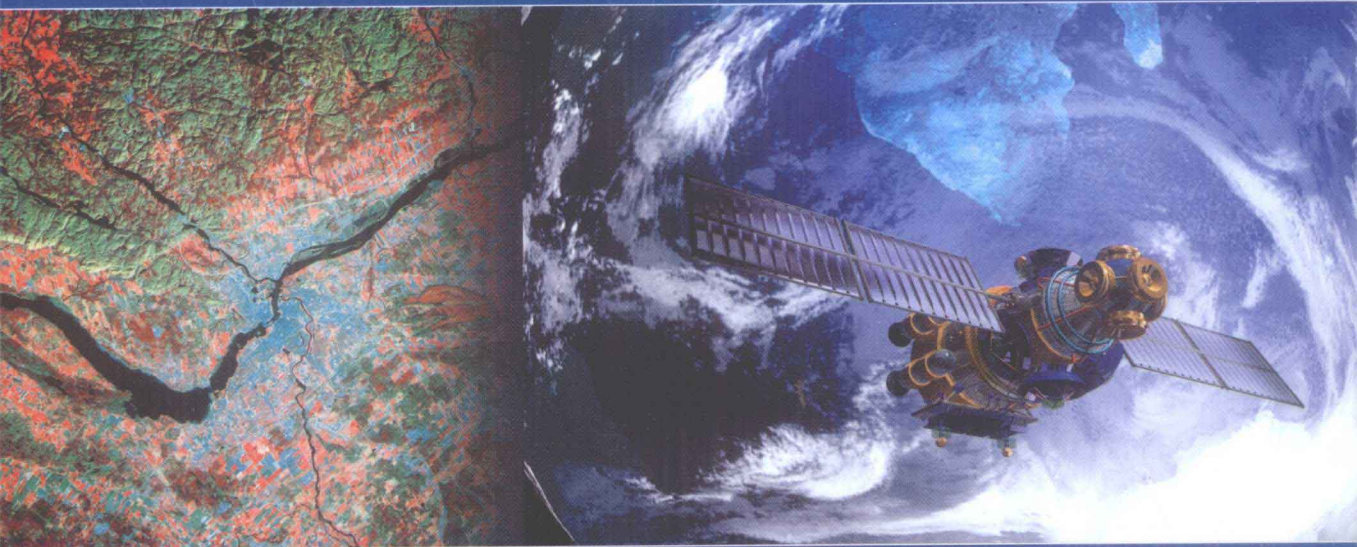


普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套实习教程
国家精品课程“数字图像处理”指定参考书

(第二版)

数字图像处理实习教程

贾永红 张 谦 崔卫红 余 卉 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套实习教程
国家精品课程“数字图像处理”指定参考书

数字图像处理实习教程

(第二版)

贾永红 张 谦 崔卫红 余 卉 编著



武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

数字图像处理实习教程/贾永红,张谦,崔卫红,余卉编著. —2版. —武汉:武汉大学出版社,2012.1

国家精品课程“数字图像处理”指定参考书

普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套实习教程

ISBN 978-7-307-09374-4

I. 数… II. ①贾… ②张… ③崔… ④余… III. 数字图像处理—实习—教材 IV. TN911.73-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 272690 号

责任编辑:王金龙

责任校对:黄添生

版式设计:马 佳

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:湖北睿智印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:18.25 字数:438千字 插页:1

版次:2007年1月第1版 2012年1月第2版

2012年1月第2版第1次印刷

ISBN 978-7-307-09374-4/TN·50 定价:30.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

再版前言

自1980年原武汉测绘科技大学航测系开设该课程以来,随着计算机技术的发展和教学条件的改善,经过30多年的建设与改革,已建成凸显该课程基础理论、技术方法和应用三大特征的理论与实践并重的新教学体系。课程性质从当初的任选课转变为限选课,从限选课发展为专业基础必修课,目前已跨入主干课系列;教学模式从最初纯理论发展为“理论教学+课间实习”模式,并改革成现在的“理论教学+课间实习+集中实习”模式;教材建设经历了从最初自翻译材料→引用正式出版的翻译教材→拥有自主知识产权的公开出版教材→现在的武汉大学“十五”规划教材《数字图像处理》,该书已被国内50多所知名高校选用,荣获全国测绘优秀教材二等奖,并列入“十一五”国家规划教材选题;教学手段已从传统教学发展为全程现代化教学。课程由2003年武汉大学、湖北省精品课程建设成2004年国家精品课程,成为测绘科学与技术专业的第一门国家级精品课程。这一切成果的取得,凝聚着课程组成员的辛劳和汗水,更离不开学院、学校、湖北省教育厅和国家教育部给予的鼓励和支持。

随着计算机和信息技术的发展,数字图像处理实习已成为数字图像处理课程不可缺少的重要教学环节。为达到理论教学与实践教学并重,我们一直致力于实习教学体系和教学内容建设与改革,建立了数字图像处理实习课程“独立设课”的新教学体系;实习内容涵盖专业基础和专业知识,由浅入深,由单项到综合逐步提升;取材上力求做到先进、新颖、实用,理论联系实际;技能培养由点及面到系统,摆脱简单的知识学习、理论验证等传统实践教学模式,积极引导学生在独立钻研和相互协作,努力培养学生设计开发、实践创新和综合运用知识的能力。2007年出版武汉大学“十一五”规划教材《数字图像处理实习教程》,作为国家精品课程实践篇教材,在我院本科数字图像处理实习教学连续使用了5届,不仅深受学生的欢迎,而且深受图像处理爱好者的喜爱,确实对图像处理初学者的动手能力培养,起到了重要的启蒙和指导作用。但对有一定数字图像基础的本科生、研究生和科研工作者来说,现有教材还存在欠实用性和通用性,亟待补充和修改。为此修订版增加了图像内存映射和分块处理技术、GDAL、OpenCV、OpenMP、OpenRS及其应用等;增加、修改和补充实习算法,使算法更加规范、通用和实用。

《数字图像处理实习教程》(第二版)由四部分内容组成。第一部分是数字图像处理实习基础篇,包括数字图像处理实习平台搭建,位图文件存取与显示功能、图像内存映射和2个单元课间实习。第二部分是提高篇,包括GDAL、OpenCV、OpenMP、OpenRS及其应用和大幅面图像分块处理技术等。通过学习和应用这些资源和技术,提高学生高效开发、设计图像处理算法的能力,达到算法实用、通用。第三部分是综合设计,由3个单元的基础实习和18个具有综合性、应用性和创新性的实习单元组成。集中实习的目的是要求学生进一步掌握和巩固所学图像处理技术的基本原理与方法,理论联系实际,灵活应用所学知识解决实际问题,提高分析问题和解决问题的能力,培养学生的创新能力。第四部分给出了实习内容的相

关源代码,仅供参考。另外,每个实习单元后面都附有思考题。在 Web 网址 <http://jpkc.whu.edu.cn/jpkc/dip/> 上可以获得源代码和研制的实验软件。

全书由贾永红策划、设计和组织编写,张谦博士参与第一、第二部分有关内容的撰写;崔卫红同志主要参与第一、第三部分有关内容的撰写;余卉主要参与第三、第四部分有关内容的撰写与程序整理;研究生李芳芳、潘鹏、马云霞、胡静、高振宇、张岱、余伟等人参与编写实习单元程序代码和流程图绘制。其他内容及全书的统稿、定稿由贾永红完成。

本书不仅可以作为遥感科学与技术、计算机科学与技术、光学、电子、测绘、地理信息系统、通信和自动控制等专业的学生实习教材和参考资料,也可作为工程技术人员和科研人员进行数字图像处理研究和开发的技术资料。

本书得以出版,完全是集体努力的结果。初稿完成后,承蒙关泽群教授审阅,张治国博士校对。该书引用了一些作者的论著和资料,在此一并表示衷心的感谢。

由于本人水平所限,书中不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2011 年 10 月

目 录

第一部分 基础篇

第一章 实习预备知识	3
第一节 创建 VC++应用工程的基本流程	3
第二节 应用程序中添加菜单、对话框资源及其消息处理函数的方法	10
第二章 位图操作 CDib 类的实现	25
第一节 位图文件格式与调色板原理	25
第二节 位图操作类 CDib 的实现	26
第三章 基于 CDib 类的位图文件读取、显示和存储	42
第一节 位图读取	42
第二节 位图的显示	44
第三节 位图的存储	45
第四章 内存映射技术在大幅面图像读写的应用	47
第一节 内存映射文件技术	47
第二节 基于内存映射文件的文件读取示例	49
第五章 课间实习	51
实习一 灰度图像直方图统计	51
实习二 图像增强操作	52

第二部分 提高篇

第六章 GDAL 开源库及其应用	57
第一节 GDAL 开源库简介	57
第二节 GDAL 开源库安装及其应用	62
第七章 OpenCV 开放源代码简介及其应用	75
第一节 OpenCV 开放源代码简介	75
第二节 VC 环境下 OpenCV 库的安装、配置与应用实例	76

第八章 大幅面图像分块处理	79
第一节 分块处理方法	79
第二节 分块处理算法实例	80
第九章 OpenMP 及其应用简介	86
第一节 OpenMP 简介	86
第二节 OpenMP 应用实例	86
第十章 OpenRS 简介与应用	94
第一节 OpenRS 平台简介与安装	94
第二节 OpenRS 使用示例	95

第三部分 综合设计

第十一章 基础实习(必做)	101
实习一 实现 RAW→BMP 格式的转换	101
实习二 灰度图像对比度增强	104
实习三 图像局部处理	105
第十二章 综合性实习(选做)	108
实习一 灰度图像中值滤波	108
实习二 图像几何处理:图像平移、缩放和旋转变换	110
实习三 图像频域处理	115
实习四 伪彩色增强	120
实习五 基于高通滤波的影像融合	123
实习六 基于 HIS 变换的影像融合方法	125
实习七 灰度图像边缘检测	127
实习八 图像二值化:判断分析法	129
实习九 Hough 变换检测直线	131
实习十 霍夫曼编码	134
实习十一 图像的行程编码	135
实习十二 纹理图像的自相关函数分析法	138
实习十三 灰度共生矩阵特征提取	139
实习十四 基于灰度的模板匹配	142
实习十五 基于特征的模板匹配	145
实习十六 形状特征提取	146
实习十七 色彩平衡	147
实习十八 点特征提取	149

第四部分 实习项目的 C++ 源代码

参考文献.....	283
-----------	-----

第一部分 基础篇

数字图像处理实习的目的是要求学生在掌握数字图像处理基本原理与方法的基础上,理论联系实际,灵活应用所学知识解决实际问题,提高分析问题和解决问题的能力,培养学生的创新能力。为此,学生应该对 Visual C++开发环境有所了解,特别是要掌握如何搭建起一个 Visual C++应用工程,以及如何实现图像处理常见的基本操作。下面介绍创建 Visual C++应用工程的基本流程,希望学生完成本部分的阅读和操作后,能创建一个基于 MFC 的 Visual C++数字图像处理工程,并能实现位图读写、显示的操作,为顺利完成后面的各项实习和将来能独立地开发应用系统打好基础。

第一章 实习预备知识

为了在 Windows 系统下采用 Visual C++设计图像处理算法,实习前我们要求学生能用 Visual C++创建应用工程,以及如何实现图像处理常见的基本操作。

第一节 创建 VC++应用工程的基本流程

对 Visual C++的初学者,按照下列步骤操作就可初步掌握设计 Visual C++应用程序的基本操作流程。

1. 打开 Visual C++开发工具软件。
2. 点击开始/程序/Microsoft Visual Studio 6.0/Microsoft Visual C++ 6.0(如图 1-1 所示)。

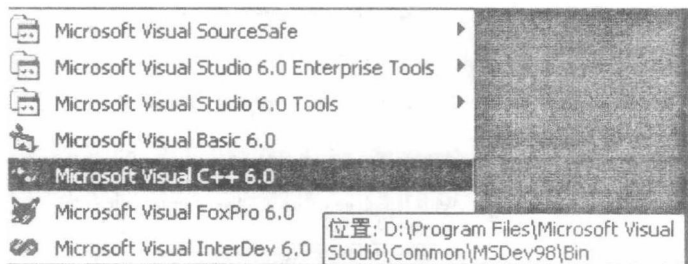


图 1-1 打开 Visual C++开发工具

3. 创建一个新的项目。

在 Visual C++开发环境下,选择“File”菜单下的“New”菜单,点击进入“New”对话框,选择“Projects”中的“MFC AppWizard(exe)”,如图 1-2 所示,在路径“E:\教学\”下创建工程“ImageProcessEx”。也可点击右侧按钮 选择工作路径,根据自己的学号或需要输入工程名称。

4. 单击“OK”按钮,进入“MFC AppWizard”(MFC 应用程序向导)对话框,如图 1-3 所示,根据提示依次进行选择(共 6 步),直到最后出现 Finish。

在“MFC AppWizard-Step 1”对话框中,三个单选项分别表示所构建的程序是基于单文档(如 windows 的 notebook)、多文档(如 Microsoft Word)还是基于对话框形式。复选框是文档/视图结构支持(对话框结构时不支持)选项。下面的资源语言选择项,用来为你的程序选择不同的资源语言。若选择了英语[美国][APPWNENU.DLL]等其他资源语言,则在后面添加的菜单、对话框等资源中将不能正常显示中文。

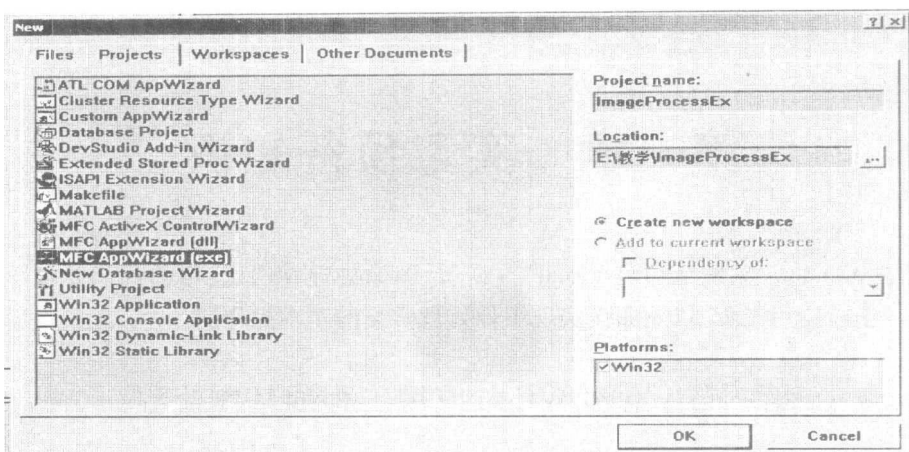


图 1-2 New 对话框

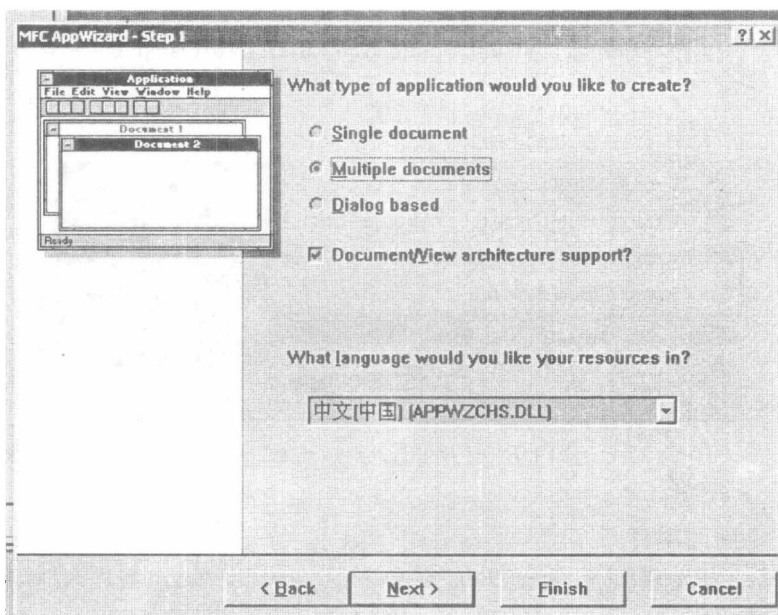


图 1-3 MFC AppWizard-Step1 对话框

图 1-4 所示“MFC AppWizard-Step 2”对话框用来为你的工程选择是否需要数据库支持以及选择什么样的数据库和数据源。这里不做详细介绍,如感兴趣请查阅有关 Visual C++ 数据库编程的资料。

图 1-5 所示的“MFC AppWizard-Step 3”对话框包含“compound document support(复合文档支持)”选项和其他高级支持选项,可针对用户的具体要求将应用程序做成特定的类型。

将文本和图表同时保存在一个文档中,这样的文档就是一种复合文档。只由文本组成的文档不能称为复合文档。如果应用程序不需要设计成复合文档支持型,就选择“None”选

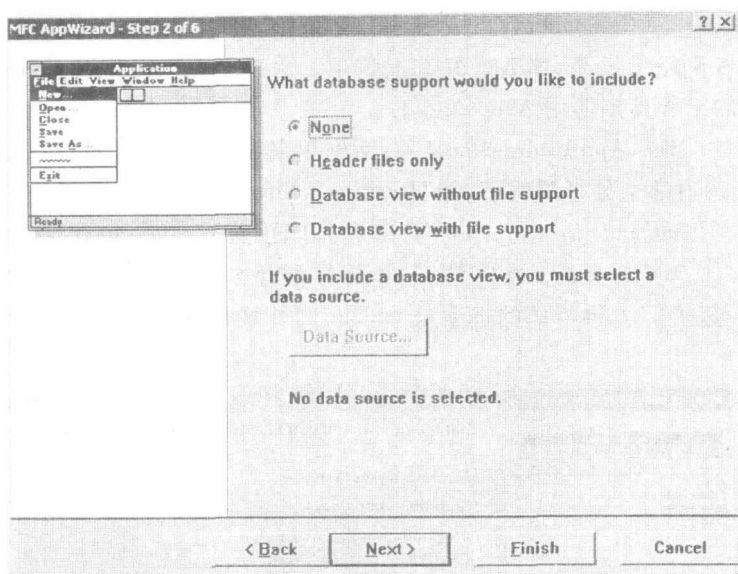


图 1-4 MFC AppWizard-Step2 对话框

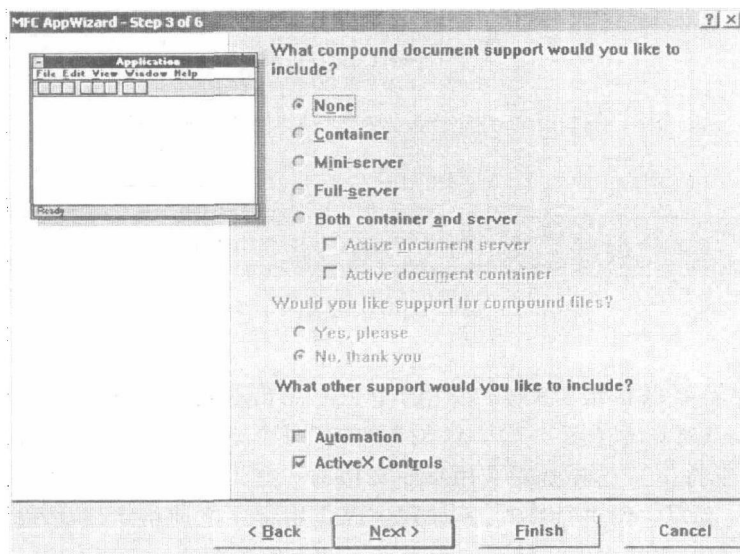


图 1-5 MFC AppWizard-Step 3 对话框

项;如果希望将应用程序做成一个全服务器的话,可以选择“Full-server”选项;如果希望将应用程序做成一个容器的话,可以选择“Container”选项。所谓“容器”就是可以嵌入其他对象的应用程序。比如 Microsoft Word 就是一个容器,因为在 Word 中以嵌入的方式可加入一个位图对象,能容纳位图对象,因此称 Word 为容器。“Mini-server”选项也是一个服务器,满足其他应用,但它不能自己独立运行,必须由其他应用来启动运行。而与之相对的“Full-server (完全服务器)”是可以单独运行的。

位于“MFC AppWizard-Step3”对话框下方的其他支持选项,一个是“Automation(自动)”,与组件对象模型(Component Object Model,简称 COM)关系密切。如果你要创建一个 COM 组件,又想在网络上发布,那么最好选上该项。另一个是“ActiveX Controls(ActiveX 控件)”,是指创建的工程支持使用 ActiveX 组件。

图 1-6 给出的“MFC AppWizard-Step 4”对话框用来设计应用工程的一些外观特征,即用户界面功能。其选项都十分直观明了,如“Docking toolbar(停泊工具栏)”、“Initial status bar(初始状态栏)”、“Print and print preview(打印和打印预览)”、“Context-sensitive Help(上下文相关帮助)”、“3D controls(三维控件)”以及与网络编程有关的“MAPI”和“Windows sockets(Windows 套接)”。再下面的选项是 toolbar 的外观样式选择。最下面的选项是设定

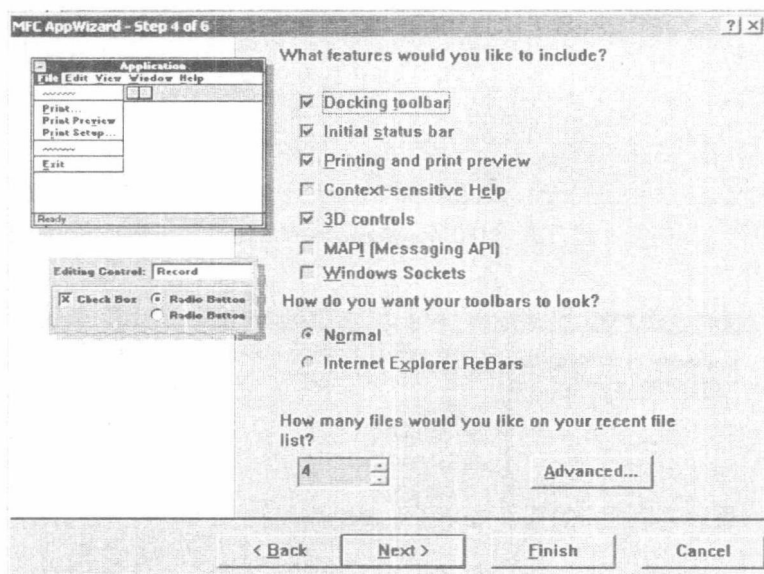
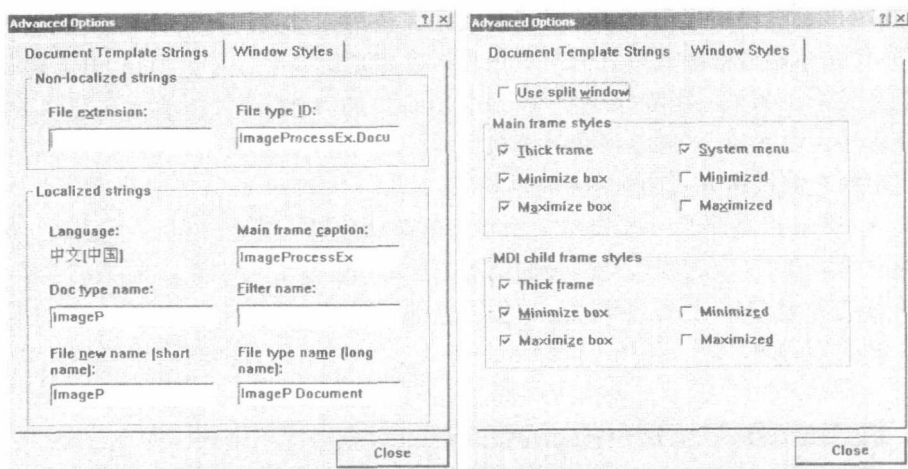


图 1-6 MFC AppWizard-Step 4 对话框

文件打开菜单中需要保留最近打开文件的个数。点击旁边的“Advanced...”按钮,弹出“Advanced Option”对话框(图 1-7)。该对话框有两个选项卡,其中“Document Template String(文档模板字符串)”选项是对应用程序文档的一些说明。这里有 7 个编辑框,都可以进行修改,不过与其对它们进行修改,不如在生成应用程序之前给定应用程序的名称,这些编辑框中的值都会以字符串的形式各自保存在一个字符资源之中。其中第一个编辑框中的字符串代表应用程序的扩展名,如希望应用程序的扩展名为“.bmp”,就可将第一个文本框“File extension(文件扩展名)”中的内容写为“bmp”。“Advanced Option”对话框的第二个选项“Window Styles(窗口类型)”是为选择合适的应用程序外观而设计的,如果希望应用程序一启动就具有最大化的特征,占据整个的桌面空间,那么就选择“Maximized(最大化)”复选框。其他复选框有关于拆分窗口等多个内容,试着修改这些属性,注意应用程序的外观所发生的变化。

图 1-8 是“MFC AppWizard-Step 5”对话框,包含应用程序选择界面样式、是否需要为应用程序产生源文件注释和应用程序将如何使用 MFC 库三项内容。其中,应用程序界面样式



(a) Document Template Strings选项卡

(b) Window Styles选项卡

图 1-7 MFC AppWizard-Step 4 的 Advanced Option 对话框

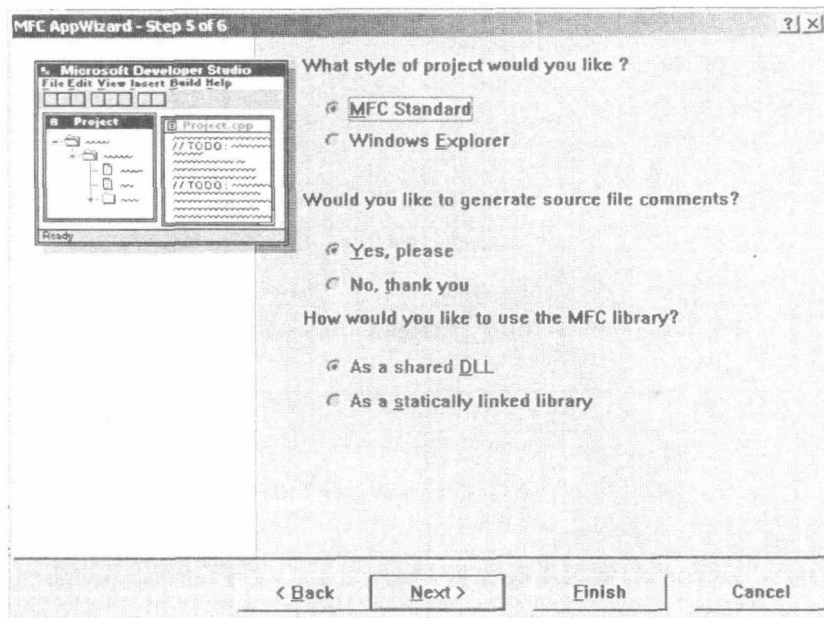


图 1-8 MFC AppWizard-Step 5 对话框

可以有“MFC Standard(MFC 标准)”和“Windows Explorer(Windows 资源管理器)”两个可选项。在 MFC 库使用的选项中,可以选择“*As a shared DLL*(作为一个共享的动态链接库)”或“*As a statically linked library*(作为静态链接库)”。动态链接库与静态链接库的区别在于:动态链接在应用程序运行时才去真正调用动态链接库中的函数;在编译过程中,动态链接库并不直接挂接在应用程序中,这样既节约计算机资源又减少了应用程序的代码量;它可以为多个应用程序使用,但当一个应用程序要使用某个动态链接库中的函数,则必须保证该动态

链接库存在,否则程序无法运行。同样,当发布应用程序时,也要将使用的动态链接库一同发布,否则用户无法使用应用程序。静态链接是在使用到某类及其成员函数时,要对类有明确定义,并且在编译过程中要将它们与应用程序紧密地链接在一起。所以,静态链接存在的最大问题是无论在哪个应用程序中使用,都必须有类的源代码,否则便无法完成静态链接。这不仅使程序变得冗长,同时也浪费计算机资源。因此,选择静态链接库方式生成的应用程序将比使用动态链接库方式的应用程序大许多。

MFC AppWizard 的最后一步是对应用程序框架所定制生成的类的一个总结。根据前面几个步骤中的选择,呈现工程所得到类的情况,还可以修改工程中存在的类的基类。比如,为了使视窗能完整显示各种不同大小的影像,可将 `CImageProcessExView` 类的基类设为 `CScrollView`(滚动视窗类)。如图 1-9 所示。

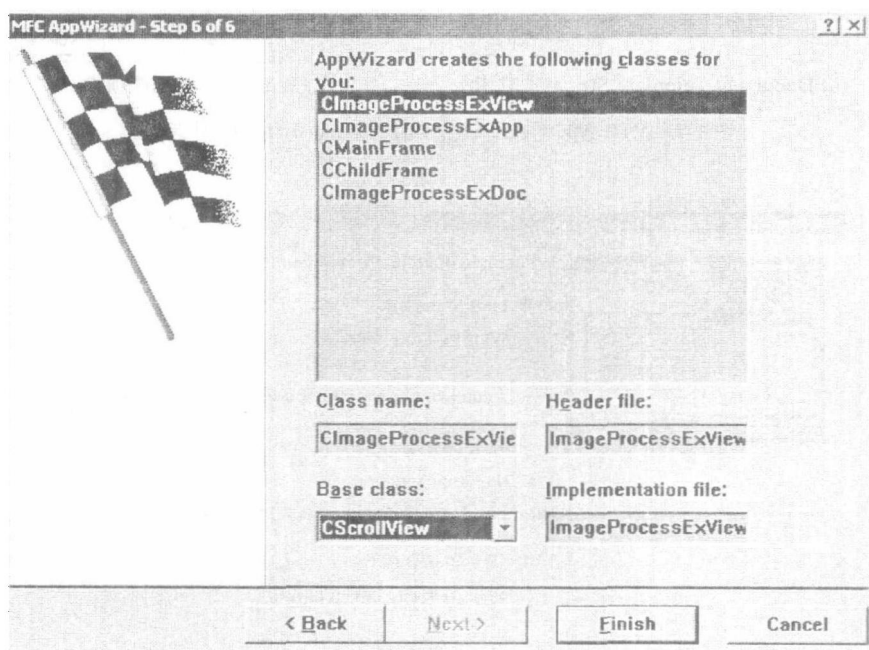


图 1-9 MFC AppWizard-Step 6 对话框

单击“Finish”按钮,可以看到集成开发环境列出了工程的类型、工程中包含的类以及所选界面外观特征等信息,如图 1-10 所示。点击“New Project Information”对话框的“OK”按钮后,开发环境便根据 MFC AppWizard 步骤 1~6 的选择创建生成工程源程序,其工程开发环境界面如图 1-11 所示。

5. 自动生成的几个重要类及其功能说明。

`CImageProcessExApp` 为应用类,负责启动主线程,一般不在这个类工作。一个应用类有且只能有一个从该类派生出来的全局对象,MFC 默认状态下将它命名为 `theApp`。

`CImageProcessExDoc` 为文档类,负责对文档内容的管理,包括文件读入与保存等许多与存储相关的操作。永久保存数据操作、文档更新操作以及文档读取操作等都是通过该类完成的,用它来管理数据非常方便,因此在编写应用程序时,常常将该类作为数据的存取基地。

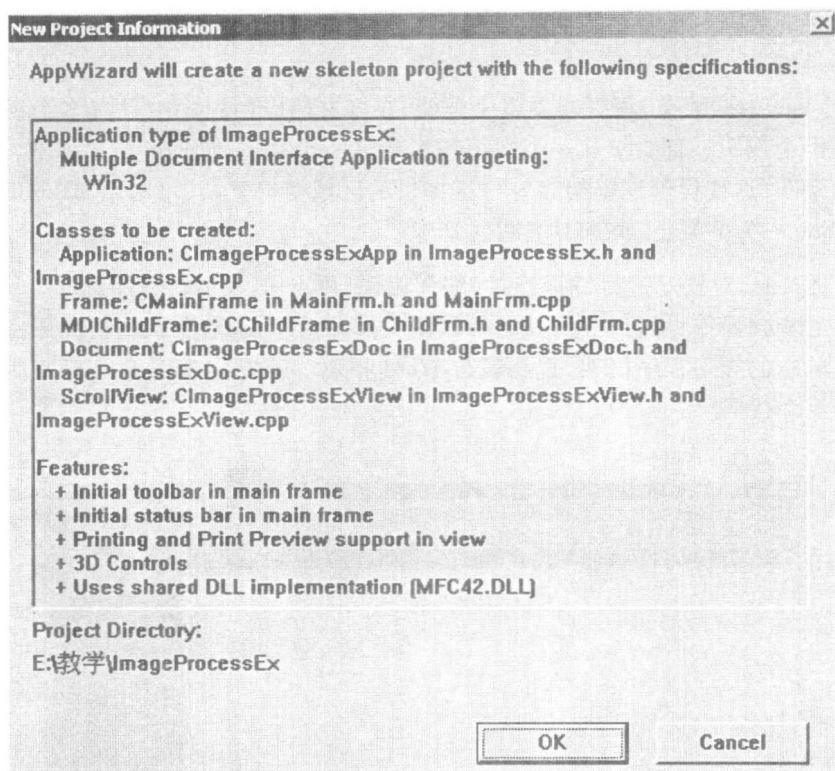


图 1-10 New Project Information 对话框

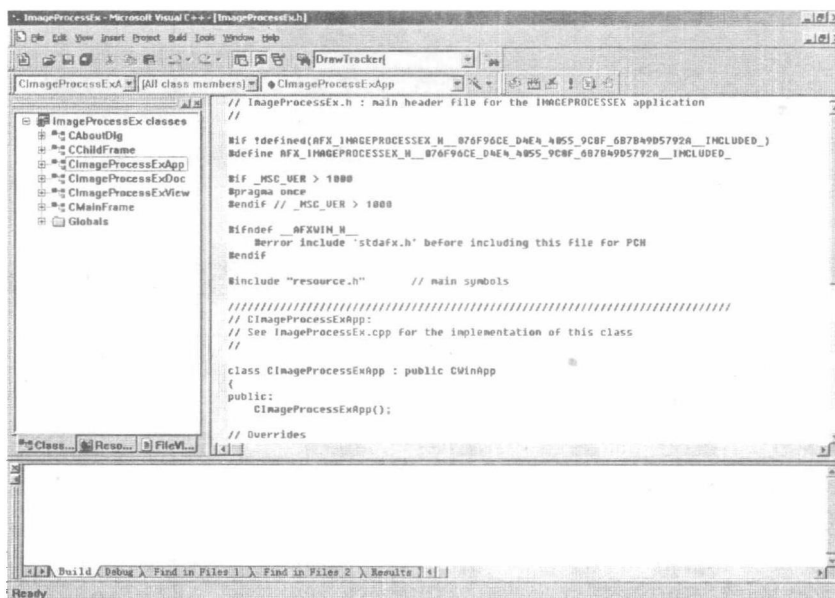


图 1-11 工程开发环境界面