

图像检索原理与实践

黄祥林 杨丽芳 孙书韬 编著

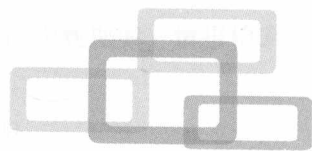
信息安全专业「十二五」规划教材

中国传媒大学出版社

014040873

G254.92

21



信息安全专业“十二五”规划教材

图像检索原理与实践

黄祥林 杨丽芳 孙书韬 编著



北航

C1728103



中国传媒大学出版社

G254.92

图书在版编目(CIP)数据

图像检索原理与实践/黄祥林, 杨丽芳, 孙书韬编著. ——北京: 中国传媒大学出版社, 2014. 6

(信息安全专业“十二五”规划教材)

ISBN 978-7-5657-0954-8

I. ①图… II. ①黄… ②杨… ③孙… III. ①图像数据库—情报检索
IV. ①G354.49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 066805 号

信息安全专业“十二五”规划教材

图像检索原理与实践

编 著 黄祥林 杨丽芳 孙书韬

责 任 编 辑 欧丽娜

装帧设计指导 吴学夫 杨 蕾 郭开鹤 吴 颖

设 计 总 监 杨 蕾

装 帧 设 计 刘鑫、方雪悦等平面设计创作团队

责 任 印 制 曹 辉

出 版 人 蔡 翔

出版发行 中国传媒大学出版社

社 址 北京市朝阳区定福庄东街 1 号 邮编: 100024

电 话 86-10-65450528 65450532 传真: 65779405

网 址 <http://www.cucp.com.cn>

经 销 全国新华书店

印 刷 北京中科印刷有限公司

开 本 787×1092mm 1/16

印 张 14.75

版 次 2014 年 6 月第 1 版 2014 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5657-0954-8/G·0954 定 价 49.00 元

版权所有

翻印必究

印装错误

负责调换



中国传媒大学“十二五”规划教材编辑委员会

主任： 苏志武 胡正荣

编委：（以姓氏笔画为序）

王永滨 刘剑波 关 玲 许一新 李 伟

李怀亮 张树庭 姜秀华 高晓虹 黄升民

黄心渊 鲁景超 蔡 翔 廖祥忠

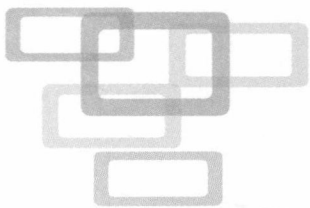
信息安全专业“十二五”规划教材

编委会：计算机学院信息安全专业规划教材编委会

主任： 王永滨

编委： 朱立谷 黄祥林 于水源 王 彤 隋爱娜

潘 耘 巩 微 刘 文 黄 玮 范文庆



目 录

第1章 图像检索与基本开发平台 /1

- 1.1 概述 /1
- 1.2 典型的基于内容的图像检索系统 /3
- 1.3 检索性能的评价标准 /5
- 1.4 开发环境介绍 /6
- 1.5 集成开发环境的基本操作 /8
- 1.6 开发编程步骤 /16
- 1.7 图像检索系统的基本框架 /19

第2章 图像的基本概念和操作 /24

- 2.1 基本概念 /24
- 2.2 常见的图像格式 /26
- 2.3 图像文件格式的基本参数 /27
- 2.4 图像的 BMP 文件格式 /28
- 2.5 BMP 图像的基本操作 /32
- 2.6 基本操作实例 /42

第3章 基于颜色的图像检索 /44

- 3.1 颜色的属性 /44
- 3.2 几种颜色模型 /45
- 3.3 颜色特征提取的基本方法 /51
- 3.4 颜色特征提取方法的实现 /53
- 3.5 基于参考颜色表法的图像检索实现 /59
- 3.6 基于块 RGB 均值法的图像检索实现 /82

第4章 特征比较 /87

- 4.1 特征空间 /87
- 4.2 欧氏距离 /87
- 4.3 街区距离 /88
- 4.4 直方图相交法 /88
- 4.5 二次式距离 /89
- 4.6 马氏距离 /89
- 4.7 几种距离算法的比较 /89

第5章 基于纹理特征的图像检索 /92

- 5.1 几种纹理特征的提取方法 /93
- 5.2 基于像素域的纹理检索 /94
- 5.3 基于变换域的纹理检索 /98
- 5.4 基于纹理的图像检索实现 /105
- 5.5 图像特征的高斯归一化 /115

第6章 基于混合特征的图像检索 /116

- 6.1 检索特征选择 /116
- 6.2 特征权值分配 /116
- 6.3 特征权重调整 /117
- 6.4 混合特征的图像检索实现 /118

第7章 图像检索的相关反馈 /126

- 7.1 相关反馈的概念 /126
- 7.2 相关反馈中的学习问题 /127
- 7.3 短期学习 /129
- 7.4 长期学习 /130
- 7.5 基于短期学习的图像检索 /132
- 7.6 基于日志库分析的长期学习 /143

第8章 图像检索中的并行设计 /148

- 8.1 并行算法设计原理 /148
- 8.2 图像库特征提取模块的并行设计 /152
- 8.3 查询模块的并行设计 /154
- 8.4 并行测试实例 /159

第9章 图像检索中的高维索引 /168

- 9.1 高维数据的空间分布特征 /168
- 9.2 高维数据的几种常用查询方式 /170
- 9.3 向量空间索引结构 /172
- 9.4 度量空间索引结构 /185
- 9.5 向量空间索引结构和度量空间索引结构的异同 /188
- 9.6 索引结构的并行处理 /188
- 9.7 几种常用的相似性检索算法 /190
- 9.8 BlockB-Tree:一种从高维转换到一维的索引结构 /192
- 9.9 结合聚类的 BlockB-Tree 扩展 /205

主要参考文献 /220

第1章 图像检索与基本开发平台

■ 本章要点:

1. 图像检索的发展简史
2. 经典图像检索系统介绍
3. 图像检索性能评价
4. 图像检索系统开发平台

随着科技的高速发展,从宇宙探索、粒子研究到社会生活的各行各业,以图像/视频为主的可视化数据正在超速增长,图像/视频检索也自然成为信息检索的重要技术之一,并将彻底改变信息检索的传统模式。本章将从图像检索的发展开始,讲述几个典型的图像检索系统,以及评价检索性能的方法。同时,介绍简单图像检索系统的基本开发平台。

1.1 概述

图像检索技术研究源于20世纪70年代。当时主要是采用基于文本的图像检索技术(Text-based Image Retrieval,简称TBIR),该技术回避了对图像可视化元素的分析,而是采用文本检索技术进行图像检索。除图像内容本身的文字描述外,图像名称、图像尺寸、压缩类型、作者、年代等各方面都可作为标引图像的信息,形成对图像的文本描述。同时,图像所在上下文的主题、与图像密切环绕的文字内容、图像的链接地址等都可作为图像检索的依据。当然,对于任何一幅图像,人们都可对其内容进行文本描述,形成文本信息,这些信息可从不同角度反映图像内容。总之,由于图像内容的非文本化特征,要对其进行基于文本的检索,首先必须要用文本信息对图像进行描述。这种描述既可以是对图像的物理属性描述,也可以是语义内容的描述,既可以是自动描述,也可以是人工描述,描述后的文本信息就与图像建立了对应关系。人们需要检索图像时,实际上只需要用文本检索模式就可以了。这种检索模式不仅仅应用于图像,同样也可以应用于其他类型的媒体(如声音、图形、视频、动画等),先用文本对这类媒体对象进行描述,建立起与这类媒体对象之间的逻辑对应联系,然后利用文本检索技术进行检索。这种检索模式本质

上就是文本检索。

基于文本的图像检索模式要求对每幅图片都要进行人工文本描述或标注,如果图像数据库较小,也就是当图像的数量比较少时,从人力、物力、财力等方面来看,还是具有可行性的。但是,随着社会信息化、数字化、网络化的高速发展,图像数据的规模急剧增大,对于海量的图像数据来说,如果采用人工进行文本描述和标识,就需要耗费巨大的人力、物力、财力,这不是任何建设单位或部门所能承受的。同时,由于图像中含有的信息内容非常丰富,要想用文字对其进行准确描述,也不是一件简单的事情。而且,由于每位图像描述人员对图像内容的理解或侧重点不同,即使是同一幅图像,也可能出现不同描述的情况。特别是对于同一幅图像,在不同的应用领域时更是如此,何况有些图像本身也很难用准确的文本信息进行全面的描述。因此,基于文本的图像检索也具有其自身的局限性,特别是当图片数据非常多时,基于文本的图像检索很难满足检索需求。

到了 20 世纪 90 年代以后,随着计算机技术特别是数字图像处理技术的快速发展,出现了直接利用图像的物理内容特征进行图像检索的技术,即基于内容的图像检索(Content-based Image Retrieval,简称 CBIR)。基于内容的图像检索技术通过对图像的颜色、纹理、形状、布局等物理特征的提取、描述和分析,进行基于特征的相似性比较,实现基于图像内容的检索,避免了对图像的文字标注,具有基于文本的图像检索技术不可替代的优势,已成为近年来国际上一个热门的研究课题。

首先,基于内容的图像检索是一门有关信息检索的新技术,与传统的信息检索技术有很大的不同。传统信息检索技术基于文字的比较,而对于图像,需要进行人工标注以得到图像的文字信息。而基于内容的图像检索是图像特征相似性匹配检索,这些图像特征可以通过对图像的自动分析等方法得到,这样就不需要用户去过多参与对图像内容的描述,而是直接由检索系统自己去处理。并且检索系统输入的是需要检索的示例图像(或示例特征描述),输出为所有与示例特征相同或相近的图像(所谓“以图找图”),按相似程度排序,呈现给用户。另外,基于内容的图像检索系统一般可以通过可视化界面和用户进行交互,以便于用户可以方便地修改查询条件、评价检索结果和进行进一步检索。

其次,基于内容的图像检索是一门有关图像特征相似性匹配的新技术,需要利用图像处理、模式识别、计算机视觉、图像理解等专门的图像技术作为技术基础。图像检索系统需要深入研究图像特征提取与描述的技术,以及图像特征间的相似性度量与快速检索算法等问题,其目的就是以图像中包含的各类典型特征(即图像内容本身)为客观检索对象,在海量的图像库中检索出与之相似的图像。

在基于内容的图像检索技术中,图像检索特征可分为两类:一类为底层视觉特征,如颜色、纹理、形状等;另一类为高层语义特征,即图像内容的语义描述以及与各类物理特征之间的逻辑联系。目前,基于内容的图像检索系统主要以图像底层特征的相似性匹配检索为主。自动获取图像高层语义特征是非常困难的,虽然目前在某些专业应用领域(如人脸应用)能够自动获取图像中一些简单的高层语义,但在浩瀚的图像数据海洋中,它只相当于几滴水。

基于内容的图像检索技术涉及众多学科,它利用认知科学、用户模型、图像处理、模式识别、知识处理、计算机图形学、数据库管理以及信息检索等方法,建立新的媒体数据表示方法和数据模型,采用有效、可靠的查询处理算法,使用户可以在智能化查询接口的辅助下,从海量图像数据(或网络分布数据)中检索到所需要的图像数据。

本书将以基于内容的图像检索系统为基础,为读者讲述该系统所涉及的各种技术的基本原理及实现方法,并提供给读者翔实可靠的实现代码。本书所叙述的图像检索,在没有特别说明的情况下,就是指基于内容的图像检索。

1.2 典型的基于内容的图像检索系统

基于内容的图像检索(CBIR)技术从20世纪90年代提出以来,经过众多学者的深入研究,已经获得了大量的高水平科研成果,展示了很好的应用前景。国内外不少科研院所和商业机构等都纷纷投入人力和物力开展深入研究,并已经研制出了许多图像检索原型试验系统,其中部分实验系统已经投入到实际应用中。这些系统大部分都具有以下一些功能特点:

(1)基于例子图像的检索:即用户可提供一幅例子图像,系统自动提取例子图像的图像特征,并将其与图像数据库中的图像特征进行比较,将图像数据库中与之最相似的图像反馈给用户。

(2)随机浏览功能:用户可在图像数据库中随机浏览一些图像,若发现感兴趣的图像,可将此图像作为例子图像,再进行基于例子图像的检索。

(3)基于草图的检索:有些系统还提供具有草图绘制的功能模块,用户可以将要检索的图像内容以草图的形式绘制出来,然后将草图提交给系统。系统自动提取草图的图像特征,并将其与图像数据库中的图像特征进行比较,将图像数据库中与之最相似的图像反馈给用户。

(4)图片分类浏览:系统将图像数据库中的图像按一定的分类标准进行分类,用户可按分类形式浏览图像数据库。

(5)基于文本的检索:这也是传统的图像检索模式。系统先前已对图像数据库中的每幅图像进行了文字描述或动态进行图像文字标注,并形成了相应的文本数据库。用户可提供给检索系统关键字信息,系统用传统的文字检索模式进行图像检索。

下面介绍几个国内外比较经典并具有代表性的图像检索系统。

1.2.1 国外典型的图像检索系统

1. QBIC 系统

QBIC(Query By Image Content)系统是IBM公司推出的第一个商业化的基于内容的图像检索系统。它的系统功能模块包括图像入库模块、特征计算与比较模块、查询模块等。

QBIC 支持多种混合的图像检索方式,包括基于例子图像的查询(Query By Example),支持用户描述草图的查询,能同时实现图像的颜色、纹理、形状等各种物理特征的图像检索。QBIC 中的颜色特征采用平均颜色和颜色直方图两种方法;纹理特征采用 Tamura 纹理的粗糙度、对比度和方向性的综合特征;形状特征则采用形状的面积、圆弧度、离心率、主轴方向以及一组变换无关矩等描述方法。QBIC 系统使用了 K-L 变换进行降维处理和基于 R-Tree 构造的多维索引结构,解决高维特征索引问题。该系统的构架和采用的技术对后续基于内容的图像检索研究产生了深远的影响。

2. VisualSeek 和 WebSeek 系统

VisualSeek 是美国哥伦比亚大学图像和高级电视实验室开发的图像内容查询系统,其姊妹系统 WebSeek 是面向 WWW 的文本和图像搜索工具。这两个系统的主要特点是从压缩域中提取图像的特征,并考虑了图像区域间的空间关系。主要采用的特征有颜色集和基于小波的纹理特征,同时为了加快检索速度,系统采用了基于二叉树的索引算法,并对图像库进行分类,形成了一个极富创新的图像目录,其中主题分类是它的主要优点。

3. Virage 系统

Virage 系统是由 Virage 公司开发的基于内容的图像搜索引擎。它支持基于颜色、颜色分布、纹理和结构的可视化查询,并且支持例子查询、草图检索、分类浏览、随机浏览等四种基本查询方式的任意组合,还允许用户按自己的需要调整这些检索特征的权值。它的核心技术包括 Virage Engine 以及在图像对象层上的操作。

4. MARS 系统

MARS(Multimedia Analysis and Retrieval System)是美国伊利诺伊大学香槟分校(UIUC)开发的图像检索系统。MARS 系统从计算机视觉、数据库管理系统和信息查询三个领域进行研究,把研究重点放在如何把不同的视觉特征进行动态组合,以适应不同的需求。该系统提出了相关反馈机制,通过用户的参与来动态调整系统的参数,以满足用户的需求。

5. SIMPLICITY 系统

SIMPLICITY(Semantics-sensitive Integrated Matching for Picture Libraries)是美国斯坦福大学开发的图像检索系统。该系统采用基于区域匹配、小波和统计模型的方法进行基于语义的图像检索。

1.2.2 国内典型的图像检索系统

清华大学计算机系结合国家 863 高技术研究发展项目“Web 上基于内容的图像检索”的研究,于 1997 年研制了一个 Internet 上的静态图像的基于内容的原形系统。该项目研究的目的是开发能在 Internet 上利用颜色、纹理、形状等特征,通过友好的人机界面进行图像检索的方法。

国防科技大学多媒体开发中心设计开发了一个基于内容的视频新闻节目浏览检索系统 News Video CAR (News Video Content Analysis & Representation)。该系统能对视频新闻内容进行自动分析、分类和管理,用户在该系统下能够快速定位自己感兴趣的视频或新闻,并能快速掌握其中的大意。同时,用户还可以用关键字检索特定的新闻。

浙江大学从 1995 年开始多媒体图像检索的研究,开发了基于图像颜色的检索系统 Photo Navigator,并将 CBIR 技术成功地用于敦煌壁画数据库的开发。

云南大学信息学院设计开发了基于内容的商标图像检索系统,该系统利用图像的单元熵来描述图像的特征,用欧氏距离作为相似性度量的工具,实现了对商标的管理和保护。

1.3 检索性能的评价标准

随着图像检索技术的不断发展,研究人员分别提出了各种不同的特征提取算法和相似度匹配算法,而每一种算法均有各自的特点和适应性。对于某一特定的图像库,应该采用哪种算法能得到比较好的检索效果,这需要我们对不同算法的检索效果进行比较和评价,选出最优算法。评价检索性能的优劣主要有检索的准确度和检索速度两个方面。检索的准确度主要由采用的特征提取算法和相似度匹配算法决定;检索的速度主要受图像特征的索引和相似度匹配算法复杂度的影响。同时我们还可以采用并行计算来提高检索系统的整体性能。

1.3.1 查全率和查准率

查全率(recall)是指在一次查询过程中,系统返回的查询结果中相关图像的数目占整个图像库中所包含的相关图像数目(包含检索返回的和没有检索出来的相关图像)的百分比。查准率(precision)是指系统返回的查询结果中相关图像的数目占所有返回的图像数目(包括相关的和不相关的图像)的百分比。这里的相关图像是指图像库中与查询条件相似或相同的图像。用户在检索时,可以指定某些图片作为查询图像,计算这些图像的查全率和查准率。 P 表示查准率, R 表示查全率。

$$P = \frac{N_A}{N_B + N_A} \quad (1.1)$$

$$R = \frac{N_A}{N_A + N_C} \quad (1.2)$$

其中, N_A 为检索返回的相关图像数目, N_B 为检索返回的不相关的图像数目, N_C 为图像库中没有检索出来的相关图像数目。

我们用 R 表示 X 轴, P 表示 Y 轴,得到查全率—查准率曲线 $f(x,y)$,称为 PVR 曲线。我们计算曲线 $f(x,y)$ 在 0 和 1 区间围成的面积:

$$S_f = \int_0^1 f(x,y) dx \quad (1.3)$$

这又称为 PVR 指数。PVR 指数越大,说明图像检索的效果越好。该方法的一个不足之处在于没有考虑返回的相似图像在检索出来的图像中所处的位置。

基于查全率和查准率,研究者们还用以下几种度量方法来评价图像检索系统的性能:

(1)3 点平均值:查全率为 0.2,0.5,0.8 处查准率的平均值。

(2)11 点平均值:在 11 个查全率点处查准率的平均值。

(3)当查准率下降到 0.5 时的查全率。

(4)Berman 和 Shapiro 通过判断相关图像出现在返回的前 25 幅和前 400 幅图像中的比例来评判检索性能。

1.3.2 排序评价方法

查全率—查准率没有考虑返回的相关图像在检索出来的图像中所处的位置,因此我们用检索出来的相关图像的平均序号来解决这一问题。我们用 N 表示检索出来的图片数, N_R 表示检索出来的相关图像数, O_r 表示检索出来的相关图片在检索图片中的序号,用 K_1 表示平均序号:

$$K_1 = \frac{1}{N_R} \sum_{r=1}^{N_R} O_r \quad (1.4)$$

理想情况下,所有相关图片应该排在检索出来的图像的前面,因此理想的平均序号为 K_2 :

$$K_2 = N_R/2 \quad (1.5)$$

1.3.3 响应时间

响应时间是指从用户提交查询图像开始检索到检索返回结果为止所经历的时间。由于系统在检索时要进行查询图像的特征提取、相似度计算及排序,如果采用不同的特征提取算法、相似度匹配算法等,显然系统会有不同的响应时间。对于检索用户来说,当然希望在检索效果不变的情况下,系统响应时间越短越好,所以响应时间 T 也是图像检索系统的一个重要性能指标。

1.4 开发环境介绍

图像检索系统的整个软件设计开发可基于多个程序开发环境进行,具体到哪个软件开发工具合适,可根据开发目的和开发者的开发基础来选择。这里以 VS2008 软件开发环境为例进行介绍,要求读者具有一定的 c++ 编程能力。下面简单介绍 VS2008 编程平台以及在编程过程中经常用到的组件和调试方法。

Visual Studio 是一套完整的开发工具集,用于生成 ASP.NET Web 应用程序、XML Web Services、桌面应用程序和移动应用程序。Visual Basic、Visual C++、Visual C# 和 Visual J# 全都使用相同的集成开发环境 (IDE),利用此 IDE 可以共享工具且有助于创建混合语言解决方案。另外,这些语言利用了 .NET Framework 的功能,通过此框架可使用简化 ASP Web 应用程序和 XML Web Services 开发的关键技术。

1.4.1 Visual Studio 2008

Visual Studio 2008 是面向 Windows Vista、Office 2007、Web 2.0 的成熟开发工具,

是对 Visual Studio 2005 一次及时、全面的升级。Visual Studio 2008 引入了 250 多个新特性,整合了对象、关系型数据、XML 的访问方式,语言更加简洁。Visual Studio 2008 可以高效开发 Windows 应用,设计器中可以实时反映变更,XAML 中的智能感知功能可以提高开发效率,同时支持项目模板、调试器和部署程序。Visual Studio 2008 可以高效开发 Web 应用,集成了 ASP.NET AJAX 1.0,包含 ASP.NET AJAX 项目模板,它还可以高效开发 Office 和 Mobile 应用。

Visual Studio 2008 在三个方面为开发人员提供了关键改进:

1. 快速的应用程序开发

为了帮助开发人员迅速创建先进的软件,Visual Studio 2008 提供了改进的语言和数据功能,例如语言集成的查询(LINQ),编程人员可以利用这些功能轻松地构建解决方案以分析和处理信息。

Visual Studio 2008 还使开发人员能够在同一开发环境内创建面向多个 .NET Framework 版本的应用程序,包括 .NET Framework 2.0、3.0 或 3.5 的应用程序,这意味着他们可以在同一环境中支持各种各样的项目。

2. 高效的团队协作

Visual Studio 2008 提供了帮助开发团队改进协作的扩展的和改进的服务项目,包括帮助将数据库专业人员和图形设计人员加入到开发流程的工具。

3. 突破性的用户体验

Visual Studio 2008 为开发人员提供了在最新平台上加速创建紧密联系的应用程序的新工具,这些平台包括 Web、Windows Vista、Office 2007、SQL Server 2008 和 Windows Server 2008。对于 Web,ASP.NET AJAX 及其他新技术使开发人员能够迅速创建更高效、交互式更强和更个性化的新一代 Web 体验。

1.4.2 Microsoft Visual C++

Microsoft Visual C++ 是 Microsoft 公司推出的开发 Win32 环境程序,面向对象的可视化集成编程系统。它不但具有程序框架自动生成、灵活方便的类管理、代码编写和界面设计集成交互操作、可开发多种程序等优点,而且通过简单的设置,就可使其生成的程序框架支持数据库接口、OLE2、WinSock 网络、3D 控制界面。

它以拥有“语法高亮”、自动编译功能(IntelliSense)以及高级除错功能而著称。比如,它允许用户进行远程调试、单步执行等;还有,允许用户在调试期间重新编译被修改的代码,而不必重新启动正在调试的程序。其编译及建置系统以预编译头文件、最小重建功能及累加联结著称。这特征明显缩短程式编辑、编译及联结的时间花费,在大型软件计划上尤其显著。

Visual C++ 2008 提供了强大而灵活的开发环境,可用于创建基于 Microsoft Windows 和 Microsoft .NET 的应用程序;也可以在集成开发系统中使用该工具,或者可以使用独立的工具。Visual C++ 包含下列组件:

1. Visual C++ 2008 编译器工具

该编译器支持传统本机代码开发人员和面向虚拟机平台[如公共语言运行库 (CLR)]的开发人员。Visual C++ 2008 包括面向 X64 和 Itanium 的编译器。该编译器仍支持直接面向 X86 计算机,并针对这两种平台优化了性能。

2. Visual C++ 库

其中包括行业标准活动模板库(ATL)、Microsoft 基础类(MFC)库,以及各种标准库(如标准 C++ 库)。这些标准库由 iostream 库、标准模板库(STL)和 C 运行时库(CRT)组成。CRT 包括已知引起安全问题的函数的安全增强替代项。STL/CLR 库为托管代码开发人员引入了 STL。具有数据封送新功能的 C++ 支持库,其设计意图在于简化面向 CLR 的程序。

3. Visual C++ 开发环境

该开发环境为项目管理与配置(包括更好地支持大型项目)、源代码编辑、源代码浏览和调试工具提供强力支持。该环境还支持 IntelliSense,在编写代码时,该功能可以提供智能化且特定于上下文的建议。

1.5 集成开发环境的基本操作

Microsoft Visual Studio 2008 集成开发环境功能强大,提供了多项人性化的功能,给程序设计人员编写程序带来了极大的方便。但同时窗口也比较复杂,主要包括工作区窗口、工具箱窗口、解决方案资源管理器窗口、服务器资源管理器窗口和属性窗口等。由于软件版本不同,界面也会有所变化,本书主要以其中的一个版本为基础进行讲解。Visual Studio 2008 工作界面如图 1.1 所示。整个页面包括标题栏、菜单栏、工具栏、工作区、解决方案资源管理器和结果与测试窗口。

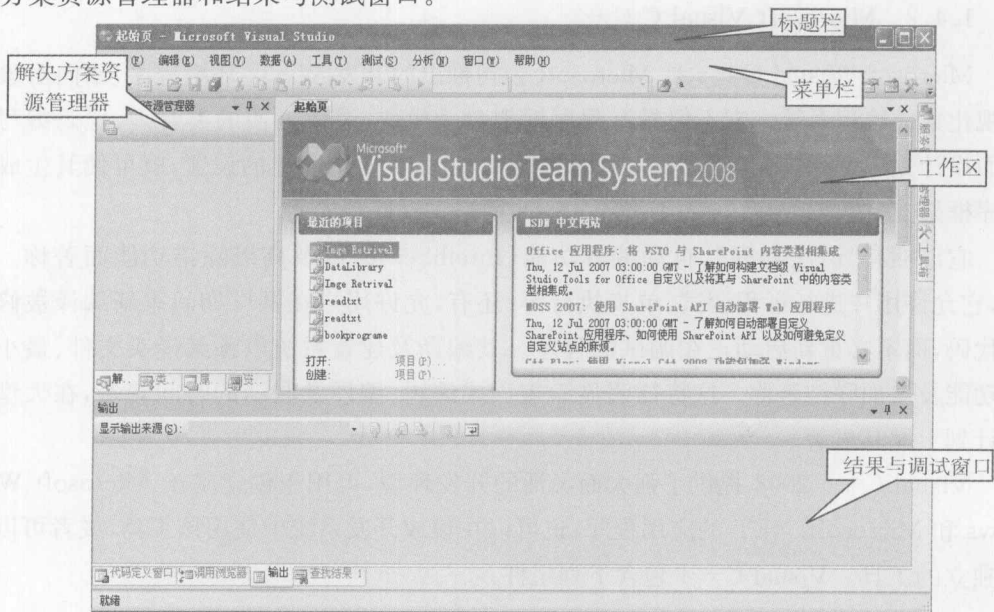


图 1.1 Visual Studio 2008 工作界面

Visual Studio 2008 集成开发环境的菜单栏有文件、编辑、视图、项目、生成、调试、工具、测试、窗口、帮助等十几个菜单项,如图 1.2 所示。工具栏显示的则是菜单中比较常用的功能,其中,视图菜单用于显示、隐藏 Visual Studio 2008 集成开发环境的所有窗口,如服务器资源管理器、解决方案资源管理器、类视图等。我们可以通过修改视图菜单项目中的按钮合理布局自己的页面。

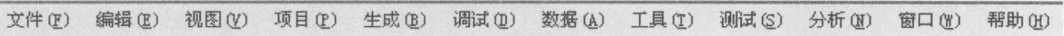


图 1.2 菜单项

下面介绍一些我们平常用到的菜单工具。

1.5.1 文件菜单

文件菜单中的命令主要执行新建、打开或者关闭文件或工作空间,另外还有打印和打印设置,最近使用过的文件和工作空间列表等。如图 1.3 所示,带有黑色三角形的项目表示它还包含有子菜单。

主要功能介绍:

菜单命令	功能说明
新建	新建项目、文件、网站等其他文档
打开	打开项目、文件、网站等
添加	现有项目、网站等
关闭	关闭当前文件
关闭解决方案	关闭整个方案
全部保存	保存整个方案

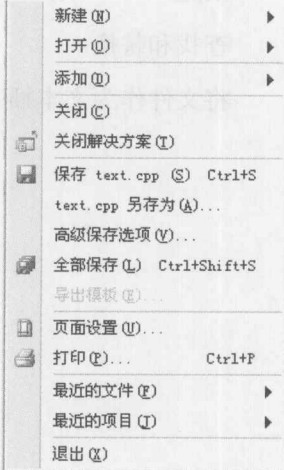


图 1.3

1.5.2 编辑菜单

编辑菜单中的命令主要有撤销、恢复上一步的操作,剪切、赋值、粘贴和删除选定区域,查找与替换关键字串,定位于标签等普通命令。编辑菜单是我们经常用到的菜单,在其子菜单中包含有对文本操作的基本按钮,同时,如果我们能够记住相应的快捷键,那么对于我们的代码编写速度是非常有利的。编辑菜单的子菜单如图 1.4 所示。



图 1.4

主要功能介绍:

菜单命令

撤销

重复

撤销上次全局操作

恢复上次全部操作

剪切

复制

粘贴

删除

全选

查找和替换

将文件作为文本插入

功能说明

撤销上一次操作

恢复上一次操作

撤销上次全局操作

恢复上次全部操作

将选中的内容剪切至剪贴板

将选中的内容复制至剪贴板

从剪贴板中粘贴内容至光标处

删除所选内容

选中所有内容

查找指定字符串并用新的字符串替代

把文件插入其他文件中

设置选定内容的格式

将选定行中的空格替换为制表符

将选定行中的制表符替换为空格

转换为大写

转换为小写

删除水平空白

查看空白

自动换行

渐进式搜索

注释选定内容

取消注释选定内容

增加行缩进

减少行缩进

添加、切换、启用书签等

显示大纲结构等

高级

书签

大纲显示

其中,高级菜单的子菜单有许多是我们在调整代码布局、修改特定类型代码格式等其他操作时经常用到的工具(见图 1.5),在实际应用中我们可以逐一选择操作,观察它们