

文章编号: 1005—0523(2004)01—0074—03

在 VC++ 中通过调用 MATLAB 实现回归分析

徐 征^{1,2}, 陈 进¹, 况志军³

(1. 武汉理工大学 自动化学院, 湖北 武汉 430070; 2. 华东交通大学 电气学院; 3. 华东交通大学 信息学院, 江西 南昌 330013)

摘要:以界面热阻仿真软件的开发为例, 详细介绍了如何在 VC++ 中通过调用 MATLAB 实现回归分析, 为开发专用数理统计分析软件提供一条可靠性高、开发周期快的有效途径。

关 键 词: VC++; MATLAB; 界面热阻; 回归分析

中图分类号: TP391.9

文献标识码: A

由实验数据建立数学模型, 我们通常采用回归分析^[1]。在回归分析方面, 常用的软件有 MATLAB、TSP、SAS、SPSS 等。但是在某些特殊的场合, 我们需要开发自己的专用数理统计分析软件。VC++ 具有编程界面友好, 代码效率高, 兼容性好等特点, 现今已成为 WIN32 程序的主要开发工具。但是, 在 VC++ 中手工编写回归分析的代码是一件费时费力的事情。

MATLAB 是一种功能非常强大的数学分析软件。它广泛的应用于线性代数、自动控制理论、数理统计、动态系统仿真等领域。它具有扩展性好、易学易用、方便快捷等优点。但是 MATLAB 语言是一种解释性语言, 它实时效率差、不可以脱离其环境独立运行, 因此无法用于商业软件的开发。在 VC++ 中调用 MATLAB 既能保留 MATLAB 的优良算法, 又能保持 VC++ 的高效率性, 能大大缩短专用数理统计分析软件的开发周期。本文将以前界面热阻仿真软件的开发为例, 详细介绍如何在 VC++ 中通过调用 MATLAB 实现回归分析。

1 界面热阻仿真软件简介

1.1 界面热阻简介

界面热阻是航空、航天、生物医学、能源、机械及低温超导领域中关注解决的重要问题之一。由于材料特性、连接方式、表面特性等存在差别, 界面热阻的内在机制相当复杂。界面热阻的倒数称为界面热导, 由于界面热阻的数值很小不易于我们分析讨论, 所以在计算中通常求取界面热导。

影响界面热阻的因素主要有以下几种^[2]:

1) 接触表面的粗糙度: 表面粗糙度的增大会使物体间的接触更加不完全, 以致热流的收缩程度加大, 从而导致界面热阻的增大。

2) 接触压力: 接触压力将直接影响到固体间的微凸起变形程度。压力越大会使微凸起变形程度越明显, 于是实际接触的面积也就越大, 界面热阻就越小。

3) 温度条件: 温度对界面热阻的影响机制较为复杂。它主要是通过固体的导热系数和固体材料的弹性模量、硬度等发生作用。

1.2 本软件的主要功能

界面热阻仿真软件主要为从事界面热阻研究的人员提供一个直观、方便的分析工具。它能够对实验装置所生成的 EXCEL 文件进行处理, 通过对实验数据进行回归分析拟合出多种数学模型, 使研究人员能够通过对各种模型比较、分析获取与事实

收稿日期: 2003—09—25

作者简介: 徐 征(1978—), 女, 湖北随州人, 武汉理工大学在读硕士研究生。

最为符合的数学模型。同时它辅助相关动画使微观界面层宏观化,让研究人员能够具体的了解微观界面层的传热过程。由于在VC++中开发回归算法较为复杂,图形显示的误差也较大,所以在仿真软件中采用调用MATLAB的回归算法,获取界面热阻与粗糙度、接触压力、温度的数学模型。

2 在VC++中调用MATLAB实现回归分析

2.1 在VC++中调用MATLAB的方法简介

目前,在VC++中调用MATLAB主要有以下三种方法:

1) 利用MATLAB引擎

MATLAB引擎采用客户机和服务器的计算方式。在运用中,VC++的程序为前端客户机,它向MATLAB引擎传递命令和数据信息,并从MATLAB引擎中接收数据信息^[3]。

这种方法调用MATLAB较少的代码即可实现。但是它不能脱离MATLAB运行环境,而且运行速度非常缓慢,所以通常我们很少采用这种方法。

2) 利用MATLAB的编译器调用数学函数库

MATLAB的mcc命令可以将M文件转换为C或CPP文件,编译后在VC++中可直接调用。

该方法的优点在于可以脱离MATLAB环境独立运行,但是它不支持图形函数,因此M文件中如有图形函数必须注释掉。同时,用这种方法调用MATLAB数学函数库必须在对VC++的编程环境进行较为复杂的设置,不易于程序的开发和扩展。

3) 利用MATCOM将M文件译成C++源码

MathTools公司推出的MATCOM为解决在VC++中调用MATLAB提供了一条良好的途径。MATCOM可将MATLAB的源代码译成同等功能的C++源码,转化所得的头文件和CPP文件可以在VC++中直接引用。它不仅保持了C++的高效性而且可以方便的转换图形函数。

由于第三种方法相对于以上两种具有不可比拟的优越性,我们将采用这种方法实现对MATLAB的调用。下面将详细介绍如何在VC++环境下调用MATLAB建立界面热阻与接触压力、温度的数学模型。

2.2 在接触压力一定的情况下通过一元回归建立界面热导与温度的数学模型

在仿真软件中,我们提出了三种界面热导与温度的一元回归模型。它们分别是线性模型、分段模型和二次多项式模型。在此,本文将以最简单的线

性模型为例介绍一元回归的实现。在MATLAB中,一元线性回归所用的函数是`profit(x,y,1)`。下面是M文件中的一元线性回归的主要代码:

```
coef=polyfit(T,Hc,1); % coef 代表线性回归的两个输出值,T表示温度,Hc表示界面热导
a0=coef(1); a1=coef(2); %拟合的回归参数
ybest=a1 * T +a0; %拟合的一元线性回归模型
plot(T,ybest, T, Hc, 'o'), title('线性仿真模型'), grid % 绘制拟合曲线
ybest_wucha=(Hc -a1 * T-a0)/Hc * 100; %求得拟合误差
plot(T,ybest_wucha, '- ',T,ybest_wucha, 'o'), title('线性仿真误差模型'), grid;%绘制误差曲线
```

在MATCOM中打开该M文件,选中菜单将它生成EXE或DLL文件,则可以获得相应的CPP文件和H文件。生成的CPP文件代码经过整理如下:

```
dMm(T);dMm(Hc);dMm(coef);dMm(a0);
dMm(a1);dMm(ybest);dMm(ybest_wucha);
coef = polyfit(T, Hc,1,0);
a0 = coef(1,0);a1 = coef(2,0);
ybest = a1 * T +a0;
display(plot((CL(T),ybest, T,Hc,TM("o"))));
display(title((CL(TM("线性仿真模型"))));
display(grid());
ybest=(ctranspose(Hc)-a1 * ctranspose(T)-a2)/ctrans-
pose(Hc) * 100.0;
display(plot((CL(T),ybest,TM("-"),T,ybest,TM("o"))));
display(title((CL(TM("线性仿真误差模型"))));
display(grid());
```

该代码可以直接添加到VC代码中,也可以直接将该文件和头文件分别添加到VC工程中。需要注意的是在调用的文件中应加入“matlib.h”头文件和宏定义: `#define MLIB 0`,并且需要将C:\matcom45\lib\ v4501v.lib添加到VC工程中。图1为导入一组实验数据后,运用上述方法获取的一元线性回归曲线和误差曲线图。仿真软件建立的数学模型为: $H_c = 1.3457T - 33.1970$ 。从误差图中可以观察到最大误差出现在温度 $T = 136K$ 时,最大误差约为8.2%。由于目前对界面热阻的研究还处于较为初级的阶段,该误差基本上可以满足实际需求的精度范围。

2.3 通过二元回归建立界面热导与温度、压力的数学模型

在MATLAB中,二元回归的常用函数有: `[b, hint,r,rint,stats]=regress(y,x),rstool(x,y,'model')`、等。选用`nlinfit`来实现二元回归。在仿真软件中,

二次回归也提出了三种模型。它们分别是线性模型、乘积模型和二次多项式模型。在此,以乘积模型来介绍二次回归的具体调用方法。

```
下面是在 model.m 文件中乘积模型的主要代码:
function yhat = model (beta,t)
x = power(t(:,1),beta(1));
y = power(t(:,2),beta(2));
yhat = beta(3) * times(x,y);
在文件 tt.m 中调用 model 模型:
call model;
X=[T,P]; %P 表示压力
beta0 = [1,1,1]';
[beta,r,j]=nlinfit(X,Hc,'model',beta0);
```

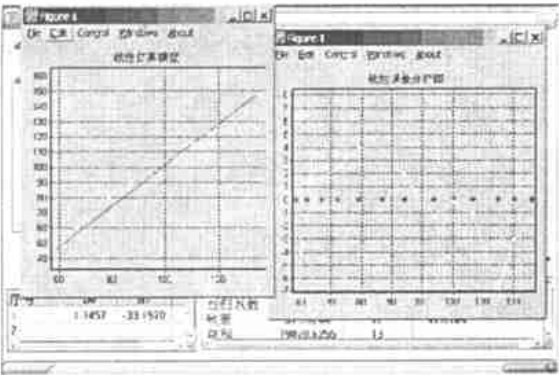


图 1 界面热导与温度的一元线性回归曲线及误差曲线图

将 nlinfit 函数中嵌套的函数在 MATCOM 中进行编译,可以获取 model.h,model.cpp, feval.h,feval.

cpp,nlinfit.h,nlinfit.cpp 文件,将它们添加到 VC 工程中,再用一元回归相似的方法添加头文件和宏定义,我们可以获取拟合所得曲线和误差曲线。图 2 为导入实验数据后,获得的界面热阻与温度、压力乘积形式的回归曲线和误差曲线图。拟合所得的模型为: $H_c=0.022 \times T^{2.264} P^{0.4693}$ 。由图 2 可知,拟合的最大误差约为 5.4%,能很好的满足拟合的精度要求。

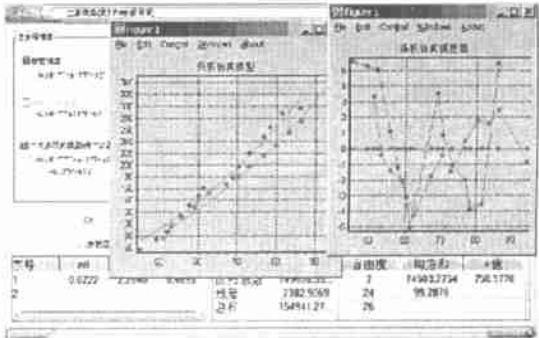


图 2 界面热导与温度、压力乘积形式的回归曲线及误差曲线图

参考文献:

[1] 于演.高等工程数学[M].武汉:华中理工大学出版社,1995.
[2] 张涛,徐烈,熊炜. 低温真空下 Cu—Cu 界面间的接触热阻的实验研究[J].低温工程,1999,2.
[3] 林岚,周云波. Matcom: Matlab 与 C++ 结合的有效途径 [J]. 华中理工大学学报,2000,2.

How to Implement Regression Analysis in VC++ by Calling MATLAB

XU Zheng^{1,2}, CHEN Jin², KUANG Zhi-jun³

(1.School of Automatization, Wuhan Univ. of Technology, Wuhan, 430070; 2.School of Information Eng. East China Jiaotong Univ., Nanchang 330013; 3.School of Electrical and Electronical Information, East China Jiaotong Univ., Nanchang 330013,China)

Abstracts: How to implement regression analysis in VC++ by calling MATALAB is illustrated in detail by developing simulation software of interfacial thermal contact resistance. It provides an effective and fast way to develop mathematic statistic analysis software for special intention.

Key ways: VC++, MATLAB, interfacial thermal contact resistance, regression analysis