

Matlab 在音频、图像噪声及数据拟合中的应用

李宝山¹ 戴仁辉^{2*} 刘 客² 周 鹏² 钱 婷¹ 孙俊海¹

(东华理工大学信息工程学院¹ 南昌 330013 东华理工大学建筑工程学院² 南昌 330013)

摘 要 :Matlab 作为一种高效的科学及工程计算语言 ,在科研及实际工程中具有非常重要的作用。分别在音频、图像噪声和数据拟合三个方面引入 Matlab 的具体应用 : 利用图形形式编程方式进行了变声器方面的具体演示和开发 ; 使用高斯噪声等算法在处理图像噪声方面模拟图像加噪声和去噪声现象 ; 采用牛顿插值法进行湖底软土压实特性的拟合及可视化研究。研究表明 ,Matlab 在 GUI 图形形式开发不仅易于制作界面模板以及小程序 ,而且能够解析音频隐藏的含义 ,Matlab 在图像噪声处理利用不同噪声算法能够进行单独或者混合使用来产生静态噪声以及去噪声 ,使图像噪声的改进能够进行不同算法搭配从而实现更好去噪效果 ,为后续图像噪声的改进提供了研究方向 ,Matlab 在软土试验中 ,利用牛顿插值法结合探究软土压实的实际特性 ,将数据与已有公式进行相应对比分析具有很好的效果 ,试验结果更为可靠精确。

关键词 :Matlab ;变声器 ;图像噪声 ;数据拟合

中图分类号 :TP391 **文献标识码** :A

DOI:10.19414/j.cnki.1005-1228.2019.03.003

Application of Matlab in Audio, Image Noise and Data Fitting

LI Bao-shan¹, DAI Ren-hui², LIU Ke², ZHOU Peng², QIAN Ting¹, Sun Jun-hai¹

(School of Information Engineering, East China University of Technology¹, Nanchang 330013, China;

School of Architectural Engineering, East China University of Technology², Nanchang 330013, China)

Abstract : As an efficient scientific and engineering computing language, Matlab is very important in scientific research and practical engineering. The specific applications of Matlab are introduced in three aspects: audio, image noise and data fitting: 1 The specific demonstration and development of the sounder is carried out by means of graphical programming; 2 The algorithm is applied to the image noise by using Gaussian noise and other algorithms. Noise and de-noise phenomenon; 3 Using Newton interpolation method to fit and visualize the compaction characteristics of soft soil at the bottom of the lake. Research shows that Matlab is not only easy to make interface templates and small programs in GUI graphical form development, but also can resolve the meaning of audio hiding. Matlab can use different noise algorithms in image noise processing to generate static and dynamic noise and denoise separately or in combination. The improvement of image noise can be combined with different algorithms to achieve better denoting effect, which provides a research direction for the improvement of subsequent image noise. In the soft soil test, Matlab uses Newton interpolation method to explore the actual characteristics of elastic soil compaction. Comparing the data with the existing formulas has a beneficial effect, and the test results are more reliable and accurate.

Key words: Matlab; voice changer; image noise; data fitting

Matlab 是 Matrix Laboratory (矩阵实验室)的缩写 ,它是一种高效的科学及工程计算语言 ,广泛地应用于数学分析及计算、系统仿真、图像处理、数字信号处理、通信工程、金融系统等领域。如音频处理方面 ,孟若兰^[1]等利用 Matlab 设计的能够新建 LPC 倒谱法、提取共峰值以及对相关参数进行有效控制的变声器 ,简化了复

杂的计算步骤和问题 ,为未来变声器发展和完善提供了方向。陈良萍^[2]等提出新型算法来实现参数均衡器 ,运用 Matlab GUI 设计出了该参数均衡器 ,经过测试发现该均衡器滤波效果良好 ,实际参数易于控制 ,对音质有较大的改善。在图像噪声处理方面 ,叶雯^[3]利用 Matlab 对去噪方法进行了仿真 ,发现处理随机噪声比

收稿日期 2018-12-20

基金项目 国家自然科学基金(项目编号 61561003)

作者简介 李宝山(1992-) ,男 ,在读硕士 ,主要从事计算机图像处理方面的研究 ;通信作者 戴仁辉(1994-) ,男 ,在读硕士 ,主要从事粗粒土、细粒土压实特性方面的研究。

较理想的方法是波图像去噪。崔乔^[4]利用 Matlab 分析了图像直方图阈值,并使用不同的滤波手段对高斯白噪声图像去噪进行了研究,发现纳维滤波器对于高斯白噪声的降噪效果极佳,但相应的中值滤波处理效果较差,不能作为最佳选择。Qiang-feng Lü^[5]等利用 Matlab 对多自由度强非线性系统进行了分析,发现该系统在分数阶高斯噪声激励下能够稳态响应。Jia^[6]提出了一种随机平均方法,并基于该方法利用 Matlab 仿真预测了可积和非共振哈密顿系统对组合高斯和泊松比噪声的相应,发现预测结果符合蒙特卡罗模拟,验证得以通过。邱英杰^[7]等利用 Matlab 分别采用是中值滤波和均值滤波对高斯噪声和椒盐噪声进行仿真实验,发现中值滤波更适合去除椒盐噪声,但会丢失图像中的比较小的目标区域,均值滤波适合去除高斯噪声,但会使图像边缘变得模糊。在数据拟合方面,陈西亮^[8]等通过与线性四点插值法和倒高斯模型法进行对比,并利用牛顿插值法对植被红边进行了拟合,发现牛顿插值法在植被红边拟合中更有优势。

本文同样从多个方面来研究 Matlab 具体应用。采用图形式编程方法,优化了编程过程提高了开发效率,采用高斯噪声等算法进行图像静态的加噪除噪过程,深化了 Matlab 在图像噪声的研究工作,利用软土具体数据进行数据拟合及可视化,转换了数据的实际含义的直观表达。

1 Matlab 在 GUI 变声器中的应用

图形用户界面(GUI)指的是通过图形方式显示计算机用户的操作界面。在 Matlab 中使用 GUI 进行应用工具开发,能使开发更加简单,易于直观接受使开发者能快速上手,设计出符合自己想法的工具。通过 Matlab GUI 开发一种变声器,变声器原理为给出不同图片时显示对应图片的声音。

1.1 变声器素材收集

从网络上收集猫、狗和乌鸦的图片及其叫声的音频,分别命名为 cat.jpg 和 cat.wav, dog.jpg 和 dog.wav, crow.jpg 和 crow.wav。

1.2 变声器函数的原理

创建一个 GUIDE,选 Blank GUI(Default)模式,重命名为 *.fig 图形式编程窗口。自动生成两个函数:[GUI 名]_OpeningFcn 和[GUI 名]_OutputFcn。在 OpeningFcn 函数程序开始到界面运行期间进行初始化工作,界面出现后,开始执行 OutputFcn 函数,其函数返回值被作为入口函数的返回值输出,并用回调函数进行窗口开发模板的控件布置。

1.3 变声器效果

图 1 为变声器工作界面,相应的动物叫声按钮对应相应的动物图片,用于实现音频的播放及图片的放映。Mtlab GUI 工具具有独特的便利优势,利用其进行二次开发能够加快科研进度。目前,在 Matlab GUI 变声器方面,很多国内外学者进行了大量研究,如孟若兰对男声、女声和童声基频与共振峰之间的关系进行研究,发现基音周期发生变化,随之而来基频和共振峰同时变化,就能实现变声的效果。

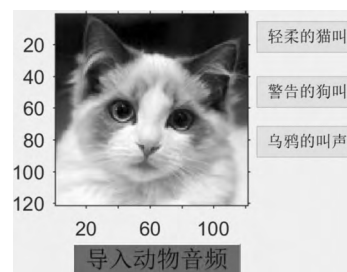


图 1 变声器简化版

为了研究变声器的原理,抽取猫的音频来进行语谱图绘制,对语音信号作傅里叶变换,以横轴为时间,纵轴为频率,采用颜色表示幅值变化如图 2 所示。图 2 表示信号的频率、幅度随时间的变化,也称“时频图”。由图 2,从图像上大致可以看成,猫的频率范围主要分布在 5000Hz~15000Hz,在 0-6s 范围内,猫叫声的频率随时间的增加而逐渐增加并在第 6s 达到最大,在第 7s 频率开始衰减。Matlab 在猫的叫声音频分析中直观明确,能够非常清楚显示声调变化及高频声音赋值随时间的变化趋势,具有良好的可操作性。

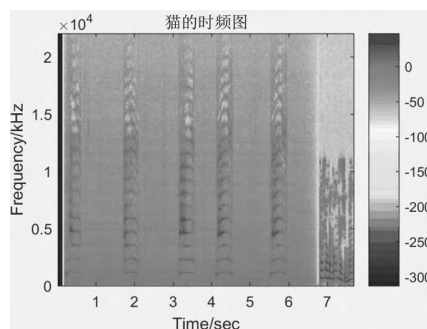


图 2 猫音频的时频图

2 Matlab 在图像噪声中的应用

2.1 图像噪声算法

图像去噪问题是图像处理和计算机视觉研究的热点问题。作为常用的信息载体之一,图像传输和存贮过程中常常受到各种噪声的干扰,导致图像降质。针对这些问题人们提出了不同的改进算法,如:高斯噪声^[4]、椒盐噪声^[9]、瑞利噪声^[10]、伽马噪声^[11]和指数分布噪声^[1]。此

次仿真实验主要用到的是高斯噪声,高斯噪声的原理如下公式:

$$P(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(z-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

式(1)中 z 表示灰度值, μ 表示 z 的平均值或期望值, σ 表示 z 的标准差。当 z 服从上述分布时,其值有 95% 落在 $[(\mu-2\sigma), (\mu+2\sigma)]$ 范围内。

2.2 图像噪声的具体演示

图像处理过程中不仅有图像去噪还有图像加噪再去噪,利用 Matlab 软件工具模拟图像加噪过程,将 $\mu=0.5$, $\sigma^2=0.01$ 代入公式(1),刻画出噪声的生成,如图 3 所示。

将经过加噪后图片分别进行中值滤波(5x5)和高斯滤波(5x5),从图 4 中可明显看出图片的变化,中值滤波对图片的色彩画质没有明显的改变,只改变了其处理后的图片明暗程度和清晰度,高斯滤波使图片由彩色变成了灰色。

由图像加噪试验可知,图片的加噪模拟过程是一种静态的噪声效果,而现实中需要处理动态噪声图像,因此,有必要进行动态加噪,先运动模糊化图片,再加入高斯噪声的拟合效果如图 5 所示。为了更好地体现原始图像的效果,合并图像的运动模糊与高斯噪声,对图像进行加强拟合。保留图像的色彩画质,形成一种客观的噪声效果,如图 6 所示。对图 6 进行去噪处理,将动态混合加噪的图像进行去噪恢复,去噪恢复过程中分别用到维纳滤波^[12]和最小二乘滤波^[13]的算法,两者去噪恢复过程中,得到的滤波效果如图 7 和图 8 所示。由图 7 可知纳维滤波对动态图像去噪效果不明显,呈现的画质相对比较模糊,颜色偏向深蓝色,说明纳维滤波不适合处理动态噪声图像。由图 8 可知约束最小二乘滤波去噪效果良好,图像画质相对比较明亮、清晰,与原始图像基本没有差别,说明约束最小二乘滤波对动态噪声图像处理效果良好。

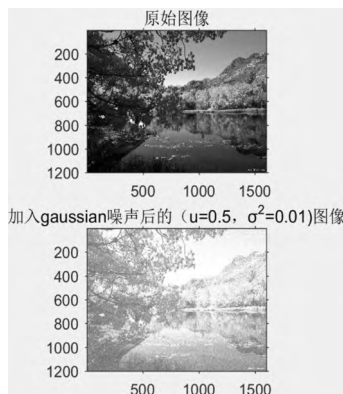


图 3 加高斯噪声

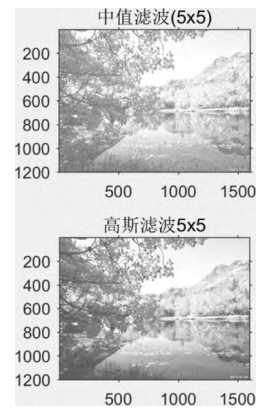


图 4 中值滤波和高斯滤波

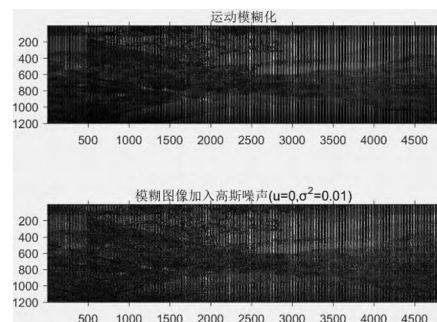


图 5 动态加噪声

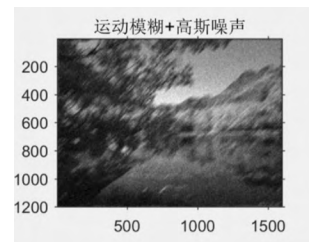


图 6 动态混合加噪声

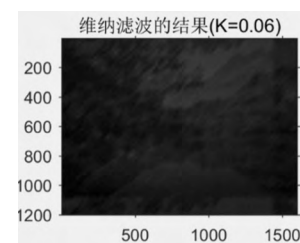


图 7 纳维滤波

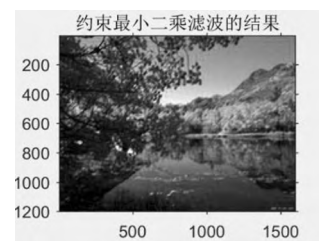


图 8 约束最小二乘滤波

Matlab 在软土压实特性中的应用

3.1 数据来源

基于软土击实试验,湖泊沉积软土击实数据汇总

见表 1 ,重点研究软土含水率 ω 、击实次数 n 与干密度 ρ_d 的关系。

表 1 软土击实实验数据

| 含水率 (%) | 干密度 ρ_d (g/cm ³) | | | | |
|---------|-----------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| | 击实 4 次 | 击实 8 次 | 击实 12 次 | 击实 16 次 | 击实 20 次 |
| 11.43 | 1.05 | 1.10 | 1.13 | 1.16 | 1.19 |
| 19.20 | 1.11 | 1.18 | 1.21 | 1.27 | 1.38 |
| 24.20 | 1.14 | 1.22 | 1.26 | 1.33 | 1.44 |
| 29.86 | 1.17 | 1.24 | 1.30 | 1.35 | 1.42 |
| 39.40 | 1.18 | 1.22 | 1.27 | 1.28 | 1.30 |
| 47.46 | 1.11 | 1.13 | 1.14 | 1.15 | 1.16 |

3.2 数据处理

3.2.1 试验规程法

根据表 1 的结果 ,以含水率 ω 为横坐标 ,干密度 ρ_d 为纵坐标绘制湖泊沉积软土的击实曲线 ,另外将软土的比重 $G_s=2.63$ 代入式(2)绘制出湖泊沉积软土理论上的饱和曲线 ,为了便于对比分析 ,将软土击实曲线与其理论饱和曲线绘制在同一张图中 ,如图 9 所示。试验规程法中 ,击实次数与含水率控制点较少 ,试验人员很难依靠仅有的数据点绘制出准确的击实次数与最优含水率关系曲线。

$$\rho_d = \frac{\rho_w}{\omega_{sat} + \frac{1}{G_s}} \quad (2)$$

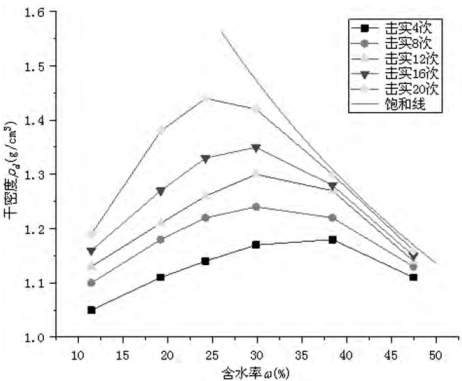


图 9 软土在不同击数下的击实曲线

3.2.2 Matlab 牛顿插值法

以击实 4 次为例 ,利用 Newton 插值函数^[14] ,由表 1 可计算出击实 4 次下差值函数差商 ,见表 2 表 2 中 $f(x_i)$ 为试验干密度 x_i 为含水率。

由表 2 ,利用 Matlab 计算出击实次数为四次时软土的干密度与含水率关系的插值拟合函数。如式(3)所示 ,式(1)中 $F(x)$ 为拟合干密度 x 代表含水率。由式(3)及表 1 中的数据可绘制出湖泊沉积软土在不同击数下拟合函数图像 ,如图 11 所示。

表 2 击实 4 次时干密度与含水率关系差商表

| i | x_i | $f(x_i)$ | 一阶差商 | ... | 五阶差商 |
|-----|-------|----------|---------------|-----|---------------------------|
| 0 | x_0 | $f(x_0)$ | | | |
| 1 | x_1 | $f(x_1)$ | $f[x_0, x_1]$ | | |
| ... | ... | ... | ... | | |
| 5 | x_5 | $f(x_5)$ | $f[x_4, x_5]$ | ... | $f[x_0, x_1, \dots, x_5]$ |

$$F(x) = f(x_0) + f[x_0, x_1](x - x_0) + f[x_0, x_1, x_2](x - x_0)(x - x_1) + \dots + f[x_0, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5](x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_5) \quad (3)$$

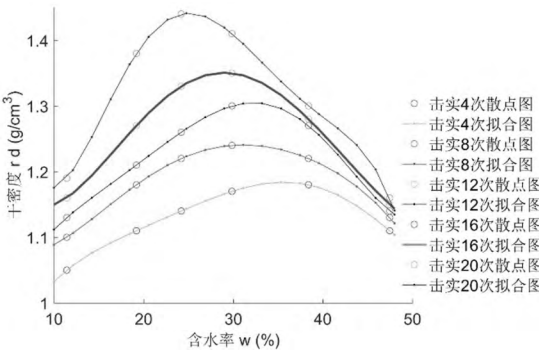


图 10 软土压实特性拟合图

由图 10 利用 Matlab 可以很好地将牛顿插值运用在击实试验曲线拟合中 ,插值函数扩大了含水率的范围 ,可以使研究人员更清楚地观察到未配置含水率处的击实曲线的走向及干密度的变化范围。而且在图 4 中 ,当击实次数从 8 次增加到 16 次时 ,最优含水率呈现减小的趋势 ,数据变化更符合实际情况。

3.2.3 软土压实特性可视化

利用 Matlab 将软土压实数据从二维拟合转换为三维拟合 ,结果如图 11 所示。图 11 中 ,软土击实数据点更多 ,图像更加圆润光滑 ,有利于对未知点进行预测 ,与规范中的作图法相比 ,结果更为精确。牛顿插值法所得的最优含水率与该试样塑限相差较小 ,只要试验数据可靠 ,所得的结果应更接近于真实值。

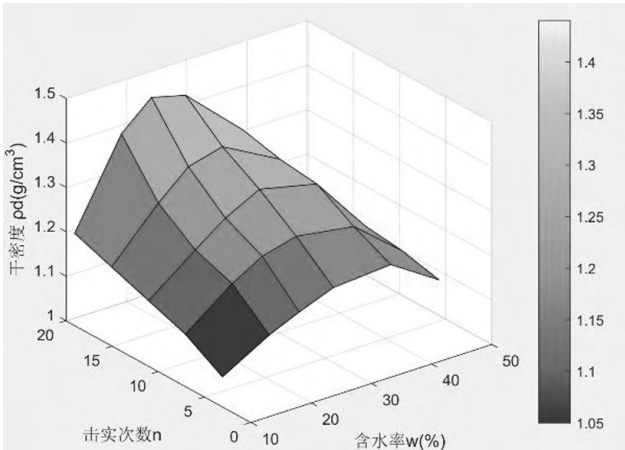


图 11 软土压实特性可视化拟合图

4 结束语

(1) Matlab 软件工具在音频处理方面, 构造 GUI 界面的功能强大, 能够设计出符合要求的简化变声器界面, 其音频处理分析能力为音频开发提供了很好帮助, 为后续的音频研究提供了辅助工具;

(2) Matlab 软件工具进行图像噪声处理方面为不精通编程语言的研究者提供便利的编程方式, 此次图像噪声对常见算法进行了应用, 使图像噪声处理能进行后续改进;

(3) Matlab 软件工具将牛顿插值法与软土压实的特性进行结合, 抽象的牛顿插值法运用到实际软土特性研究中, 提高软土特性研究的精确性, 为实际工程提供了便利。

参考文献:

- [1] 孟若兰, 刘艳丽, 陈锦苗, 等. 基于 MATLAB GUI 的变声器设计与实现[J]. 电子测试, 2018(17): 19-20.
- [2] 陈良萍, 陈子为, 兰泽宇, 等. 基于 Matlab GUI 的参数均衡器设计[J]. 电子技术与应用, 2018(17): 19-20.
- [3] 叶雯. 基于 MATLAB 的图像去噪研究 _ 叶雯 [J]. 计算机时代, 2015(6): 10-12.
- [4] 崔乔. 基于 Matlab 的图像灰度分析及高斯白噪声的研究[J]. 科技创新与应用, 2018(27): 60-61.
- [5] Qiang-feng L ü, Mao-lin DENG, Wei-qiu ZHU. Stochastic averaging of quasi partially integrable Hamiltonian system.s under fractional Gaussian noise [J]. Journal of Zhejiang University-SCIENCE A, 2017, 18(9): 704-717.
- [6] Jia, W.T., Zhu, W.Q., . Stochastic averaging of quasipartially integrable Hamiltonian systems under combined Gaussian and Poisson white noise excitations [J]. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 2014, 398: 125-144.
- [7] 邱英杰, 王君, 张冬梅, 等, 万蓓蓓. 基于 MATLAB 软件的扫描图像去噪仿真研究[J]. 计算机产品与流通, 2017, (7): 6.
- [8] 陈西亮, 张佳华. 牛顿插值法在植被红边拟合中的应用[J]. 湖北农业科学, 2016, 55(7): 1828-1835.
- [9] 王拓, 王洪雁, 裴炳南. 一种消除椒盐噪声的迭代自适应中值滤波算法[J]. 电光与控制, 2018.
- [10] 王连利, 刘增力, 刘康. 基于灰度直方图的单一图像噪声类型识别研究[J]. 软件导刊, 2018, 17(4): 197-200.
- [11] 闰克丁, 付永升, 于小宁, 等. 指数和高斯随机粗糙表面光散射特性数值研究[J]. 计算机与数字工程, 2018(4): 644-648.
- [12] 付自如. 基于小波与小波包的维纳滤波去噪新算法[D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2018.
- [13] 刘浩, 韩晶. MATLAB R2016a 完全自学一本通[M]. 北京: 电子工业出版社, 2016: 436-437.
- [14] 王泽文. 数值分析与算法 [M]. 北京: 科学出版社, 2016: 108-123.

声 明

本刊已许可中国学术期刊(光盘版)电子杂志社(中国知网)、万方数据股份有限公司、重庆维普资讯有限公司、北京世纪超星信息技术发展有限责任公司、中教汇据(北京)科技有限公司在其系列数据库产品中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。著作权使用费与本刊稿酬一并支付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意我刊上述声明。

编辑部