



省级精品课程教材

省级教学名师、省级优秀教学团队教学成果

计算机图形学

陆 玲 桂 颖 李丽华 编著



高等学校工程创新型「十二五」规划计算机教材

創工
新程

Engineering Innovation



電子工業出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

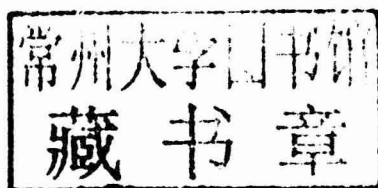
省级精品课程教材

省级教学名师、省级优秀教学团队教学成果

高等学校工程创新型“十二五”规划计算机教材

计算机图形学

陆 玲 桂 颖 李丽华 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是一本通俗易懂、集理论与实践为一体的具有一定特色的计算机图形学教材。本书介绍计算机图形学的基本原理及常用图形算法, 主要内容包括: Visual C++ 6.0 简介、图形系统简介、二维图形生成算法、图形变换、图形裁剪、曲面的生成、消除隐藏线和隐藏面、真实感图形技术、非规则图形的生成等。其中非规则图形的生成主要包括分形技术及变形技术, 包含作者的部分科研成果。书中附有常用图形算法的 VC++ 源程序代码。

本书是江西省精品课程《计算机图形学》的主教材, 作者团队为江西省教学名师、江西省优秀教学团队。本书课件获省优秀课件奖, 配套的《计算机图形学课程实验与考核系统》获软件著作权。本书课件、实验与考核系统、源代码等, 可提供给任课教师教学使用。

本书可作为计算机及相关专业本科生的教材, 也可以作为研究生的参考书或上机指导书, 还适用于计算机图形学的初学者。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

计算机图形学/陆玲, 桂颖, 李丽华编著. —北京: 电子工业出版社, 2012.1

高等学校工程创新型“十二五”规划计算机教材

ISBN 978-7-121-15328-0

I. ①计… II. ①陆… III. ①计算机图形学—高等学校—教材 IV. ①TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 245463 号

策划编辑: 史鹏举 王火根

责任编辑: 史鹏举

印 刷: 北京丰源印刷厂

装 订: 三河市鹏成印业有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 14.5 字数: 419 千字

印 次: 2012 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 32.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010)88258888。

前 言

计算机图形学主要研究计算机表示、处理和绘制图形的原理及算法,是人与计算机之间直观交互的高效手段。随着计算机的发展与应用,计算机图形学渗透到各个领域,特别是在动画、游戏、可视化、虚拟现实等方面应用较广,是计算机应用的一个主要研究方向。

全国各大院校的计算机专业大都开设了计算机图形学这门课程,以满足时代的需求。计算机图形学的教材在国内外也较多,而且教材的内容也日益充实,逐渐从纯学术性的、侧重于理论推导和分析的,发展到增加了许多算法分析、编程指导及程序代码。本书是在2006年笔者编写的《计算机图形学》基础上进行修订,将VB编程改为VC编程,删减了原书中侧重理论内容的基本知识、结构,以及层次建模、图形用户界面和交互输入方法,增加了Visual C++ 6.0简介、非规则图形的生成。力求做到以下特点:

(1) 重点介绍计算机图形学中各类基本图形的生成算法及程序设计,使学生学完本课程后能编程实现基本二维图形到三维真实感图形。

(2) 详细介绍三维真实感图形生成的全部过程及程序设计。

(3) 结合作者的科研成果。

(4) 强调理论与实践相结合,动脑与动手相结合。

全书共分9章,内容包括Visual C++ 6.0简介(第1章),图形系统(第2章),二维图形生成算法(第3章),图形变换(第4章),图形裁剪(第5章),曲面生成(第6章),消除隐藏线和隐藏面(第7章),真实感图形技术(第8章),非规则图形的生成(第9章)。

本书是江西省精品课程《计算机图形学》的主教材,作者团队为江西省教学名师、江西省优秀教学团队。本书课件获省优秀课件奖,配套的《计算机图形学课程实验与考核系统》获软件著作权。本书课件、实验与考核系统、源代码等,可提供给任课教师教学使用。请登录电子工业出版社华信教育资源网(www.hxedu.com.cn),免费注册、下载。

由于编者水平有限,书中的不足之处在所难免,恳请广大读者和专家批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 Visual C++ 6.0 简介..... (1)	
1.1 Visual C++开发环境窗口..... (1)	
1.1.1 进入和退出 Visual C++集成开发环境..... (1)	
1.1.2 创建单文档应用程序..... (1)	
1.1.3 程序代码颜色..... (3)	
1.1.4 添加简单程序代码..... (3)	
1.2 Visual C++工程及工作区..... (4)	
1.2.1 工程..... (4)	
1.2.2 工作区..... (5)	
1.2.3 关键类简介..... (6)	
1.2.4 图形设备简介..... (7)	
1.3 Visual C++简单程序设计..... (7)	
1.3.1 菜单的设计..... (7)	
1.3.2 对话框的设计..... (9)	
习题 1..... (13)	
第 2 章 图形系统..... (14)	
2.1 计算机图形学的发展及应用..... (14)	
2.1.1 计算机图形学的发展简史..... (14)	
2.1.2 计算机图形学在我国的发展..... (15)	
2.1.3 计算机图形学的应用..... (16)	
2.1.4 计算机图形学的发展动向..... (17)	
2.2 图形硬件设备..... (19)	
2.2.1 图形输入设备..... (19)	
2.2.2 图形显示设备..... (23)	
2.2.3 硬拷贝输出设备..... (29)	
2.3 图形软件系统..... (32)	
2.3.1 图形软件的组成..... (32)	
2.3.2 基本图形软件..... (33)	
习题 2..... (33)	
第 3 章 二维图形生成算法..... (34)	
3.1 直线图形..... (34)	
3.1.1 数值微分法..... (35)	
3.1.2 中点画线法..... (36)	
3.1.3 Bresenham 画线算法..... (38)	
3.1.4 直线线宽的处理..... (40)	
3.2 圆与椭圆图形..... (41)	
3.2.1 简单方程产生圆弧..... (41)	
3.2.2 中点画圆算法..... (42)	
3.2.3 Bresenham 画圆算法..... (44)	
3.2.4 椭圆算法..... (45)	
3.3 曲线图形..... (48)	
3.3.1 曲线的生成算法..... (48)	
3.3.2 B 样条曲线..... (54)	
3.4 字符..... (59)	
3.4.1 点阵字符..... (60)	
3.4.2 矢量字符..... (60)	
3.5 区域填充..... (63)	
3.5.1 种子填充算法..... (64)	
3.5.2 多边形域填充..... (70)	
3.5.3 区域填充图案..... (77)	
3.6 图形反走样基础..... (80)	
3.6.1 过取样..... (81)	
3.6.2 简单区域取样..... (81)	
习题 3..... (81)	
第 4 章 图形变换..... (83)	
4.1 窗口视图变换..... (83)	
4.1.1 窗口区和视图区..... (83)	
4.1.2 窗口区和视图区的坐标变换..... (84)	
4.2 图形的几何变换..... (85)	
4.2.1 二维图形的几何变换..... (85)	
4.2.2 三维图形的几何变换..... (90)	
4.3 形体的投影变换..... (93)	
4.3.1 投影变换的分类..... (93)	

4.3.2 平行投影	(94)	6.6 B 样条曲面	(137)
4.3.3 透视投影	(100)	习题 6	(138)
4.3.4 投影空间	(106)	第 7 章 消除隐藏线和隐藏面	(140)
习题 4	(107)	7.1 隐藏线和隐藏面	(140)
第 5 章 图形裁剪	(108)	7.2 Roberts 法消除隐藏线	(141)
5.1 二维裁剪	(108)	7.3 隐藏面消除	(145)
5.1.1 Cohen-Sutherland 端点编码 算法	(109)	7.3.1 Z 缓冲器算法	(145)
5.1.2 中点分割算法	(112)	7.3.2 画家算法	(148)
5.1.3 凸多边形窗口的 Cyrus-Beck 线 裁剪算法	(113)	7.3.3 扫描线算法	(149)
5.1.4 内裁剪与外裁剪	(115)	7.3.4 可见面光线追踪算法	(150)
5.1.5 凸多边形的判定与内法线 的确定	(115)	习题 7	(152)
5.1.6 凹多边形的分割算法	(117)	第 8 章 真实感图形技术	(153)
5.1.7 Sutherland-Hodgman 逐次多边形 裁剪算法	(117)	8.1 终端彩色模型	(153)
5.1.8 Weiler-Atherton 多边形裁剪 算法	(119)	8.2 简单光照模型	(153)
5.1.9 字符裁剪	(120)	8.3 多边形表示的明暗处理	(160)
5.2 三维裁剪	(121)	8.3.1 恒定光强的多边形绘制	(160)
5.2.1 三维 Cohen-Sutherland 端点编码 算法	(121)	8.3.2 Gourand 明暗处理	(160)
5.2.2 三维中点分割算法	(123)	8.3.3 Phong 明暗处理	(162)
5.2.3 三维 Cyrus-Beck 算法	(124)	8.4 纹理表示	(162)
5.2.4 坐标裁剪	(125)	8.4.1 颜色纹理显示	(162)
习题 5	(126)	8.4.2 凹凸纹理表示	(164)
第 6 章 曲面生成	(127)	8.5 透明处理与阴影显示	(166)
6.1 参数曲面及其生成	(127)	8.5.1 透明处理	(166)
6.2 规则参数曲面	(128)	8.5.2 阴影显示	(167)
6.2.1 球面	(128)	8.6 整体光照模型与光线跟踪算法	(171)
6.2.2 旋转曲面	(129)	8.6.1 整体光照模型	(171)
6.3 双线性曲面	(130)	8.6.2 Whitted 整体光照模型	(172)
6.4 单线性曲面	(132)	8.6.3 光线跟踪算法	(172)
6.5 Bezier 曲面及其拼合	(133)	8.7 颜色	(173)
6.5.1 Bezier 曲面	(133)	8.7.1 色度与三刺激理论	(174)
6.5.2 Bezier 曲面的拼合	(135)	8.7.2 CIE 色度图	(175)
		8.7.3 颜色系统之间的转换	(177)
		8.7.4 几种颜色模型	(178)
		习题 8	(180)
		第 9 章 非规则图形的生成	(181)
		9.1 分形理论及其应用	(181)
		9.1.1 分形概念	(181)

9.1.2	分形定义及分类	(181)	9.2.3	三维树的建模	(210)
9.1.3	分形维数	(182)	9.2.4	木纹的模拟	(214)
9.1.4	函数递归分形图形	(185)	9.2.5	山脉的模拟	(216)
9.1.5	L 系统	(189)	9.2.6	水波的模拟	(218)
9.1.6	迭代函数系统	(194)	习题 9		(221)
9.2	三维自然景物可视化建模实例	(196)	参考文献		(222)
9.2.1	植物果实造型	(196)			
9.2.2	花朵的建模	(203)			

第 1 章 Visual C++ 6.0 简介

Visual C++是微软公司开发的一个IDE(集成开发环境)，是一个功能强大的可视化软件开发工具。Visual C++应用程序的开发主要有两种模式，一种是 WIN API 方式，另一种是 MFC 方式。传统的 WIN API 开发方式比较繁琐，而 MFC 则是对 WIN API 的再次封装。MFC(Microsoft Foundation Class)库是一整套简化 Windows 编程的可重用的类库，提供 Windows 编程常用类。MFC 库应用程序框架包含自己的应用程序结构，使用 MFC 库编写 Windows 程序，有利于代码的维护和增强。使用 MFC 类库，程序可以在任何时候调用 Win32 函数，可以最大程度地利用 Windows。本章介绍了使用 Visual C++开发图形应用程序的一些基本技术。

1.1 Visual C++开发环境窗口

1.1.1 进入和退出 Visual C++集成开发环境

启动并进入 Visual C++ 6.0 集成开发环境至少有 3 种方法：

- (1) 选择“开始”菜单中的“程序”，然后选择 Microsoft Visual Studio 6.0 级联菜单，再选择“Microsoft Visual C++ 6.0”。
- (2) 在桌面上创建 Microsoft Visual C++ 6.0 的快捷方式，直接双击该图标。
- (3) 如果已经创建了某个 Visual C++工程，双击该工程的 dsw(Develop Studio Workshop)文件，也可进入集成开发环境，并打开该工程。

选择“文件|退出”菜单，可退出集成开发环境。

1.1.2 创建单文档应用程序

以单文档应用程序为例，说明如何创建一个简单的应用程序。

- (1) 进入 Visual C++ 6.0 集成开发环境后，选择“文件|新建”菜单，弹出“新建”对话框。单击“工程”标签，打开其选项卡，在其左边的列表框中选择 MFC AppWizard (EXE) 工程类型，在“工程名称”文本框输入工程名，在“位置”中选择工程路径(如选择“D:”)，则在“D:”下建立一个新的以工程名命名的目录。如果是第一个工程文件，则必须创建一个新的工作区，选择“创建新的工作空间”，在“平台”编辑框中选择“Win32”，如图 1-1 所示。

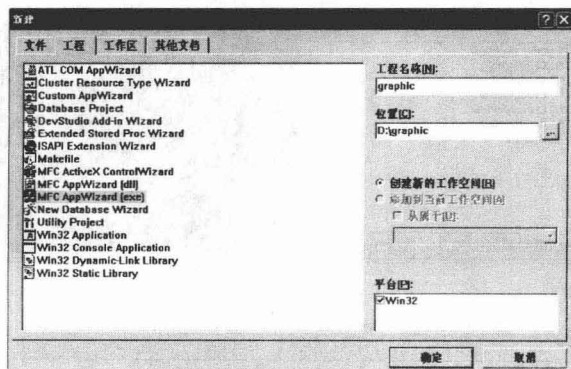


图 1-1 新建工程对话框

(2) 单击“确定”按钮，显示“MFC 应用程序向导-步骤 1”对话框，选择“单文档”选项，如图 1-2 所示。

(3) 单击“完成”按钮，系统弹出如图 1-3 所示“新建工程信息”对话框。

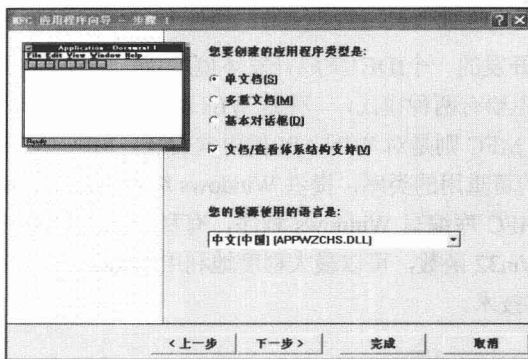


图 1-2 “MFC 应用程序向导-步骤 1”对话框

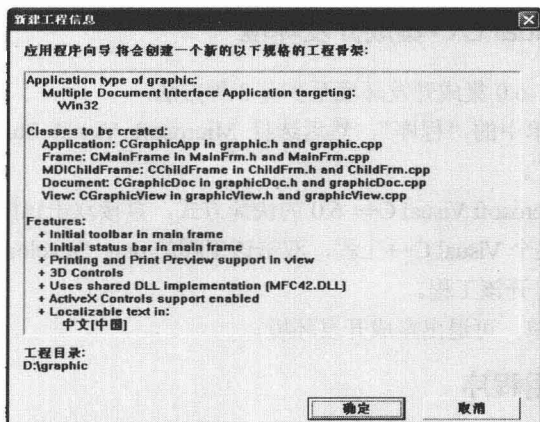


图 1-3 “新建工程信息”对话框

(4) 在图 1-3 中单击“确定”按钮，就完成了应用程序的自动生成，在指定的目录下生成了应用程序框架所必需的全部文件，并且可以直接运行，如图 1-4 所示。

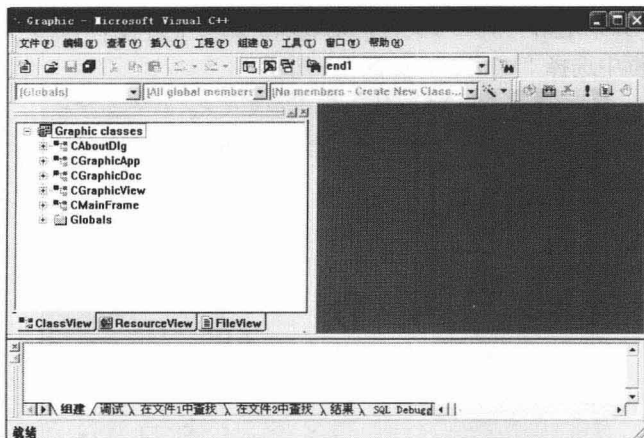


图 1-4 应用程序界面

(5) 选择“组建|执行”，如图 1-5 所示。因为是第一次执行，没有生成可执行文件.EXE，提示是否生成(见图 1-6)，选择“是”，则系统进行编译及连接，生成可执行文件，并运行(见图 1-7)。

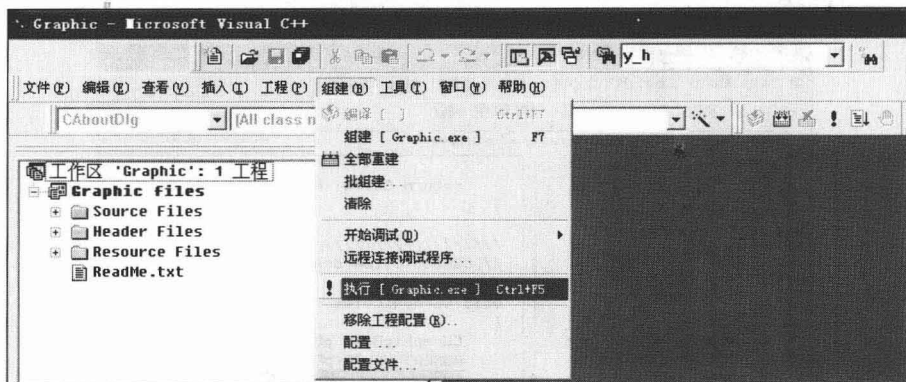


图 1-5 执行程序

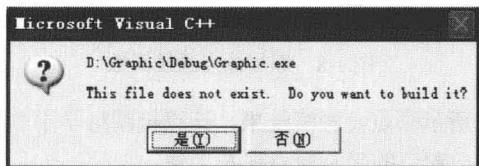


图 1-6 提示是否生成执行程序

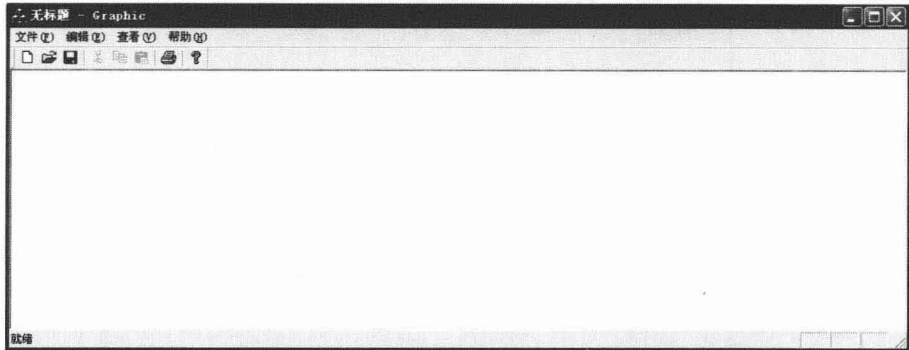


图 1-7 程序运行界面

用户可在此程序框架下添加自己的程序代码。

1.1.3 程序代码颜色

在 Visual C++ 中代码主要有四种颜色：黑、蓝、绿和灰。黑色是普通代码的标志。蓝色标识关键字，包括 if、for 等程序流程关键字和 int、float 等数据类型关键字，但用 typedef 或 #define 生成的新类型不被标识。绿色标识程序的注释，即在 /*...*/ 之间部分或以 // 开头的行。灰色的代码是由 Class Wizard 自动生成的代码，一般情况下不要修改。

1.1.4 添加简单程序代码

在窗口左边工作区“FileView”标签中，选择 graphicView.cpp 文件，在 void CGraphicView::OnDraw(CDC* pDC) 函数中添加如下代码(见图 1-8)：

```
pDC->SetPixel(100,100,RGB(0,0,0));
pDC->MoveTo(50,200);
pDC->LineTo(100,220);
```

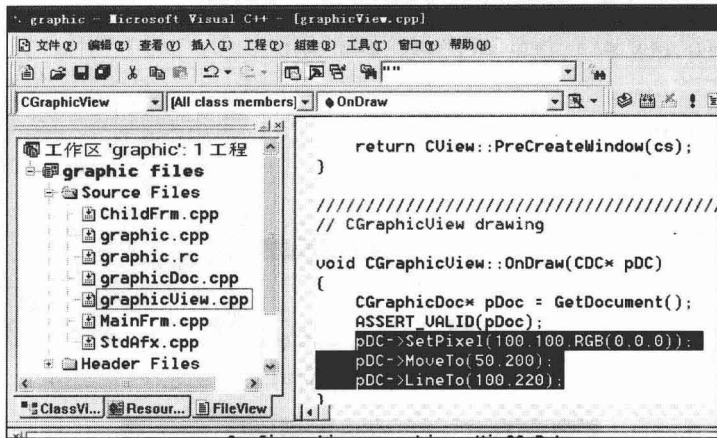


图 1-8 添加画点画线函数

运行程序，得到如图 1-9 所示画点及画线结果，计算机图形学中的绘图算法都是在画点或画线的基础上进行的。需要注意的是，窗口的坐标原点在左上角。

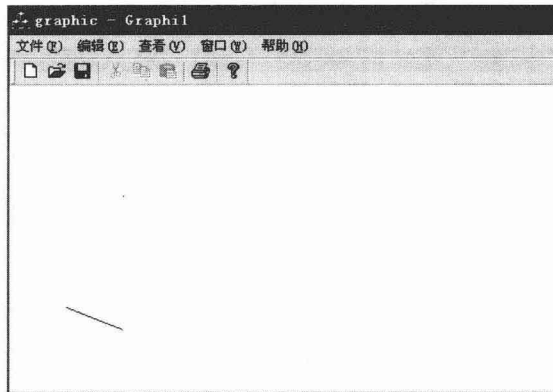


图 1-9 画点与画线的结果

1.2 Visual C++工程及工作区

从前面所示的过程可以看出，编写一个应用程序首先要创建一个工程(或项目)，同时还要创建工作区。

1.2.1 工程

工程由一组相关的 C++源程序、资源文件以及支撑这些文件的类的集合组成，全部在工程名的目录下，主要有以下几类文件：

*.dsp (Developer Studio Project)：工程配置文件，如工程包含哪个文件，编译选项是什么等，编译时是按照.dsp 的配置进行的。

*.dsw (Developer Studio Workspace): 工作区文件, 用来配置工程文件。它可以指向一个或多个.dsp 文件。

*.clw: Class Wizard 信息文件。

*.opt: 工程关于开发环境的参数文件, 如工具条位置等信息。

*.rc: 资源文件。位图、菜单之类的资源。

*.plg: 编译信息文件, 编译时的 error 和 warning 信息文件。

*.ncb (No Compile Browser): 无编译浏览文件。

*.cpp: 源代码文件, 按 C++ 语法编译处理。

*.h: 头文件, 一般用做声明和全局定义。

1.2.2 工作区

工作区用工作区文件.dsw 来描述, 工作区文件保存了集成开发环境中应用程序的工程设置信息, 一般用打开工作区名的方式打开指定的工程。

创建工程后, 通过左边的的工作区窗口可看到三个页面, 这些页面将一个工程按照一定的逻辑关系分成几个部分。

(1) ClassView (类视图)

单击“ClassView”标签, 显示工程中的所有 C++ 类, 如图 1-10 所示。单击类左边的“+”可列出该类的成员变量和成员函数。这些类的定义都在 FileView 的文件中。

(2) ResourceView (资源视图)

单击“ResourceView”标签, 列出工程中的所有资源。单击资源类型左边的“+”可展开文件夹。双击其中的资源可以打开对应的资源编辑器, 对资源进行编辑, 如图 1-11 所示。

(3) FileView (文件视图)

单击“FileView”标签, 列出工程中的所有文件及隶属关系。单击文件类型左边的“+”可列出该类型的所有文件。双击其中的一个文件即可打开该文件, 可对该文件进行编辑, 如图 1-12 所示。

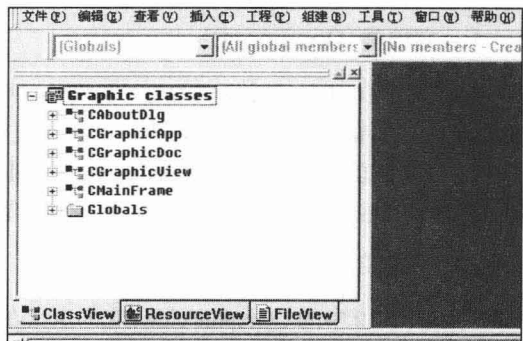


图 1-10 类视图

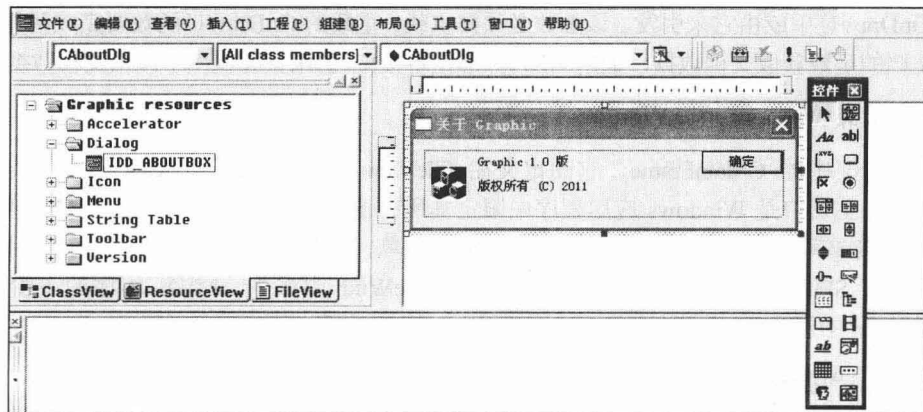


图 1-11 资源视图

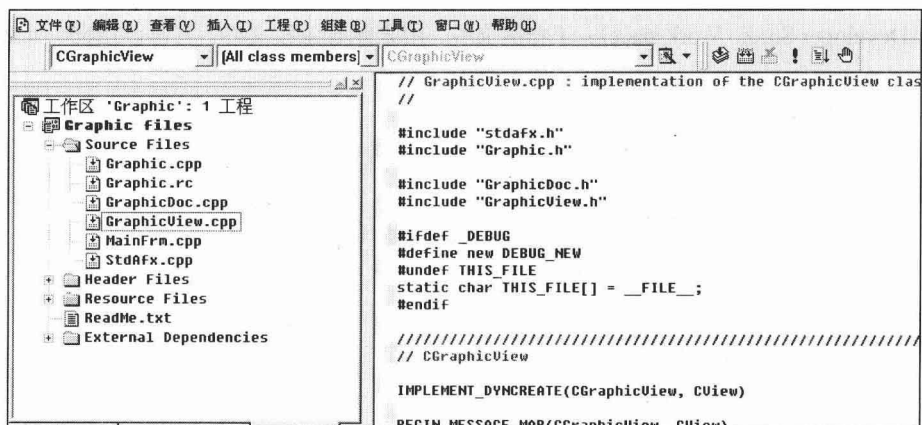


图 1-12 文件视图

1.2.3 关键类简介

图 1-10 中的几个关键类如下：

1. 文档类(Document)

对应图 1-10 中的 CGraphicDoc，其文件名中间的“Graphic”是工程文件名，它的定义在 FileView (见图 1-12) 的 Header Files 类型文件的 GraphicDoc.h 中。文档类一般从 MFC 中类 CDocument 中派生；如果支持 OLE 功能，可从 ColeDocument 或 ColeServerDoc 类中派生。由 CDocument 派生的类主要用于存储数据。CDocument 类用于相应数据文件的读取以及存储 CView 类所需观察和处理的信息。

2. 视图类(View)

对应图 1-10 中的 CGraphicView，它的定义在 FileView (见图 1-12) 的 Header Files 类型文件的 GraphicView.h 中。视图相当于文档在应用程序中的观察窗口，确定了用户对文档的观察方式和用户编辑文档的方式。对于图形来说视图就好比是我们进行绘图工作的画布，对图形的操作都是在视图上进行的。

一般情况下视图类从 CView 中派生；对于有特殊要求的视图，根据情况不同，还可以从类 CScrollView、CEditView、CFormView、CTreeView、CListView 或 CRichView 等派生。

另外，视图类中有一个重要的成员函数——OnDraw() 函数。应用程序中，几乎所有“画”的动作都出现在 OnDraw() 中或由它来引发。该函数必须被重载。重载的 OnDraw() 函数要完成两件事，即调用相应的文档的函数获取文档数据，调用 GDI (图形设备接口) 的函数在视图中画出文档数据。

3. 主窗口类(Main Frame Window)

对应图 1-10 中的 CMainFrame，它的定义在 FileView (见图 1-12) 的 Header Files 类型文件的 MainFrm.h 中。主窗口是 Windows 应用程序中限定其所有窗口范围的最外边框。应用程序中的所用其他窗口都直接或间接地为主窗口的子窗口，如标准菜单、工具条、状态条等。一个应用程序一般具有主窗口类。SDI 应用程序的主窗口类应从 CFrameWnd 中派生，MIDI 程序的主窗口类应从 CMDIFrameWnd 中派生。

4. 应用类(Application)

对应图 1-10 中的 CGraphicApp，它的定义在 FileView (见图 1-12) 的 Header Files 类型文件的 Graphic.h 中。一个应用程序有且只有一个应用类的对象，它控制着上述所有的对象。一个应用程序对象就代表

一个应用程序,当用户启动应用程序,Windows 调用应用程序框架内置的 WinMain 函数,并且 WinMain 寻找一个由 CWinApp 派生的全局构造的应用程序对象,全局对象在应用程序之前构造。

1.2.4 图形设备简介

1. 图形设备接口

图形设备接口 GDI(Graphic Device Interface)管理 Windows 应用程序在窗口中的所有绘图操作和与此有关的诸多方面,如图形设备的信息、坐标系和映射模式、绘图的当前状态(画笔、画刷、颜色、字体等)、绘图的具体操作(如画线、画圆等)。

Windows 图形设备接口对象类型由 MFC 类库表示,这些类有一个共同的抽象基类:CGdiObject。Windows 图形设备接口对象由 CGdiObject 派生类的 C++对象来表示,这些对象有:

CBitmap: 位图对象。

CBrush: 画刷。用于表示区域填充的颜色和样式。

CPen: 画笔。用于指定线和边框的性质,如颜色、线宽、线型等。

CFont: 字体。具有一定大小和风格的一套字符集。

2. 设备环境类

CDC 是 MFC 中最重要的类之一,更是绘图应用程序中最重要的类。CDC 类提供的成员函数可以用于对设备环境的操作、绘图工具的使用、图形设备接口(GDI)对象的选择等。在使用 CDC 类对象时,须先构造一个 CDC 对象,然后才能调用它的成员函数。使用完成后,必须在适当的地方将其删除,在 Windows 环境中可获得的设备环境的数量是有限的。如果太多的 CDC 对象没有被删除,计算机的资源将很快地被耗尽,VC++也会在调试窗口中报错。

1.3 Visual C++简单程序设计

本节重点介绍程序中的菜单及对话框的设计。

1.3.1 菜单的设计

(1) 单击“ResourceView”标签,选择“Menu”项,双击其下的“IDR_MAINFRAME”,如图 1-13 所示,进入菜单编辑界面。

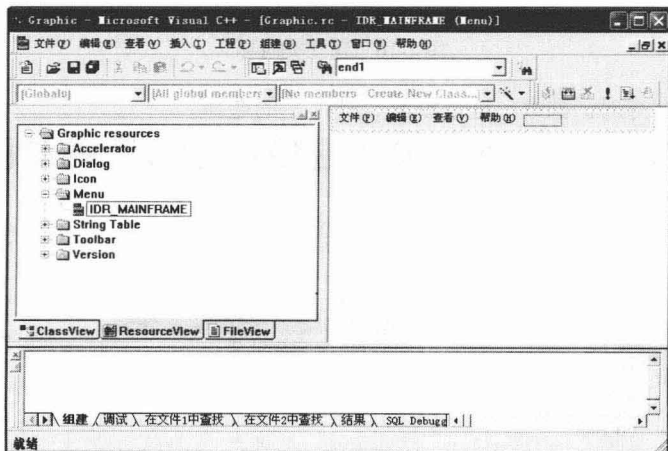


图 1-13 菜单编辑界面

(2) 在右边菜单空栏上单击鼠标右键，选择“属性”选项，弹出如图 1-14 所示对话框。

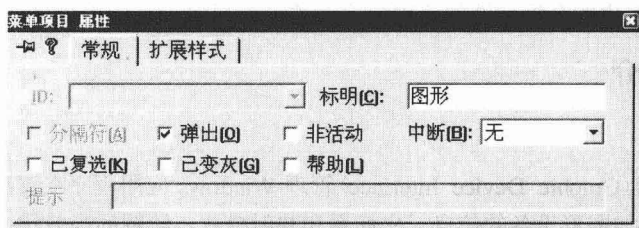


图 1-14 “菜单项目属性”对话框

(3) 在“图形”菜单的子菜单空栏处单击鼠标右键，选择“属性”选项，弹出如图 1-15 所示对话框，设置其子菜单属性。

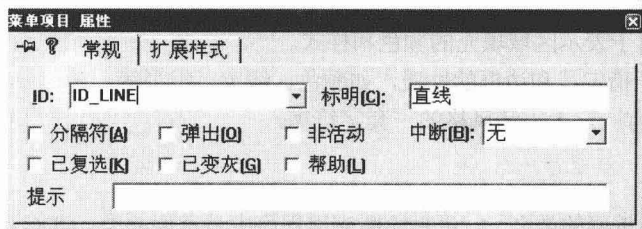


图 1-15 子菜单属性设置

(4) 在菜单编辑界面处单击鼠标右键，选择“建立类向导”选项，操作如图 1-16 所示。



图 1-16 建立类向导

(5) 在弹出的类向导对话框中，进行如图 1-17 所示的选择。

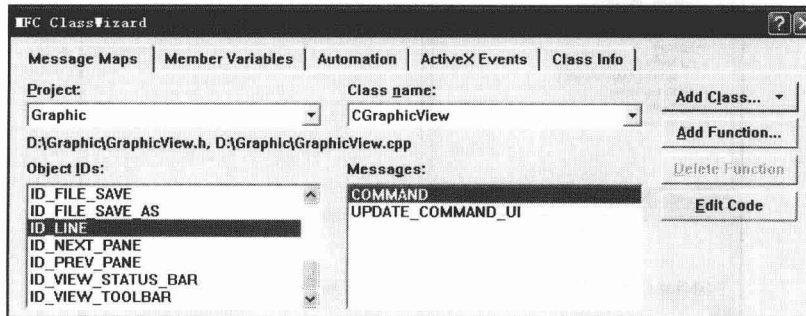


图 1-17 MFC ClassWizard 对话框

(6) 单击“Add Function”按钮，弹出如图 1-18 所示对话框，添加一个成员函数。

(7) 单击“OK”按钮，回到如图 1-17 所示界面，单击“Edit Code”按钮，进入如图 1-19 所示代码编辑界面。

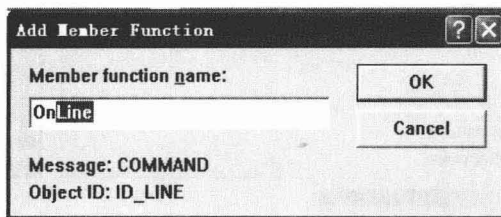


图 1-18 添加成员函数对话框

```
)
#ifdef _DEBUG
// CGraphicView message handlers

void CGraphicView::OnLine()
{
    // TODO: Add your command handler code here
}
```

图 1-19 代码编辑界面

在“// TODO: Add your command handler code here”处输入自己的代码，例如：

```
CDC *pDC=GetDC();
pDC->MoveTo (0,0);
pDC->LineTo (100,100);
```

单击工具栏处“!”按钮，程序开始运行，然后单击应用程序“图形”菜单下的“直线”子菜单，就可以绘制出一条直线。

1.3.2 对话框的设计

如果直线段的起点坐标与终点坐标需要用户输入，则可使用对话框。

(1) 建立新对话框

单击“ResourceView”标签，选择“Dialog”，并按鼠标右键，选择“插入 Dialog”选项(见图 1-20)，进入对话框编辑界面(见图 1-21)。

(2) 添加输出图形的控件

扩大对话框，并在图 1-21 中的控件工具内选择“图像”控件，拖入对话框中，按鼠标右键，选择“属性”(见图 1-22)选项，弹出属性对话框(见图 1-23)，修改 ID 值为 IDC_GRAPHIC，选择“类型”中的位图，使该控件用于图形的显示。

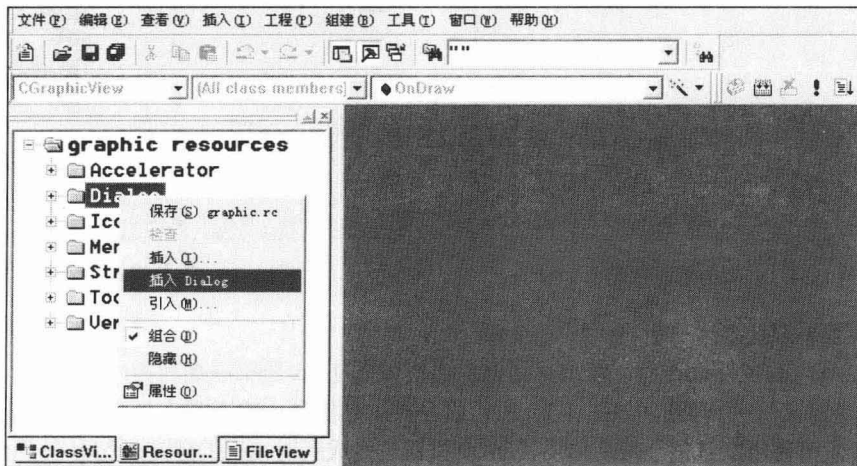


图 1-20 插入对话框

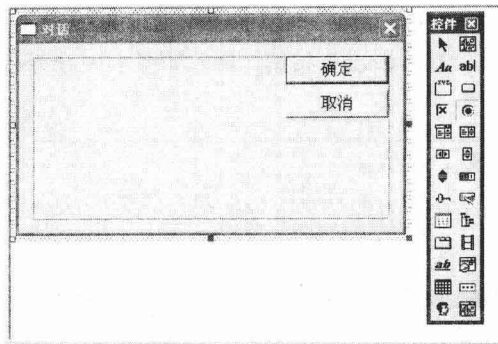


图 1-21 对话框编辑界面

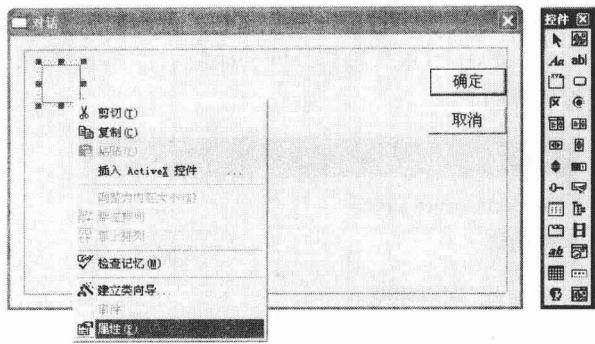


图 1-22 对话框编辑界面

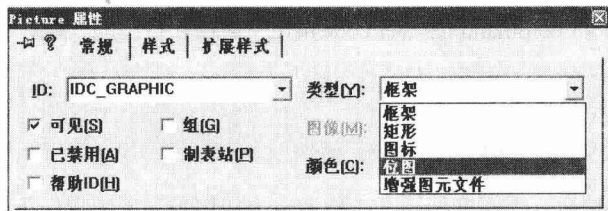


图 1-23 添加显示图形控件

(3) 添加与修改按钮

在控件工具内选择“按钮”控件，拖入对话框中，按鼠标右键，选择“属性”选项，修改 ID 值为 IDC_LINE，标题改为“直线”。同时，删除已有的“确定”按钮，并将“取消”按钮的标题改为“退出”，如图 1-24 所示。

(4) 添加静态文本与编辑框

在控件工具内选择“静态文本”控件，拖入对话框中，按鼠标右键，选择“属性”选项，标题改为“直线起点(x, y)”。再拖入一个静态文本，标题为“直线终点(x, y)”。

在控件工具内选择“编辑框”控件，拖入对话框中，共拖入 4 个编辑框，如图 1-25 所示。

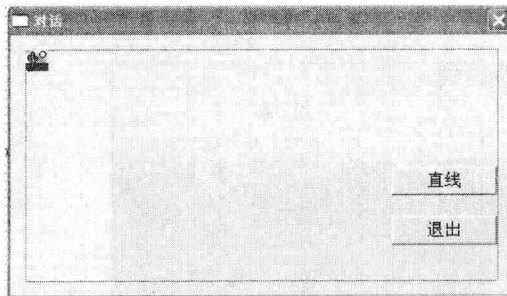


图 1-24 添加与修改按钮

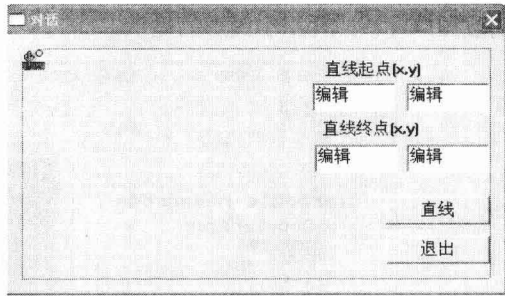


图 1-25 添加静态文本与编辑框

(5) 建立新对话框类

完成对话框内的控件设计后，双击对话框，出现如图 1-26 所示添加新类的对话框，单击“OK”按钮(默认值是建立一个新类)，如图 1-27 所示给新类添加信息，除了类名是用户输入外(这里输入的是 Cline)，其他可使用默认值。最后单击“OK”按钮，完成新对话框的建立。这时在 Class name 区中增加了一个新类 line，在 FileView 区中增加了一个新文件 line.cpp 和 line.h。