

**MATLAB**  
开发实例系列图书

在线交流，有问必答  
(详见封底勒口)



书中所有程序的源代码可通过扫描此二维码免费下载。

# MATLAB

## 小波分析与应用： 30个案例分析

崔二丽 编著



北京航空航天大学出版社  
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

MATLAB 开发实例系列图书

# MATLAB 小波分析与应用： 30 个案例分析

崔 丽 编著



本书程序源代码下载

北京航空航天大学出版社

## 内 容 简 介

本书是编者在 10 多年讲授“小波分析与应用”课程的基础上编写而成的。主要借助 MATLAB 软件,对小波分析的主要框架进行直观的讲解,并以案例分析的方式,对其主要应用领域进行探索与分析。

全书共 10 章,由基础篇、应用篇和综合应用提高篇三部分组成,每一章节都有若干案例,并配有可执行的 MATLAB 程序,帮助读者顺利进入小波分析理论和应用领域。如果在实现过程中有任何疑问,可以随时在 MATLAB 中文论坛([www.ilovematlab.cn](http://www.ilovematlab.cn))与编者交流。本书主要内容包括信号的读取,频谱分析的基本方法,多分辨率分析的基本框架,图像去噪、增强、融合和压缩的应用,以及小波分析理论在数字水印、心电信号的识别与疾病分类和小偷相貌识别等方面的应用。

本书可作为小波分析领域的入门书籍,本科生大学三年级以上可以独立研读,书中案例的延伸可供本科生毕业设计或研究生课题研究参考,还可供高等学校有关专业学生、教师以及广大科技人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 小波分析与应用:30 个案例分析 / 崔丽编著

. -- 北京:北京航空航天大学出版社,2016.6

ISBN 978-7-5124-2139-4

I. ①M… II. ①崔… III. ①Matlab 软件—应用—小波分析 IV. ①TP317②O177 \*

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 117248 号

版权所有,侵权必究。

### MATLAB 小波分析与应用:30 个案例分析

崔 丽 编著

责任编辑 刘亚军

\*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

北京兴华昌盛印刷有限公司印装 各地书店经销

\*

开本:787×1 092 1/16 印张:19.75 字数:506 千字

2016 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-2139-4 定价:46.00 元

---

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

# 前 言

小波分析是 20 世纪 80 年代产生于地质勘探领域的一门科学,由于数学家和计算机科学家的加入使小波分析的理论不断完善。目前,小波分析从理论和应用两方面都得到了巨大的发展。

本书力求引领初学者进入小波分析领域,展示其发生、发展的过程,以及在信号和图像处理中的应用。本书是在编者多年讲授本科生选修课“小波分析与应用”的基础上编写而成的。主要借助 MATLAB 软件,对小波分析理论的由来和构造进行分析,对小波应用实例展开详解和剖析,以加深读者对小波分析理论和应用的理解,使其对这门有复杂理论背景的学科,有一个接地气的快速了解。其中有经典的算法实现,也有实例的效果分析,完整地呈现了小波分析中若干实际问题的提出与分析检验的全过程。

本书分为基础篇、应用篇和综合应用提高篇三部分。

基础篇包括第 1~3 章。第 1 章预备知识,是从小波分析处理的领域——信号和图像的读取实验作为开始,让读者了解小波分析的应用所在,并为以后章节的学习提供基础;第 2 章频谱分析,是从 Fourier 变换开始,到窗口 Fourier 变换(Gabor 变换),再引入连续小波变换和离散小波变换,以同样的例子让读者体会三种变换对应频谱的不同之处,以音频信号特征提取为案例,体会小波特征的优势;第 3 章多分辨率分析,是小波分析理论的重点,从定义出发讲解小波分析的滤波器内涵,到小波的多种构造过程和方法,再到小波的快速算法(Mallat 算法)的实现,最后给出双正交多尺度分析的相应理论,其中还包含 7 个案例,主要针对理论学习过程中的重点知识和编程实现进行深入讲解,让读者领会小波分析理论世界的精彩。

应用篇包括第 4~7 章。第 4 章图像去噪,对噪声的分类和相关参数进行讲述,并对经典的模极大值法、阈值去噪法和相关性去噪法进行理论讲解和案例详解;第 5 章图像增强,从直方图角度分析哪些图像要做增强,再以案例形式给出用小波方法进行图像增强的实例,其中有老照片放大增强等有趣的案例;第 6 章图像融合,从融合前的处理开始,进行问题分析,让读者了解实际问题的复杂性,以 4 个案例讲述图像融合以及融合效果的评价,其中有全景照片拼接,移花接木艺术照片制作等有趣的案例解析;第 7 章图像压缩,从信息熵和压缩比出发,讲解图像的内蕴与特征,并以 3 个案例讨论图像压缩的小波分析方法和特性,其中有证件照片的压缩等有趣的案例解析。

综合应用提高篇包括第 8~10 章,研究的内容相对独立,是小波分析应用的进一步展示。第 8 章数字水印,从分析数字水印和载体图像开始,以案例形式讲述小波水印的嵌入和提取方法,并通过对数字水印的鲁棒性攻击实验,研究了混沌水印序列嵌入后的水印鲁棒性,还给出了音频水印嵌入的应用案例;第 9 章心电信号小波特征提取和对应疾病识别,从获取心电信号数据开始,以案例形式对心电信号去噪,并提取几类疾病患者心电信号的小波特征,对心率不齐、心肌梗塞和心室肥大进行识别研究;第 10 章小偷体貌识别,完整地分析了一个真实事件,从包的特征提取,到小偷体貌识别,再到小偷的身高研究,一气呵成,使读者能够体会到实际问题的多样性和复杂性,也能体会到数学应用的快乐。本章不单是小波分析一门学问的应用,还

穿插了许多其他图像处理的方式,让读者体会到小波分析虽然强大,但在实际问题面前,还需要更多方法来共同解决。

本书从这三部分展示小波分析理论和应用,案例穿插在行文过程中。本着学以致用的思想,在 MATLAB 软件的支撑之下,读者能一点点地深入到小波分析领域的前沿。

本书的成书过程用了近 4 年时间,期间经历了很多困难。在此感谢北京航空航天大学出版社陈守平编辑的鼓励、支持和提出的宝贵修改意见,没有她的信任和督促不可能有本书的诞生。感谢我的学生李洋,是他带我进入到 MATLAB 论坛的前沿,结识了很多 MATLAB 软件编程的专家和学者。感谢提供书中部分应用实例思想的同学们,他们是北京师范大学的 2006 级本科生王文庆、王昌庆、王洋洋,2008 级本科生王彦文,2010 级本科生周安琪、张勤,从他们身上我感受到了创新思维的火花,深刻体会到了教学相长的快乐。最后,感谢家人在我写书的过程中所给予的安慰和支持。

本书为读者免费提供程序源代码,以二维码的形式印在版权页及前言后,请扫描二维码下载。读者也可以通过以下网址从“百度云”下载全部资料:<http://pan.baidu.com/s/1o8s1iqu>。同时,北京航空航天大学出版社联合 MATLAB 中文论坛为本书设立了在线交流平台,网址:<http://www.ilovematlab.cn/forum-253-1.html>。我们希望借助这个平台实现与广大读者面对面的交流,解决大家在阅读本书过程中遇到的问题,分享彼此的学习经验,从而达到共同进步的目的。

由于作者水平有限,书中存在的错误和疏漏之处,恳请广大读者和同行批评指正。本书勘误网址:<http://www.ilovematlab.cn/thread-462130-1-1.html>,作者邮箱:licui@bnu.edu.cn。

崔 丽

2016 年 5 月于北京师范大学



#### 程序源代码下载说明

二维码使用提示:手机安装有“百度云”App 的用户可以扫描并保存到云盘中;未安装“百度云”App 的用户建议使用 QQ 浏览器直接下载文件;ios 系统的手机在扫描前需要打开 QQ 浏览器,单击“设置”,将“浏览器 UA 标识”一栏更改为 Android;Android 等其他系统手机可直接扫描、下载。

配套资料下载或与本书相关的其他问题,请咨询理工图书分社,电话:(010)82317036,(010)82317037。

若您对此书内容有任何疑问,可以凭在线交流卡登录 MATLAB 中文论坛与作者交流。

# 目 录

## 基础篇

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 第 1 章 预备知识                  | 3  |
| 1.1 生活中的信号分类                | 3  |
| 1.2 信号的读取和输出                | 3  |
| 1.2.1 音频信号的读取               | 4  |
| 1.2.2 图像读取                  | 5  |
| 1.2.3 视频读取                  | 6  |
| 1.3 案例 1:图像的类型转换            | 9  |
| 第 2 章 频谱分析                  | 15 |
| 2.1 引 言                     | 15 |
| 2.2 Fourier 变换              | 15 |
| 2.2.1 基本性质和计算               | 16 |
| 2.2.2 由 Fourier 分析得到频谱特征    | 16 |
| 2.3 Gabor 变换——窗口 Fourier 变换 | 18 |
| 2.3.1 基本性质和计算               | 18 |
| 2.3.2 Gabor 变换下的平面频谱        | 18 |
| 2.4 连续小波变换                  | 20 |
| 2.4.1 基本性质和计算               | 21 |
| 2.4.2 连续小波变换的频谱特征           | 22 |
| 2.5 离散小波变换                  | 23 |
| 2.6 案例 2:音频信号的频谱特征提取        | 26 |
| 第 3 章 小波分析                  | 32 |
| 3.1 引 言                     | 32 |
| 3.2 多分辨率分析                  | 32 |
| 3.2.1 概念解析                  | 32 |
| 3.2.2 尺度函数和小波函数的关系——双尺度方程   | 33 |
| 3.2.3 滤波器本质                 | 34 |
| 3.2.4 二维正交多分辨率分析            | 35 |
| 3.2.5 案例 3:基本滤波器效果对比        | 38 |
| 3.3 小波函数构造                  | 45 |
| 3.3.1 小波函数空间解析              | 45 |
| 3.3.2 小波函数的构造方法             | 46 |
| 3.3.3 案例 4:紧支集小波构造          | 50 |

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 3.3.4 案例 5:基本小波构造方法实现 .....  | 57 |
| 3.4 Mallat 算法 .....          | 62 |
| 3.4.1 分解重构快速算法 .....         | 63 |
| 3.4.2 初值的选取 .....            | 64 |
| 3.4.3 多孔算法 .....             | 65 |
| 3.4.4 案例 6:分解和重构算法实现 .....   | 66 |
| 3.4.5 案例 7:信号的分解和重构 .....    | 69 |
| 3.4.6 案例 8:图像的分解和重构 .....    | 74 |
| 3.5 双正交多分辨率分析 .....          | 81 |
| 3.5.1 概念解析 .....             | 81 |
| 3.5.2 双正交滤波器 .....           | 82 |
| 3.5.3 双正交小波构造 .....          | 82 |
| 3.5.4 双正交 Mallat 算法 .....    | 85 |
| 3.5.5 案例 9:双正交对称小波构造实现 ..... | 85 |

## 应用篇

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 第 4 章 图像去噪 .....              | 93  |
| 4.1 噪声概述 .....                | 93  |
| 4.1.1 噪声分类 .....              | 93  |
| 4.1.2 噪声特点 .....              | 94  |
| 4.1.3 噪声模型的参数估计 .....         | 97  |
| 4.1.4 图像相似度评价法 .....          | 99  |
| 4.2 案例 10:基于小波的去噪方法 .....     | 101 |
| 4.2.1 模极大值去噪法 .....           | 101 |
| 4.2.2 阈值去噪法 .....             | 107 |
| 4.2.3 相关性去噪法 .....            | 112 |
| 4.3 案例 11:夜间照片的去噪 .....       | 114 |
| 第 5 章 图像增强 .....              | 120 |
| 5.1 图像分析 .....                | 120 |
| 5.2 案例 12:基于小波塔式分解的图像增强 ..... | 124 |
| 5.3 案例 13:基于离散小波变换的图像增强 ..... | 127 |
| 5.4 案例 14:图像放大 .....          | 138 |
| 5.5 案例 15:老照片图像的增强和放大 .....   | 142 |
| 第 6 章 图像融合 .....              | 144 |
| 6.1 图像分析——融合前处理 .....         | 144 |
| 6.1.1 融合目的分析 .....            | 144 |
| 6.1.2 图像大小调整 .....            | 151 |
| 6.1.3 融合定位 .....              | 155 |
| 6.2 案例 16:基于小波分析的图像融合 .....   | 161 |



|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| 6.2.1 图像小波融合的一般过程 .....              | 161        |
| 6.2.2 融合决策函数 .....                   | 163        |
| 6.2.3 图像融合效果的定量评价 .....              | 165        |
| 6.3 案例 17:叶子多光谱图像融合 .....            | 169        |
| 6.4 案例 18:图像拼接融合 .....               | 177        |
| 6.5 案例 19:艺术照片制作 .....               | 182        |
| <b>第 7 章 图像压缩</b> .....              | <b>186</b> |
| 7.1 信息熵与压缩比 .....                    | 186        |
| 7.2 案例 20:基于小波的图像压缩 .....            | 187        |
| 7.2.1 小波系数分析 .....                   | 187        |
| 7.2.2 小波压缩过程和系数编码方式 .....            | 190        |
| 7.2.3 基于小波系数 4 叉树结构的嵌入式零树小波编码 .....  | 190        |
| 7.2.4 图像压缩实现 .....                   | 206        |
| 7.3 案例 21:证件照片压缩 .....               | 210        |
| <b>综合应用提高篇</b>                       |            |
| <b>第 8 章 数字水印</b> .....              | <b>217</b> |
| 8.1 引 言 .....                        | 217        |
| 8.2 数字水印载体和数字水印分析 .....              | 218        |
| 8.2.1 熵信息计算 .....                    | 218        |
| 8.2.2 确定水印嵌入的位置 .....                | 221        |
| 8.3 案例 22:基于小波的水印嵌入算法和检测算法 .....     | 223        |
| 8.3.1 DU 方法 .....                    | 223        |
| 8.3.2 TU 方法 .....                    | 227        |
| 8.3.3 带密钥的数字水印方法 .....               | 233        |
| 8.4 案例 23:水印鲁棒性检测 .....              | 239        |
| 8.4.1 抗剪切性 .....                     | 239        |
| 8.4.2 抗旋转 .....                      | 241        |
| 8.4.3 抗重采样 .....                     | 242        |
| 8.4.4 其他检测方法 .....                   | 244        |
| 8.5 案例 24:图像中加入音频水印 .....            | 246        |
| 8.6 案例 25:混沌序列置乱水印的鲁棒性攻击 .....       | 251        |
| <b>第 9 章 心电信号小波特征提取和对应疾病识别</b> ..... | <b>262</b> |
| 9.1 引 言 .....                        | 263        |
| 9.2 心电信号的获取 .....                    | 264        |
| 9.3 案例 26:心电信号去噪 .....               | 270        |
| 9.4 案例 27:心电信号特征提取和疾病识别 .....        | 271        |
| 9.4.1 心律不齐、心动过缓与心动过速 .....           | 273        |
| 9.4.2 R 波时长与左心室肥大 .....              | 277        |



|                            |            |
|----------------------------|------------|
| 9.4.3 Q 波时长与心肌梗死 .....     | 280        |
| <b>第 10 章 小偷体貌识别 .....</b> | <b>284</b> |
| 10.1 引 言.....              | 284        |
| 10.2 小偷定位.....             | 285        |
| 10.3 案例 28:包的比对 .....      | 286        |
| 10.4 案例 29:小偷特征图像获取 .....  | 291        |
| 10.4.1 去除遮挡 .....          | 291        |
| 10.4.2 图像放大与增强 .....       | 295        |
| 10.4.3 图像去噪 .....          | 299        |
| 10.5 案例 30:小偷身高呈现 .....    | 300        |
| <b>参考文献.....</b>           | <b>306</b> |

若您对此书内容有任何疑问，可以凭在线交流卡登录 MATLAB 中文论坛与作者交流。

# 基础篇



小波分析是一门理论基础深厚,应用背景广泛的新兴学科。它是有效的信号处理工具之一。信号包括很多种,人们日常生活中常见的信号,一般有声音信号、图像信号、视频信号以及三维网格信号等。这些信号的存储格式各异,因此如何读取是进一步操作的前提。本章介绍各类信号的分类及其在 MATLAB 中的读取和转换。

### 1.1 生活中的信号分类

我们生活在信息化的社会,生活中无时无刻离不开信号。信号是数据的电磁编码或电子编码。和数据一样,信号也分为模拟信号和数字信号。模拟信号是指电信号的参量是连续取值的,其特点是幅度连续。常见的模拟信号有电话、传真和电视信号等。数字信号是离散的,从一个值到另一个值的改变是瞬时的,就像开启和关闭电源一样。数字信号的特点是幅度被限制在有限个数值之内。常见的数字信号有电报符号、数字数据等。信号是运载消息的工具,是消息的载体。从广义上讲,它包含光信号、声信号和电信号等<sup>[1]</sup>。

人们总是希望用各种方法提炼出需要的特征信息,从而更好地把握信号本身。为使信号更加清晰,人们进行各种研究,常见的操作有去除噪声、信号增强、信号的截断和融合等。而这些操作背后的理论也层出不穷,近年来一直是人们研究的热点。

信号从维数上可分为一维信号、二维信号、三维信号。典型的一维信号包括声音信号、股市数据等,可以通过 Excel 导入或者通过 MATLAB 外部读取。常用的测试数据可以从 MATLAB 自带的信号中获得。典型的二维信号有二值图像、灰度图像等。彩色图像是三维信号,即有 RGB 三个颜色通道。其他的三维信号还有视频流,它是一串图像的集合。

### 1.2 信号的读取和输出

这一节介绍音频信号、图像信号和视频信号等几种常见信号的读取。MATLAB 中常见的测试数据可以直接读取,信号的名称在 MATLAB 安装目录下:toolbox\wavelet\wavedemo\。

在 MATLAB 工作目录下,数据类型为“\*.mat”的可以直接读取。

读取命令:

```
load('*.mat'); % 或者直接拖入工作区
```

输出显示命令:

```
plot(*);
```

**【例 1.1】** 一维信号直接读取。

MATLAB 中 sumsin 信号的读取显示如图 1-1 所示。

```
>> load sumsin           % 也可以用 load('sumsin.mat')
>> plot(sumsin);
>> xlabel('t');
>> ylabel('sumsint(t)');
```

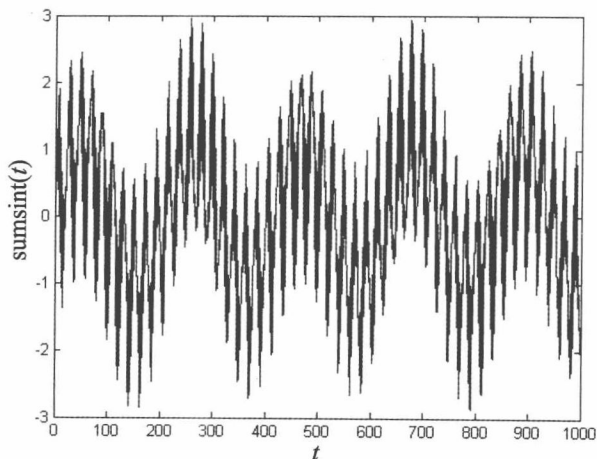


图 1-1 sumsin 信号显示

### 1.2.1 音频信号的读取

音频信号是一维信号,被成功读取后转换为一维数组。目前的音频信号格式有多种,但在 MATLAB 中只能打开 wav 格式的文件,所以在处理之前,要将其他音频格式转换为 wav 格式,然后进行读取。目前,可以将 mp3、rm、wav、wma 等格式相互转换的软件有 Boilsoft、riper 等。MATLAB 中自带的 \*.wav 文件所在的目录为 toolbox\dspblks\dspblks。

wav 格式音频文件的读取命令为:

音频信号读入:

```
wavread('*.wav');
```

音频信号输出:

```
wavwrite(*);
```

#### 【例 1.2】 音频信号读取。

MATLAB 自带的音频数据 speech\_dft.wav 的显示如图 1-2(a)所示,加入一定随机噪声的图像如图 1-2(b)所示,代码如下:

```
>> X = wavread('speech_dft.wav');    % 读入 MATLAB 自带文件
>> Y = X + rand(size(X)) * 0.2;      % 按均匀分布加入一定噪声
>> wavwrite(Y,'Noise_dft.wav');      % 存储为 Noise_dft.wav 文件
>> figure(1),plot(X,xlabel('t'),ylabel('Speech(t)');
>> figure(2),plot(Y,xlabel('t'),ylabel('Noise(t)');
```

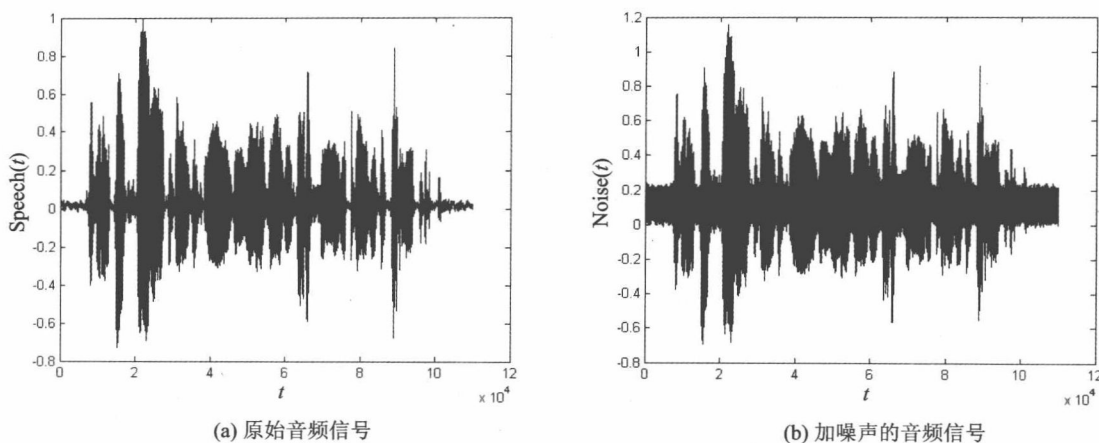


图 1-2 原始音频和加噪声音频的对比图

### 1.2.2 图像读取

图像的格式也有多种,如 bmp、jpeg、tiff、gif、png、pdf、eps、fig 等。不同格式图像的读取方式不同,MATLAB 中自带的 mat 格式的图像可以直接读入,或者拖入工作区。其所在目录为 toolbox\wavelet\wavedemo。

图像读取命令为:

读入图像函数:

```
imread('*.jpeg'); % 可以读取大量格式的图像
```

输出图像函数:

```
imshow(), image(), imwrite();
```

得到的图像矩阵有 uint8 和 double 两种数据类型。

二值和灰度图像读入后为二维数组,彩色图像读入后为三维数组。彩色图像的存储格式有多种,主要有 RGB(红绿蓝)、索引格式等。

真彩图像:存储为一个  $m \times n \times 3$  的三维数组,数值为  $[0, 255]$  的整数,其中  $m$  为图像长度; $n$  为图像宽度。

索引图像:图像矩阵  $X$  与颜色图数组  $\text{map}$ ,其中颜色图数组  $\text{map}$  是按图像中颜色值进行排序后的数组。对于每个像素,图像矩阵  $X$  包含一个值,这个值就是颜色图数组  $\text{map}$  中的索引。

颜色图数组  $\text{map}$  是大小为  $3 \times t$  的二维双精度矩阵, $\text{map} = [\text{RGB}]$ ,每行 R、G、B 是值域为  $[0, 1]$  的实数值, $t$  为索引图像包含的像素个数,一般默认  $t=64$ 。索引格式的显示有:

```
load *.mat;
image(X); colormap(map);
```

或者

```
imshow(X);
imshow(X, map);
```

### 【例 1.3】 自带索引图像读入和显示。

MATLAB 自带的 chess.mat 的图像如图 1-3 所示。读入和显示代码如下：

```
>> load chess.mat;           % 载入图像数据
>> whos                     % 显示基本信息
>> figure(1)
>> image(X);                 % 显示原始图像
>> colormap(map);colorbar; % 显示调色板
>> xlabel('长度')
>> ylabel('宽度')
```

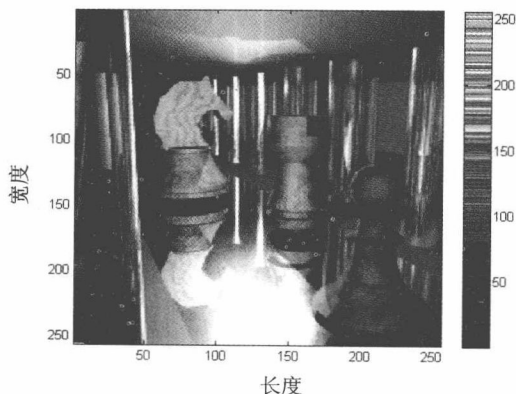


图 1-3 索引图像显示

## 1.2.3 视频读取

视频读取有几种方法，MATLAB 自带的程序可以用 mmreader 或者 videoreader 函数读取，它能处理没有压缩的视频。MATLAB 支持的数据类型有很多种，在 Windows 中主要的有 avi、mpg、wmv、asf 以及所有 Microsoft DirectShow 所支持的文件类型。MATLAB 中自带的视频文件所在的目录为 toolbox\vipblks\vipdemos。

MATLAB 2010b 以后的版本中，视频读取命令为：

视频信号读入：

```
videoreader('*.avi','');
```

视频信号输出：

```
videowriter(*)
```

或者

```
avifile(*);
```

### 【例 1.4】 自带视频文件读取。

在 MATLAB 2010b 以后的版本中出现读取和生成视频的函数更为简单，如 VideoReader 和 VideoWriter。读取 MATLAB 自带的视频文件 xylophone.mpg，截图显示如图 1-4 所示。

```
% 读取视频文件 'xylophone.mpg'，标记为 'myreader1'
>> readerobj = VideoReader('xylophone.mpg', 'tag', 'myreader1');
```



```

% 读取视频所有帧
>> vidFrames = read(readerobj);

% 得到视频的总帧数
>> numFrames = get(readerobj, 'numberOfFrames');

% 从视频结构建立 MATLAB 视频流
>> for k = 1 : numFrames
mov(k).cdata = vidFrames(:,:,:,k);
mov(k).colormap = [];
end

% 建立图像
>> hf = figure;

% 根据视频的宽度和高度重新规划视频图像大小——拉伸
>> set(hf, 'position', [150 150 readerobj.Width readerobj.Height])

% 重放视频
>> movie(hf, mov, 1, readerobj.FrameRate);

```

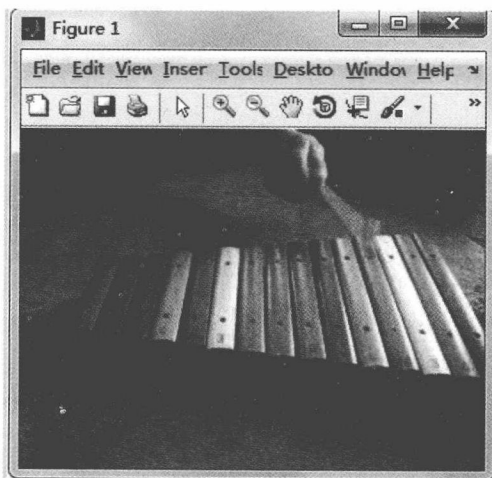


图 1-4 视频输出显示截图

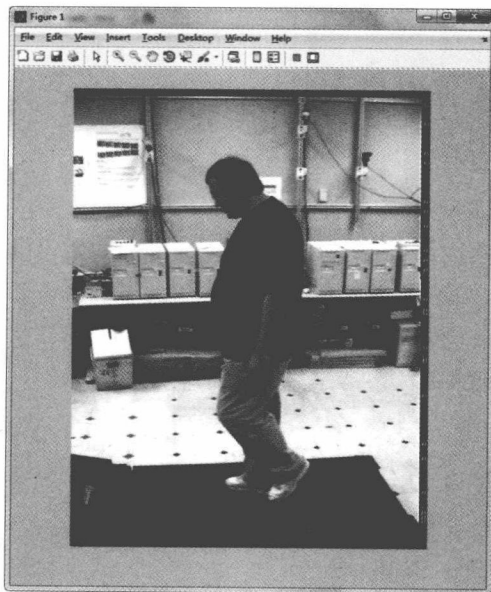
下面程序以步态视频图像为例,说明视频图像序列的读取过程,即读入批量图片流。步态数据来源于卡内基梅隆大学(Carnegie Mellon University, CMU)数据库<sup>[2]</sup>。avifile 命令将视频图像序列制作成视频。图片名称为 Pic1.jpg, Pic2.jpg, Pic3.jpg, ..., Pic20.jpg。制作后的视频文件截图如图 1-5(a)所示,加入噪声后的视频流图像截取如图 1-5(b)所示。

```

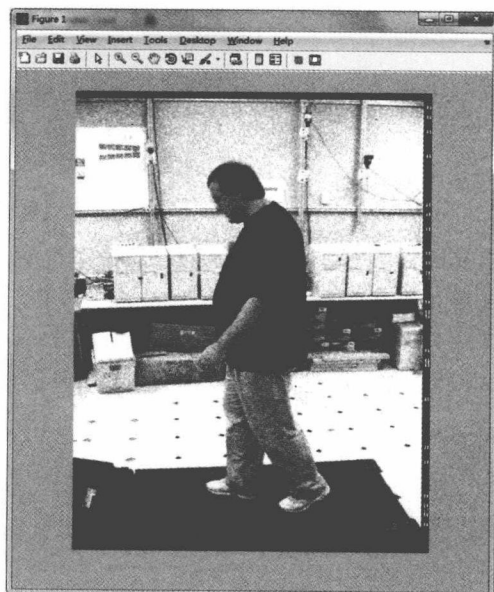
% 将视频图像制作成视频的过程
% 清空打开的视频
>> clear mex;
% 视频图片总数
>> N = 20;
% 建立视频文件
>> fig = figure
>> avi_gait = avifile('Gait.avi');
>> for k = 1:N

```

```
% 读入每幅图片
A = imread(['Pic',num2str(k),'.jpg']);
% 显示图片
imshow(A);
% 获取当前图片写入视频文件的一帧
F = getframe(fig);
avi_gait = addframe(avi_gait,F);
end
% 关闭图
>> close(fig)
% 关闭视频
>> avi_gait = close(avi_gait);
% 清空打开的视频
>> clear mex;
% 建立加入噪声视频
>> navi_gait = avifile('NGait.avi');
>> for k=1:N
    % 读入每幅图片
    A = imread(['Pic',num2str(k),'.jpg']);
    % 加入噪声
    NA = double(A) + rand(size(A)) * 100;
    NA = uint8(NA);
    % 显示图片
    imshow(NA);
    % 获取当前图片写入视频文件的一帧
    F = getframe(fig);
    navi_gait = addframe(navi_gait,F);
end
% 关闭图
>> close(fig)
% 关闭加入噪声视频
>> navi_gait = close(navi_gait);
```



(a) 步态视频流截图



(b) 加入噪声步态视频流截图

图 1-5 步态视频图像序列视频流截图

若您对此书内容有任何疑问，可以凭在线交流卡登录 MATLAB 中文论坛与作者交流。