

一种基于 MFC 的 GIS 多文档多视图技术实现

郭宪杰, 张 微, 章孝灿, 黄智才

(浙江大学 地球科学系 空间信息技术研究所, 浙江 杭州 310027)

摘 要:针对 GIS 中数据分析与管理的多图层需要,在深入研究 MFC 类库框架结构、分析 Windows 应用程序开发流程的基础上提出了一种基于 MFC 的多文档多视图框架结构的解决方案,该方案不仅与 MFC 有着良好的继承、扩展和兼容性,可以快速实现应用程序开发,而且又很好地实现了 GIS 中图层管理的多文档多视图特点,满足了多源数据分析与管理的要求,实践表明这是一种可行的技术方案。

关 键 词:地理信息系统;多文档多视图;图层

中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

文章编号:1008-9497(2005)06-711-05

GUO Xian-jie, ZHANG Wei, ZHANG Xiao-can, HUANG Zhi-cai (Department of Earth Sciences, Spatial Information Technology Institute, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Relization of Multi-Doc/Multi-View in GIS based on MFC. Journal of Zhejiang University (Science Edition), 2005, 32 (6): 711~715

Abstract: In view of the demand of multi-layer with data analysis, processing and management in GIS, by making a thorough research in MFC classes framework and analysing the routine of windows application, a solution is put forward with Multi-Doc/Multi-View structure based on MFC. the practice shows that this solution can not only work with MFC fluently but also solve the problem in GIS. It's proved that this is a feasible solution.

Key words: GIS; multi-doc/multi-view; layer

0 引 言

地理信息系统 (Geographic Information System, 以下简称 GIS) 是一种采集、存储、管理、分析和输出空间信息的计算机技术系统^[1]。据美国著名的 GIS 专家 Jack Dangermond 研究,世界上有 80% 以上的信息属于空间信息,全球空间信息资源总价值超过 1 000 亿美元^[2]。GIS 已经成为信息高速公路的重要组成部分,也是完成数字地球的核心支撑技术之一^[3],因此 GIS 技术得到世界各国的重视并投入大量人力物力进行研究和开发。

为实现 GIS 系统的快速开发,必须选用一种高效的开发工具来提高开发效率。在目前流行的图形用户界面 Windows 平台上有各种开发工具,由于

Visual C++ 与 Windows 操作系统结合最为紧密,并且因其提供的 MFC 类库具有功能强大、开发效率高等优点而被广泛应用。MFC (Microsoft Foundation Class 微软基础类库)是由一组相互关联相互支持的类构建的应用程序模型,它采用面向对象的思想用 C++ 语言封装了 Windows 平台的 API 函数,使得应用程序开发可以在继承前人工作的基础上开发各自所需的应用需要,提高开发效率,加快开发进度,增加应用程序的可靠性和可维护性^[4]。MFC 应用程序模型中文档/视图结构的出现,不仅丰富了原有的应用程序对象和主窗口对象的简单模型,而且实现了数据存储和表达的分隔,更加适合大型软件的开发^[5]。

虽然 MFC 在文档/视图结构中提供了多文档模板可以操作不同类型的文档数据,但是其本质仍

收稿日期:2004-04-30。

基金项目:国家 863 资助项目 (2001AA61303021)。

作者简介:郭宪杰 (1979—)男,硕士研究生,主要从事地理信息系统的设计与应用、遥感数字图像处理等研究。

然是一种单文档多视图的结构,即一份文档数据虽然可以在应用程序的多个视图中显现,但在一个视图中却只能表达一份文档数据.这种结构应用到 GIS 中的图层管理就遇到了困难.因为 GIS 系统本身是把各种类型的空间数据进行分层存储与管理的,在分析应用时则需要把多层数据进行叠置展现在同一视图中,因此图层管理是 GIS 系统的基本需要,多文档多视图结构是 GIS 的内在要求.

有的作者提出“多文档多视图”同名的概念^[6],但他的实现方法仅是在 MFC 多文档模板的基础上采用窗口分割技术实现多视图的,最后在一个视图中展现的仍然只是一个文档对象,而 GIS 中的图层管理要求在一个视图中表达多份文档数据,一份文档数据可以从不同的视图中显现.因此文献^[6]中的方法与 GIS 应用中的多文档多视图要求是完全不同的.

本文通过对 MFC 的单文档/多视图结构和 GIS 图层管理中的多文档/多视图需求的深入研究,提出了一种通过改进 MFC 的单文档/多视图结构来实现 GIS 图层管理多文档/多视图结构的方案,该方案既充分利用了 MFC 强大的功能,又避免了其自身的缺点.通过笔者的具体实现证明该方法是切实有效的.

1 GIS 图层管理的多文档多视图结构

由于 GIS 所管理的空间信息量较大,为了更好地组织、管理和使用各种类别地物的空间信息,针对一个工作区,通常是按照地物类别划分为若干图层来存储与管理空间信息的.这样可以采用相同的分析模型对同一图层进行数据分析并获取所需的信息,而进行综合分析时再把各个相关的图层进行叠置融合分析.这样,在数据采集时按不同的地物类别进行分层,每一图层都单独表达地理空间中的某一特征,多个图层则可以从多个方面来表示各种地理特征,更直观的就是把多个图层叠置在一起共同反映该地理空间的总体特性.图层概念的引入为解决海量空间数据的组织和管理提供了一种有效的方法,图层管理已经成为 GIS 应用开发的关键技术之一.

图 1 为笔者实验所实现的多文档多视图结构的结果示意图.图中表达的是某一地理空间中的 3 个相关地理要素的图层信息:区划边界图、河流水系图和规划高速公路图.视图 II 内是区划边界图,视图 III 内是河流水系图,视图 IV 内是规划高速公路图,视图 I 内则是综合其他 3 个子视图的地理信息.

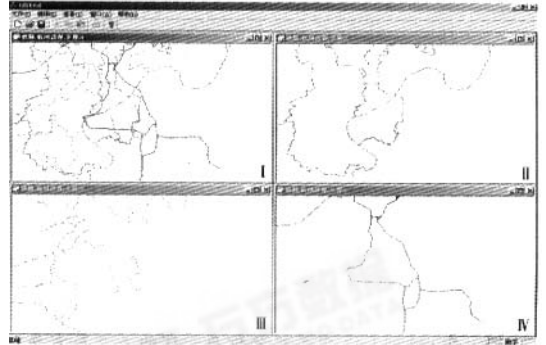


图 1 GIS 中多文档多视图结构示意图

Fig. 1 Multi-doc/multi-view structure in GIS

可以从图 1 中的 II ~ IV 视图的单个图层获得相应的地理信息.比如可以根据 II 中的区划边界图计算各个行政区域的面积,了解相互之间的空间邻接关系;根据 III 中的河流水系图可以计算该区域的水网密度;根据 IV 中的规划高速公路图可以计算交通路线长度等.但是从任何单个图层都只能获得有限的信息,它受限于原始数据的采集而不能衍生出更多的信息,而在叠加了区划边界、河流水系和规划高速公路的地图中则可以进行数据挖掘分析获得更多的信息,比如可以通过建立分析模型获得每一个行政区域内的交通运营能力,判断在该区域内增设交通路线是否必要且合理,在河流存在的地方架设高速公路是否增加了修建成本等.这样的衍生信息都是需要多个图层叠置综合分析才能获得的.

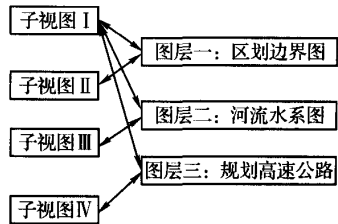


图 2 GIS 中多文档多视图结构说明图

Fig. 2 Illustrate for multi-doc/multi-view structure in GIS

GIS 中的图层管理是基于多文档多视图结构的(以下论述中的文档即是 GIS 图层,两者为同一概念,不详加区分),多文档的含义是指在同一视图内可以同时表达多个不同的数据文档,多视图的含义则是指同一个数据文件可以在多个视图内同步表达出来.图 2 为图 1 的多文档多视图结构的说明图,多文档模式即为子视图 I 所示,它可以同时表达三个图层数据;多视模式即为图层的表达模式(图层二、三亦如此),它的文档数据在子视图 I 和子视图 II 中都有表达,数据更新时会在各个相关视图中同步表现出来.

2 基于MFC的GIS多文档多视图框架结构设计

2.1 MFC的文档/视图结构

MFC的文档/视图结构是MFC应用程序框架的核心技术和重要支撑,它的基本思想就是将数据的操作和数据的表达分开处理。文档对象是应用程序数据集的抽象,用于管理应用程序中的数据,所有对数据的定义和操作均在文档对象中实现;视图对象则是数据的用户窗口,它将文档中的数据在用户窗口中表达出来并提供与文档中数据进行交互的用户界面,表达数据并响应用户在视图中操作。这种文档/视图结构使得模块划分更加合理,独立性更强,在开发大型软件项目时更加适用^[5]。基于MFC文档/视图结构的应用程序主要有两种模式:单文档应用程序(SDI)和多文档应用程序(MDI),MDI相比较SDI来说,它可以同时打开多个文档数据并支持同时在多个子窗口中进行操作,这种应用程序的模式满足GIS的实际要求,作为本文的主要研究内容。

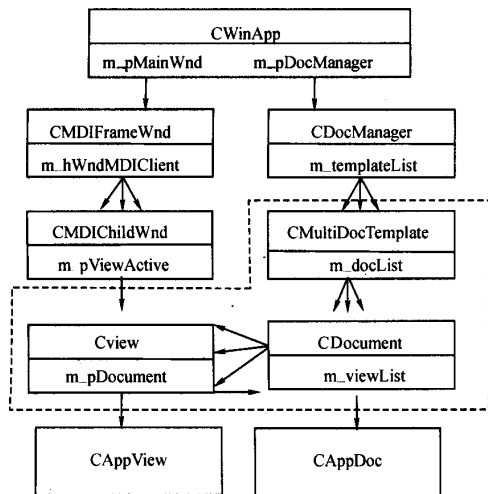


图3 MFC文档视图结构示意图

Fig. 3 Doc/view structure in MFC

档至少有一个相关联的视图,视图只能与一个文档相关联^[6]。这种结构虽然在许多领域发挥了巨大的作用,但是它在面向GIS的多源数据分析处理和管理中却存在着严重的不足,因为在GIS中一个视图中必须可以同时表达多个文档数据才可以满足多源数据分析的内在要求。

2.2 基于MFC的多文档多视图结构设计

MFC框架结构设计的本意是让用户只需对最关心的用户交互对象——文档和视图进行操作,窗口的各种操作都被MFC所封装而无需过细地干预,这样可以使用户从界面的编写中解放出来,而把主要精力放在具体任务的完成上。本文的目的就是通过继承并改造MFC已有的强大且高效的功能,而达到多文档多视图的目的,并不改变原有MFC的使用风格,使用户仍只需专注于任务的完成。

由于MFC的多文档模板类CMultiTemplate在文档/视图结构中起到联络枢纽的作用,应用程序通过它来打开文档数据、创建窗口和视对象,并进行多文档的管理。因此,本文提出了通过继承并扩展CMultiTemplate类来实现GIS的多文档多视图功能的方案,鉴于视图类和文档类都与模板类之间存在较为紧密的联系,故本文同时扩展相应的文档类和视图类,具体实现是对图3中的虚线框部分进行了继承和扩展,改进后的框架如图4所示。

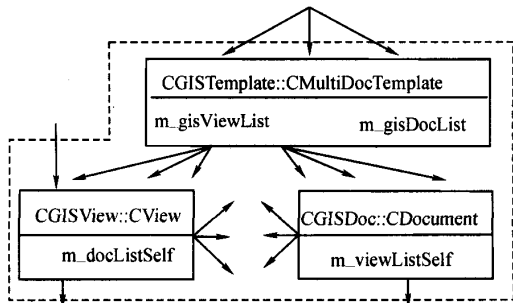


图4 基于MFC的多文档多视图结构示意图

Fig. 4 Multi-doc/multi-view structure in GIS based on MFC

●CGISTemplate类是完成多文档多视图功能的核心类,它是通过继承多文档模板类CMultiTemplate并重载其对文档和视对象的操作来实现的。为了实现多文档/多视图的管理,在CGISTemplate类中新定义了视链表成员m_gisViewList;另外,虽然父类CMultiTemplate中已有文档链表成员m_docList,但它仅用来记录所打开的多个文档对象,不能实现GIS中文档和视的多重对应操作(因其只能实现单文档/多视图功能),因此本文重新

定义了文档链表成员 `m_gisDocList` 用来管理当前模板所打开的文档图层。

●CGISView 类是通过继承视类 CView 来实现图层数据的用户表示与交互。为了实现视与多文档的关联功能,本文在其内部新定义了文档链表成员 `m_docListSelf`,其用于记录当前视窗口所关联的所有文档对象指针。视图更新显示时只需对该视的文档链表进行遍历即可。每个视对象可以通过文档链表成员添加或删除该视对象所关联的文档图层。

●CGISDoc 类是通过继承文档类 CDocument 来实现图层数据的管理。虽然父类 CDocument 中已有成员 `m_viewList` 用来管理与该文档关联的多视,但因其不能满足多文档多视图的关联操作,故本文重新定义视链表成员 `m_viewListSelf` 来记录当前文档所关联的所有视对象指针,其目的是增强对视链表的管理功能。每个文档可以通过视链表的增删操作实现该文档对象与哪些视窗口关联。

3 GIS 多文档多视类框架的封装和使用

3.1 多文档多视类框架的封装实现

所谓多文档多视图结构,就是一个文档可以与多个视图相关联;一个视图可以与多个文档相关联。基于上面的论述,笔者采用 Visual C++ 6.0 具体封装实现了 GIS 多文档多视功能的类框架,该类框架主要包括 3 类:CGISTemplate, CGISDoc 和 CGISView。多文档多视图的主要工作内容有打开文档、创建视图、关闭文档、销毁视图,同时在上述操作过程中需要对文档和视相互关联。

本文设计的多文档多视图结构的实现过程如下:

■打开文档 当应用程序打开一个文档图层时,首先指定其所属的视图对象,然后创建文档对象并在其视链表成员 `m_viewListSelf` 中填充指定视图的对象指针,其次模板对象 CGISTemplate 在文档链表成员 `m_gisDocList` 中添加该文档对象指针,最后查找该文档对象视链表中的所有视对象,在每个视对象的文档链表 `m_docListSelf` 中添加该文档对象。

■创建视图 当创建一个视图对象时,首先指定该视对象要表达的文档图层,然后创建视对象并用指定的文档对象指针填充它的文档链表 `m_docListSelf`,其次在 CGISTemplate 的视图链表 `m_gisViewList` 中添加视图对象指针,最后遍历视图的文档链表 `m_docListSelf` 查找各个文档对象,在每个文档对象的视图链表 `m_viewListSelf` 后添加该视图对象指针。

如图 5 所示,欲创建新视图对象来表达 Doc1 和 Doc3 的叠加时,先创建视图对象 View3,并用 Doc1 和 Doc3 的对象指针填充视图对象的 `m_docListSelf`,然后在模板对象 CGISTemplate 的 `m_gisViewList` 中添加该视图对象指针,最后遍历视图的文档链表 `m_docListSelf` 在 Doc1 和 Doc3 的视图链表中添加 View3。即图 5 虚线所示。打开文档亦与此相同。

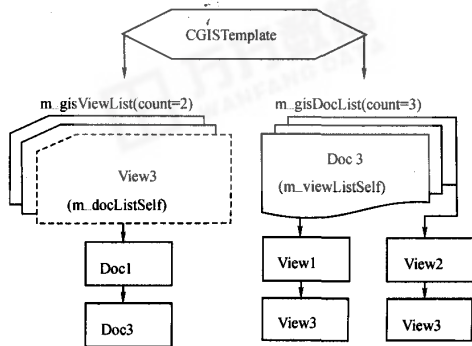


图 5 多文档多视图结构实现原理示意图

Fig. 5 Relization for multi-doc/multi-view structure in GIS

■关闭文档 当关闭一个文档图层的时候,首先在文档的视图链表中查找其对应的所有视图对象,分别移除视图对象文档链表中的该文档指针,然后再在 CGISTemplate 中移除文档对象指针。

■销毁视图 在销毁视图的时候,首先也要根据视图的文档链表遍历所有关联的文档对象,分别移除文档中的视图链表指针,最后再在 CGISTemplate 的视链表 `m_gisViewList` 中删除视图对象指针。

如图 5 所示,若要移除 View3 对象,首先通过其文档链表成员找到 Doc1 和 Doc3,然后再分别在每个文档的视链表中移除该视图对象指针(如 Doc3 中的 View3),最后在模板对象的视图链表中移除 View3 本身。

通过上述设计,CGISTemplate 对象管理所有文档和视图对象,所有的数据操作都在文档图层类 CGISDoc 中完成,所有的用户响应操作都在 CGISView 视图中完成。这仍然和 MFC 原有的文档/视图结构模式相一致,而 CGISTemplate 类对象仅是一个“后台管理者”协调多文档与多视图的关系,用户也不必关心它的具体实现。用户仍然可以像 MFC 中的文档/视图结构一样从多个角度对一个文档数据进行观察,完成多视图的功能;同时还可以对一个视图中的任意图层进行添加删除,让多个图层同时在一个视图中表达完成多文档功能,从而实现了 GIS 的多文档多视图的功能。

3.2 多文档多视框架封装类的使用

当用户要创建一个实现GIS多文档多视图功能的工程时,其文档模板可以直接引用或者继承于CGISemplate模板类,同时用户的文档类和视图类分别继承于已封装的GIS文档类CGISDoc和GIS视图类CGISView,略做修改即可实现GIS多文档多视图功能,这样用户可以很容易地实现多文档多视图的图层管理。

下面采用Visual C++ 6.0工具,以向导创建MFC的MDI应用工程GISTest为例,实例说明如何使用多文档多视图框架封装的类。其实现的具体步骤如下(黑体显示为需要修改的地方):

(1)把已封装的GIS的类文件引入到GISTest工程中去。

(2)在头文件中添加类包含文件。

(3)把GISTestDoc和GISTestView的父类都分别指定为CGISDoc和CGISView,并把工具生成的代码相应地用到父类,继承方法也做相应的改变。

(4)在CGISTestApp的InitInstance()中做如下代换:

CGISemplate * pDocTemplate; //采用GIS-Template模板来完成GIS的多文档多视图结构。

pDocTemplate = new **CGISemplate** //原始代码 pDocTemplate = new CMultiDocTemplate

(IDR_GISTESTYPE,

RUNTIME_CLASS(CGISTestDoc),

RUNTIME_CLASS(CChildFrame),

RUNTIME_CLASS(CGISTestView));

AddDocTemplate(pDocTemplate);

(5)注意在CGISTestView::OnDraw()中操作时调用GetDocument()为视链表中的一个图层,用户若想同时控制多个图层,亦可调用父类提供的文档链表操作的函数。

通过上述操作,笔者实现了多文档多视图的简单示意图,包括行政区划图、河流水系图和规划高速公路图(如图1所示)。

4 结 论

本文在深入分析GIS图层管理需求以及MFC文档/视图结构优缺点的基础上,提出了一种通过改进MFC文档/视图结构来实现GIS多文档/多视图结构的方案,并且对该方案给予了具体的类的封装实现,实践表明该方案具有以下特点:

●能充分利用MFC原有类库的强大功能;

●没有过多地改变MFC的原有使用风格;

●扩展了MFC对多文档多视图结构的支持;

●封装类使用简洁方便,仅需微小改动就可以实现GIS的多文档/多视图结构。

参考文献(References):

- [1] 陈述彭,鲁学军,周成虎.地理信息系统导论[M].北京:科学出版社,2001.
CHEN Shu-peng, LU Xue-jun, ZHOU Cheng-hu. *Introduction to Geographic Information Systems*[M]. Beijing: Science Press, 2001.
- [2] DANGERMOND J. The future of GIS Technology [A]. *Proceedings of the 20th Asian Conference on Remote Sensing* [C]. Hong Kong: Asian Conference on Remote Sensing, 1999.
- [3] 吴信才. GIS原理与方法[M].北京:电子工业出版社,2002.
WU Xin-cai. *Principle and Method in GIS* [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2002.
- [4] 侯俊杰.深入浅出Windows MFC[M].第2版,武汉:华中理工大学出版社,2001.
HOU Jun-jie. *Dissecting Windows MFC* [M]. 2nd, Wuhan: Publishing House of Huazhong University of Science and Technology, 2001.
- [5] 李泽宇,金刚,熊联欢,等.深入了解MFC中的文档/视图结构[J/D]. http://member.netease.com/~maqianli/vc/Document/D_85.htm, 2003-10.
- [6] 梦凡.用VC++开发多视图多文档应用程序[J]. *电脑编程技巧与维护*, 2003, 11: 41-42.
MENG Fan. Multi-doc/multi-viwe programming with VC++ [J]. *Computer Programming Skills and Maintenance*, 2003, 11: 41-42.
- [7] 李久进. MFC深入浅出[M].武汉:华中理工大学出版社,1996.
LI Jiu-jin. *MFC in Dissecting* [M]. Wuhan: Publishing House of Huazhong University of Science and Technology, 1996.
- [8] DAVID J, SCOT W, GEORGE S. *Visual C++ 6.0 技术内幕* [M]. 第5版,北京:希望电子出版社,2002.
DAVID J, SCOT W, GEORGE S. *Inside Visual C++ 6.0* [M]. 5th, Beijing: Xiwang Electronics Press, 2002.
- [9] 陈建春. *Visual C++ 开发GIS系统* [M]. 北京:电子工业出版社,2000.
CHEN Jian-chun. *Developing GIS with Visual C++* [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2000.

(责任编辑 寿彩丽)