖析[J]. 计算机应用研究,2004,21(3):130-132.

作者简介:

童兆国(1977-),江苏涟水人,硕士研究生,主要研究方向为组件 GIS 和 GIS 地图制图研究;刘南(1944-),教授,博士生导师,主要研究方向为 GIS 理论研究;刘仁义(1960-),教授,主要研究方向为时态 GIS 方向研究;谢炯(1977-),浙江余姚人,博士研究生,主要研究方向为时空数据模型、GIS 软件开发研究。