

计算机工程设计与应用开发丛书

# MATLAB 6.0

## 高级应用——图形图像处理

清源计算机工作室 编著

机械工业出版社  
China Machine Press

**计算机工程设计与应用开发丛书**

**MATLAB 6.0 高级应用**  
**——图形图像处理**

清源计算机工作室 编著

机 械 工 业 出 版 社

本书系统地介绍了利用 MATLAB 6.0 实现工程计算及其运算结果的可视化技术,以及可视影像在 MATLAB 6.0 中的数字化处理技术,属于 MATLAB 的高级应用。本书理论知识与实际应用相结合,内容丰富,通俗易懂,并附有大量的应用实例,是学习和应用 MATLAB 6.0 进行图形绘制和影像处理的不可多得的参考书。

本书的读者对象主要包括具有一定 MATLAB 基础知识,从事机械、电子等行业的工程技术人员、学生等。

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:边 萌 封面设计:姚 毅

责任印制:郭景龙

三河市宏达印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·18.5 印张·457 千字

0 001—5000 册

定价:33.00 元 (1CD, 含配套书)

ISBN7-900066-36-5/TP·34

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、68326677-2527

# 前 言

随着计算机技术的发展,计算机软件在工程设计领域的应用越来越广。在机械、电子、建筑等行业,应用计算机软件进行产品设计的 CAD 软件也非常丰富,使产品设计人员能够高效率地进行各自领域的产品分析、设计等工作。这些应用于工程设计领域的 CAD 软件有 AutoCAD、Protel、MATLAB 等。这些软件极大地提高了机械、电子等行业的产品设计的质量与效率,是目前 CAD 领域应用最为广泛的软件,是工程设计领域中最有用的辅助设计软件。为了帮助工程设计人员学习这些软件,快速掌握这些软件的使用与开发技术,我们特编写这套“计算机工程设计与应用开发丛书”。AutoCAD 2000i 主要应用于机械产品的设计和开发,以及 AutoCAD 2000i 的二次开发; Protel 99 SE 主要应用于电子原理图的设计、电路板的设计和绘制,以及电子逻辑分析和仿真等; MATLAB 6.0 主要应用于工程方面的数学计算、自动控制系统的分析,以及图形与图像处理等。

本套书主要面向工程设计人员,涉及的知识不但包括软件应用知识,还包括专业基础知识,以及软件在相关领域的二次开发技术知识,是机械、电子领域技术人员的最佳参考书。本套书在介绍软件的使用过程中,结合丰富的实例进行讲解,使读者能快速掌握相关的知识。本套书不但讲述软件的基础应用知识,还讲述了软件的中、高级应用知识,是一套面向中、高级读者的全面而系统的参考书。本套书包括《AutoCAD 2000i 图形绘制与应用》和《AutoCAD 2000i 应用开发与实例》;《Protel 99 SE 原理图和 PCB 设计》和《Protel 99 SE 电路设计与仿真》;《MATLAB 6.0 基础及应用》和《MATLAB 6.0 高级应用——图形图像处理》,基本覆盖了三种软件在机械领域和电子领域的应用。全套书均附有光盘,以实例为主,将软件的实际应用很生动地展现在读者面前。

本套书由清华大学从事该领域工作多年的博士生和硕士生编写,具有贴近读者的特点。书中列举了大量的实例,是使用这三种软件的工程设计人员不可多得的参考书。

清源计算机工作室

# 编者的话

MATLAB 是 Math Works 公司的产品。Math Works 公司在 1982 年发行了 MATLAB 的 DOS 版本,不断完善至今形成了三种主要的版本,分别是 Windows 95/98/2000 版、Windows NT 版和 Macintosh 版。MATLAB 是一种交互式、面向对象的程序设计语言,广泛应用于工业界与学术界,主要用于矩阵运算,同时在数值分析、自动控制模拟、数字信号处理、动态分析、绘图等方面也具有强大的功能。

MATLAB 是工程计算领域中一个非常重要的应用软件,其最新版本 MATLAB 6.0 更是功能强大,可以在 Microsoft Windows 95/98、Windows 2000 以及 UNIX 等操作系统上运行。在 MATLAB 的所有功能中,图形绘制与图像处理是贯穿于其所有应用中(包括自动控制、信号处理、模式识别、人工智能、小波分析等)的必不可少的基础技术。为此, MATLAB 本身除了提供强大的图形绘制和输出功能,同时还发布了影像处理工具箱(Image Processing Toolbox),专门用于图像处理。

本书分为上篇和下篇两个部分,共 22 章,系统讲述了 MATLAB 的图形绘制和图像处理中的各种理论和应用技术。其中第 1 章到第 13 章为上篇,介绍利用 MATLAB 进行工程计算时的图形绘制和输出。第 1 章(导论)、第 2 章(MATLAB 6.0 图形绘制基础)、第 3 章(图形标注)和第 4 章(特殊图形的绘制)讲述 MATLAB 图形绘制的基础知识;第 5 章(创建三维 MATLAB 图形)、第 6 章(定义 MATLAB 视图)、第 7 章(MATLAB 图形的灯光设置)、第 8 章(MATLAB 6.0 中的立体透视技术)和第 9 章(利用片块创建三维模型)是 MATLAB 图形绘制的高级技术;第 10 章讲述位映射图像的显示;第 11 章是 MATLAB 图形的打印和输出;第 12 章介绍 MATLAB 的句柄图形;第 13 章讲述 MATLAB 的图形属性和坐标轴属性。从第 14 章开始,到第 22 章为下篇,以介绍 MATLAB 的影像处理工具箱为主要内容,介绍可视图像在 MATLAB 中的数字化处理技术。其中第 14 章介绍 MATLAB 中显示图像的基本技术;第 15 章(图像的几何操作)和第 16 章(图像的块操作)介绍图像的基本操作;第 17 章(MATLAB 图像的线性过滤操作)、第 18 章(函数变换)和第 19 章(MATLAB 的图像分析)介绍 MATLAB 中图像的基本分析和处理技术;第 20 章(MATLAB 的二进制图像操作)和第 21 章(基于区域的图像处理)介绍图像的高级操作技术;第 22 章(图像的颜色处理)介绍 MATLAB 的图像处理中颜色的使用。

读者在阅读本书时应该注意:以“>>”开头的内容为输入到命令窗口的命令执行过程,而函数程序段则没有“>>”开头,另外本书所附光盘中有本书所引用的图形图像处理函数,并列举了大量的应用实例,读者可以使用 Acrobat 软件打开参考阅读。

本书力求内容丰富,图文并茂,文字流畅,叙述明了,使之成为一本学习和使用 MATLAB 图形绘制和输出,以及影像处理应用等方面有价值的参考书。但是由于编者水平有限,加之时间仓促,不当与谬误之处在所难免,希望读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 前言

## 编者的话

## 上篇 图形绘制 ..... 1

### 第 1 章 导论 ..... 1

#### 1.1 MATLAB 数据的可视化 ..... 1

#### 1.2 MATLAB 的句柄图形 ..... 1

#### 1.3 创建交互的 GUI ..... 1

#### 1.4 MATLAB 中的图形机制 ..... 1

### 第 2 章 MATLAB 6.0 图形绘制基础 ..... 3

#### 2.1 构建 MATLAB 6.0 图形的基本 步骤 ..... 3

#### 2.2 基本绘图命令 ..... 3

##### 2.2.1 创建 MATLAB 简单图形 ..... 4

##### 2.2.2 指定线型 ..... 4

##### 2.2.3 指定线条的颜色和大小 ..... 7

##### 2.2.4 图形的叠加 ..... 7

##### 2.2.5 数据点的绘制 ..... 8

##### 2.2.6 黑白图形的绘制 ..... 8

##### 2.2.7 设置默认线型 ..... 9

#### 2.3 矩阵数据的绘制 ..... 10

#### 2.4 虚数和复数的绘制 ..... 12

#### 2.5 双 Y 轴图形的绘制 ..... 13

#### 2.6 三维曲线图的绘制 ..... 15

#### 2.7 坐标轴参数的设置 ..... 16

##### 2.7.1 坐标轴范围和坐标轴标示的设置 ..... 16

##### 2.7.2 坐标轴纵横比的设置 ..... 19

#### 2.8 MATLAB 的图形窗口 ..... 21

##### 2.8.1 单个图形窗口中显示多个图形 ..... 22

##### 2.8.2 指定目标坐标轴 ..... 23

##### 2.8.3 MATLAB 的图形颜色方案 ..... 24

### 第 3 章 图形标注 ..... 25

#### 3.1 单个坐标轴的标注 ..... 25

#### 3.2 将文本字符串添加到图形中 ..... 25

#### 3.3 文本的精确定位 ..... 27

#### 3.4 文本对齐 ..... 27

#### 3.5 指定 TeX 字符 ..... 29

#### 3.6 文本字符串中使用变量 ..... 30

#### 3.7 应用实例 ..... 31

##### 3.7.1 标注曲线最高点和最低点 ..... 31

##### 3.7.2 多行文本的标注 ..... 33

### 第 4 章 特殊图形的绘制 ..... 35

#### 4.1 条形图和区域图的绘制 ..... 35

##### 4.1.1 条形图的类型 ..... 35

##### 4.1.2 堆叠条形图 ..... 38

##### 4.1.3 坐标轴数据的指定 ..... 40

##### 4.1.4 条形图上叠加其他图形 ..... 41

##### 4.1.5 区域图的绘制 ..... 42

##### 4.1.6 利用区域图进行数据集的比较 ..... 43

#### 4.2 饼图的绘制 ..... 45

##### 4.2.1 带分离切块的饼图 ..... 45

##### 4.2.2 饼图的标注 ..... 45

##### 4.2.3 MATLAB 中的不完全饼图 ..... 47

#### 4.3 柱状图的绘制 ..... 47

##### 4.3.1 笛卡儿坐标系下的柱状图 ..... 48

##### 4.3.2 极坐标系下的柱状图 ..... 49

##### 4.3.3 指定柱状图中矩形箱的个数 ..... 50

#### 4.4 离散数据的图形绘制 ..... 50

##### 4.4.1 二维枝干图的绘制 ..... 51

##### 4.4.2 枝干图与其他图形的组合 ..... 53

##### 4.4.3 三维枝干图 ..... 54

##### 4.4.4 阶梯图 ..... 56

#### 4.5 方向和速度矢量图 ..... 57

##### 4.5.1 罗盘图 ..... 58

##### 4.5.2 羽状图 ..... 58

|                                 |    |                                           |     |
|---------------------------------|----|-------------------------------------------|-----|
| 4.5.3 二维箭头图 .....               | 59 | 6.5.1 默认纵横比下的图形 .....                     | 98  |
| 4.5.4 三维箭头图 .....               | 60 | 6.5.2 设置用户纵横比 .....                       | 98  |
| 4.6 轮廓图 .....                   | 61 | 6.5.3 应用举例: 实物对象的显示 .....                 | 101 |
| 4.6.1 创建简单的轮廓图 .....            | 61 | <b>第7章 MATLAB 图形的灯光设置</b> .....           | 103 |
| 4.6.2 轮廓图的标注 .....              | 63 | 7.1 MATLAB 中的灯光命令 .....                   | 103 |
| 4.6.3 轮廓图的填充 .....              | 64 | 7.2 MATLAB 中的灯光对象 .....                   | 103 |
| 4.6.4 单个轮廓线的绘制 .....            | 64 | 7.3 向图形场景中添加灯光效果 .....                    | 103 |
| 4.6.5 极坐标系下轮廓图的显示 .....         | 65 | 7.4 灯光效果的选择 .....                         | 106 |
| 4.7 交互式图形的绘制 .....              | 67 | 7.5 图形对象的发射比特征 .....                      | 107 |
| 4.8 动画的绘制 .....                 | 69 | 7.5.1 镜面发射和漫反射 .....                      | 107 |
| 4.8.1 电影动画 .....                | 69 | 7.5.2 环境灯光 .....                          | 107 |
| 4.8.2 程序动画 .....                | 71 | 7.5.3 镜面指数 .....                          | 108 |
| <b>第5章 创建三维 MATLAB 图形</b> ..... | 74 | 7.5.4 镜面颜色发射比 .....                       | 108 |
| 5.1 创建三维图形的基本步骤 .....           | 74 | 7.5.5 背面灯光 .....                          | 109 |
| 5.2 矩阵的表面描述 .....               | 75 | 7.5.6 应用实例: 数据空间中的灯光<br>定位 .....          | 110 |
| 5.2.1 网格和表面图形的绘制 .....          | 75 | <b>第8章 MATLAB 6.0 中的立体透视<br/>技术</b> ..... | 113 |
| 5.2.2 二元函数的可视化 .....            | 75 | 8.1 MATLAB 中的立体透视命令 .....                 | 113 |
| 5.2.3 随机采样数据的表面图形 .....         | 77 | 8.2 标量立体数据的可视化 .....                      | 113 |
| 5.2.4 参数化表面图形 .....             | 77 | 8.3 应用举例: MRI 数据的可视化 ..                   | 117 |
| 5.2.5 表面图形的透明处理 .....           | 78 | 8.4 利用切片平面浏览立体结构 .....                    | 120 |
| 5.3 网格和表面图形的着色 .....            | 78 | 8.4.1 应用举例: 流体数据的切片<br>浏览 .....           | 121 |
| 5.3.1 颜色映射表 .....               | 78 | 8.4.2 修改颜色映像表 .....                       | 124 |
| 5.3.2 表面曲率的颜色映射 .....           | 80 | 8.5 用 Isosurfaces 表面对象连接等<br>值点 .....     | 126 |
| 5.3.3 更改颜色映射表 .....             | 80 | 8.6 将 Isocaps 添加到可视场景中 .....              | 127 |
| 5.4 表面图形的真彩显示 .....             | 82 | 8.7 矢量立体数据的可视化 .....                      | 128 |
| 5.5 纹理映射 .....                  | 83 | 8.7.1 矢量立体数据的流线形图显示 ..                    | 128 |
| <b>第6章 定义 MATLAB 视图</b> .....   | 85 | 8.7.2 矢量数据的锥形图显示 .....                    | 130 |
| 6.1 视点的定义 .....                 | 85 | <b>第9章 利用片块创建三维模型</b> .....               | 132 |
| 6.2 照相机调整 .....                 | 87 | 9.1 MATLAB 中的 patch 函数 .....              | 132 |
| 6.2.1 定义照相机 .....               | 87 | 9.1.1 patch 函数的语法 .....                   | 132 |
| 6.2.2 照相机图形命令 .....             | 87 | 9.1.2 patch 函数的 color 参数 .....            | 133 |
| 6.2.3 应用实例 .....                | 88 | 9.1.3 创建单一的多边形 .....                      | 134 |
| 6.3 低级照相机属性 .....               | 91 | 9.2 多面片块对象 .....                          | 135 |
| 6.3.1 三维场景中实现移动 .....           | 92 | 9.3 片块表面和边界的颜色 .....                      | 138 |
| 6.3.2 将照相机沿观察轴线旋转 .....         | 93 | 9.4 MATLAB 的片块颜色数据 .....                  | 141 |
| 6.4 坐标轴纵横比 .....                | 94 |                                           |     |
| 6.4.1 指定坐标轴缩放比例和纵横比 ..          | 94 |                                           |     |
| 6.4.2 设置坐标轴纵横比的附加命令 ..          | 96 |                                           |     |
| 6.5 底层坐标轴纵横比属性 .....            | 97 |                                           |     |

|                                             |            |                                           |            |
|---------------------------------------------|------------|-------------------------------------------|------------|
| 9.4.1 索引颜色数据 .....                          | 141        | 12.1.1 Root 根对象 .....                     | 167        |
| 9.4.2 真彩颜色数据 .....                          | 142        | 12.1.2 Figure 对象 .....                    | 168        |
| 9.4.3 索引颜色数据和真彩颜色数据的<br>比较 .....            | 143        | 12.1.3 Uicontrol 对象 .....                 | 168        |
| <b>第 10 章 位映像图像的显示 .....</b>                | <b>144</b> | 12.1.4 Uimenu 对象 .....                    | 169        |
| 10.1 MATLAB 中的图像 .....                      | 144        | 12.1.5 Axes 对象 .....                      | 170        |
| 10.2 图像类型 .....                             | 145        | 12.1.6 图形对象 .....                         | 170        |
| 10.2.1 索引图像 .....                           | 145        | <b>12.2 MATLAB 的对象属性 .....</b>            | <b>170</b> |
| 10.2.2 强度图像 .....                           | 146        | <b>12.3 图形对象的构造函数 .....</b>               | <b>171</b> |
| 10.2.3 RGB 图像 .....                         | 148        | 12.3.1 应用实例: 创建图形对象 .....                 | 172        |
| <b>10.3 MATLAB 的 8 位和 16 位<br/>图像 .....</b> | <b>150</b> | 12.3.2 指定父对象 .....                        | 174        |
| 10.3.1 8 位和 16 位索引图像 .....                  | 150        | 12.3.3 底层函数和高级函数 .....                    | 174        |
| 10.3.2 8 位和 16 位强度 (灰度)<br>图像 .....         | 150        | 12.3.4 简化函数调用语法 .....                     | 174        |
| 10.3.3 8 位和 16 位 RGB 图像 .....               | 151        | <b>12.4 对象属性值的设置和查询 .....</b>             | <b>174</b> |
| <b>10.4 图形图像文件的读写和查询 .....</b>              | <b>151</b> | 12.4.1 属性值的设置 .....                       | 175        |
| 10.4.1 图形图像文件的读取 .....                      | 151        | 12.4.2 默认属性值 .....                        | 176        |
| 10.4.2 图形图像文件的写入 (保存) ..                    | 152        | 12.4.3 属性值的查询 .....                       | 181        |
| 10.4.3 图形图像文件信息的查询 .....                    | 152        | 12.4.4 属性的工厂设定值 .....                     | 183        |
| <b>10.5 图形图像的显示 .....</b>                   | <b>153</b> | <b>12.5 访问对象句柄 .....</b>                  | <b>184</b> |
| <b>10.6 图像对象及其属性 .....</b>                  | <b>155</b> | 12.5.1 句柄图形的当前性 .....                     | 184        |
| 10.6.1 图像对象的 CData 属性 .....                 | 155        | 12.5.2 通过属性值查找对象 .....                    | 185        |
| 10.6.2 图像对象的 CDataMapping<br>属性 .....       | 155        | 12.5.3 对象的拷贝 .....                        | 186        |
| 10.6.3 图像对象的 XData 和 YData<br>属性 .....      | 156        | 12.5.4 对象的删除 .....                        | 188        |
| <b>第 11 章 MATLAB 图形的打印和输出 .....</b>         | <b>158</b> | <b>12.6 控制图形输出 .....</b>                  | <b>188</b> |
| <b>11.1 MATLAB 的菜单打印命令 .....</b>            | <b>158</b> | 12.6.1 指定图形输出的目标 .....                    | 188        |
| 11.1.1 MATLAB 的打印平台 .....                   | 158        | 12.6.2 准备图形对象的输出窗口和坐<br>标系 .....          | 188        |
| 11.1.2 调整图形的尺寸和颜色 .....                     | 159        | 12.6.3 利用 newplot 函数确定图形输<br>出目标 .....    | 189        |
| 11.1.3 打印预览 .....                           | 162        | 12.6.4 应用实例: newplot 函数的<br>使用 .....      | 190        |
| 11.1.4 输出图形到图像文件中 .....                     | 163        | 12.6.5 输出目标的 Hold 状态 .....                | 190        |
| <b>11.2 MATLAB 的图形打印命令 .....</b>            | <b>163</b> | <b>12.7 MATLAB 的内建函数 .....</b>            | <b>191</b> |
| <b>11.3 指定打印机的输出字体 .....</b>                | <b>164</b> | <b>第 13 章 MATLAB 图形窗口对象的<br/>属性 .....</b> | <b>193</b> |
| <b>11.4 引入 MATLAB 图形到其他程<br/>序文档中 .....</b> | <b>165</b> | <b>13.1 图形窗口的定位 .....</b>                 | <b>193</b> |
| <b>第 12 章 MATLAB 的句柄图形 .....</b>            | <b>167</b> | 13.1.1 位置矢量 .....                         | 193        |
| <b>12.1 MATLAB 的图形对象 .....</b>              | <b>167</b> | 13.1.2 应用实例: 指定图形窗口的<br>位置 .....          | 194        |
|                                             |            | <b>13.2 控制颜色使用的属性 .....</b>               | <b>195</b> |

|                              |     |                                     |     |
|------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|
| 13.3 选择绘图方法 .....            | 196 | 17.2.4 窗口方法 .....                   | 224 |
| 13.4 指定图形指针 .....            | 196 | 17.2.5 创建期望的频响矩阵 .....              | 226 |
| 13.4.1 预定义的指针符号 .....        | 196 | 17.2.6 计算滤波器的频率响应 .....             | 226 |
| 13.4.2 用户自定义的指针符号 .....      | 197 | <b>第 18 章 函数变换</b> .....            | 229 |
| 13.5 交互式图形 .....             | 199 | 18.1 傅里叶变换 .....                    | 229 |
| 13.6 坐标轴对象 .....             | 200 | 18.1.1 傅里叶变换的数学定义 .....             | 229 |
| <b>下篇 图像处理</b> .....         | 201 | 18.1.2 离散傅里叶变换 .....                | 231 |
| <b>第 14 章 图像的显示</b> .....    | 201 | 18.1.3 傅里叶变换的应用 .....               | 235 |
| 14.1 标准图像显示技术 .....          | 201 | 18.2 离散余弦变换 .....                   | 237 |
| 14.1.1 imshow 函数 .....       | 201 | 18.2.1 DCT 的定义 .....                | 238 |
| 14.1.2 显示索引图像 .....          | 202 | 18.2.2 DCT 及其图像压缩 .....             | 238 |
| 14.1.3 显示灰度图像 .....          | 202 | 18.3 radon 函数变换 .....               | 239 |
| 14.1.4 显示二进制位图 .....         | 203 | 18.3.1 radon 变换 .....               | 239 |
| 14.1.5 显示 RGB 图像 .....       | 203 | 18.3.2 图像的线条解析 .....                | 242 |
| 14.1.6 显示图形文件中的图像 .....      | 204 | 18.3.3 radon 函数的反变换 .....           | 244 |
| 14.1.7 显示非图像数据 .....         | 204 | <b>第 19 章 MATLAB 的图像分析</b> .....    | 248 |
| 14.2 特殊图像显示技术 .....          | 205 | 19.1 像素值及其统计 .....                  | 248 |
| 14.2.1 添加颜色条 .....           | 205 | 19.1.1 像素选择 .....                   | 248 |
| 14.2.2 显示多帧图像阵列 .....        | 206 | 19.1.2 强度描述图 .....                  | 249 |
| 14.2.3 图像上的区域缩放 .....        | 207 | 19.1.3 图像轮廓图 .....                  | 250 |
| 14.2.4 纹理映射 .....            | 208 | 19.1.4 图像柱状图 .....                  | 252 |
| <b>第 15 章 图像的几何操作</b> .....  | 209 | 19.2 图像分析 .....                     | 253 |
| 15.1 插补运算 .....              | 209 | 19.3 图像调整 .....                     | 253 |
| 15.2 调整图像的大小 .....           | 209 | 19.3.1 强度(灰度)调整 .....               | 254 |
| 15.3 图像旋转 .....              | 210 | 19.3.2 噪声的去除 .....                  | 260 |
| 15.4 图像剪切 .....              | 210 | <b>第 20 章 MATLAB 的二进制图像操作</b> ..... | 264 |
| <b>第 16 章 图像的块操作</b> .....   | 212 | 20.1 图像的形态操作 .....                  | 264 |
| 16.1 边沿操作 .....              | 212 | 20.1.1 图像的放大和挖蚀 .....               | 264 |
| 16.2 显示块操作 .....             | 213 | 20.1.2 其他类型的形态操作 .....              | 267 |
| <b>第 17 章 MATLAB 图像的线性过滤</b> |     | 20.1.3 预定义的形态操作 .....               | 268 |
| 操作 .....                     | 216 | 20.2 基于对象的操作 .....                  | 268 |
| 17.1 线性过滤 .....              | 216 | 20.2.1 4-连接和 8-连接边沿 .....           | 269 |
| 17.1.1 二维卷积 .....            | 216 | 20.2.2 边界识别 .....                   | 270 |
| 17.1.2 边界补充 .....            | 218 | 20.2.3 二进制图像中的对象标注 .....            | 270 |
| 17.1.3 预定义的过滤器 .....         | 219 | 20.3 图像的特性度量 .....                  | 273 |
| 17.2 过滤器设计 .....             | 221 | 20.3.1 图像的面积 .....                  | 273 |
| 17.2.1 FIR 过滤器 .....         | 221 | 20.3.2 欧拉数 .....                    | 274 |
| 17.2.2 频率变换方法 .....          | 222 | 20.4 查找表操作 .....                    | 274 |
| 17.2.3 频率采样方法 .....          | 223 | <b>第 21 章 基于区域的图像处理</b> .....       | 276 |

|                             |            |                             |     |
|-----------------------------|------------|-----------------------------|-----|
| 21.1 区域的指定 .....            | 276        | 22.2.1 rgb2ind 函数的使用 .....  | 281 |
| 21.1.1 多边形选择方法 .....        | 276        | 22.2.2 imapprox 函数的使用 ..... | 282 |
| 21.1.2 其他选择方法 .....         | 276        | 22.2.3 颜色抖动 .....           | 283 |
| 21.2 区域的过滤 .....            | 277        | 22.3 颜色空间的转换 .....          | 284 |
| 21.3 区域的填充 .....            | 278        | 22.3.1 NTSC 格式 .....        | 284 |
| <b>第 22 章 图像的颜色处理 .....</b> | <b>280</b> | 22.3.2 YCbCr 格式 .....       | 285 |
| 22.1 使用不同的颜色深度 .....        | 280        | 22.3.3 HSV 格式 .....         | 285 |
| 22.2 减少图像中的颜色数量 .....       | 281        |                             |     |

# 上篇 图形绘制

## 第1章 导 论

### 1.1 MATLAB 数据的可视化

MATLAB 6.0 为用户提供了大量的高级图形例程。利用这些例程，用户可以方便地实现数据的可视化，如在直角坐标系或极坐标系中绘制直线、条形图、柱状图、轮廓线、表面网格图等，甚至可以在 MATLAB 中完成动画制作。另外，用户还可以控制图形的颜色和阴影、坐标轴的标注，以及图形显示的外观。在 MATLAB 中，一些高级命令实际上就是这些例程的封装，可以自动地控制图形特性，如坐标轴比例尺、线条颜色等。这样，就没有必要去掌握繁杂的底层属性，异彩纷呈的 MATLAB 数据图形一样可以展现在用户面前。

### 1.2 MATLAB 的句柄图形

在 MATLAB 中，利用句柄图形（Handle Graphics）可以更精确地控制 MATLAB 显示数据的方式，或者开发用户自定义的图形命令，以及 MATLAB 面向对象的图形系统。句柄图形定义了一个图形对象集，包括直线、表面、文本等，同时提供了一种操纵这些对象属性的机制，以使用户能按自己需要获取相应的结果。

在 MATLAB 中，使用句柄图形有下面几种方式：

- 在命令行中，通过修改用于显示数据的图形对象的属性的方法来“润色”图形的显示。
- 在 M-文件 (\*.m) 中，通过定义用户图形命令来对图形显示进行精确的控制。
- 在已经包含了许多高级图形命令的 MATLAB 现有 M-文件中，可以再定义特殊的属性以达到适合用户的要求。

### 1.3 创建交互的 GUI

GUI 即图形用户界面（Graphics User Interface），是计算机程序以图形化的方式与用户进行交互的一种机制。在 MATLAB 中，利用句柄图形，用户也可以操纵菜单、按钮、文本框等其他可视化组件。有了这些组件，MATLAB 就可以从用户那里获取各种输入，并在其内部进行适当的处理。

利用句柄图形，用户可以将 GUI 组件添加到任意一个 M-文件中，或者定义自己的 MATLAB 运行环境，甚至可以创建具有非常专业用户界面的基于 MATLAB 的应用程序。

### 1.4 MATLAB 中的图形机制

在 MATLAB 中，句柄图形是所有高级图形函数的基础，用户创建用于 MATLAB 图形操

作的 M-文件可以调用这些高级函数，当然也可以直接使用句柄图形，其关系如图 1-1 所示。

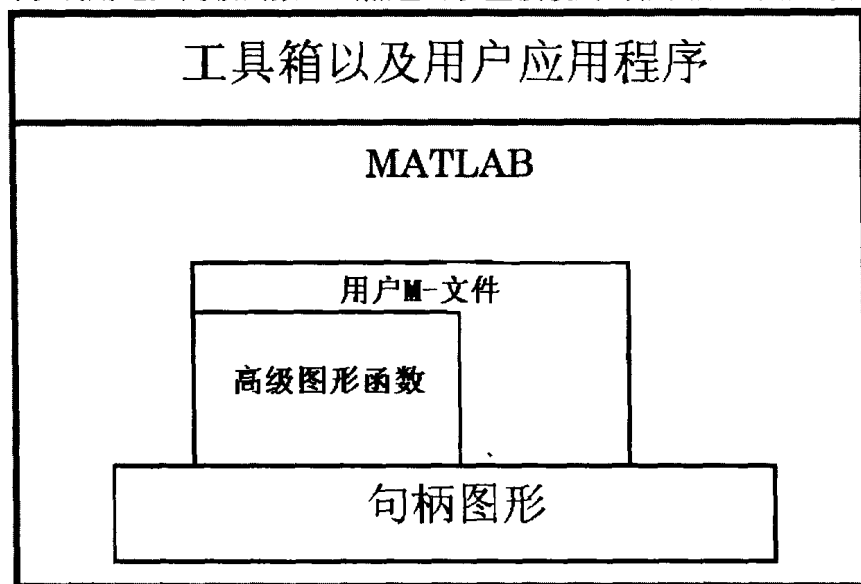


图 1-1 MATLAB 中的图形机制

所以，如果读者对 MATLAB 的图形处理不太熟悉，那么很快就会发现高级图形函数将满足绝大多数图形绘制的需要。但是，如果读者想定制这些高级图形函数的运行方式，或者希望创建自己的图形操作例程，那么，就必须深入地研究 MATLAB 的句柄图形。

## 第 2 章 MATLAB 6.0 图形绘制基础

### 2.1 构建 MATLAB 6.0 图形的基本步骤

在 MATLAB 6.0 中，一般按照下面的几个步骤构建图形。

- (1) 准备需要绘制的数据 典型代码为：

```
>> x = 0:0.2:12;  
>> y1 = bessell(1,x);  
>> y2 = bessell(2,x);  
>> y3 = bessell(3,x);
```

- (2) 选择图形输出的窗口及其位置 典型代码为：

```
>> figure(1)  
>> subplot(2,2,1)
```

- (3) 调用基本的绘图函数 典型代码为：

```
>> h = plot(x,y1,x,y2,x,y3);
```

- (4) 选择线型和标记字符 典型代码为：

```
>> set(h,'LineWidth',2,{'LineStyle'},{'--',';','-.'})  
>> set(h,{'Color'},{'r','g','b'})
```

- (5) 设置坐标轴界限、标记号和网格线 典型代码为：

```
>> axis([0 12 -0.5 1])  
>> grid on
```

- (6) 用坐标轴标示、图例、文本等对图形进行注释 典型代码为：

```
>> xlabel('Time')  
>> ylabel('Amplitude')  
>> legend(h,'First','Second','Third')  
>> title('Bessel Functions')  
>> [y,ix] = min(y1);  
>> text(x(ix),y,'First Min \rightarrow',...  
        'HorizontalAlignment','right')
```

- (7) 输出图形 典型代码为：

```
>> print -depsc -tiff -r200 myplot
```

### 2.2 基本绘图命令

MATLAB 提供了大量的函数，用于将矢量数据以曲线图形的方式进行显示，以及这些曲线图形的注释和打印。表 2-1 中列出了 MATLAB 中用于绘制基本曲线图形的函数。

表 2-1 基本绘图函数

| 函 数      | 用 途                     |
|----------|-------------------------|
| plot     | 在线性坐标系中绘制二维数据           |
| plot3    | 在坐标系比例中绘制三维数据           |
| loglog   | 在对数坐标系中绘制图形             |
| semilogx | 在半对数坐标系中绘制图形 (X 轴为对数比例) |
| semilogy | 在半对数坐标系中绘制图形 (Y 轴为对数比例) |
| plotyy   | 在相应位置的左边和右边用 y 标记号绘制图形  |

### 2.2.1 创建 MATLAB 简单图形

MATLAB 绘图函数的功能非常强大,即使是相同的函数调用不同的参数形式,其绘制的图形也千差万别。例如,调用 plot 函数时,如果带一个参数(形如 plot(y),其中 y 是一个矢量),则绘制的图形为一条通过该矢量的直线;如果带两个参数(形如 plot(x,y),其中 x 和 y 均为矢量),则 MATLAB 绘制的则是矢量 y 相对于矢量 x 的图形。例如,首先创建一个在  $[0, 2\pi]$  范围内增量为  $\pi/100$  的矢量 t,然后利用该矢量计算相同变化范围内的正弦函数,则 MATLAB 在 X 轴上绘制矢量 t,而同时在 Y 轴上绘制该正弦函数的结果。代码如下:

```
>> t = 0:pi/100:2*pi;
>> y = sin(t);
>> plot(t,y)
>> grid on
```

结果如图 2-1 所示。从图中可以看出,在 plot 函数绘制的图形中,坐标的范围及其坐标值的标注位置由 MATLAB 自动选取。

### 2.2.2 指定线型

在 2.2.1 节的例子中,利用 x-y 副(即 x-y pairs),用户可以只调用一次 plot 函数而绘制出多个类似的正弦图形, MATLAB 自动为每条曲线赋予不同的颜色以示区别。代码如下:

```
>> t = 0:pi/100:2*pi;
>> y = sin(t);
>> plot(t,y)
>> grid on
>> y2 = sin(t-0.25);
>> y3 = sin(t-0.5);
>> plot(t,y,t,y2,t,y3)
```

结果如图 2-2 所示。

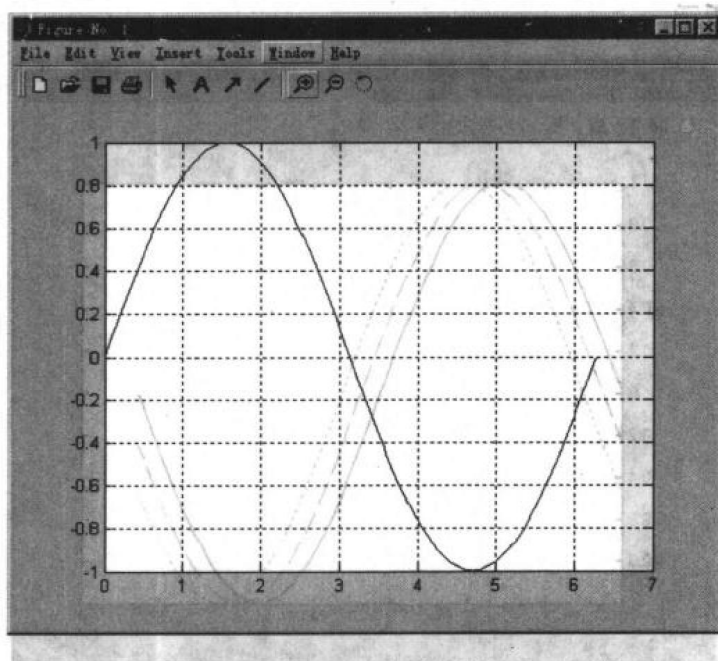


图 2-1 plot 函数绘制结果

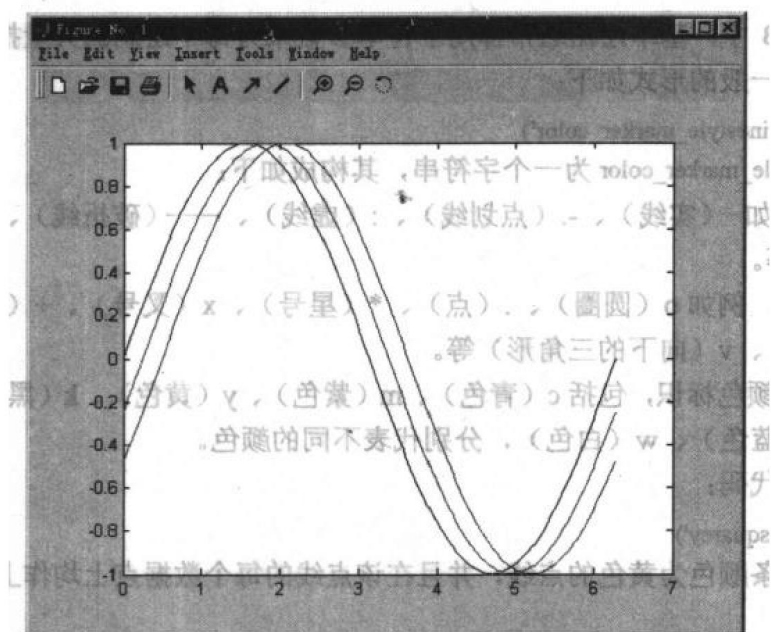


图 2-2 plot 函数中 x-y 副的使用

另外，还可以将线型标识字符串作为参数传递给 plot 函数，而将每个数据集都赋予不同的线型。例如：

```
>>t = 0:pi/100:2*pi;  
>>y = sin(t);  
>>y2 = sin(t-0.25);  
>>y3 = sin(t-0.5);  
>>plot(t,y,'-',t,y2,'--',t,y3,':')
```

结果如图 2-3 所示。

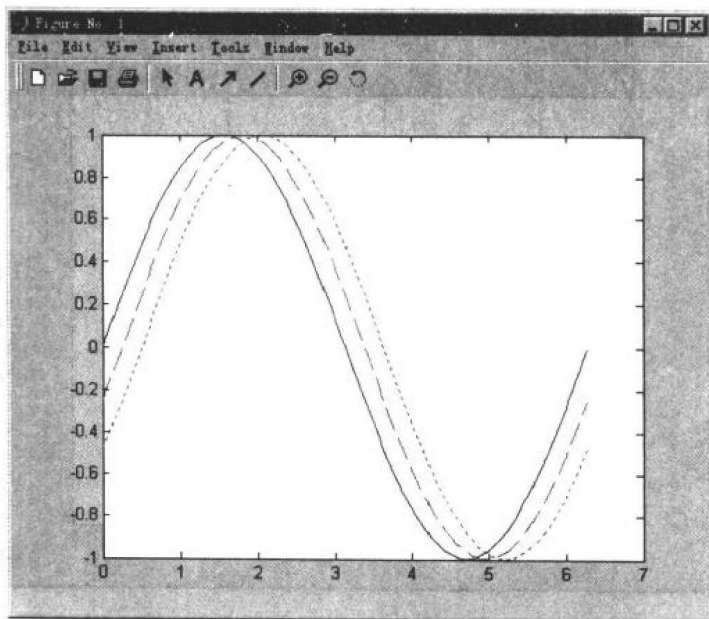


图 2-3 plot 函数中线型的使用

在 MATLAB 中，基本绘图通常都用字符串参数来为每个绘制的矢量指定线型、标记符号、颜色等。其一般的形式如下：

```
plot(x,y,'linestyle_marker_color')
```

其中，linestyle\_marker\_color 为一个字符串，其构成如下：

- 线型，例如—（实线）、-。（点划线）、:（虚线）、——（破折线）、p（五角星形）、h（六角星形）等。
- 标记类型，例如o（圆圈）、.（点）、\*（星号）、x（叉号）、+（加号）、s（正方形）、d（菱形）、v（向下的三角形）等。
- 预定义的颜色标识，包括c（青色）、m（紫色）、y（黄色）、k（黑色）、r（红色）、g（绿色）、b（蓝色）、w（白色），分别代表不同的颜色。

例如下面的代码：

```
plot(x,y,':squarey')
```

表示绘制一条颜色为黄色的点线，并且在该点线的每个数据点上均作上一个小的方块标记。

**注意：**在图形绘制中，如果用户指定的是标记符号类型，而没有指定线型，则 MATLAB 只绘制出用户指定的标记符号。

需要指出，参数字符串 linestyle\_marker\_color 可以按任意顺序排列，例如：

```
plot(x,y,'go--')
```

表示绘制一条带有圆形标记（即“o”标记）的点划线，其中标记和点划线的颜色均为绿色。

另外，用户还可以指定标记符号的大小。对于封闭的图形，还可以分别指定其边界和边

界内部区域的颜色（即该标记符号的填充色）。

### 2.2.3 指定线条的颜色和大小

在 MATLAB 中，通过指定线条属性值，用户可以方便地控制绝大多数的线型特征，其中包括：

- LineWidth——以点数为单位指定线条宽度。
- MarkerEdgeColor——指定标记符号的颜色。对于封闭的标记符号来说，该属性用于指定其边界的颜色。
- MarkerFaceColor——该属性只对封闭的标记符号有效，用于指定其填充色。
- MarkerSize——以点数为单位指定标记符号的大小。

例如，下面的代码：

```
>>x = -pi:pi/10:pi;
>>y = tan(sin(x)) - sin(tan(x));
>>plot(x,y,'-ro','LineWidth',2,...
      'MarkerEdgeColor','k',...
      'MarkerFaceColor','g',...
      'MarkerSize',10)
```

MATLAB 将绘制如图 2-4 所示的图形。

该图形具有如下的特征：

- 该图形为一条红色点划线，带有圆形的标记符号。
- 该点划线具有两个点的宽度。
- 标记符号的边界为黑色。
- 标记符号的填充色为绿色。
- 标记符号的大小为 10 个点。

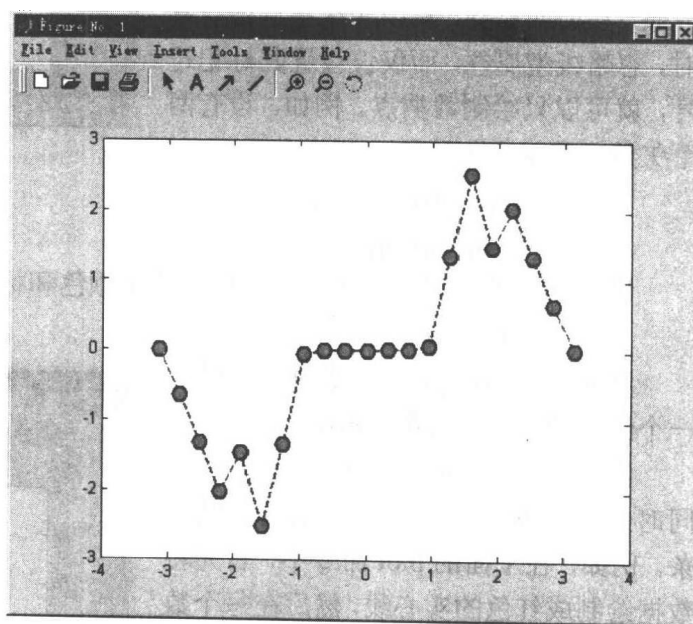


图 2-4 指定线条属性后的图形

### 2.2.4 图形的叠加

利用 MATLAB 中的 hold 命令，可以将图形添加到现有的图形中，从而实现图形的叠加。如果将 hold 设置为 ON，则 MATLAB 在绘图时将不再清除已经存在的图形（例如上次刚刚绘制的图形），而是将新的数据直接添加到当前图形中。当新的数据落在原来的坐标范围之外时，MATLAB 将自动进行坐标比例的调整。

例如，在 2.2.3 中绘制的点划线（参看图 2-4）上再添加一条正弦线。其代码如下：

```
>>x = -pi:pi/10:pi;
>>y = tan(sin(x)) - sin(tan(x));
>>plot(x,y,'-ro','LineWidth',2,...
      'MarkerEdgeColor','k',...
      'MarkerFaceColor','g',...
      'MarkerSize',10)
```