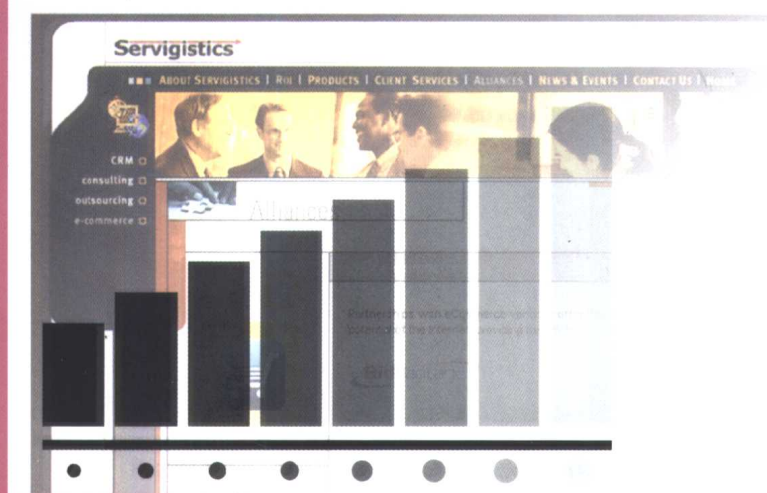


Java 编程实例系列丛书

Java 图形与动画编程实例



李敏 丁友东 编著

- ◆ 全面解析Java技术
- ◆ 丰富、简洁的实例，使晦涩的概念和理论变得轻松易读
- ◆ 超凡的实战经验，帮您进入更广阔的编程空间

Java



清华大学出版社

Java 编程实例系列丛书

Java 图形与动画 编程实例

李 敏 丁友东 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书将介绍 Java 中的图形图像编程, 以大量生动的实例讲解了 Java 图形图像编程的方法和技巧。本书共分十个章节, 分别介绍了 Java 中基本的图像相关编程、Java 3D 的编程、渐变动画编程、分布式动画编程等。每一个知识点都通过剖析一个具体的实例来说明编程的方法。

本书用浅显易懂的方式介绍图形图像和动画的实现方法, 并用大量的例程来实现这些动画。本书适合于具有一定 Java 编程基础的软件开发人员阅读, 可以作为图形图像编程人员的参考书, 也可供 Java 编程爱好者和动画制作人员使用。

版权所有, 翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签, 无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

Java 图形与动画编程实例/李敏、丁友东编著. —北京: 清华大学出版社, 2003

(Java 编程实例系列丛书)

ISBN 7-302-06649-3

I. J... II. ①李... ②丁... III. Java 语言—程序设计 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 036549 号

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦, 邮编 100084)

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

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

策划编辑: 彭 欣

责任编辑: 刘 颖

印 刷 者: 北京牛山世兴印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 **印张:** 24.75 **字数:** 586 千字

版 次: 2003 年 6 月第 1 版 2003 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-06649-3/TP·4977

印 数: 0001~4000

定 价: 36.00 元

丛 书 序

《Java 编程实例系列丛书》在参与编写的作者、合作者，以及丛书编辑的共同努力下，近日即将与读者见面了，首先向付出辛勤劳动的丛书作者和编辑们致以崇高的敬意。

Java 语言是一种与平台无关的编程语言，它具有“一次编写，随处运行”的特点，所以，非常适合于分布式的网络编程。随着 Internet 网络在我国的迅速普及，参与和从事网络编程的人员也在不断地增加，同时，也将有更多的网络开发者选用 Java 语言作为编程工具，而一些 C 和 C++ 程序员也在逐步转向应用 Java 语言编写程序。为在较短时间内学会并掌握 Java 语言的编程方法和技巧，我们从实际应用出发，编写了《Java 编程实例》丛书系列，该套丛书包括：《Java 基础编程贯通教程》、《Java Applet 编程实例》、《Java 图形与动画编程实例》、《J2EE EJB 编程实例》、《Java 安全性编程实例》、《Java 数据库编程实例》、《Java 网络编程实例》、《Java 服务器编程实例》等。丛书的每一个实例都是一个具体的应用，具有较强的实用性和目的性，这套丛书的实例包括了 Java 语言应用的方方面面，而且实例难易结合、应用面广，非常适合初、中、高级的学习 Java 语言编程的读者。

在这里有一点需要说明的是，如果您在阅读本套丛书之前，没有接触过 Java 语言，建议您先认真阅读一下《Java 基础编程贯通教程》这本书，该书叙述全面、重视教学方法，同时将丛书实例涉及到的内容贯通起来进行讲解，不但有利于把问题说清楚，也可以减轻初学者的学习负担。从头到尾，一本书基本解决问题，读者学习之前不需要有编程基础，只要读通本书，就能立即参与编程。这也是我们之所以把《Java 基础编程贯通教程》列入该套丛书的主要原因。

如果您以前接触过 Java 语言或已经具备一定的编程基础，那么您可以直接进入实例演练的世界，相信本套丛书将会成为您学习 Java 编程的良师益友。

《Java 编程实例系列丛书》在编写过程中，充分体现了理论联系实际，所有参加编写的人员都是多年使用 Java 语言开发网络实际应用项目、具有丰富的实际应用经验的研究员、高级工程师、工程师，以及从事 Java 教学和培训的教师等，有些参编人员已经获得了 Sun 公司的 Java 程序员的资格认证。在丛书中的多数实例都是作者从实际应用项目中提炼出来的，它们具有很强的代表性和实用性，并由浅入深地介绍给读者，通过丛书的实例能够给读者一定的启发，可以说，该系列丛书为 Java 程序员开发各种实际应用项目提供了可参考的解决方案。

《Java 编程实例系列丛书》的内容涉及了计算机应用的前沿技术，例如，网络应用技术、图形动画，以及多媒体技术、数据库技术、大型企业级应用开发技术、网络服务器应用技术、EJB 技术和网络安全技术等，每一个实例都有明确的目标，即解决一类问题。由于 Java 代码的可移植性，读者完全可以将丛书中的实例应用到自己的项目中。

在《Java 编程实例系列丛书》内的每一个实例源程序代码中都添加了详细的注释，增强了程序的可读性，便于读者学习和使用。

本系列丛书体系结构分类合理、各单册层次清晰、深入浅出、通俗易懂，相信一定能够得到 Java 程序员和 Java 爱好者的欢迎。

《Java 编程实例系列丛书》编委会
2003 年 3 月

编委会名单

主编：孙一林

编委：(按照姓氏笔划为序)

丁友东	王 强	史斌星	史 佳	孙一林
刘 特	张 莉	何 梅	李 敏	李华彪
陈 雷	郑立华	赵文昉	侯晓强	徐迎晓
彭 波	黎晓冬	冀荣华		

前 言

Java 是目前最流行的功能强大的编程语言，它具有面向对象、简单高效、与平台无关、安全和支持多线程等优点，同时随着 Java 新版本的不断推出，它对图形图像功能方面的支持也不断加强，Java 二维和 Java 三维技术使图形图像的编程变得简单快捷。

本书围绕着图形图像编程这个主题，结合作者平时工作、学习的心得体会，以大量的编程实例详细讲解 Java 中的图形图像编程方法。本书的内容包括以下几部分：

- Java/Java 2D 图形图像编程
- Java 3D 编程
- 渐变动画
- 分布式动画

本书将跳过 Java 基本编程知识，直接开始图形图像编程。在阅读本书之前，读者应当具有 Java 语言编程的基本知识，并对面向对象技术有一定的了解。

本书采用浅显易懂的方式介绍图形图像和动画的实现方法，并用大量的例程来说明如何实现。每个知识点都按照以下几个部分进行分析：实例说明、编程思路、代码与分析和运行程序，使读者可以迅速地掌握该知识点并予以应用。

全书共分 10 章，其中：

第 1 章 介绍 Java 动画编程的运行环境和 Java 3D 的运行环境。

第 2 章 介绍 Java 动画设计基础。包括如何使用多线程控制动画和动画界面的布局等。

第 3 章 引入动画程序的头像处理实例。包括如何加载和显示图像、如何抓取图像像素、如何用双缓冲技术避免图像的闪烁，并列举了 Java 2D 图像的处理实例。

第 4 章 引入曲线与曲面应用实例。介绍了如何编写 Bezier 曲线、如何编写 B 样条曲线、如何在 Java 2D 中生产曲线以及如何绘制曲面等。

第 5 章 介绍如何在 Java 3D 中创建基本几何形体。包括 Java 3D 场景图、如何生产点、线、面以及几何形体等。

第 6 章 引入 Java 3D 编程实例。包括颜色与光照、材质、纹理贴图等。

第 7 章 引入 Java 3D 动画编程实例。包括鼠标交互、键盘交互、Picking 行为、自定义行为、交换值内插器和透明度内插器等。

第 8 章 介绍如何实现图像的自然渐变。包括二维图像交融渐变实例、基于线对的渐变实例、基于网格的渐变实例等。

第 9 章 引入分布式动画编程实例。包括应用 RMI 框架结构的实例、实现 RMI 中的参数传递实例、利用 RMI 回调编写聊天服务器以及用 RMI 构建分布式动画应用实例等。

第 10 章 引入两个有趣的动画实例。分别是水波动画和分形动画。

前 言

本书适合于具有一定 Java 编程基础的软件开发人员阅读，可以作为图形图像编程人员的参考书，也可供 Java 编程爱好者和动画制作人员使用。

在本书的编写过程中，徐迎晓、何梅、刘特等提出了不少宝贵意见，在此深表感谢。同时感谢沙玫君、邓泽洲、王玉梅、李斌和邓磊，他们在我写书期间给予我很大的支持和帮助；感谢同窗好友：曹晓夏、李静、王文、刘加猛、赵韵初的支持。

由于时间紧促，加之水平有限，书中错误在所难免，望读者给予批评指正，欢迎提出宝贵意见。

编者

2003 年 5 月

目 录

第 1 章 准备上手	1
1.1 开发环境的准备	2
1.2 Java 动画编程的运行环境	2
1.3 Java 3D 的运行环境	5
1.4 小结	7
第 2 章 Java 动画程序设计基础	8
2.1 使用 Java Applet 显示动画界面	9
2.2 使用 Java Application 显示动画界面	12
2.3 合并 Java Applet 程序和 Java Application 程序	16
2.4 使用多线程控制动画	20
2.5 动画界面的布局	22
2.5.1 边框布局管理器	23
2.5.2 卡片布局管理器	25
2.5.3 流布局管理器	27
2.5.4 网格布局管理器	30
2.5.5 网格包布局管理器	32
2.6 小结	36
第 3 章 动画程序的图像处理实例	37
3.1 加载和显示图像	38
3.1.1 在 Java Applet 中加载和显示图像	38
3.1.2 在 Java Application 中加载和显示图像	39
3.2 使用 MediaTracker 加载显示图像	41
3.3 抓取图像像素	43
3.4 用图像过滤技术产生不同的处理效果	47
3.4.1 CropImageFilter	47
3.4.2 ReplicateScaleFilter 和 AreaAveragingScaleFilter	49
3.4.3 RGBImageFilter	52
3.4.4 ImageFilter	55
3.5 双缓冲技术避免图像的闪烁	61
3.6 Java 2D 图像处理实例	65
3.6.1 缓冲区图像实例	65

3.6.2	查找表过滤实例.....	70
3.6.3	重调过滤实例.....	75
3.6.4	颜色转换过滤实例.....	79
3.6.5	卷积过滤实例.....	82
3.6.6	仿射变换实例.....	86
3.7	小结.....	90
第 4 章	曲线与曲面应用实例.....	91
4.1	编写 Bezier 曲线.....	92
4.1.1	de Casteljau 算法.....	92
4.1.2	中点离散算法.....	95
4.2	编写 B 样条曲线.....	98
4.3	在 Java 2D 中生成曲线.....	105
4.3.1	二次曲线.....	106
4.3.2	三次曲线.....	109
4.4	绘制曲面.....	112
4.5	小结.....	120
第 5 章	在 Java 3D 中创建基本几何形体.....	121
5.1	Java 3D 场景图.....	122
5.2	生成点.....	126
5.2.1	用 PointArray 创建点.....	126
5.2.2	用 IndexedPointArray 创建点.....	128
5.2.3	使用 PointAttributes 修改点的大小和形状.....	131
5.3	生成线.....	132
5.3.1	用 LineArray 创建直线.....	132
5.3.2	用 IndexedLineArray 创建直线.....	134
5.3.3	用 LineStripArray 创建折线.....	136
5.3.4	用 IndexedLineStripArray 创建折线.....	139
5.3.5	使用 LineAttributes 修改直线的外观.....	141
5.4	生成面.....	142
5.4.1	用 TriangleArray 创建三角形面.....	143
5.4.2	用 IndexedTriangleArray 创建三角形面.....	145
5.4.3	用 TriangleStripArray 创建连续三角形面.....	147
5.4.4	用 IndexedTriangleStripArray 创建三角形面.....	150
5.4.5	用 TriangleFanArray 创建三角形面.....	154
5.4.6	用 IndexedTriangleFanArray 创建三角形面.....	157
5.4.7	用 QuadArray 创建四边形面.....	162
5.4.8	用 IndexedQuadArray 创建四边形面.....	165
5.5	生成基本几何形体.....	168



5.5.1	使用 Box 创建长方体	169
5.5.2	使用 ColorCube 创建彩色立方体	171
5.5.3	使用 Cone 创建圆锥体	171
5.5.4	使用 Sphere 创建球体	172
5.5.5	使用 Cylinder 创建圆柱体	174
5.6	小结	175
第 6 章	Java 3D 编程实例	176
6.1	颜色与光照	177
6.1.1	环境光	177
6.1.2	定向光	180
6.1.3	点光源	182
6.1.4	聚光源	185
6.2	材质	188
6.3	纹理贴图	192
6.3.1	在简单的几何形体上绘制纹理	192
6.3.2	在面上绘制纹理	195
6.3.3	设置纹理边界的模式	199
6.3.4	设置过滤	202
6.3.5	设置 TextureAttribute	205
6.4	小结	208
第 7 章	Java 3D 动画编程实例	209
7.1	鼠标交互	210
7.2	键盘交互	213
7.3	Picking 行为	215
7.4	自定义行为	219
7.4.1	WakeupOnAWTEvent 自定义行为	219
7.4.2	WakeupOnElapsedTime 自定义行为	223
7.4.3	复杂的自定义行为	227
7.5	使用 Alpha 对象	235
7.6	颜色内插器 ColorInterpolator	239
7.7	交换值内插器 SwitchValueInterpolator	242
7.8	变换内插器 TransformInterpolator	246
7.8.1	使用 PositionInterpolator 内插器	246
7.8.2	使用 RotationInterpolator 内插器	249
7.8.3	使用 ScaleInterpolator 内插器	251
7.8.4	使用 RotPosScalePathInterpolator 内插器	255
7.8.5	使用 RotPosScaleTCBSplinePathInterpolator 内插器	260
7.9	透明度内插器 TransparencyInterpolator	263

7.10	LOD	267
7.11	Bilboard	270
7.12	Morph	273
7.13	小结	279
第 8 章	图像自然渐变的实现	280
8.1	二维图像交融渐变实例	281
8.1.1	生成图像交融渐变产生的图像	281
8.1.2	生成图像交融渐变产生的动画	285
8.2	基于线对的渐变实例	288
8.2.1	基于一对线对的渐变过程	288
8.2.2	基于多对线对的渐变过程	292
8.3	基于网格的渐变实例	300
8.4	综合实例: 人脸自然渐变实例	308
8.5	小结	327
第 9 章	分布式动画编程实例	328
9.1	一个应用 RMI 框架结构的实例	329
9.2	编写一个简单的 RMI 分布式应用	330
9.3	实现 RMI 中的参数传递实例	334
9.4	利用 RMI 回调编写聊天服务器	342
9.5	用 RMI 构建分布式动画应用实例	350
9.6	小结	369
第 10 章	两个有趣的动画实例	371
10.1	水波动画	372
10.2	分形动画	377
10.3	小结	381

第1章

准备上手

本章要点

Java 作为一门优秀的编程语言，吸引了越来越多的编程爱好者，优越的性能使它能够胜任各种类型的应用。Java 2 在 Java 1.1 的基础上，对图形图像、多媒体和网络等方面提供了更多的支持，同时增加了 Java 基础类、Java 2D 等新的图形处理功能。本章将介绍如何构建 Java 开发环境的具体方法和步骤。如果读者对 Java 的编程环境非常熟悉，可以跳过本章继续学习。

本章主要内容

- ① 开发环境的准备
- ② 环境的搭建



1.1 开发环境的准备

Java 的一个重要特点是平台无关性。Java 程序均被编译成一种虚拟机代码，在被称为 Java 虚拟机的解释器上执行。因此只要一个操作系统带有 Java 解释器，或者 Web 浏览器带有 Java 解释器，Java 程序就可以执行。

本书中程序建议在以下环境中运行：

- 硬件环境
 - CPU：主频 500 MHz 以上；
 - 内存：128 MB；
 - 硬盘：5 GB 左右自由空间；
 - 显示器：15 英寸或更高；
 - 分辨率：1024×768 或更高；
 - 网卡或调制解调器：能够连接互联网。
- 软件环境
 - Windows 95/98/NT/2000/XP；
 - JDK 1.3 或以上版本(Java Development Kit)。

1.2 Java 动画编程的运行环境

获取软件

为了鼓励更多的人使用 Java 语言开发软件，Sun 公司向大家免费提供了 Java 语言的软件开发工具包(Java Development Kit, JDK)，它包括 Java 基本类库、Java 编译器、Java 虚拟机和 Applet 浏览器等。目前 JDK 的最新版本为 j2sdk-1.4.0.01，读者可以从 Sun 公司的网站(<http://java.sun.com>)下载最新版本的 JDK。

Windows 平台上 JDK 的安装步骤

- (1) 从 Sun 网站下载最新版本的 JDK。
- (2) 执行 j2sdk-1_4_0_01-windows-i586.exe 文件，按照提示选择安装的目录、选择安装组件。
- (3) 安装完毕 JDK 后，将 jdk1.4\bin 目录加到 PATH 路径中，读者可以有两种方法来配置路径：
 - 每次运行 DOS 窗口的时候，在编译和运行 Java 程序前，首先输入以下命令修改 path 参数。

```
path=安装路径\jdk1.4\bin;%path%
```

- 在系统配置实用程序(msconfig)中修改参数, 即运行 msconfig, 选择 Autoexec.bat 选项卡, 然后单击【编辑】按钮, 加入 PATH 参数: “PATH=安装路径jdk1.4\bin;%PATH%”, 如图 1.1 所示。编辑完成后, 需要重新启动, 配置才能生效。

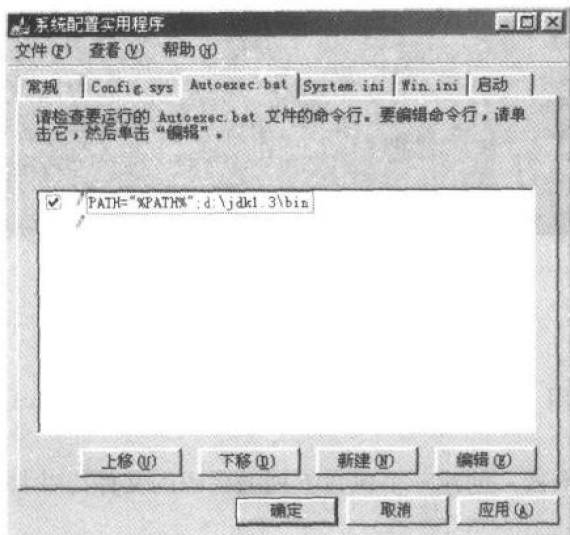


图1.1 设置msconfig

Solaris 平台上 JDK 的安装步骤

- (1) 卸载以前安装过的 JDK, 如果以前没有安装过 JDK, 跳过步骤(1)。

```
pkgrm SUNWj3dmo SUNWj3man SUNWj3dev SUNWj3rt
```

- (2) 从 Sun 网站上下载最新版本的 JDK。

- (3) 将.tar.Z 文件解包, 运行

```
zcat j2sdk-1_4_0_01-solaris-sparc.tar.Z | tar -xvf -
```

解包后将产生 9 个文件: COPYRIGHT、LICENSE、README、README.html、SUNWj3dev、SUNWj3dmo、SUNWj3jmp、SUNWj3man 和 SUNWj3rt。

- (4) 安装软件包, 在命令提示符后输入如下命令:

```
pkgadd -d . SUNWj3rt SUNWj3dev SUNWj3man SUNWj3dmo
```

JDK 将会被安装在/usr/j2se 目录下。

 **注意:** SUNWj3man 是日文版的手册包, 使用日文平台的用户可以安装这个包。

- (5) 设置路径。

在 Solaris 系统中都有一个或两个系统自带的版本较低的 JDK, 一般在/usr/java1.1 或/usr/java1.2 目录下, 在/usr 下的 java 是指向这个目录的连接。如果不想使用这个 JDK, 可以编辑用自己的.profile 配置文件, 修改 PATH 参数, 将/usr/j2se/bin 加到/usr/bin 的前面。在 Solaris 上安装 JDK 的界面如图 1.2 所示。

```
# /usr/sbin/pkgadd -d. SUNWj3rt SUNWj3dev SUNWj3man SUNWj3dmo
Processing package instance <SUNWj3rt> from </export/home/user/nli>

J2SDK 1.4 runtime environment
(sparc) 1.4.0.REU=2002.04.21.03.56
Copyright 2002 Sun Microsystems, Inc. All rights reserved.
Use is subject to license terms.
Using </usr> as the package base directory.
## Processing package information.
## Processing system information.
## Verifying package dependencies.
## Verifying disk space requirements.
## Checking for conflicts with packages already installed.
## Checking for setuid/setgid programs.

This package contains scripts which will be executed with super-user
permission during the process of installing this package.

Do you want to continue with the installation of <SUNWj3rt> [y,n,?] 
```

图1.2 Solaris上JDK安装界面

编译和运行

安装完 JDK 后，用一个简单的例子来说明如何编写和运行 Java 程序。

(1) 编写源代码

使用文本编辑器，创建一个包含下列源代码的文件，并将其取名为 HelloWorld.java。

```
//This is the HelloWorld class
class HelloWorld {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("*****");
        System.out.println("* Hello World! *"); //显示字符串"Hello World!"
        System.out.println("*****");
    }
}
```

 **注意：** 本书中所有的例子都将使用系统自带的文本编辑工具，如 Windows 平台的记事本和 Solaris 平台的 VI 编辑器等。读者也可以使用一些集成开发环境，如 Borland 的 Jbuilder、Symantec 的 Visual Cafe 和 Sybase 的 PowerJ 等。

(2) 编译源文件

在命令行运行

```
javac HelloWorld.java
```

编译成功后，将会产生一个 HelloWorld.class 的文件。这个文件包含 Java 字节码，是可以被 Java 运行系统解释的独立于平台的代码。

(3) 运行应用程序

运行应用程序之前，先要设置 Java 环境变量，让 Java 可以找到所需要的类。设置环境变量可以在本窗口中设置，也可以在系统环境中设置。前者设置的环境变量在关闭本窗口后就丢失了，后者将不会丢失。

- 本窗口设置方法：直接在命令行输入 set classpath=class 文件所在的目录。

- 系统环境中设置：对于 Solaris 平台，需要修改用户的 .profile 文件，添加一行 set classpath= class 文件所在的目录；对于 Windows 平台，运行配置实用程序 (msconfig)，添加一行 set classpath= class 文件所在的目录，如图 1.3 所示。

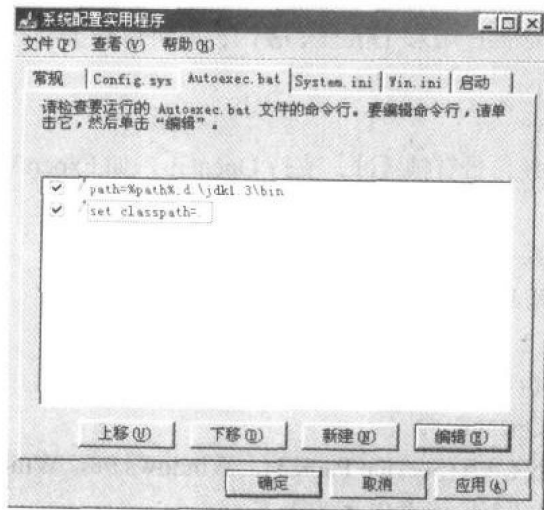


图1.3 JDK的环境配置

在 Java 解释器中运行这个 Java 程序，在命令行中运行：

```
java HelloWorld
```

这时候可以在屏幕上看到“Hello World!”字样，如图 1.4 所示，表示这个程序已经被成功的运行。

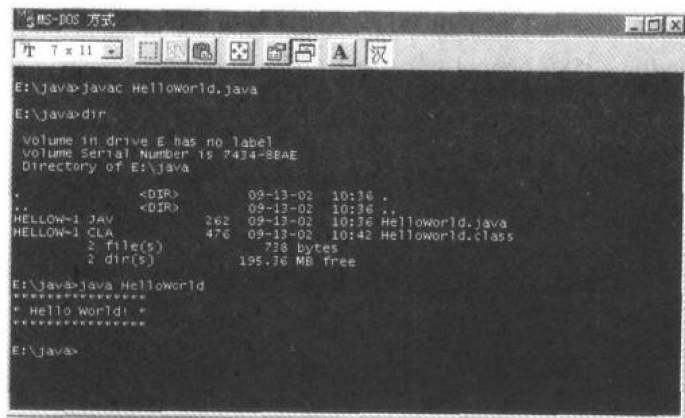


图1.4 HelloWorld程序编译和运行结果

1.3 Java 3D 的运行环境

在本书第 5、6、7 章将介绍 Java 3D 的编程，如果读者希望学习 Java 3D 编程，那么首先要配置 Java 3D 的编程环境，本小节我们将介绍 Java 3D 的运行环境。

获取软件

目前 Sun 公司最新版本的 Java 3D 为 1.3 版本, 读者可以到 Sun 公司的网站上下载。

Java 3D 分为几种不同类型的版本, 包括 For Windows 版本和 For Solaris 版本。而 For Windows 版本又分为 OpenGL 版和 DirectX 版, 读者可以根据自己的计算机环境来选择。这些版本的安装要求如下:

- For Solaris 版本
 - ◆ SPARC 系统, 带有帧缓冲, 支持 OpenGL, 如 Expert3D、Elite3D、Creator3D、PGX
 - ◆ 操作系统版本 Solaris 7 或者以上
 - ◆ Java 2 SDK 1.3.1 或者更高的版本
 - ◆ OpenGL 1.2.2
 - ◆ SUNWl1of(ISO-8859-1 (Latin-1) Optional Fonts) 包。
- For Windows (OpenGL)版本
 - ◆ Windows NT 4.0 (Service Pack 3)、Windows 98、Windows 2000 或更高版本
 - ◆ Java2 SDK 1.3.1 或者更高的版本
 - ◆ OpenGL 1.1
- For Windows (DirectX)版本
 - ◆ Windows 98、Windows 2000 或 Windows XP
 - ◆ Java2 SDK 1.3.1 或者更高的版本
 - ◆ Microsoft DirectX 8.0 或者更高的版本

DirectX 版本的 Java 3D 目前还存在一些问题, 读者可以使用 OpenGL 版本的 Java 3D, 目前计算机的显卡驱动都带有 OpenGL 1.1, 因此建议使用 For Windows(OpenGL)版本 Java 3D: java3d-1_3-windows-i586-opengl-sdk.exe(6 667 270 bytes)。

安装和运行

Java 3D 的安装比较简单, 按照默认选项安装即可, 安装程序能够自己找到 JDK 的安装环境, 如图 1.5 所示。

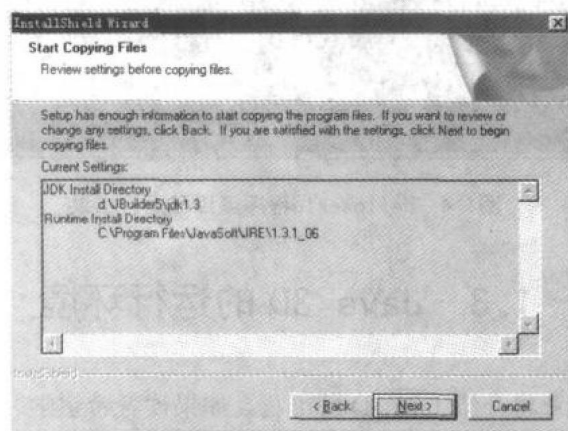


图1.5 Java 3D安装界面