

MATLAB 工具箱在测绘数据处理中的应用

王 剑 张书毕 史先领 范洪东

(中国矿业大学环境与测绘学院, 江苏徐州, 221008)

[摘 要] 本文主要介绍了 MATLAB 工具箱的特点和功用。根据其在测绘领域的作用, 对两个实例进行了分析, 取得了良好的效果。相比其它编程工具, 使用 MATLAB 工具箱大大简化了编程工作, 同时获取了较高的数据处理精度, 值得在测绘领域广泛应用。

[关键词] MATLAB 工具箱; 神经网络; 小波; 测绘数据处理

测绘信息网 <http://www.othermap.com> 网友测绘人提供

Application of MATLAB Toolbox in Surveying Field

WANG Jian ZHANG Shu-bi SHI Xian-ling FAN Hong-dong

(College of Environment and Spatial Informatics, CUMT, Xuzhou 221008, China)

Abstract: This article mainly discusses the features and faculties of MATLAB Toolbox. According to its functions in surveying field, two practical examples are analyzed and a better result is obtained. Comparing with other programming toolboxes, MATLAB Toolbox can improve the work efficiency greatly and give a high data processing precision. Therefore, it can be used widely in surveying field.

Key words: MATLAB Toolbox; Neural Network; Wavelet; Survey data processing

1 MATLAB 工具箱简介

美国 mathworks 公司的 MATLAB 以其强大的功能在许多学科领域均获得广泛的应用, 越来越受到人们的普遍重视。MATLAB 系统主要包括以下几个部分: MATLAB 开发环境、MATLAB 语言、MATLAB 工具箱和 MATLAB 的 API。其中 MATLAB 工具箱内容十分丰富, 并且在不断地更新改进中, 现有的工具箱已不下几十种, 已深入应用于各个学科领域。其中笔者认为可以在测绘领域应用的有神经网络工具箱 (Neural Network Toolbox)、数理统计工具箱 (Statistics Toolbox)、模糊逻辑工具箱 (Fuzzy Logic Toolbox)、小波分析工具箱 (Wavelet Toolbox)、优化工具箱 (Optimization Toolbox)、地理信息处理工具箱 (Mapping Toolbox)、虚拟现实工具箱 (Virtual Reality Toolbox) 等。本文主要介绍 MATLAB 工具箱在测绘数据处理中的应用, 并结合实例进行分析。通过分析可以看出 MATLAB 有着广阔的应用前景。

2 几种 MATLAB 工具箱的使用介绍

2.1 MATLAB 小波工具箱

小波分析理论, 是一种新的时频局部化分析方法, 被认为是自傅立叶方法后的突破性进展。小波工具可以在测绘领域的许多方面应用, 如 GPS 信号消噪、卫星遥感图像数据的压缩与处理。这里主要讨论小波分析在变形监测信号消噪中的应用。

小波变换进行噪声消除的主要步骤是:

(1) 选择小波和小波分解的层次, 然后对信号 s 进行 N 层的小波分解。

(2) 高频系数的阈值选择。对于第一层到第 N 层的每一层, 选择一个阈值, 并且对高频系数用软阈值或硬阈值进行处理。

(3) 根据第 N 层的低频系数和第一层到第 N 层的经过修改的高频系数, 计算出信号的小波重建。

MATLAB 小波工具箱中的相关函数主要有: Wavedec (单尺度一维小波分解函数); Appcoef (函数提取一维小波变换低频系数); Detcoef (函数提取一维小波变换高频系数); Thselect (信号消噪的阈值选择); Wthresh (进行软阈值或硬阈值处理); Waverec (多尺度一维小波重建) 等。

2.2 MATLAB 神经网络工具箱

现今人工神经网络 (Artificial Neural Networks) 发展迅速, 由于其具有以分布式存储知识、以并行方式进行信息处理以及自学习能力等优点, 在测量数据处理中有着广泛的发展前景。而使用 MATLAB 神经网络工具箱非常便利。在实际使用中, 我们用的最广泛的是反向传播网络 (BP 网络)。这里以 BP 网络为例介绍 MATLAB 神经网络工具箱如何使用。

其基本步骤为:

(1) 从数据文件中导入训练样本和检验样本。

(2) BP 神经网络的生成和初始化。在设计 BP 网络时, 只要已知输入变量、各层的神经元个数和

表 1 21 号点实测下沉值与消噪后下沉值表

单位 mm

序次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
实测下沉值	17	19	18	20	18	19	22	24	27	24
消噪后下沉值	18.2	18.6	18.8	19.1	19.4	19.8	20.8	22.6	24.2	25.5
序次	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
实测下沉值	27	33	28	42	44	38	43	47	46	49
消噪后下沉值	28.6	33.3	31.2	39.6	41.1	41.1	42.9	45.8	46.5	45.5
序次	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
实测下沉值	42	39	44	54	60	56	56	57	54	52
消噪后下沉值	44.2	42.0	45.1	54.0	56.7	54.2	55.1	57.4	56.6	53.4
序次	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
实测下沉值	52	52	62	67	65	68	72	72	67	66
消噪后下沉值	55.2	61.9	64.6	64.7	65.2	64.9	69.8	69.3	68.1	66.7
序次	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
实测下沉值	65	76	65	69	67	68	67	70	66	65
消噪后下沉值	67.9	73.1	66.4	69.8	67.7	66.9	66.2	66.2	66.0	65.6
序次	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
实测下沉值	61	66	65	66	69	64	66	68	73	72
消噪后下沉值	65.6	65.7	66.0	66.4	66.5	66.2	67.0	69.0	70.1	70.3

作用函数，就可以利用函数 newff () 生成 BP 网络。并使用 init 函数进行初始化。

(3) BP 网络进行训练和仿真。函数 trainbp ()、trainbpm ()、trainlm () 均可对 BP 网络进行训练，其用法是类似的，但采用的学习规则有所不同。函数 trainbp () 采用标准 BP 算法，函数 trainbpm () 采用启发式学习方法进行了改进，它们在实际训练中并不很实用。而函数 trainlm () 采用了更有效的优化算法 levenberg - marquardt 法进行了改进，使学习时间更短、精度更高，只是学习时需要较大的内存空间。利用 sim 函数可进行网络仿真。

(4) BP 网络的输出。根据学习所得到的最优权值和阈值，利用函数 sim () 输出结果用来检验或作出预测。

2.3 地理信息处理工具箱

地理信息处理工具箱针对经纬度记录的以度分秒为单位的系列矩阵，提供丰富的地图投影、网格系统、专题地图制作和地图输出功能。使用地理信息处理工具箱，用户首先要定义一个 map axes 结构，并确定用户所需要的投影方式。然后，对于一个要

显示的对象，或者调用地理信息处理工具箱中的绘制函数直接绘制，此时工具箱将自动进行投影计算；或者用户自己调用投影转换函数后调用标准 MATLAB 的绘制命令进行显示。

此外，MATLAB 优化工具箱、MATLAB 遗传算法工具箱、MATLAB 图像处理工具箱、MATLAB 模糊工具箱均可以在测量数据处理中发挥重要的作用。例如利用 MATLAB 优化工具箱可以进行控制网的优化设计，利用 MATLAB 图像处理工具箱可进行遥感图像处理等。

3 实例分析

3.1 小波分析

以参考文献 5 中数据为例，某矿一工作面上方建立了地面岩移观测站。在地表移动活跃期间，实施 GPS 动态监测，笔者取 21 号测点 60 个等间隔时段的数据，运用 MATLAB 小波工具箱进行小波分析消噪。这里采用软阈值消噪方法，计算结果见表 1，信号消噪前后对比见图 1。

部分程序代码如下：

```
subplot ( 2 , 1 , 1 );
plot ( s ); title ( '原始信号' );
```

```
[c, L] = wavedec(s, 3, 'db4'); % 利用 db4 小波对信号进行一维三尺度分解
a3 = appcoef(c, L, 'db4', 3); % 提取一维信号在第 3 层上的低频系数
d3 = detcoef(c, L, 3); % 提取一维信号在第 3 层上的高频系数
d2 = detcoef(c, L, 2);
d1 = detcoef(c, L, 1);
thr = thselect(s, 'sqrtwlog'); % 返回使用 sqrtwlog
```

规则得到的阈值。

```
dz3 = wthresh(d3, 's', thr); % 进行软阈值处理。
dz2 = wthresh(d2, 's', thr);
dz1 = wthresh(d1, 's', thr);
cL = [a3, dz3, dz2, dz1];
sL = waverec(cL, L, 'db4'); % 根据系数进行信号重建。
subplot(2, 1, 2); plot(sL); grid;
title('采用软阈值消噪后的信号');
```

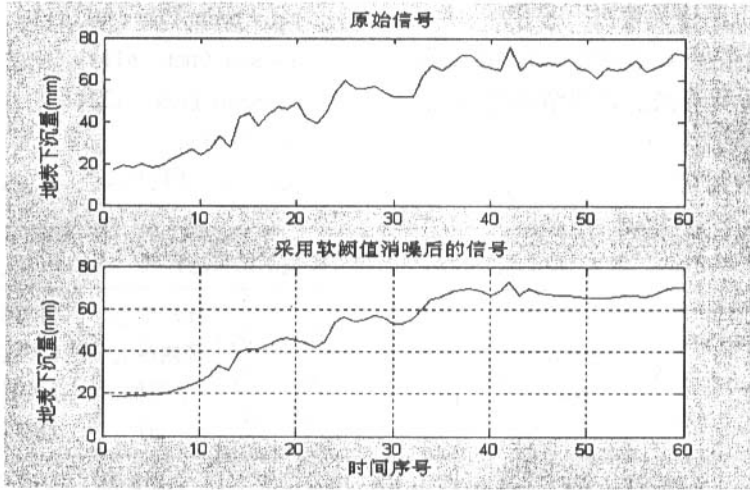


图 1 消噪后信号与原始信号对比图

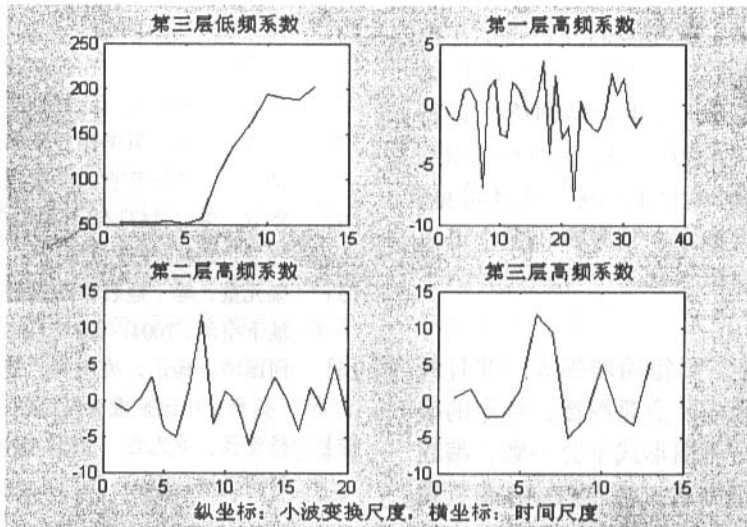


图 2 各层小波分解系数

从图 2 中可以看出有用信号和噪声的时频特征是不一样的，有用信号在时频和频域上是局部化的，表现为低频特征。而噪声在时频中分布是全局性的，在频域内表现为高频特征。通过小波滤波可以有效地分离有用信号和噪声，实现变形特征信号

的提取。

3.2 神经网络分析

引用参考文献 6 中数据为例。在综合分析最大下沉值与地质采矿条件之间关系的基础上，采用人工神经网络方法，使用 MATLAB 神经网络工具箱建

立人工神经网络模型。

要想让神经网络的预测结果理想，首先必须正确认识和掌握引起开采沉陷的影响因素。根据实际资料引起地表沉陷的诸因素如下：采煤方法及顶板管理方法、覆岩力学性质（用硬度系数来表示）、煤层倾角、开采厚度、开采深度、采区尺寸大小、重复采动影响等。本算例中以某矿岩移观测站为例，因为为同一矿区，采煤方法、覆岩力学性质、重复采动等影响因素基本类似，故仅考虑采厚、煤层倾角、平均采深（h）、倾向长（d）、（d/h）等5个因素作为输入，以最大下沉值作为输出。采用5-6-1的3层神经网络（隐含层为6个神经元）。本文采用levenberg-marquardt优化算法。预测结果见表2。

其部分编程代码如下：

```
net = newff ( minmax ( a11 ), [ 5 , 6 , 1 ] , { 'tan-
```

```
sig' , 'tansig' , 'purelin' } , 'trainlm' );
net = init ( net );
net.trainparam.epochs = 10000 ;% 设置网络训练次数为 10000 次 ;
net.trainparam.goal = 1 * 0.00001 ;% 设置网络训练目标误差为 0.00001
net.trainparam.show = 200 ;% 设置每隔 200 次显示训练结果
net.trainparam.lr = 0.05 ;% 设置网络学习速率
net.trainparam.lr-inc = 1.05 ;
net = train ( net , a11 , b1 );
a = sim ( net , a11 );
aa = sim ( net , a22 );
t1 = 1 : 13 ;
plot ( t1 , b1 , 'b + ' , t1 , a , 'r' );
```

表 2 神经网络预测与回归分析预测结果的比较

点号	采厚 (m)	倾角 (a/°)	平均采深 (H/m)	倾向长 (D/m)	D/H	实测最大下沉值 (m)	回归预测最大下沉值 (m)	神经网络预测最大下沉值 (m)	回归与实测比较绝对误差 (m)	神经网络与实测比较绝对误差 (m)
1	1.1	12	75	120	1.6	0.826	0.77	0.813	0.056	0.013
2	1.14	18	80	125	1.57	0.821	0.75	0.783	0.071	0.038

从测试结果可以看出，使用回归分析方法，两点的绝对误差分别为 0.056、0.071，相对误差为 6.78%、8.65%。相比之下，采用神经网络法进行预测，最大下沉值计算的绝对误差分别为 0.013、0.038，相对误差只有 1.57% 和 4.63%。由此可见，该网络模型的计算结果误差小、精度高，完全可以满足工程实际需要。

4 结论

综上所述，MATLAB 工具箱功能强大，并且开发工具方便快捷。它突出的特点是简捷，指令的表达与数学、工程中常用的习惯形式十分一致，编程的特点更贴近人们的思维方式。将 MATLAB 工具箱与测绘领域实际问题相结合，将大大提高研究进度，从而开创更广阔的研究空间。

参考文献

[1] 黄生享, 等. 变形监测数据处理 [M]. 武汉: 武汉

大学出版社, 2003.

[2] 周胜君, 王坚. 利用 MATLAB 进行测绘数据处理和分析 [J]. 矿山测量, 2004, (3).

[3] 郭文兵, 等. 概率积分法预计参数选取的神经网络模型 [J]. 中国矿业大学学报, 2004, (5).

[4] 张卡, 等. MATLAB 在测绘领域中的应用 [J]. 矿山测量, 2004, (3).

[5] 栾元重, 等. 地表移动趋势项预测模型的研究 [J]. 地下空间, 2004, (3).

[6] 何国清, 杨伦, 凌庚娣, 等. 矿山开采沉陷学 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1991.

[7] 杨建强, 罗先香. MATLAB 软件工具箱简介 [J]. 水科学进展, 2001, (6).

[收稿日期] 2005 - 08 - 04

[作者简介] 王剑 (1980 -), 男, 山西人, 汉族, 硕士研究生, 主要研究方向为数据处理、GPS 理论与应用。