



土木与建筑工程CAE

第八章 CAE系统的网络化

清华大学土木工程系

胡振中

huzhenzhong@tsinghua.edu.cn

Tsinghua University



第八章 CAE系统的网络化

8-1 计算机网络概述

8-2 HTML语言编制静态网页

8-3 WEB网络应用软件开发

8-4 云计算技术

8-5 移动网络应用软件开发

8-6 物联网技术



8-1 概述

- Internet 是一个无所不包的信息资源库，能与全世界的计算机相连，被称为“万网之网”。
- 网络信息发现及获取工具：适用于对所查找的信息有大概了解，并知道从哪里能获得信息。
 - Telnet：可直接登录到其他计算机上，查看信息。
 - 文件传输协议（FTP）：可从一台计算机上向另一台计算机上传输文件。
- 全球信息网WWW（World Wide Web—Web）
 - 将Internet上的各种资源以相关联形式组织起来的信息网络。



8-1 概述

- Web含双向信息：
 - 通过浏览器浏览所需要的信息；
 - 通过Web服务器建立自己的站点和发布自己的信息。
- 随着浏览器的功能日益强大，网络的功能日益健全，Web处理多媒体组件的能力日益增强，它能处理文字、声音、图象、视频、三维模型等各种信息。
- WWW文档用“超文本标识语言（HTML）”创建。
- 超文本（Hypertext）
 - 以不受限制的方式链接起来的可读信息。
 - 比如，在芬兰某地的服务器上存放一个文档，该文档可能是文字、图形、图象、声音，可被连接到美国某地的服务器上，该文档就称为超文本。



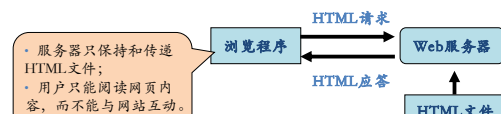
WWW的工作过程

- WWW的工作过程
 - 连接（Connection）：执行WWW用户端软件（如Internet Explorer）
 - 提出服务请求（Request）：用户端软件以该超链接所隐含的地址，连接到WWW服务器所在的主机，要求读取相对应的文件。例：
http://WWW.tsinghua.edu.cn
 - 送回服务成果（显示：正在打开网页）：服务器回送所需求的文件内容给用户端。
 - 接受显示文件：用户端软件将所接收到的文件资料，按照其内含的HTML描述方式显示到用户屏幕上。如果没有继续请求，将关闭连接。



Web应用程序开发

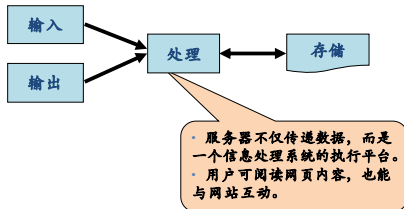
- Web应用程序开发
 - Web应用程序是构建在WWW全球信息网上、使用Web开发环境所建立的应用程序。
 - Web应用程序也是一种基于Web的信息处理系统，以Web开发环境可分为两种信息处理模型：
 - 信息传递模型：
 - 开发传统Web网站，所有信息内容是以HTML语言编写的静态HTML文件，可以使用FrontPage或Dreamweaver等网页编辑工具来建立网站内容。



Web应用程序开发

• 信息处理模型:

- ✓ 建立互动的Web网站，所有信息内容是动态产生的，是数据库驱动的Web应用程序，需要使用JSP、ASP等服务器端网页技术来建立。



Web应用程序结构

• Web应用程序结构

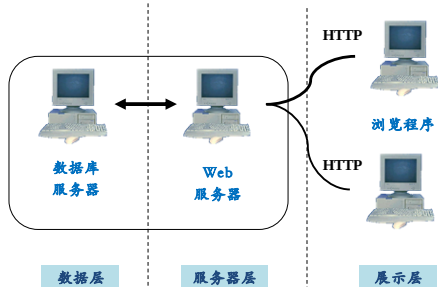
- 主从结构

- 服务器端：提供服务的提供者；
- 客户端：提出服务请求的请求者。

- 多层式主从结构

- 系统结构可划分为独立软件组件的多个应用程序服务器。
- 多层结构可以是逻辑划分，Web应用服务器是一种软件，可能在一台计算机执行，也可以在不同计算机执行。

Web应用程序结构



8-2 HTML语言编制静态网页

• 超文本标识语言HTML (HyperText Marker Language)

- 描述文档（在网络上传输的文档）结构的标记语言。其目的是编排文档内容，以便显示网页。
- 它使用一些约定的标记对WWW上的各种信息，进行标记，这些被标记的信息发布在Web服务器上。
- 在用户请求的情况下，下载到用户的Web浏览器，浏览器会自动解释这些标记的含义，按照一定的格式在屏幕上显示这些被标记的文件，而HTML的标记符号并不显示在屏幕上。

HTML文件的基本结构

• HTML文件是一个文本文件，内含网页显示内容和标识编排的标记命令。

- 基本结构:

```
<HTML>           //起始标记，标识一个HTML网页
<HEAD>           //网页头标记，HTML网页的基本定义
</HEAD>
<BODY>           // HTML网页中的主题内容
</BODY>
</HTML>          //结束标记
```

- HTML文件是位于<HTML>和</HTML> 标记间的内容和定义;
- <HEAD> 和</HEAD> 标记间是网页定义，如标题;
- <BODY>和</BODY>标记间是网页的内容。

例：WWW网页设计

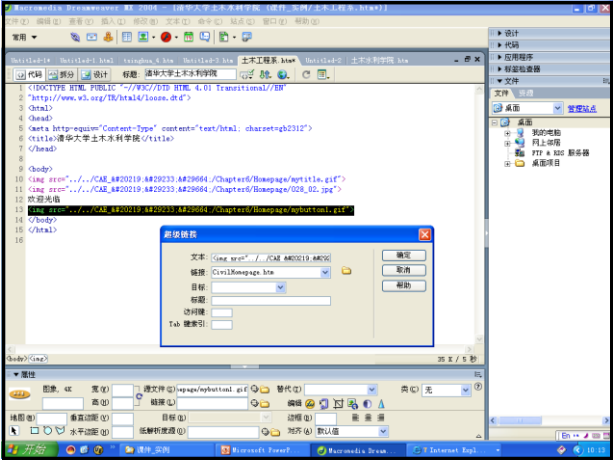
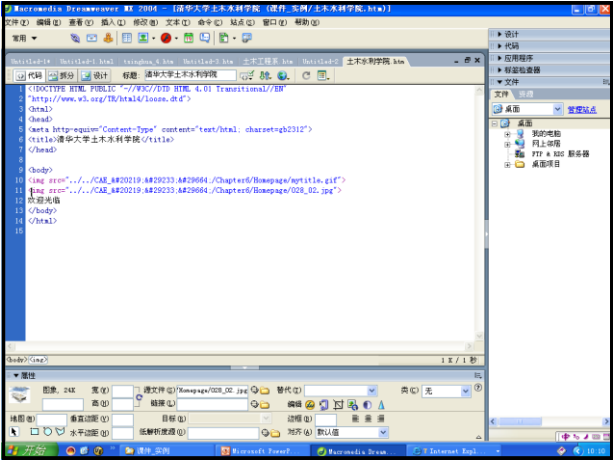
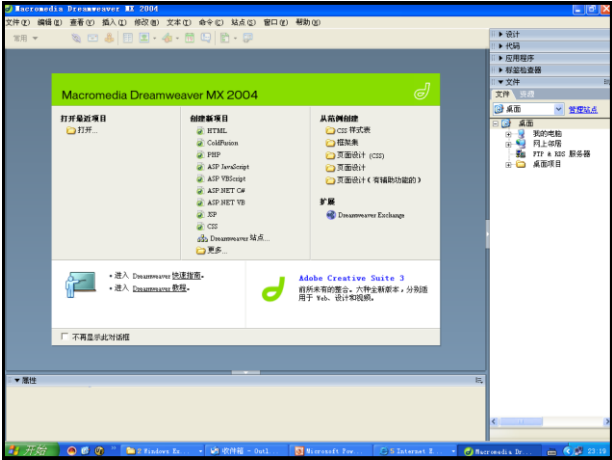
```
<HTML>           //起始标记
<HEAD>           //网页头部标记
<TITLE>校园导游</TITLE> //给网页命名-写在浏览器上
</HEAD>
<BODY>           //网页中的主题内容
<H1>校园导游</H1>   //定义文件的子标题以代表不同章节
<H3>清华园介绍</H3>
<PRE>            //预格式化文本标记
    清华园，位于北京西北部……
    ……
    清华园占地329公顷，建筑面积118万平方米，……
    ……为师生创造了适宜的工作、学习、生活环境。
</PRE>           //如没有PRE，文本中将有缩进效果
<P>校内景点有</P>   //分段标志
    工字厅……水木清华<BR> //中断标志
    大礼堂……荷塘月色等<BR>
</BODY>
</HTML>          //结束标记
```

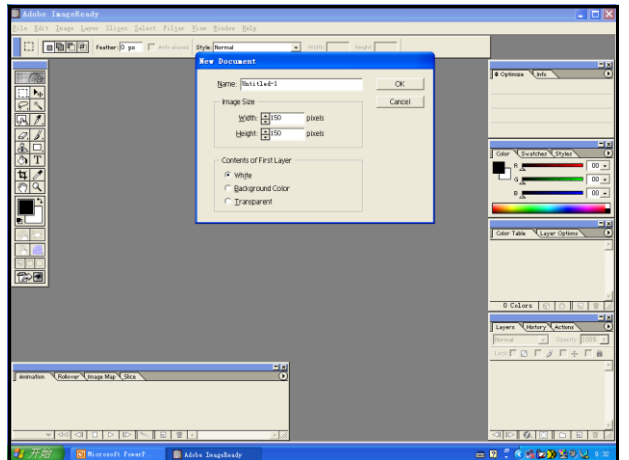
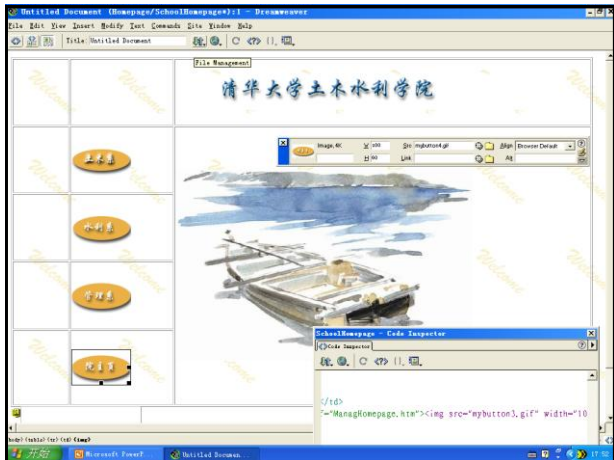
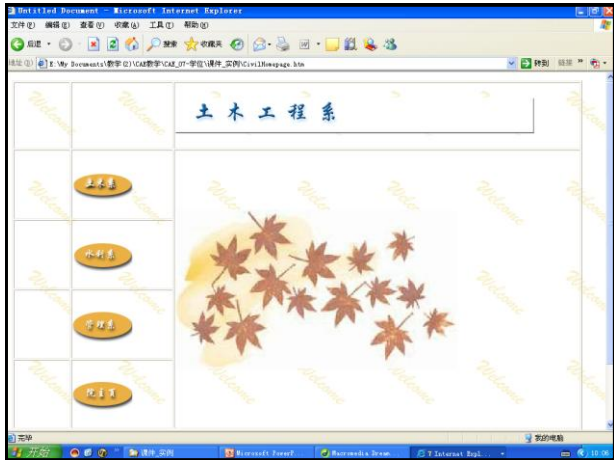
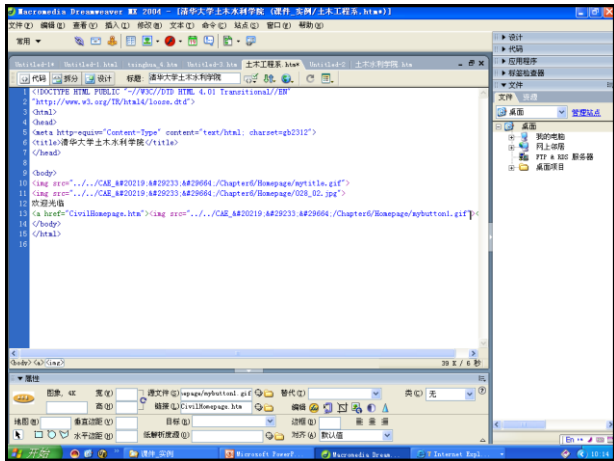


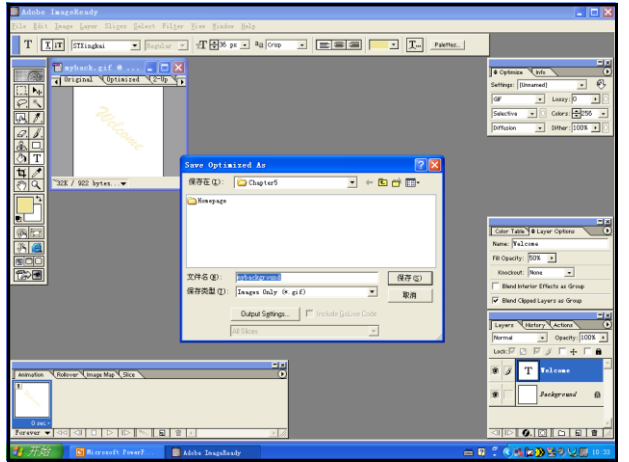
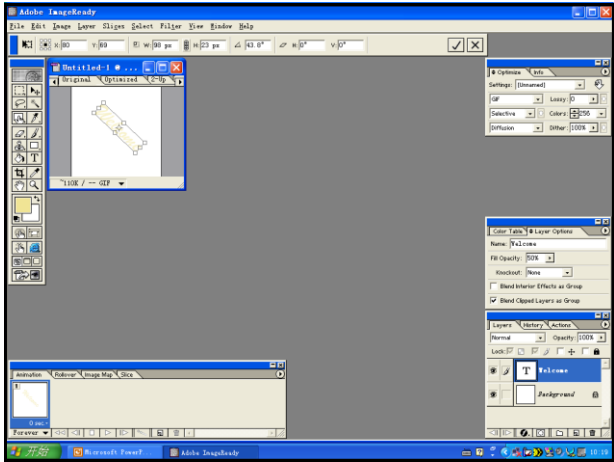
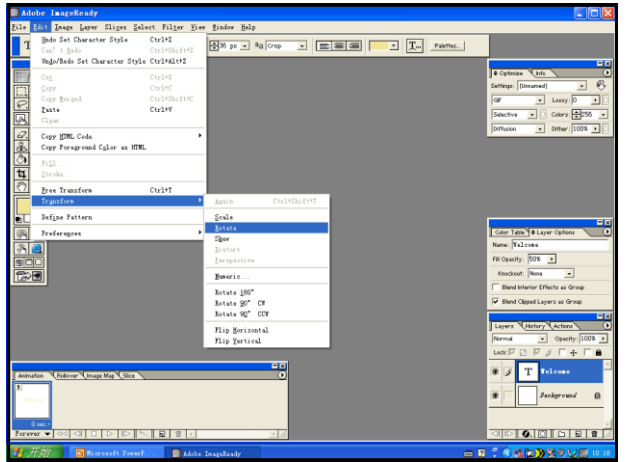
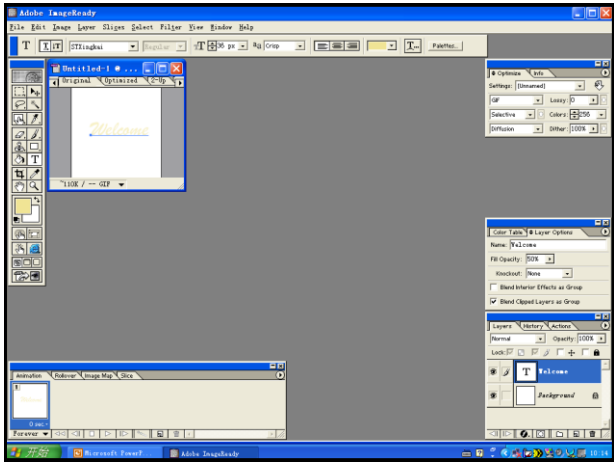
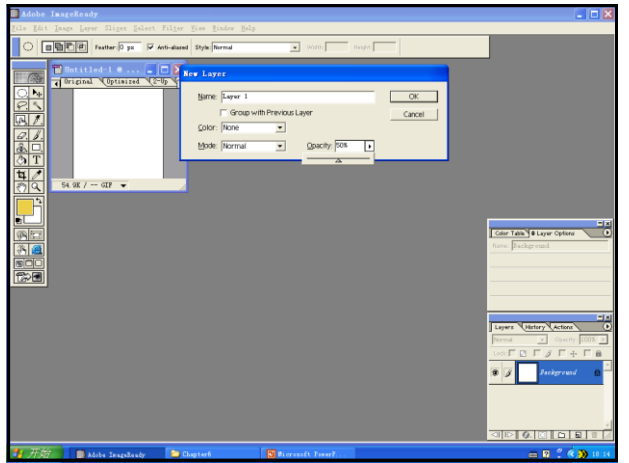
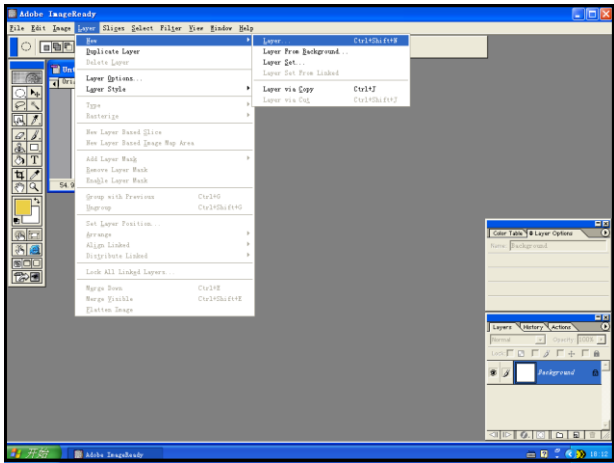


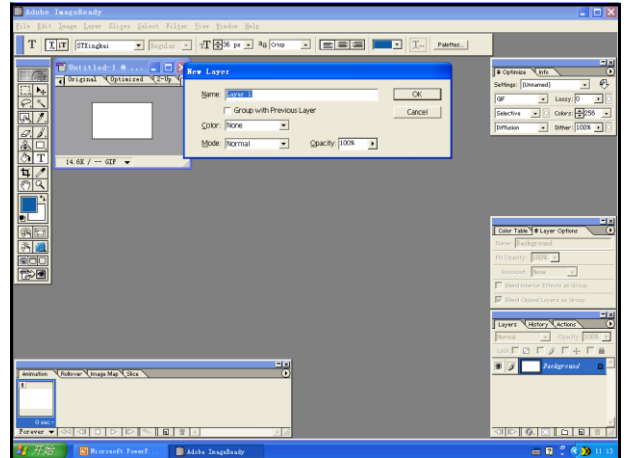
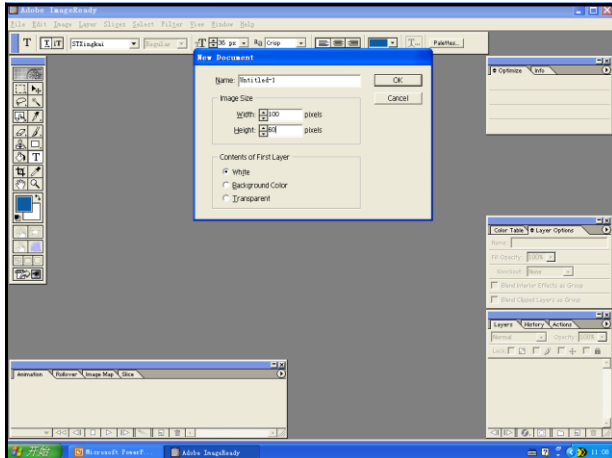
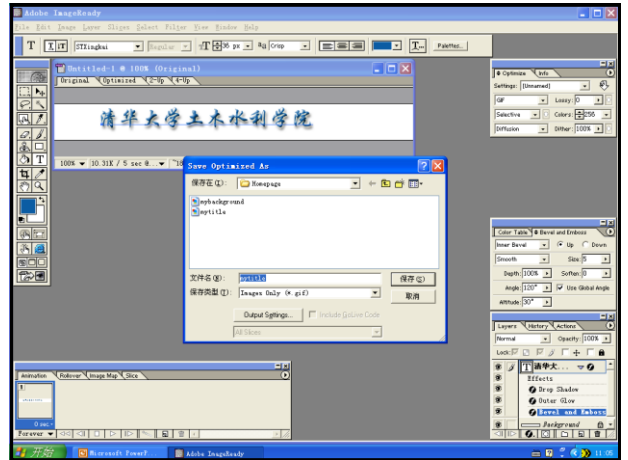
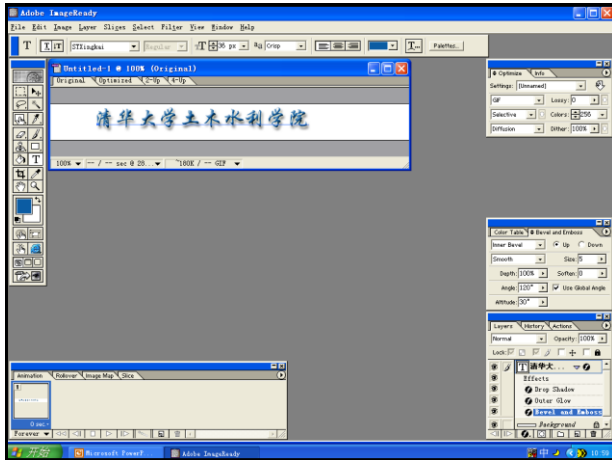
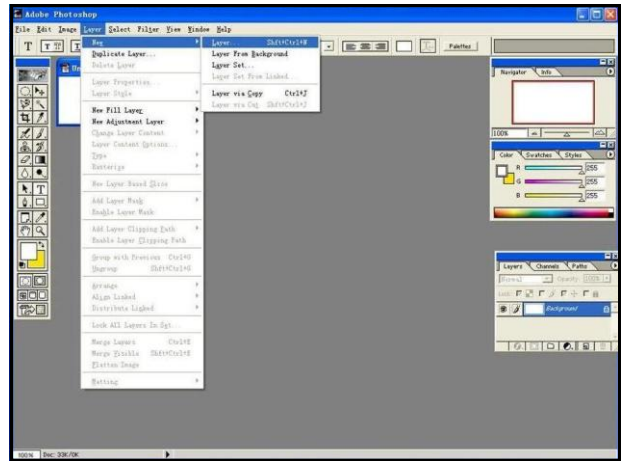
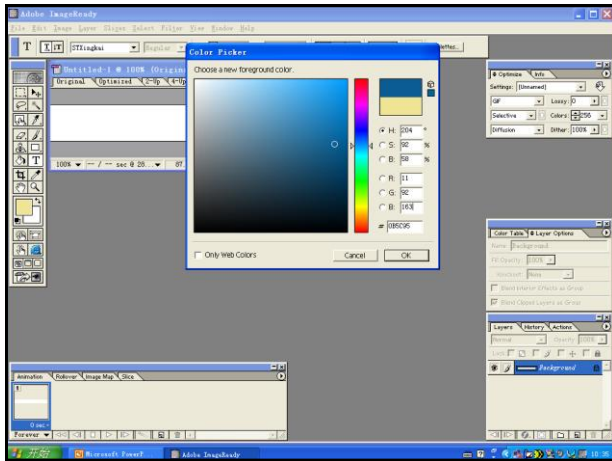
网页设计和网站管理工具

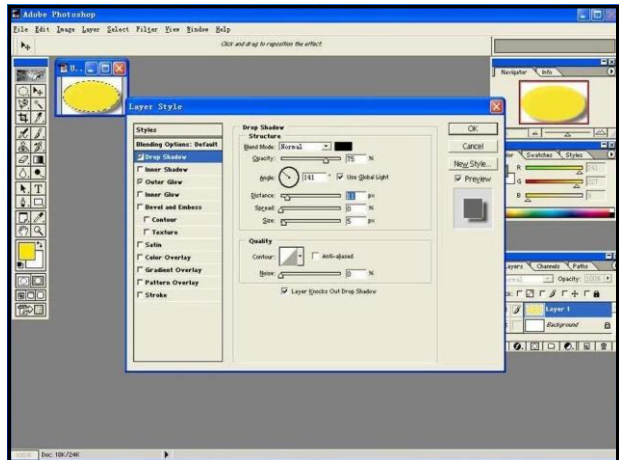
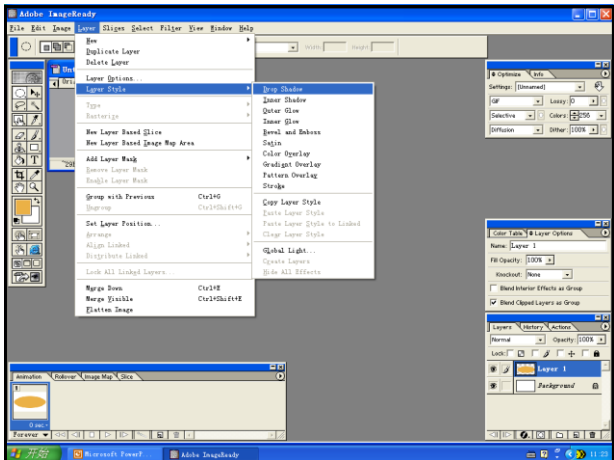
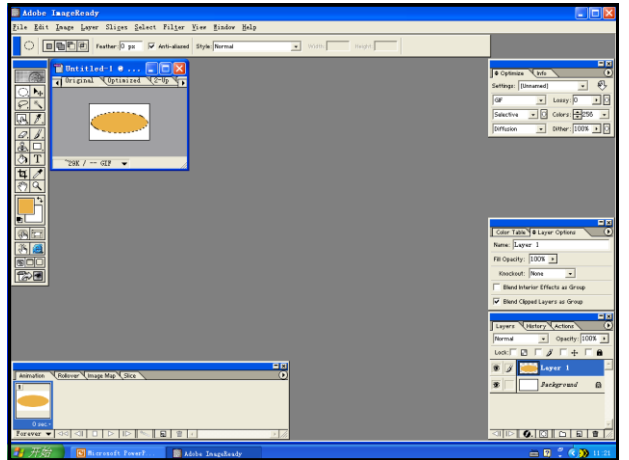
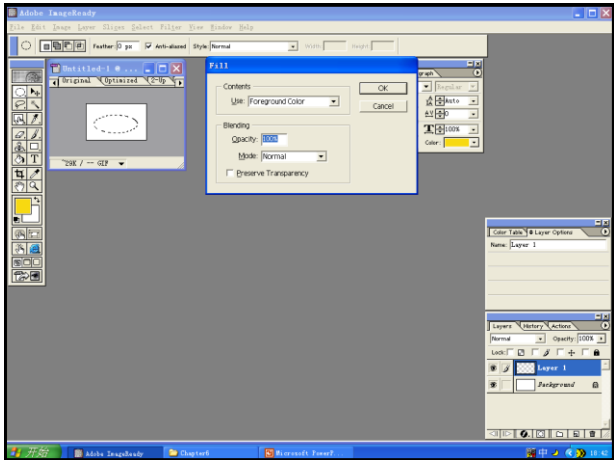
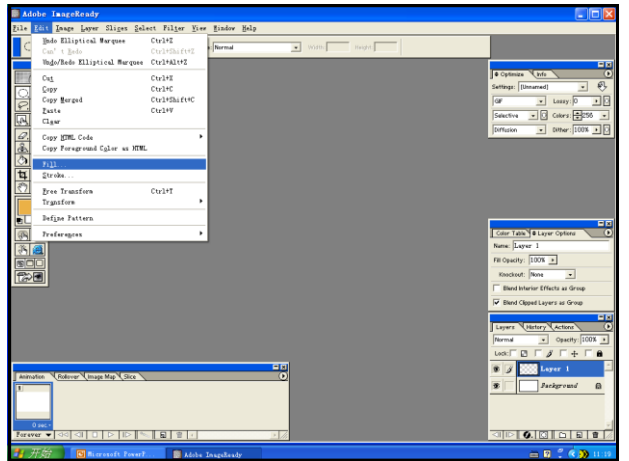
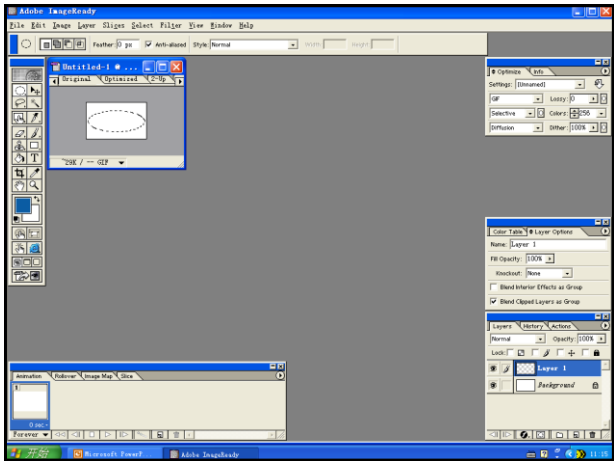
- **网页设计和网站管理工具**
 - **Adobe Creative Suite 3** : 分为六种不同版本, 总计包含17个新版设计软件, 加入了来自原Macromedia的网页三剑客等产品。
 - **Dreamweaver**: 可视化的网页设计和网站管理工具, 支持最新的Web技术, 包含HTML检查、HTML格式控制、HTML格式化选项、可视化网页设计、图像编辑、全局查找替换、全FTP功能、处理Flash和Shockwave等媒体格式和动态HTML、基于团队的Web创作。
 - **Flash**: 网页动画制作
 - **Frontpage**: Microsoft Office系列产品之一, 所见即所得

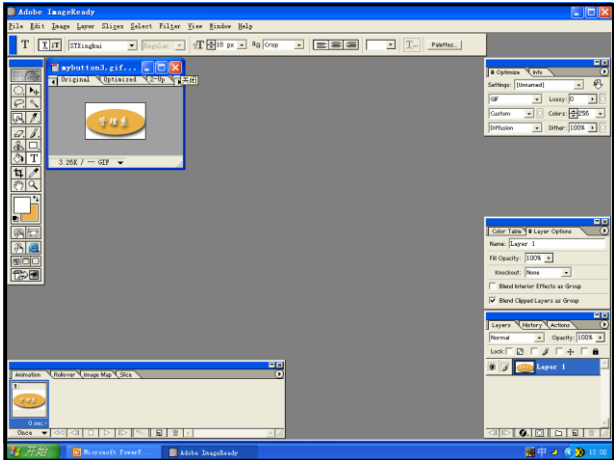
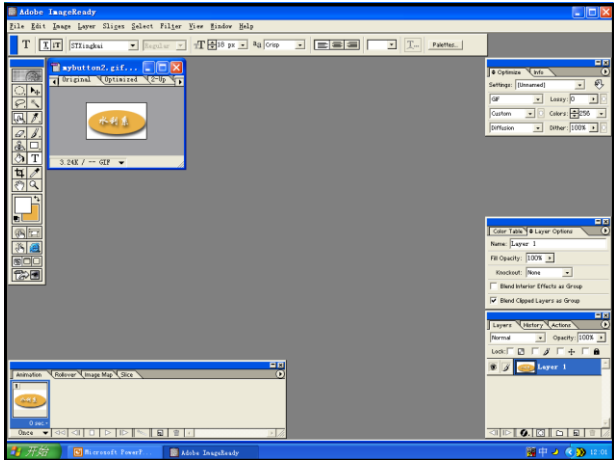
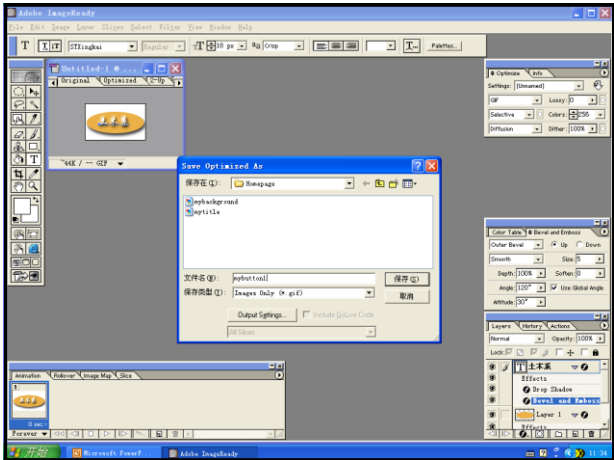
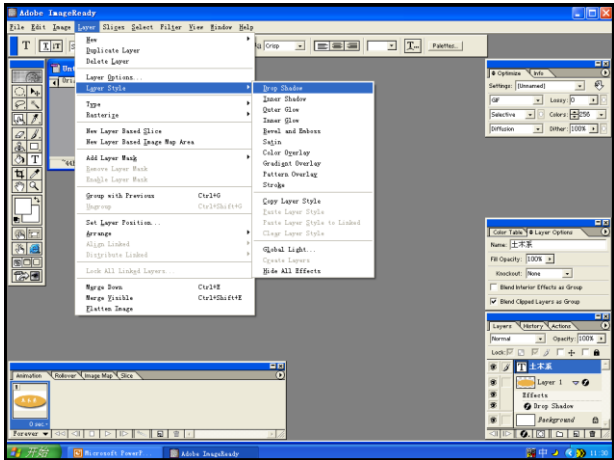
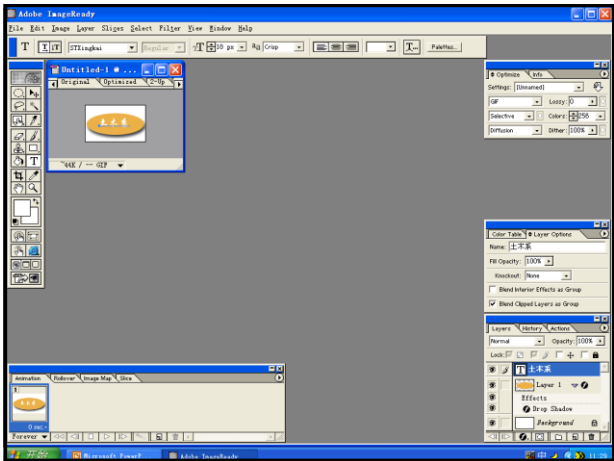
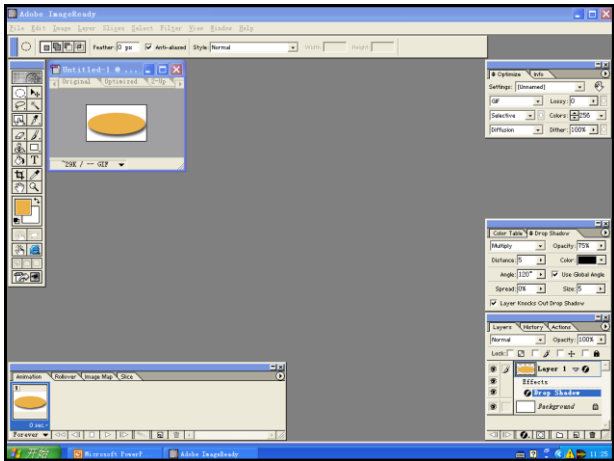


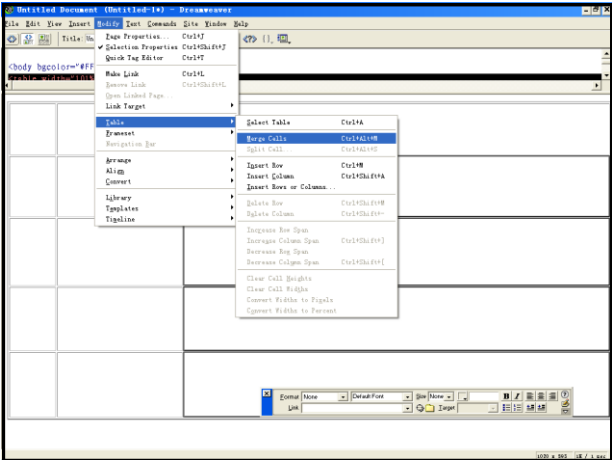
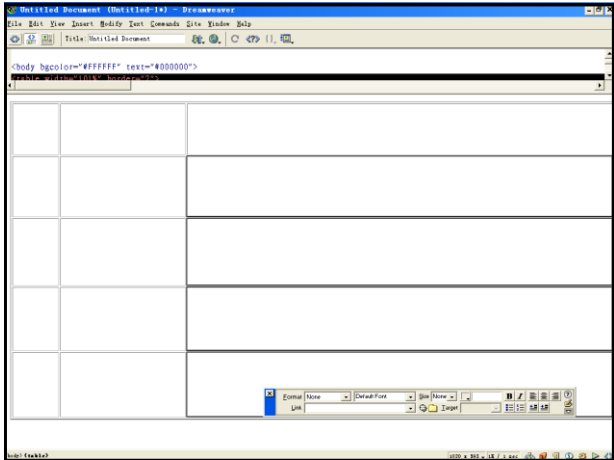
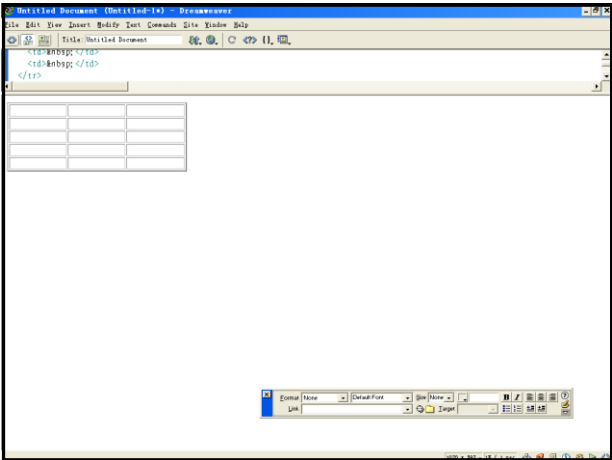
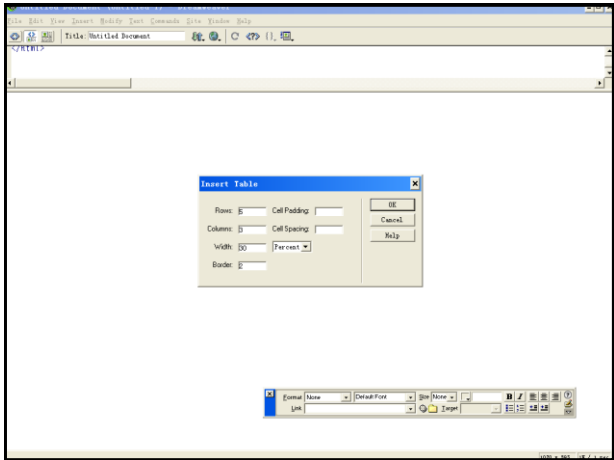
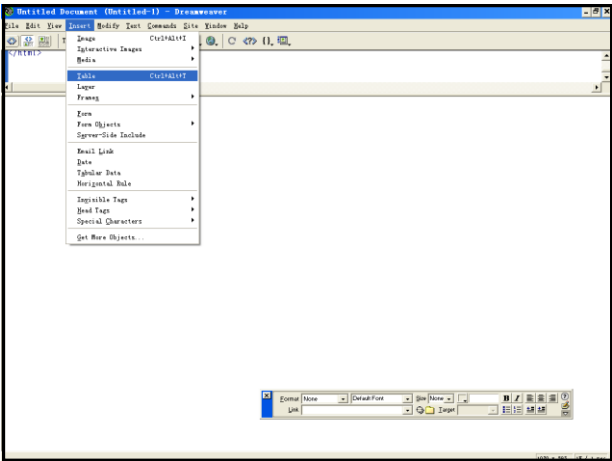
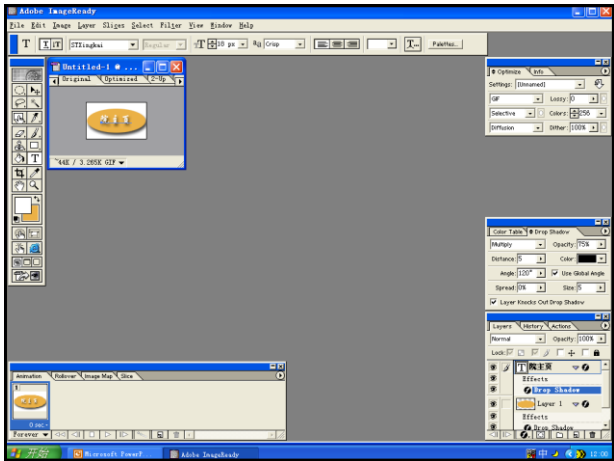


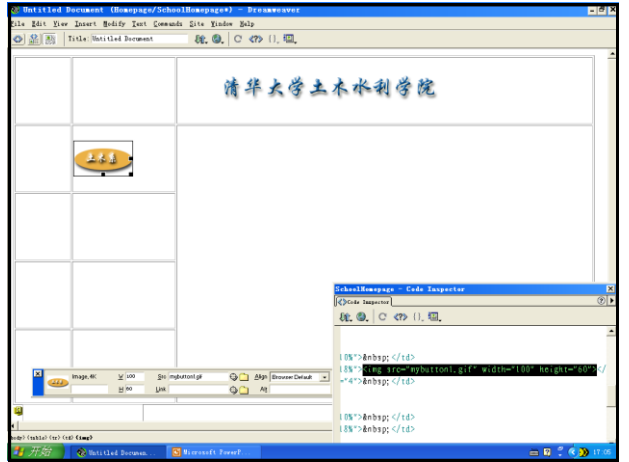
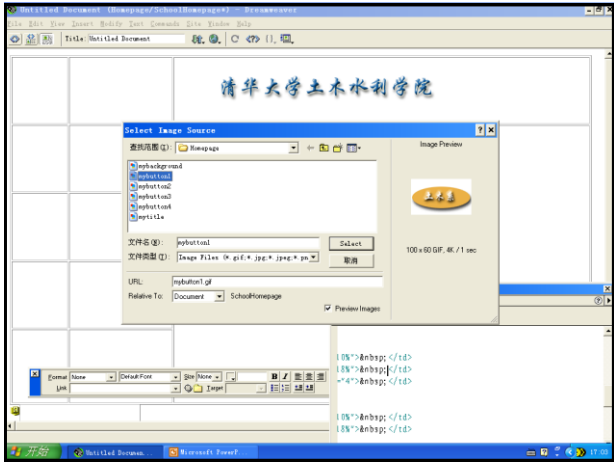
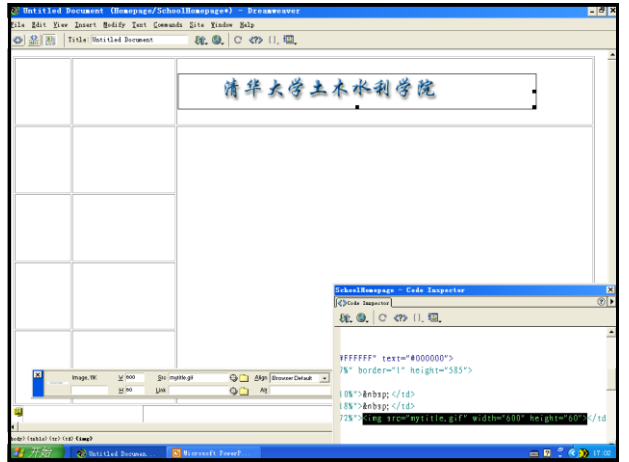
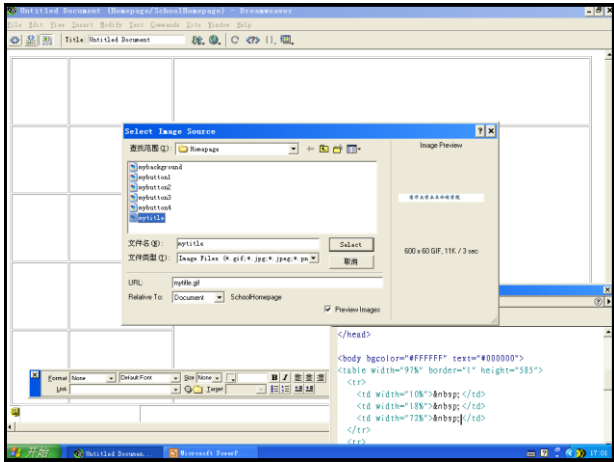
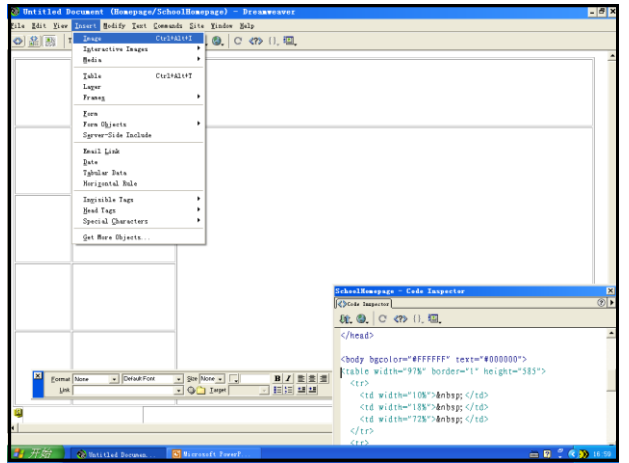
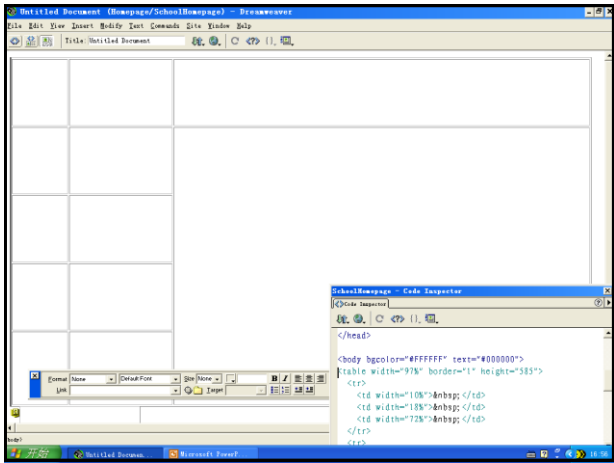


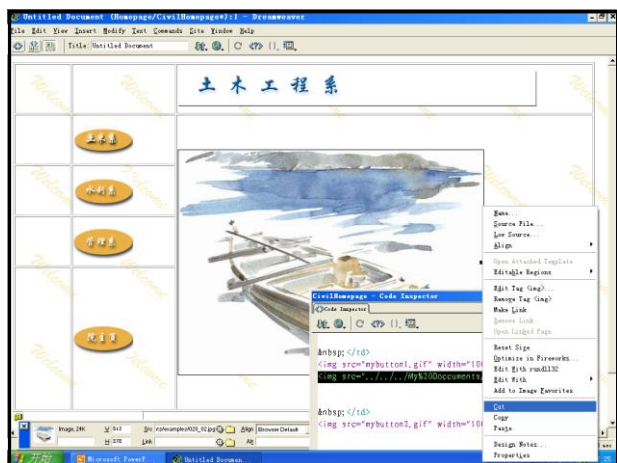
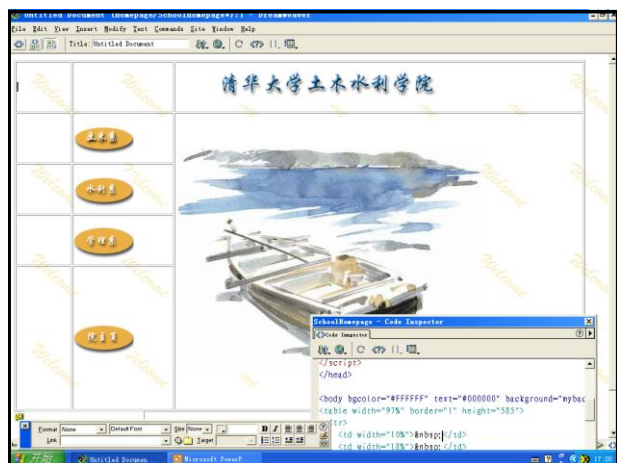
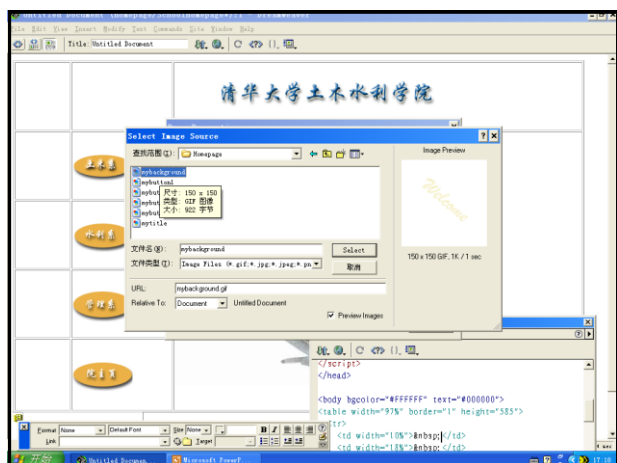
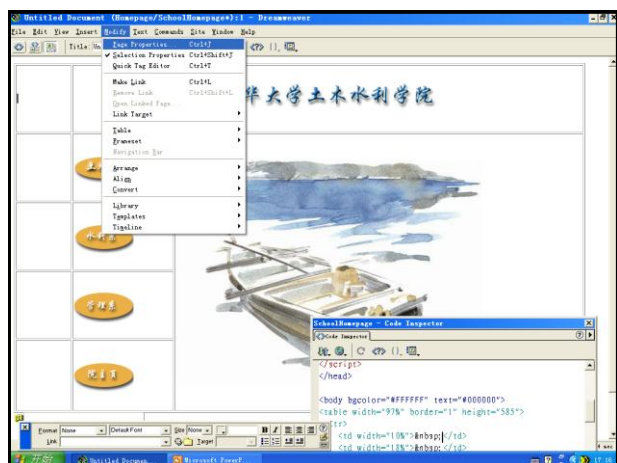
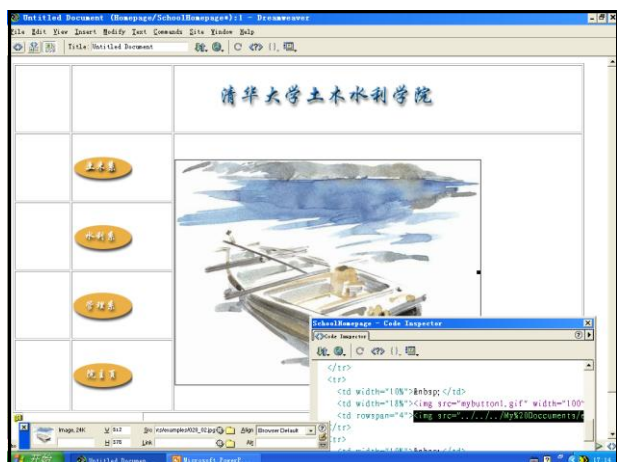
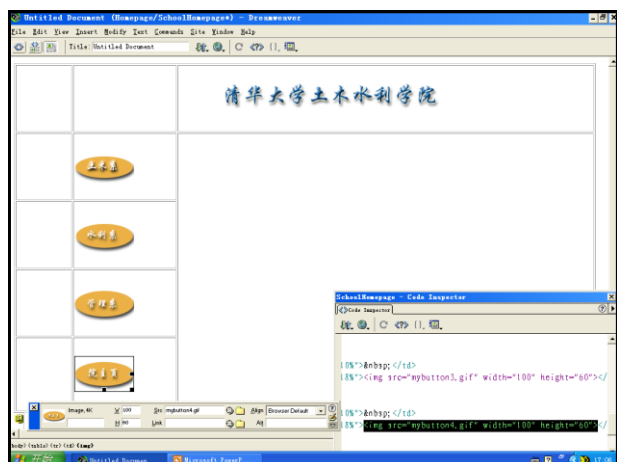


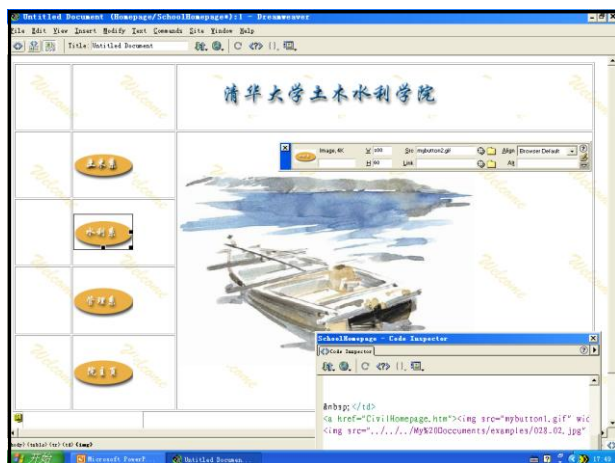
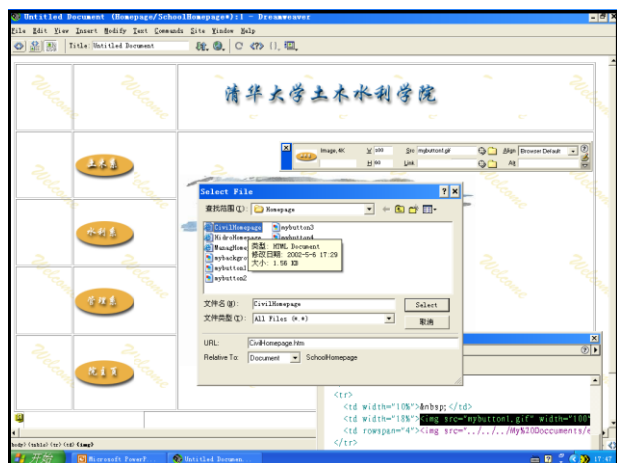
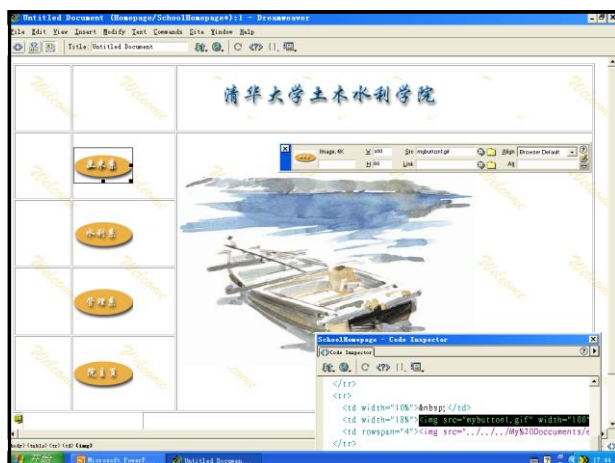
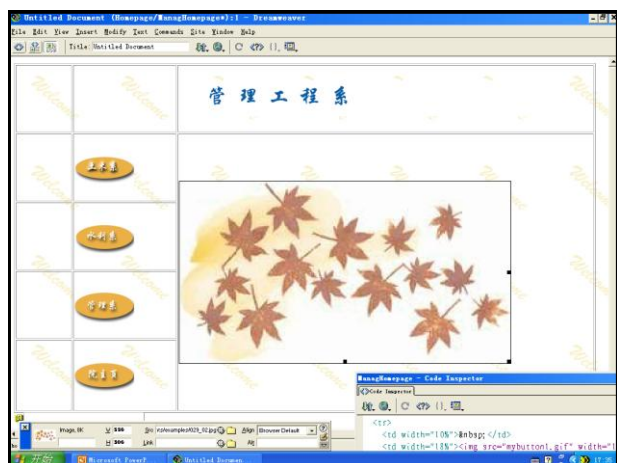
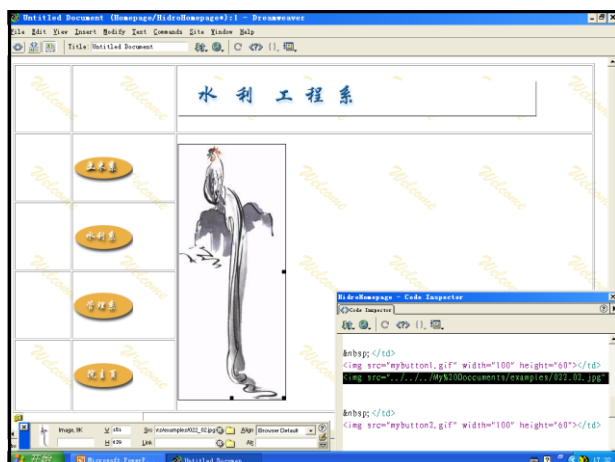
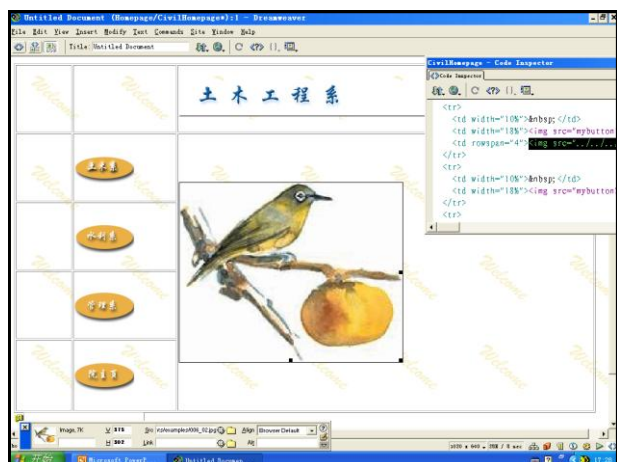


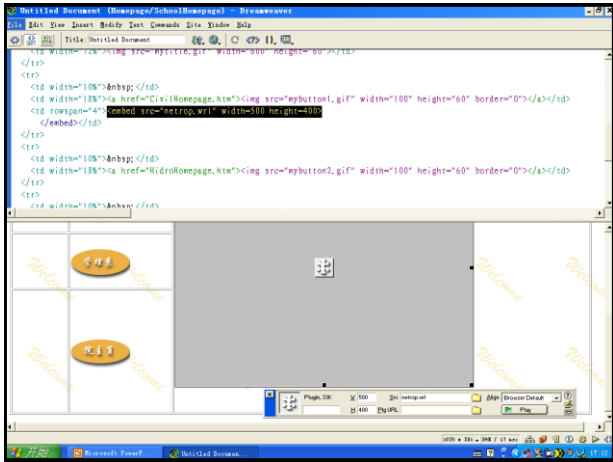
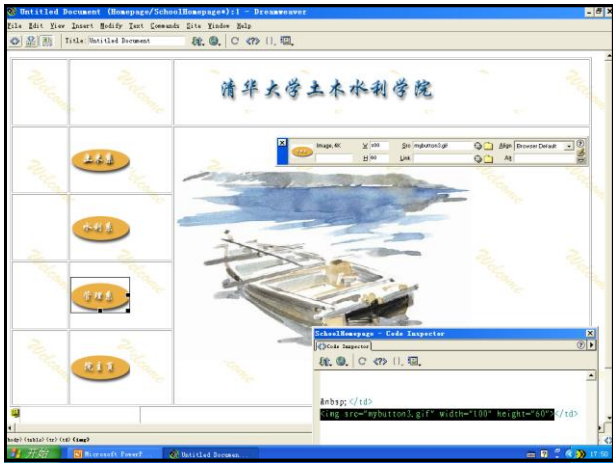














8-3 WEB网络应用软件开发

- **ASP (Active Server Pages)**
 - 是Microsoft 推出的一套服务器端脚本环境，通过ASP 可以结合HTML 网页、ASP 指令和ActiveX 元件建立动态、交互、高效的WEB 服务器应用程序。
- **ASP.NET**
 - ASP.NET是ASP 3.0的后续版本，是Microsoft 推出的一种全新的服务器端技术，ASP.NET是编写动态Web 页的强大工具。
- **JAVA**
 - Java是Sun Microsystem研制的一种程序设计语言，特别适用于在Internet上开发应用程序。



网络应用程序开发：ASP

- **ASP (Active Server Pages)**
 - **ASP 的特点**
 - 使用VBScript、JScript等简单易懂的脚本语言，结合HTML代码，即可快速地完成网站的应用程序。
 - 所使用的脚本语言均在WEB服务器端执行，用户端的浏览器不需要能够执行这些脚本语言。
 - ASP能与任何ActiveX scripting语言相容。除了可使用VBScript 或 JScript 语言来设计外，还可使用由第三方所提供的其他脚本语言，譬如REXX、Perl、Tcl等。



网络应用程序开发：ASP

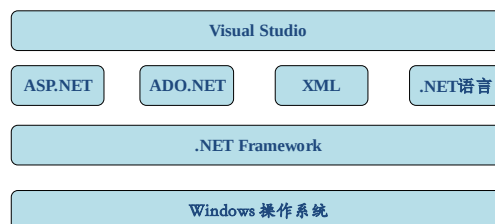
- ASP的源程序，不会被传到客户浏览器，因而可以避免源程序被他人割窃，提高了程序的安全性。
- ActiveX Server Components (ActiveX 服务器元件) 具有无限可扩充性。可以使用Visual Basic、Java、Visual C++、COBOL等编程语言来编写所需要的ActiveX Server Component。



网络应用程序开发：ASP.NET

• ASP.NET

- ASP.NET 技术建立的 Web 应用程序是 .NET Framework 平台上运行。



网络应用程序开发：ASP.NET

- .NET Framework

- 是Microsoft的程序开发平台，支持Visual Basic和C#语言建立ASP.NET程序；
- 提供了一个庞大的类函数库，只要支持.NET Framework的程序语言都可以使用。

- ADO.NET

- Microsoft的新一代技术，是ADO (ActiveX Data Object) 组件的后继者。
- 其主要功能是在.NET Framework平台存取数据，ASP.NET使用ADO.NET进行数据库存取，建立网络数据库。
- ADO.NET提供一致的数据处理方式，存取和编辑数据源的数据，且数据源不限于数据库。



网络应用程序开发：ASP.NET

- XML可扩展标记语言

- XML(eXtensible Markup Language)是由公布的，用于标记电子文件，使其具有结构性的标记语言。
- XML适用于网络传输信息文档，其语法类似HTML，结构简单。
- 能有效地实现信息的数据结构、内容和表现形式三者的分离，具有很好的灵活性和扩展性，适合于作为设计文档信息的电子传输格式。



网络应用程序开发：ASP.NET

- XML可扩展标记语言

- XML能在不同的数据源之间进行数据交流，有Access、SQL Server、Oracle等众多数据库管理系统的支持，不依赖于特定的操作环境，可以满足设计项目信息长期保存的需要。

```
Client: [
  <Address>
    <street>5401 Julio Ave.</street>
    <city>San Jose</city>
    <state>CA</state>
    <zip>95116</zip>
  </Address>
  <phone>
    <work>4084630000</work>
    <home>4081111111</home>
    <cell>4082222222</cell>
  </phone>
  <fax>4087776666</fax>
  <email>love2shop@yahoo.com</email>
</Client>
```



网络应用程序开发：ASP.NET

- ASP.NET功能和特点

- **强大的工具支持：**ASP.NET 框架以及庞大的 .NET Framework类函数库，补充了 Visual Studio 集成开发环境中的大量工具和设计器。
- **提高了执行效率：**ASP.NET使用编译语言Visual Basic或C#，而不是使用直译的VBScript、Jscript。ASP.NET程序代码先编译成一种中间程序语言MSIL(Microsoft Intermediate Language),等执行程序时，将MSIL转换成机器语言并执行。



网络应用程序开发：ASP.NET

- **与程序语言无关**：ASP.NET与程序语言无关，可以选择最熟悉和适合的程序语言来编写程序，或跨多种语言分割应用程序，支持现有的COM组件。
- **强大的服务器端功能**：ASP.NET的HTML和Web控件完全在服务器端处理，能够保留用户状态，提供客户端更佳的控制机制。
- **简易性**：ASP.NET从简单的窗体提交和客户端身份验证到部署和站点配置，使执行常见任务变得容易，如：
 - ASP.NET可以生成将应用程序逻辑与表示代码清楚分开的用户界面。
 - 公共语言运行库利用托管代码服务（如自动引用计数和垃圾回收）简化了开发。



网络应用程序开发：ASP.NET

- **可管理性**：ASP.NET采用基于文本的分层配置系统，简化了设置应用服务器环境和Web应用程序。
- **自定义性和扩展性**：ASP.NET随附了一个设计周到的结构，它使开发人员可以在适当的级别“插入”代码。实际上，可以用自己编写的自定义组件扩展或替换ASP.NET运行库的任何子组件。
- **安全性**：借助内置的Windows身份验证和基于每个应用程序的配置，可以保证应用程序是安全的。



网络应用程序开发：Java

- **Java**
 - 面向对象程序设计语言。
 - 面向网络，通过它提供的类库可以处理TCP/IP协议。
 - 平台无关性。
 - 鲁棒性：提供自动垃圾收集来管理内存，防止程序员管理内存出错。
 - 速度比C慢20倍。



网络应用程序开发：Java

- **J2EE体系结构**
 - J2EE(Java 2 Platform Enterprise Edition)是Sun公司为企业级应用提供的完整、稳定、安全和快速的Java平台
 - J2EE的核心是一组规范和指南，定义了一个使用Java语言开发多层分布式企业应用系统的标准平台
 - **J2EE的层次结构**
 - ✓ **客户层**：包括与最终用户进行交互的前端表示组件
 - ✓ **Web层(表示逻辑层)**：包括基于Internet协议和Web协议提供应用功能的组件
 - ✓ **业务层**：包括捕获企业业务逻辑的组件
 - ✓ **数据层**：提供数据存储与访问功能的组件



网络应用程序开发：Java

- **客户层技术**：处理J2EE应用的客户表示和用户界面，J2EE应用可以和多种客户端程序实现连接
 - ✓ **Web客户**：用来向最终用户提供进入企业应用的界面
 - ✓ **Applet用户**：Applet是使用Java语言编写的轻量级客户程序，在浏览器的上下文中执行，可提供在异处管理的丰富图形用户界面
 - ✓ **应用客户**：使用Java语言编写的可独立运行的应用程序，它不是使用Web浏览器来执行，而是在客户容器内执行，与业务层的组件进行完全交互



网络应用程序开发：Java

- **Web层技术**
 - ✓ Web层负责处理Web客户端的HTTP请求和响应，包括标准化的动态页面生成程序和控制用户界面程序，是终端用户和系统程序的接口。
 - » Web层在Web服务器工作，客户层的用户界面通过Web浏览器在客户端工作，两者通过Web通信。
 - » Web层侧重于信息格式处理，用户界面主要方便用户的理解和操作。



网络应用程序开发：Java

• 业务层技术

- ✓ EJB (Enterprise JavaBean) 是用Java语言编写的服务器端组件的体系结构，实际是**介于服务器和应用组件之间的协议**。主要功能是设计、开发、编辑、布置服务器端的各个组件，以实现开发人员指定的业务逻辑。
- ✓ EJB在服务器端执行，用于实现业务逻辑，供Web层的组件使用，Web层再将业务逻辑功能传递给用户。

• 数据层技术

- ✓ 数据层将数据从业务层和客户层分离出来，提供数据存储与访问功能。



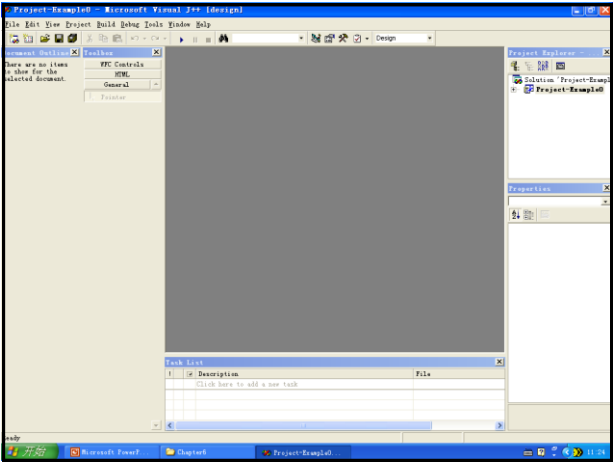
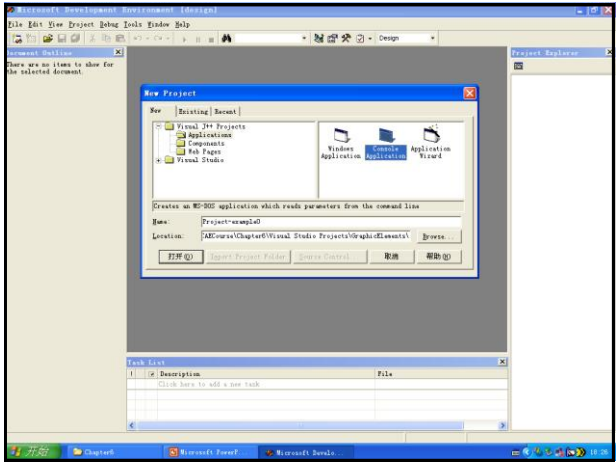
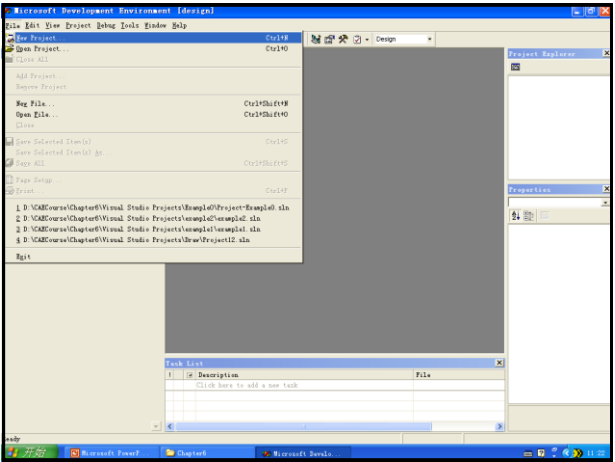
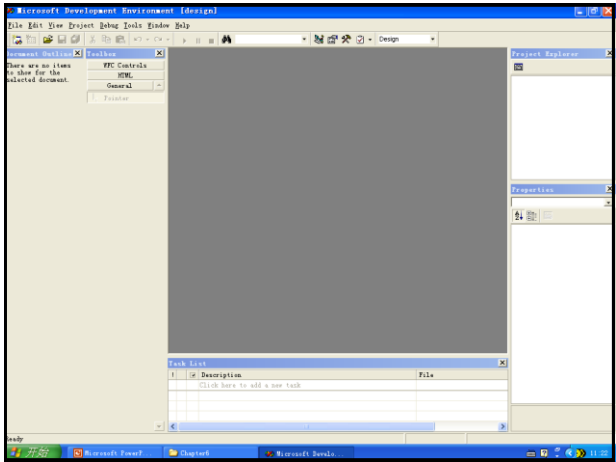
网络应用程序开发：Java

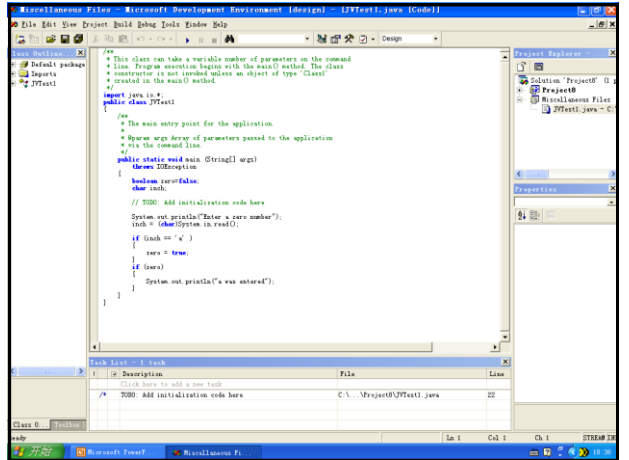
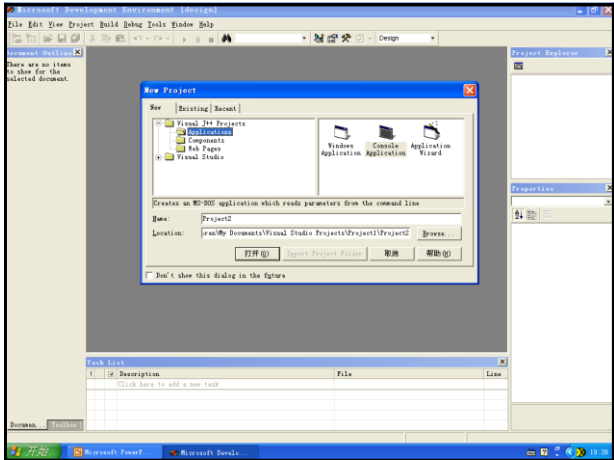
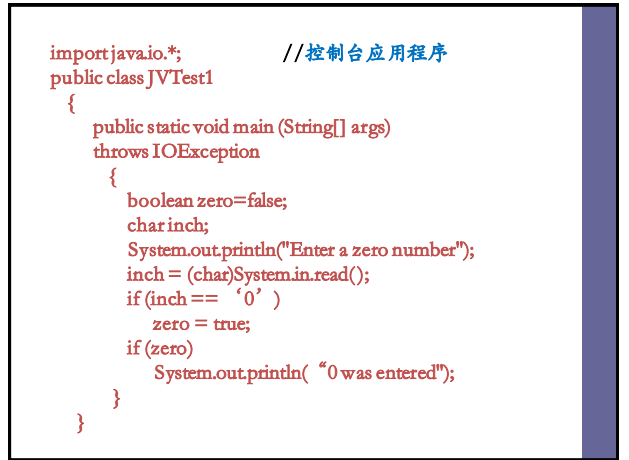
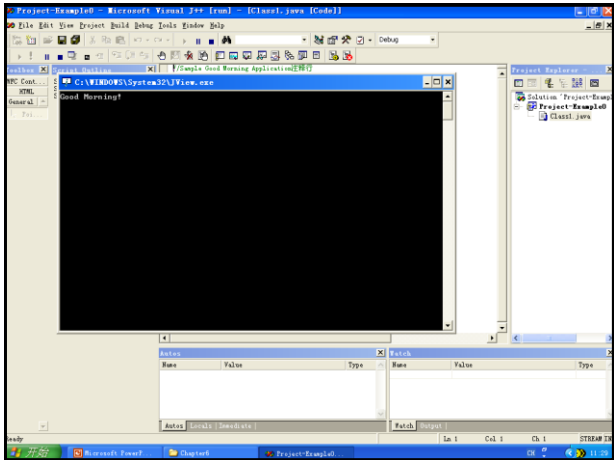
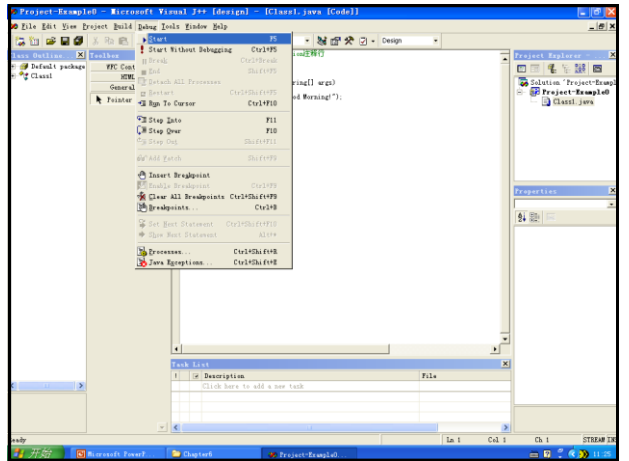
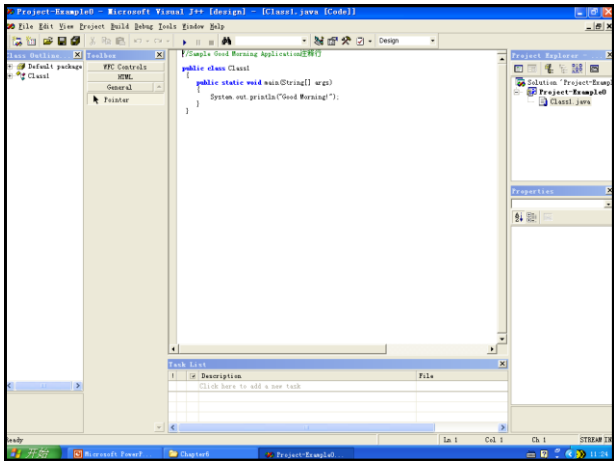
– Java程序与Java Applet (Java小程序)

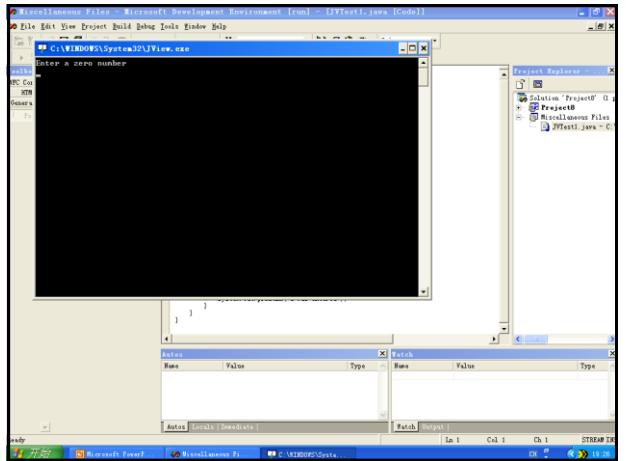
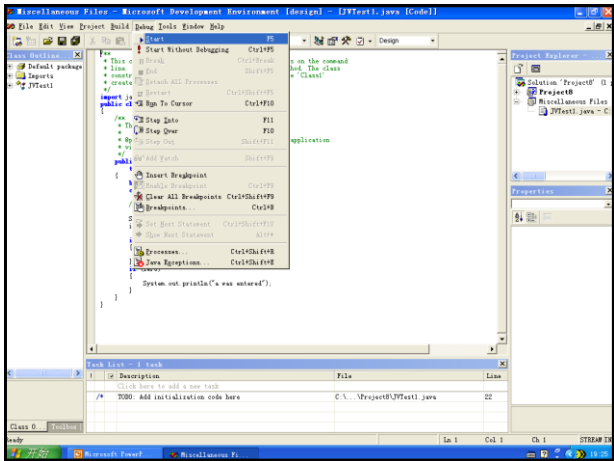
//Sample Good Morning Application 注释行

```
Public class Class1{  
    Public static void main(string[] args) {  
        System.out.println("Good Morning!");  
    }  
}
```

- **class**：代表类，用以定义一段程序代码。
- **public**：表示该方法可以被任意代码段调用。
- **static**：告诉编译器，main()方法是一个类方法，可以通过类名直接调用。
- **void**：表示main()方法没有返回值。
- **string args[]**：声明一个字符串类型的数值，是命令行传递给main () 方法的参数，参数在命令行中出现在类名称后面。







网络应用程序开发：Java

– Java Applet

Applet是使用Java语言编写的一段代码，它可以在浏览器环境中运行，它与应用程序的区别主要在于其执行方式的不同。

```
import java.awt.*;
import java.applet.*; // 引入java.applet包中的类库文件
public class Applet1 extends Applet{
    public void paint(Graphics g){
        // 系统自动调用绘图方法
        g.drawString("good Morning!",25,25);
    }
}
```

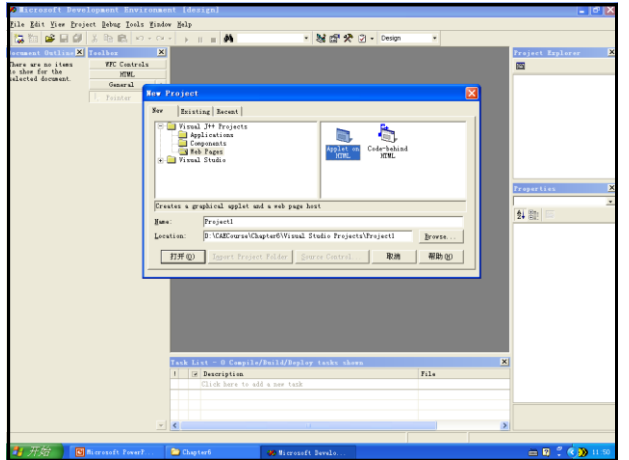
网络应用程序开发：Java

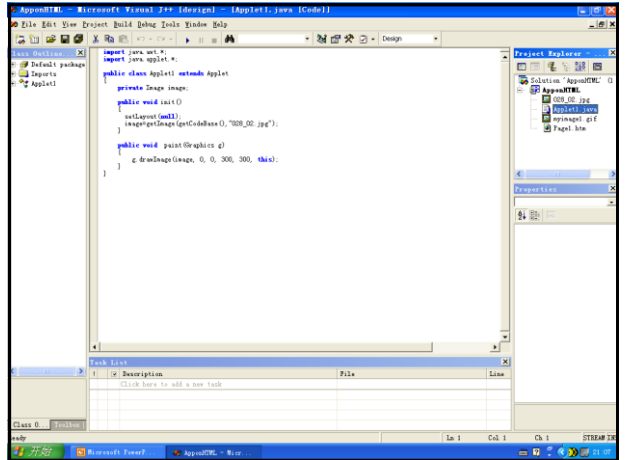
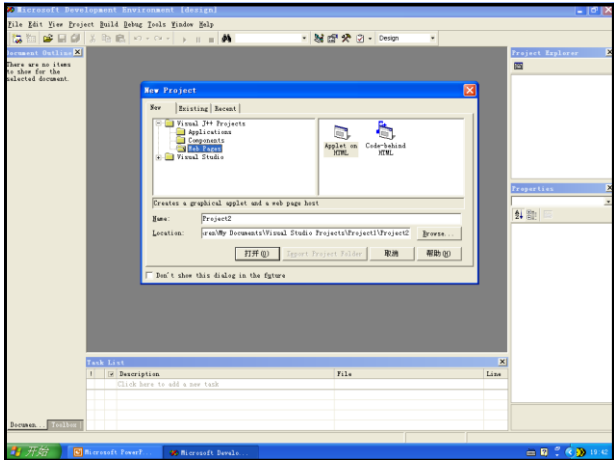
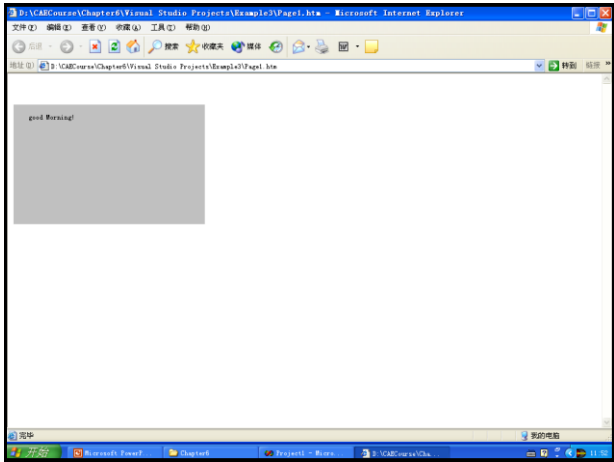
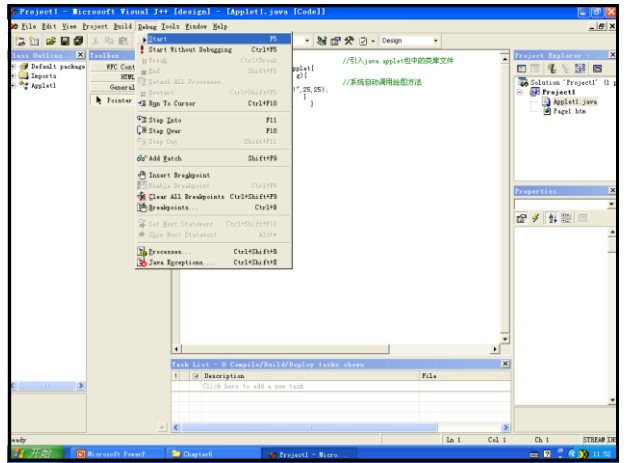
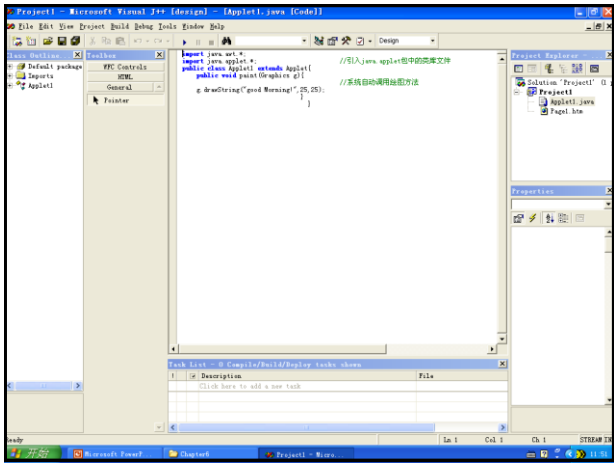
该程序在

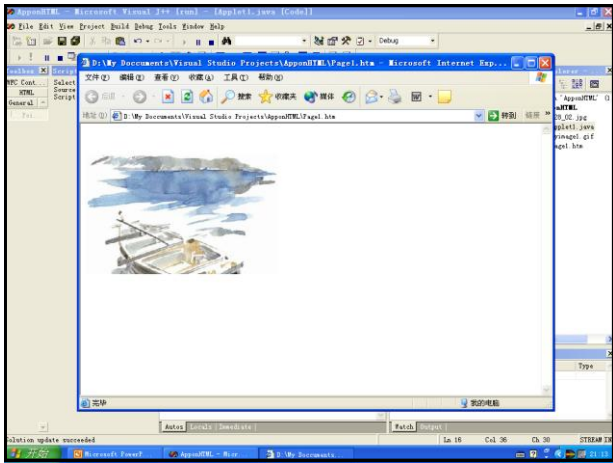
- visual J++ Projects/Web Pages/Applet on HTML下建立源程序，文件名为Applet1.java。
- Debug/Start编译、运行。
- 在一个HTML文件中嵌入Applet程序，即可在浏览器中浏览（HTML文件，如page1.htm）。
- Java Applet在Web浏览器内运行，而不作为独立的程序运行。
- Java Applet代码通常较小，一般嵌入在HTML文件中。

在HTML文件中嵌入Java Applet

```
01 <HTML>
02 <HEAD>
03 <TITLE>A simple Applet</TITLE>
04 </HEAD>
05
06 <BODY>
07 <P>My first applet:
08 <BR>
09
10 <APPLET
11     CODE="Applet1.class"WIDTH=300,HIGHT=300>
12 It is Being tested!
13 </APPLET>
14 </BODY>
15 </HTML>
```





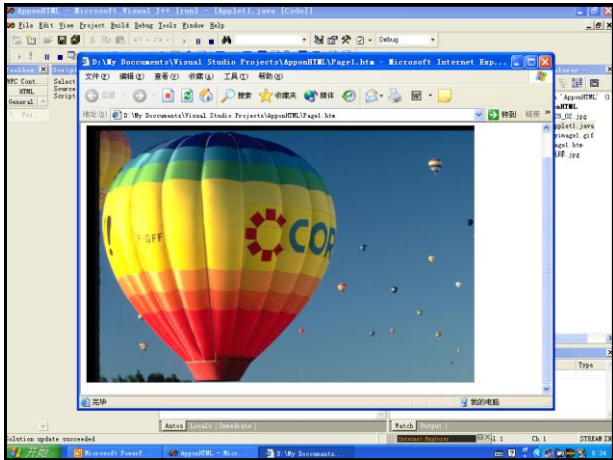


```
import java.awt.*; // 浏览图像
import java.applet.*;

public class Applet1 extends Applet
{
    private Image image;

    public void init()
    {
        setLayout(null);
        image=getImage(getCodeBase(),"气球.jpg");
    }

    public void paint(Graphics g)
    {
        g.drawImage(image, 0,0, this);
    }
}
```



网络应用程序开发：Java

用VisualJ++建立小应用程序 (Applet)

(1) 利用图形建立Applet

Java中大多数的绘图方法都定义在**Graphics**类中。Graphics类在包Java.awt中，可以通过引入这个类来访问它。

Import java.awt.Graphics;

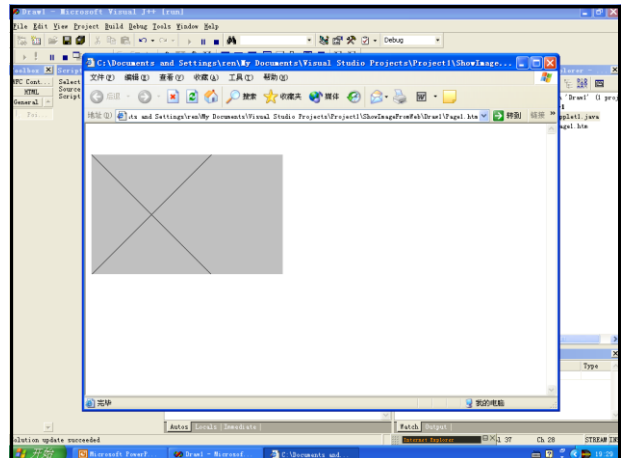
可以用这些方法在Applet的显示区中画图形、文本或图象。

```
public void paint(Graphics g)
{
    .....
}
```

网络应用程序开发：Java

在 Projects/Web pages/Applet on HTML下画直线

```
import java.applet.*;
import java.awt.Graphics;
public class Applet1 extends Applet
{
    public void paint(Graphics g)
    {
        g.drawLine(0,0,200,200);
        g.drawLine(0,200,200,0);
    }
}
```



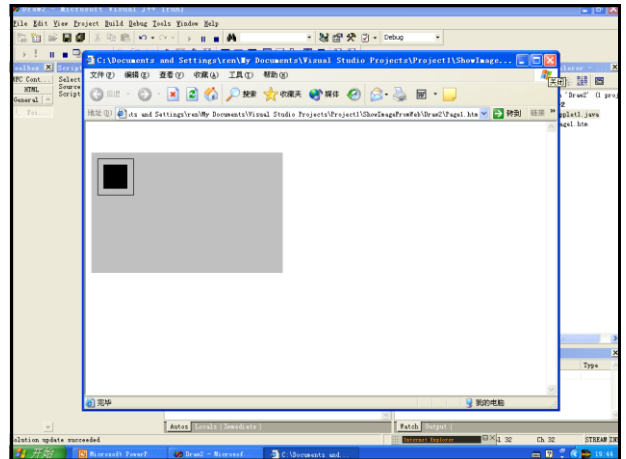


网络应用程序开发：Java

//画矩形

```
import java.awt.Graphics;
import java.applet.*;

public class Applet1 extends Applet
{
    public void paint(Graphics g)
    {
        g.fillRect(20,20,40,40);
        g.drawRect(10,10,60,60);
    }
}
```



网络应用程序开发：Java

//画椭圆

```
import java.awt.Graphics;
public class Applet1 extends Applet
{ public void paint(Graphics g)
{
    g.fillOval(10,10,20,20);
    g.drawOval(50,10,20,40);
}
}
```



网络应用程序开发：Java

//设置背景色

```
import java.awt.Graphics;
public class Applet1 extends Applet
{ public void paint(Graphics g)
{
    .....
    g.setBackground(Color.blue);
    .....
}
}
```



网络应用程序开发：Java

//设置前景色

```
import java.awt.Graphics;
public class Applet1 extends Applet
{ public void paint(Graphics g)
{
    .....
    g.SetForeground(Color.yellow);
    .....
}
}
```

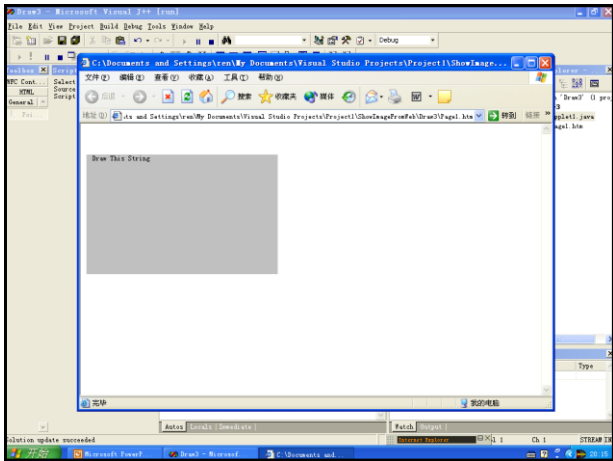


网络应用程序开发：Java

//写字符串

```
import java.awt.Graphics;
import java.applet.*;

public class Applet1 extends Applet
{ public void paint(Graphics g)
{
    String myString="Draw This String";
    g.drawString(myString,10,10);
}
}
```

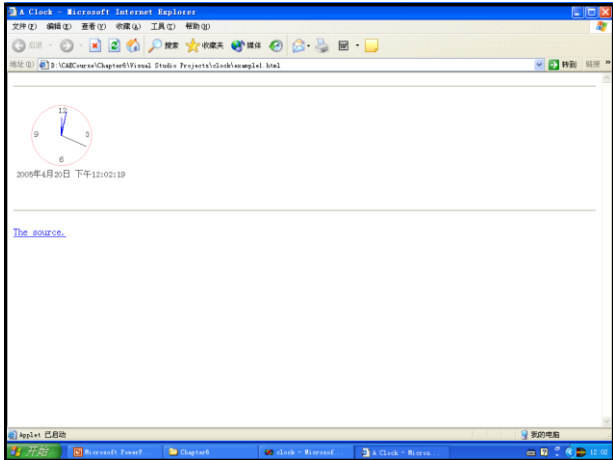
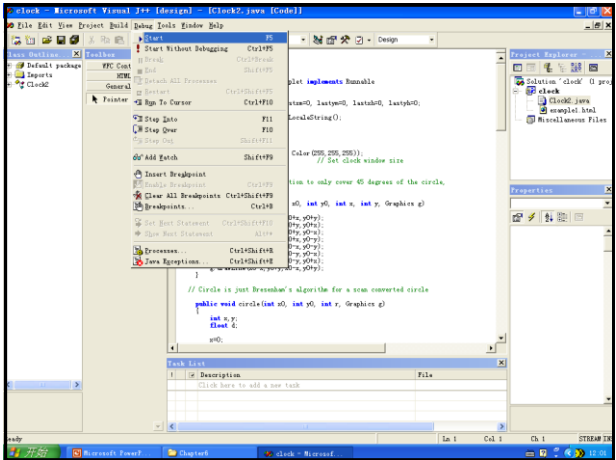
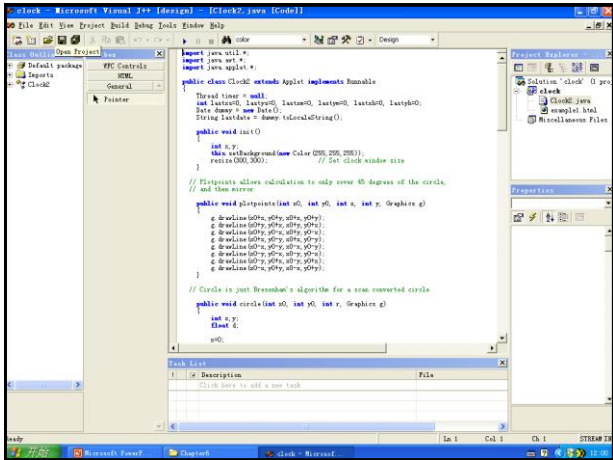


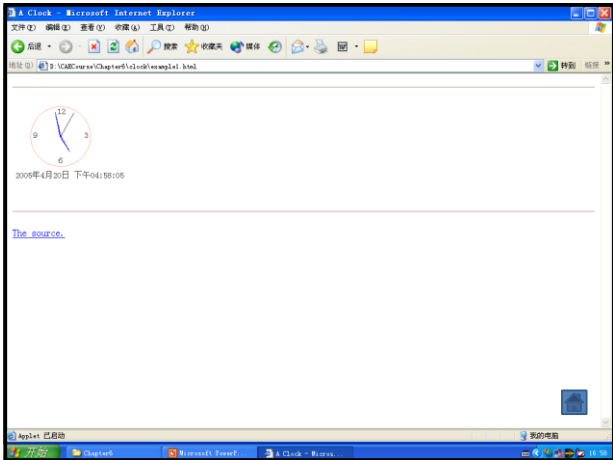
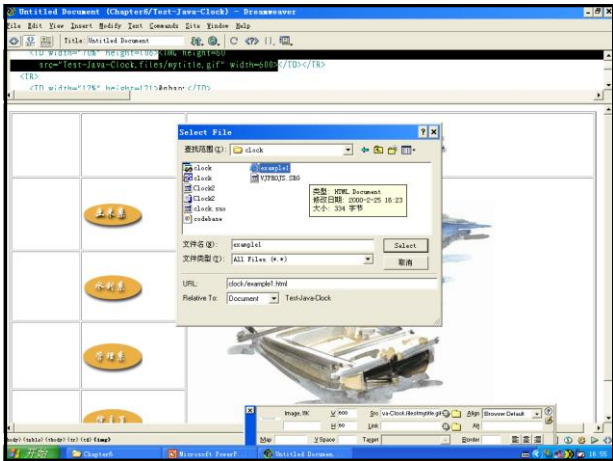
网络应用程序开发：Java

在DreamerWeaver下制作网页时链接JavaApplet:

- (1) 在Visual J++ Projects/Web Pages/Applet on HTML下打开一个项目文件。
- (2) 建立名为clock.java的Java源文件
- (3) Debug/Start后生成clock.class
此时该项目下的HTML文件Page1.htm中自动嵌入了与clock.class有关的HTML源代码，如

```
<P>
<applet code="clock.class"width="200",height="150">
</applet>
</P>
```
- (4) 将clock.class和page1.htm拷贝到DreamerWeaver下制作的网页所在的目录(也可指明目录)
- (5) 将网页上某处与page1.htm链接。

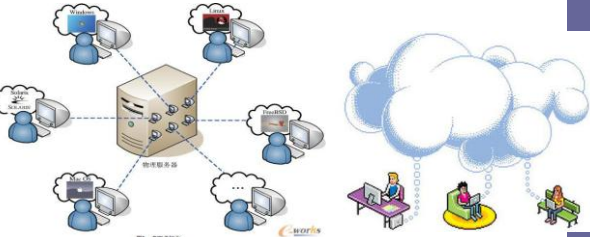






8-4 云计算技术

云计算技术一种基于互联网的计算机方式，该方式可将共享的软硬件资源和信息按需提供给客户端设备。





云计算技术的概念

- 也是一种商业模式和服务方式，用户按照需求弹性地向云计算提供商购买资源和空间进行计算、存储及其他服务。
- 指通过互联网连接的大型服务集群
- 是并行计算（Parallel Computing）、分布式计算（Distributed Computing）和网络计算（Grid Computing）的发展。
- 云计算发展的一个终极目标就是让用户像使用电、自来水和煤气等一样使用软件服务，基于云计算服务用户可以在任何地点使用个人电脑、手机、Ipad等设备连接网络获取所需的软件服务，从而无需购买高性能、大容量的服务器，也无需携带大量的数据和信息。



云计算技术的特点

- **超大规模**
 - “云”具有相当的规模，譬如Google云计算已经拥有100多万台服务器，“云”能赋予用户前所未有的计算能力。
- **虚拟化**
 - 云计算支持用户在任意位置、使用各种终端获取来自于虚拟服务器的服务，虚拟服务器由成千上万台服务器通过网络有机组合形成，用户难以知晓其使用的服务来自哪里。
- **高可靠性**
 - “云”使用了数据多副本容错、计算节点同构可互换措施来保障服务的高可靠性，使用云计算比使用本地计算机更加可靠。



云计算技术的特点

- **高可伸缩性**
 - “云”的规模可以动态伸缩，满足应用和用户规模增长的需求。
- **按需服务**
 - “云”是一个庞大的资源池，用户按需购买，使用像自来水、点和煤气一样付费。
- **极其廉价**
 - 云计算中心本身规模巨大提升资源利用率带来经济性，并且“云”因其高可靠性各个节点可采用廉价和通用的x86节点，因此用户可享受到云计算所带来的低成本优势。另外，用户还将节省购买设备和软件的高额一次性投入。



云计算技术的架构

云计算按照服务类型可分为三种：基础设施即服务（Infrastructure as a Service, IaaS）、平台即服务（Platform as a Service, PaaS）、软件即服务（Software as a Service, SaaS）。



云计算的服务类型

- **云管理**
 - 云管理的功能是确保整个云计算中心的安全和稳定，并被有效地管理和应用。云管理面向的用户是云计算提供商。
- **IaaS**
 - IaaS产品容许用户可以从供应商那里按需租用其计算和存储等资源来装载相关应用，并只为其租用的资源付费，而将专业、繁琐和复杂的资源管理和硬件维护工作较为IaaS提供商负责。具有代表性的IaaS产品有Amazon EC2、IBM Blue Cloud、Cisco UCS和Joyent。IaaS服务十分通用，用户可以部署任何自己需要的服务和应用，但用户必须自行考虑如何使其应用在多台机器中协同工作和并行运算。



云计算的服务类型

- **PaaS**
 - PaaS产品提供用户程序开发和运行的环境，方便用户编写和部署基于云计算的应用程序，而无需考虑如何让其编写的应在多台服务器中协同工作。PaaS产品面向的用户是开发人员。典型的PaaS产品包括Google App Engine, Microsoft Windows Azure以及开源的Hadoop和Eucalyptus。基于云计算的BIM服务器将考虑在PaaS平台上开发和部署。



云计算的服务类型

- **SaaS**
 - SaaS是指将应用基于Web的方式提供给用户。譬如，小型企业为节省成本，应用云计算服务实现邮件、杀毒、财务管理和客户关系管理等应用，省去购买软件和配置企业服务器的成本。典型的SaaS产品包括Salesforce.com的在线客户关系管理CRM服务，Google Apps、Office Web Apps和Zoho。SaaS专业性很强，只给广大一般用户提供某些特定服务。



云计算的四种方式

根据美国国家标准技术研究院NIST的定义，云有**公有云**、**私有云**、**混合云**和**行业云**四种方式。

• 公有云

- 公有云是一种对公众开发的云服务，能支持数据庞大的请求，而且因为规模优势，其成本偏低。公有云由云供应商运营，负责从应用程序、软件运行环境到过物理基础设施等IT资源的安全、管理、部署和维护。
- 许多IT巨头推出了公有云服务，包括Amazon的AWS、Google的Google Apps和App Engine以及Microsoft的Windows Azure。
- 公有云模式优势在于规模大、价格低廉、灵活和功能全面，不足在于用户的对自身数据的可控性地、缺乏信任和不支持遗留环境。公有云因其价格和功能方面的优势，是最受欢迎的一种模式，也被认为是将来的主流模式。但受信任和遗留环境的影响，短期内它对很多用户，特别是大型企业的吸引力仍不够。



云计算的四种方式

• 私有云

- 私有云是在企业内部架设云计算的服务器和平台，为企业内部提供云服务，企业的IT人员负责对其数据、安全性和服务质量进行有效控制。
- 与传统企业数据中心相比，私有云可以支持动态灵活的基础设施，降低IT架构的复杂度。私有云主要有两大联盟：其一是IBM与其合作伙伴，主要推广的IBM Blue Cloud (IBM、蓝云)和IBM CloudBurst；其二是VMware、Cisco和EMC组成的VCE联盟，主要推广Cisco UCS和vBlock。
- 私有云的优势包括数据安全，服务质量不受互联网限制，充分利用现有硬件资源，支持定制和遗留应用以及不影响企业现有的IT管理流程和组织。不足之处在于成本高，包括购买软、硬件设备的一次性投入、运营维护的人力和资金投入，应用范围和功能有限。在将来很长的一段时间内，私有云将成为大中型企业最认可的云模式。



云计算的四种方式

• 混合云

- 混合云是把公有云和私有云结合到一起的模式，容许企业将非关键的应用部署到公共云中，而将安全性要求高、非关键的核心应用部署到安全私密的私有云上。
- 混合云可让企业既享受接近私有云的私密性和降低的成本。混合云的发展刚刚起步，成熟的产品较少，主要有Amazon VPC和VMware vCloud，但它们的私密性和成本都不够理想。



云计算的四种方式

• 行业云

- 行业云是指专门为某一个行业的业务设计的云，并且开放给很多该行业内的企业和用户。
- 行业云尚无成熟的例子，盛大的云平台颇具行业云的潜质。行业云适合相关政府部门或行业协会运营，为整个行业提供专门的优质信息服务，能进一步为用户提供方便，降低成本。但行业云的支持范围小，用户群小，相对公有云而言，每个用户分摊的成本较高。



云计算的四种方式

	公有云	私有云	混合云	行业云
规模	极大	较小	较大	较大
价格（用户）	很低	很高	较高	较低
性能	很高	不一定	高	很高
数据可控性	差	很好	好	较差
遗留环境	不支持	支持	支持	可支持
成熟度	成熟	比较成熟	不成熟	刚起步



云计算在土建工程中的应用

• 与BIM、BIM服务器的结合应用

- 基于云计算的BIM数据分布式存储技术

- 结合云计算的分布式文件存储技术和分布式关系数据库技术，建立非结构化BIM数据和结构化BIM数据的分布式存储方法，研究基于用户交换需求的云端BIM数据库各节点数据结构的自动构建技术，减少远程传输负荷，为基于云计算的BIM数据分布式存储提供技术支持。

云计算在土建工程中应用

基于云计算的分布式BIM数据管理机制

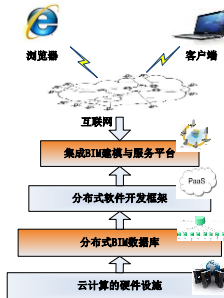
- 结合云计算的分布式数据一致性维护、并发访问控制、安全管理和数据版本管理等机制，实现对象级别的BIM数据管理，确保BIM数据的一致性和安全，为同步修改、数据共享和私有信息保护等提供技术支持。

分布式BIM数据库研究

- 结合BIM体系架构，设计关系型BIM数据库结构，包含IFC格式信息和非IFC格式信息的存储结构，应用云计算的分布式存储技术构建云端BIM数据库（含主服务数据库和各节点数据库的构建），实现在云计算平台中对海量、异构BIM数据的分布式存储和统一管理。

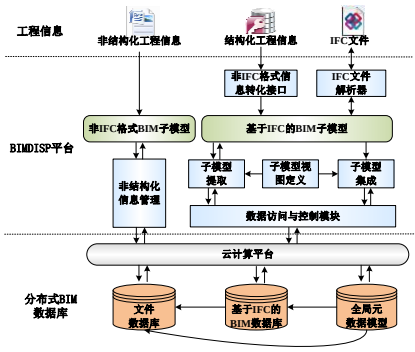
云计算在土建工程中应用

基于云计算的BIM服务器体系架构



云计算在土建工程中应用

基于云计算的BIM服务器平台结构与主要功能



云计算在土建工程中应用

子模型视图定义模块:

- ✓ 可根据用户输入的交换需求，基于IFC元数据模型和IFC子模型约束规则自动生成子模型视图，用于描述用户的交换需求。

子模型提取模块:

- ✓ 根据用户定义的交换需求，从分布式BIM数据库中为用户提取所需的信息。

子模型集成模块:

- ✓ 将用户创建的BIM子模型集成到整体BIM中，并更新全局元数据模型。

IFC文件解析器:

- ✓ 读取并解析step或ifcxml格式的IFC文件，在内存中建立基于IFC的BIM模型。

云计算在土建工程中应用

非IFC格式信息转化接口:

- ✓ 读取和解析非IFC格式的3D模型、进度计划以及概预算等工程信息，在内存中将其转化为IFC模型。

数据访问与控制模块:

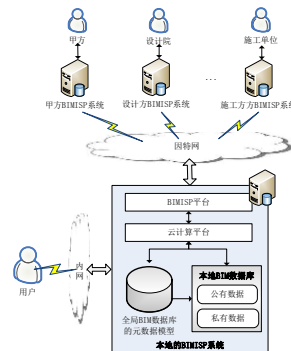
- ✓ 基于云计算平台提供的接口访问BIM数据库，支持BIM数据的提取或修改，同时根据用户权限对访问进行管理，并控制多用户对同一对象的同步修改，维护数据的一致性。

非结构化信息管理模块:

- ✓ 基于云计算平台提供的接口访问和管理文件管理系统，可以根据需求提取所需的问题，或添加所需的问题。

云计算在土建工程中应用

基于云计算的BIM服务器应用模式





云计算在土建工程中应用

关键技术

- 基于元数据模型的分布式云端BIM数据虚拟集成技术
 - ✓ 根据各云端BIM数据库结构在主服务器上动态构建元数据模型的方法，支持主服务器根据元数据模型对各云端数据的远程访问，并应用云计算的云端数据管理技术实现对各云端数据的一致性维护和统一管理，实现云端BIM数据的虚拟集成。
- 基于分布式云端BIM数据库的数据提取任务自动分解技术
 - ✓ 研究基于元数据模型和MapReduce的BIM子模型提取任务分解技术，实现将提取任务合理地分解成多个子任务，并将子任务分配到包含所需数据的节点执行，从而支持用户透明地访问完整的BIM。



云计算在土建工程中应用

- 基于云计算的分布式云端BIM数据一致性管理机制
 - ✓ 当用户进行BIM子模型集成时或对某云端BIM数据修改时，BIMISP系统将根据元数据模型判断哪些节点上也包括正在被更新的数据，应用云计算平台的云端数据同步机制，实现其他云端同一数据被同步更新，确保各云端BIM数据的一致性。



8-5 移动网络应用软件开发

移动互联网，就是将移动通信和互联网二者结合起来，成为一体。



智能手机操作系统介绍

Symbian OS SDK支持 C++/Java 开发
界面：UIQ（OS本身含界面库）

IPone OS 基于M Objective-C
Xcode集成开发环境

Android构建在 Linux 内核
Android SDK 和 Eclipse IDE
Java开发语言



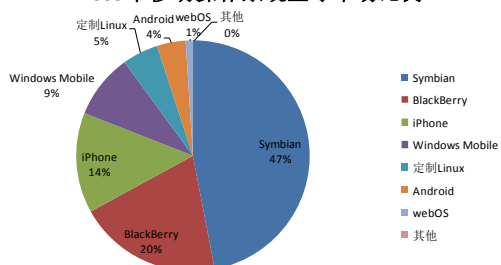
手机操作系统总体框架分析对比

	基于其他系统	开源性	CPU指令集	首次发布时间	最新版本	开发公司或组织
Symbian	EPOC	是	ARM, x86	1994	Symbian^3	Symbian Foundation
Windows Phone	WinCE	否	ARM, MIPS, x86, SuperH	2000年4月	7.0	Microsoft
BlackBerry	无	否	ARM	1999	6.0	RIM
iPhone OS	Darwin	否	ARM	2007年1月	3.1.3	Apple
Android	Linux	是	ARM	2008年10月	4.0.3	Google
Palm	无	否	ARM	1996	5.5	Palm
webOS	Linux	部分	ARM	2009年6月	1.4.1	HP
MeeGo	Linux	是	x86, ARM	2010年3月	1.0	Intel, Nokia

	软件安装方式	内核编程语言	应用编程语言	编程API	模拟器	用户界面
Symbian	软件包 Ovi Store	C++	C++, Java, Python	J2ME, Symbian API	WINS	S60, UIQ, MOAP, Qt
Windows Phone	软件包, Marketplace	C++	C++, C#, VB, Java	.NET, J2ME, WinCE API	VS中集成	Windows 图形, Silverlight
BlackBerry	软件包 App World	C++	Java	J2ME, BlackBerry API	有	BlackBerry 图形
iPhone OS	App Store	C, C++, Objective-C	Objective-C	Cocoa Touch	有	Cocoa Touch
Android	Android Market	C, C++	Java	Android Java Class	有	Android 图形
Palm	软件包	C	C, C++	Palm API	有	Palm图形
webOS	软件包、在线安装	C	C, C++, HTML, JavaScript, AJAX	webOS API	有	webOS图形
MeeGo	Intel AppUp, Ovi Store	C, C++	C, C++	MeeGo API	无	Qt

手机操作系统的市场份额

2009年移动操作系统全球市场比例



手机操作系统的市场份额

Worldwide smart phone market
Shipments by platform, full year 2011

Platform	Full year 2011 shipments	Share (%)	Growth Q4'11/Q4'10
Total	487.7	100.0%	62.7%
Android	237.8	48.8%	244.1%
iOS	93.1	19.1%	96.0%
Symbian	80.1	16.4%	-29.1%
BlackBerry	51.4	10.5%	5.0%
bada	13.2	2.7%	183.1%
Windows Phone	6.8	1.4%	-43.3%
Others	5.4	1.1%	14.4%

Source: Canalis estimates © Canalis 2012

2011年全球智能手机出货量

移动互联网在土建工程中的应用

- 游戏——学习
- 移动电子商务
- 基于地理位置信息的应用
- 施工质量管理
- 运维期设备综合管理
-

移动互联网应用开发

项目研发流程



场景分析



晚上睡觉前

坐车、候车过程中

图书馆、图书馆

上下班的路上
(步行、公交、自驾)

外出旅游的途中

午睡

移动互联网应用开发

交互与界面设计



Android界面开发的困难

移动互联网应用开发





Android开发概述

Android 软件系列包括操作系统、中间件和一些关键应用。

Android是基于JAVA的系统，运行在Linux内核上。

Android SDK 提供多种开发所必要的工具与API。

• Android开发环境的特点

- ① 优化的图形能力支持2D、3D图形(OpenGL ES 1.0)。
- ② SQLite作为结构化数据存储。
- ③ 多媒体支持多种音频、视频格式。
- ④ 支持蓝牙Bluetooth，3G和WiFi
- ⑤ 支持照相机、GPS、指南针和加速度仪等传感器硬件。
- ⑥ 丰富的开发环境。包括虚拟机、调试工具、内存运行检测，以及为Eclipse IDE所写的插件。



Android开发概述

• Android的优势

- **源代码完全开放**，便于开发人员更清楚的把握实现细节，便于提高开发人员的技术水平，有利于开发出更具差异性的应用。
- 采用了有限内存、电池和CPU **优化过的虚拟机Dalvik**，Android的运行速度比想象的要快很多。
- **极大的用户群**，运营商的大力支持，产业链条的热捧。
- **良好的盈利模式**，产业链条的各方：运营商、制造商、独立软件生产商都可以获得不错的利益。将移动终端的评价标准从硬件向软件转变，极大的激发了软件开发者的热情。
- Android的源代码遵循Apache V2 软件许可，而不是通常的GPL v2许可，**有利于商业开发**。
- 具有**强大的Linux社区支持**。



Android开发概述

• Android的不足

- 现有应用完善度不太够，需要的开发工作量较大。
- 基于QEMU 开发的模拟器调试手段不十分丰富。
- 界面开发需要根据不同的操作系统版本进行修改。

• Android SDK所支持的系统环境

- Windows XP (32-bit) or Vista (32- or 64-bit)
- Mac OS X 10.4.8 or later (x86 only)
- Linux (tested on Linux Ubuntu Dapper Drake)



Android开发概述

• Android的系统架构



Android开发概述

✓ Linux Kernel

- Android 基于Linux内核，但不是Linux
- 内核提供系统核心服务，安全机制、内存管理、进程管理、网络、硬件驱动等。
- 并不包括全部的Linux。
- 内核扮演的是硬件层和系统其它层次之间的一个抽象层的概念。
- 操作系统的初始化和编程接口和标准的Linux 系统是有所不同的。



Android开发概述

✓ Libraries

- 被各种Android 组件使用通过应用程序框架开发者可以使用其功能，包括：
 - 媒体库：MPEG4 H.264 MP3 JPG PNG
 - WebKit/LibWebCore：Web 浏览引擎
 - SQLite 关系数据库引擎
 - 2D、3D 图形库、引擎





Android开发概述

✓ Andoid Runtime

- 核心库提供的Java 功能Dalvik 虚拟机依赖于Linux 内核
- 可同时运行多个Dalvik 虚拟机
- 每一个Android 应用程序在它自己的Dalvik VM 实例中运行VM 执行优化的Dalvik 可执行文件(.dex)
 - 把编译过的Java文件转换为dex 文件



Android开发概述

✓ Applications Framework

- 核心应用，例如联系人，电子邮件，电话，浏览器，日历，地图， ...
- 充分访问所有核心应用框架API
- 简化组件的重用
- 用Java 编写应用程序



✓ Applications

- JAVA编写的应用程序



Android开发概述

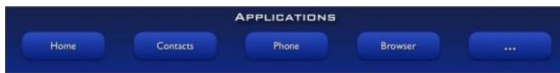
✓ Applications Framework

- 核心应用，例如联系人，电子邮件，电话，浏览器，日历，地图， ...
- 充分访问所有核心应用框架API
- 简化组件的重用
- 用Java 编写应用程序



✓ Applications

- JAVA编写的应用程序



Android开发环境的搭建

• 硬件要求

- 双核及以上CPU，2G以上内存

• 软件要求

- Andriod SDK
- Java环境JDK 1.6
- Eclipse 和 ADT



Android开发环境的搭建

• 软件环境的搭建

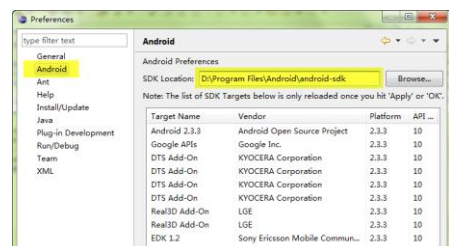
- 安装JDK
- 下载Android SDK
- 配置Android SDK
 - 右键单击我的电脑，选择属性->高级，点“环境变量”按钮，修改“系统变量”下面的Path变量，把Android SDK tools的真实路径加入其中（如D:\Program Files\Android\android-sdk）。添加完后，可以在命令行下用命令测试：android --help，如果出现android的帮助命令就说明配置好了。
- 安装MyEclipse(开发环境)
- 安装ADT(Android Development Tools)
 - 启动MyEclipse，Help->Software Updates->Find and Install->Search for new features to install->New Remote Site.然后输入name: anroid (随便) [url:https://dl-ssl.google.com/android/eclipse/](https://dl-ssl.google.com/android/eclipse/)。都选中，然后安装。安装完后，重启MyEclipse。



Android开发环境的搭建

• 软件环境的搭建

- 在myeclipse里配置SDK路径
 - 选择Windows->Preferences->Android，选择Android SDK的位置（如D:\Program Files\Android\android-sdk）

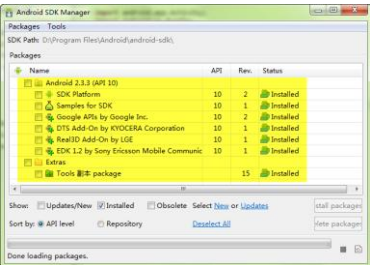




Android开发环境的搭建

• 软件环境的搭建

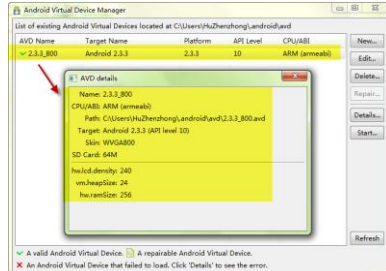
- 创建安卓虚拟机AVD(Android Virtual Device)
 - 选择Window->Android SDK Manager, 点开右边的树中选择需要的SDK Platform和对应的Android APIs, 然后就Install Select. 安装完后如下图。



Android开发环境的搭建

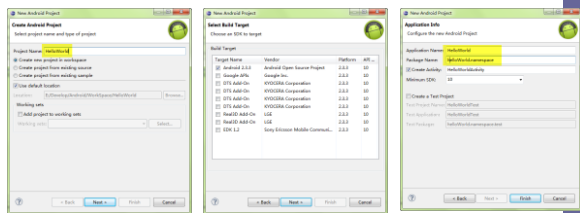
• 软件环境的搭建

- 创建安卓虚拟机AVD(Android Virtual Device)
 - 选择Window->AVD Manager, 右边点New, 按要求输入。完成后, 结果如下图所示。至此, 配置完毕。

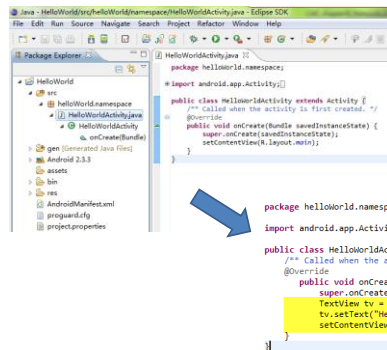


Android开发Hello world!

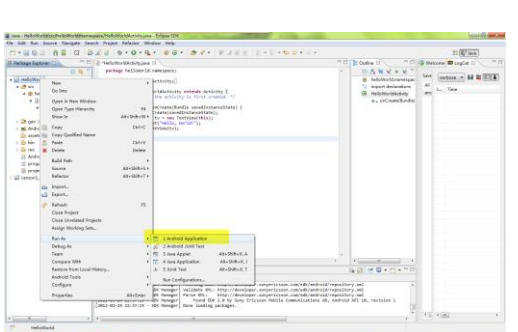
- 打开Eclipse, 选择File > New > Project如果Android的Eclipse的插件正确安装了, 弹出的对话框里就会有一项“Android”, 选择“Android Project”, 点下一步。
- 除了包名外, 我们可以全部填写HelloWorld。这里填写的Activity name就是你的项目创建好后Activity的类名。



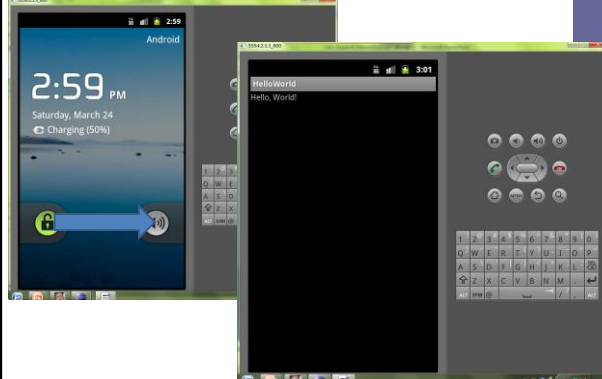
Android开发Hello world!



Android开发Hello world!



Android开发Hello world!





Android开发教程

- <http://www.apkbus.com/android-830-1-1.html>

《安卓学习指南》

目录

第一章：Android开发环境的搭建
第二章：Android系统架构分析和应用程序目录结构分析
第三章：Android系统的使用
第四章：Activity入门指南
第五章：用户界面 View (一)
第六章：用户界面 View (二)
第七章：用户界面 View (三)
第八章：Intent入门指南
第九章：用户界面 View (四)
第十章：用户界面 View (五)
第十一章：用户界面 View (六)
第十二章：用户界面 View (七)
第十三章：用户界面 View (八)
第十四章：Service入门指南
第十五章：SQLite数据库

第十六章：完善 Android Menu
第十七章：对话框 Android Dialog
第十八章：Android SharedPreferences和File
第十九章：Android Notification的使用入门
第二十章：Content Provider 使用入门
第二十一章：Broadcast Receiver 使用入门
第二十二章：Android和Service调用
第二十三章：Drawable使用入门
第二十四章：Android动画入门 (一)
第二十五章：Android动画入门 (二)
第二十六章：Android中的GPS使用入门

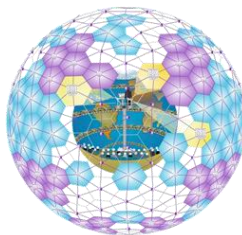
第二十七章：Handler使用入门
第二十八章：Android多媒体(Media)入门
第二十九章：WebView学习指南

第三十章：URL Connection和HttpClient使用入门
第三十一章：在Android中解析XML
第三十二章：Android中的主题和风格学习指南
第三十三章：自定义Android UI组件
第三十四章：Android Timer 计时器
第三十五章：App Widget入门指南
第三十六章：Android手机摄像头使用入门
第三十七章：Android手写输入和手写输入使用入门
第三十八章：Android传感器使用入门
第三十九章：Android WiFi使用入门
第四十章：Android WiFi使用入门
第四十一章：Android蓝牙使用入门
第四十二章：用户界面 View (九)
第四十三章：用户界面 View (十)
第四十四章：用户界面 View (十一)
第四十五章：用户界面 View (十二)
第四十六章：用户界面 View (十三)



8-6 物联网技术

- “物联网” (Internet of Things) 指的是将各种信息传感设备与互联网结合起来而形成的一个巨大网络，实现智能化识别和管理。



物联网技术概述

- 物联网与互联网
 - 互联网是物联网的基础
 - 物联网是互联网发展的延伸
- 突破传统思维，在“物联”时代，“现实的世间万物”将与“虚拟的互联网”整合为统一的“整合网络”，全球全世界的运转以此为基础
- 这个网络中，物品能够进行“交流”，而无需人的干预
- 其实质是通过网络实现物品的自动识别和信息的互联与共享



物联网技术概述

- 物联网的特点
 - 全面标识：利用RFID标签、条形码、数字芯片等方式对所有对象进行标识。
 - 动态感知：利用RFID装置、条码扫描枪、传感器、卫星、微波，及其它各种感知设备随时随地、或主动或被动地采集各种动态对象，全面感知世界。
 - 可靠传递：利用以太网、无线网、移动网将感知的信息进行实时传送。
 - 智能控制：对物体实现智能化的控制和管理，真正达到人与物的沟通。



物联网技术概述

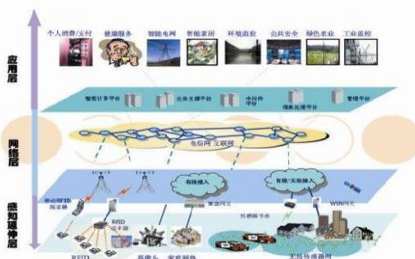
- 物联网的未来
 - 美国权威咨询机构FORRESTER预测，到2020年，世界上物联网互联的业务，跟人与人通信的业务相比，将达到30比1，因此，“物联网”被称为是下一个万亿级的通信业务。
 - 《Internet of Things in 2020》报告中分析预测，未来物联网的发展将经历四个阶段
 - 2010年之前RFID被广泛应用于物流、零售和制药领域
 - 2010~2015年物体互联
 - 2015~2020年物体进入半智能化
 - 2020年之后物体进入全智能化



物联网技术概述

- 物联网的架构

物联网主要有三层架构：即：感知层、网络层和应用层。





物联网技术概述

物联网的架构



物联网技术概述

物联网的关键技术

- 物品标示技术
 - ✓ 一维条码
 - ✓ 二维条码
 - ✓ RFID
- 感知技术
 - ✓ 传感器技术：感知物资信息
 - ✓ RFID感知技术：智能识别
 - ✓ 微机电系统 (MEMS)：采集信息
 - ✓ GPS/GIS技术：全球定位/地理信息系统



物联网技术概述

物联网的关键技术

- 网络技术
 - ✓ 无线传感器网络 (WSN) 技术
 - ✓ Wi-Fi (Wireless Fidelity, 无线保真技术)
 - ✓ 通信网、互联网、3G网络、IPV6
 - ✓ GPRS网络 (基于GSM系统的无线分组交换技术)
 - ✓ 广电网络、NGB (下一代广播电视网)
- 专业技术
 - ✓ 企业资源计划 (ERP: Enterprise Resource Planning)
 - ✓ 专家系统 (Expert System)
 - ✓ 云计算 (Cloud Computing)
 - ✓ 系统集成 (System Integrate)
 - ✓ 行业应用 (Industry Application)



物体标识技术

条码技术

- 信息编码 (代码) 是作为物体的唯一标识，由一组有序字符组合而成，便于计算机和人识别、处理。
- 信息编码的重要性：
 - 可以唯一地标识一个物体；
 - 能够被计算机系统识别，接收和处理
 - 加快输入，减少出错，便于存储和检索，节省存储空间
 - 使数据的表达标准化，简化处理程序，提高处理效率
- 条码技术诞生于20世纪40年代，但得到世纪应用和迅速发展还是在近20年间。



物体标识技术

条码技术的研究对象

- 如何将需要向计算机输入的信息用条码这种特殊的符号加以表示，以及如何将条码所表示的信息转变为计算机自动识读的数据。
- 编码规则 (由数字、字母组成的代码序列)
- 符号表示技术 (一组按特定规则排列的条和空)
- 识读技术 (硬件解决数据转换和通信，图像感应器/激光扫描；软件解决数据处理、分析、译码等)
- 印刷技术 (大批量、小批量、现场专用)
- 条码应用系统设计技术 (条码设计、符号印刷、识读设备选择)



物体标识技术

一维条码技术

- EAN-13
- EAN-8
- UPC-A
- UPC-E
- 库德巴条码
- 128码
- ISBN/ISSN

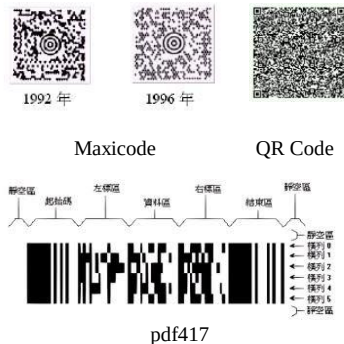




物体标识技术

· 二维条码技术

- PDF417
- QR Code(快速响应矩阵码)
- Datamatrix码
- Maxicode



物体标识技术

· 条码采集识别设备

- 接触式(光笔、卡槽式条码扫描器)和非接触式(CCD扫描器、激光扫描器)
- 固定式和手持式
- 图像采集式和拍摄式
- 单向式和全向式



· 选购:

- 工作距离(景深)
- 标签尺寸/标签密度
- 图像译码
- 接口设备



物体标识技术

· RFID技术

- Radio Frequency Identification, 射频识别是一种非接触式的自动识别技术, 通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据, 识别工作无需人工干预, 可工作于各种恶劣环境。可识别高速运动物体并可同时识别多个标签。
- RFID是一种简单的无线系统, 有两个基本器件, 一个是阅读器(Reader), 一个标签(Tag)



物体标识技术

· RFID技术的特点

- 快速扫描
- 提及小型化, 形状多样化
- 抗污染能力和耐久性强
- 可重复使用
- 穿透性和无屏障阅读
- 数据记忆容量大, 可达3000字符
- 安全性强

RFID 作为物联网中最为重要核心技术, 对物联网的发展起着至为重要作用。



物体标识技术

· RFID的分类

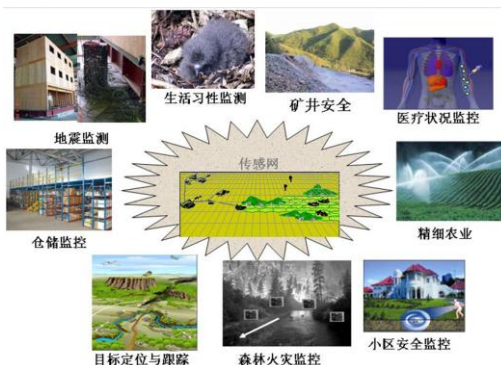
- 低频 (LF)、高频 (HF)、超高频 (UHF)、微波 (MW)
- 有源、无源

· RFID的典型应用

- 第二代身份证
- 供应链应用
- ITC
- 防盗
- 手机支付
- 新生儿跟踪



物联网的应用



— 产品的智能可追溯网络



- 物流过程的可视化智能管理网络



— 智能化的企业物流配送中心

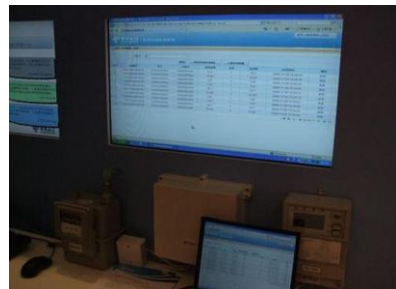


— 智慧供应链



- 广州白云机场

一 联网的水电煤气表





物联网的应用

- 智能物业管理中的应用
 - 大型建筑物复杂室内定位系统



物联网的应用

- 智能物业管理中的应用
 - 智能家居



重要参考文献

- <http://apps.hi.baidu.com/share/detail/18925571>.
- <http://www.apkbus.com/> 安卓巴士.
- <http://www.apkbus.com/android-830-1-1.html> 安卓学习指南.
- 庞明. 物联网条码技术与射频识别技术. 中国物资出版社. 2011
- 张成海等. 条码技术与应用. 清华大学出版社. 2010



本章学习重点

- 了解计算机网络的基本概念
- 掌握静态网页的制作方法
- 了解动态网页的制作方法
- 了解云计算的基本概念和应用情况
- 了解移动互联网的基本概念
- 掌握安卓开发的基本环境
- 了解物联网的基本概念、关键技术和应用情况
- 了解条码技术和RFID技术



提高内容参考

- 用ASP、.NET或Java开发一个建筑工程项目管理信息系统;
- 针对建筑施工或运维管理中的一个问题, 开发一个Android应用程序, 用于读取QRCode形式的二维条码, 并将其结构显示出来。



谢谢!

清华大学土木工程系

胡振中

huzhenzhong@tsinghua.edu.cn