# 《测量数据处理理论与方法》实验报告二

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **年级、专业、班级** | | **2019级测绘工程01班** | | | **姓名** | | **魏子继** | **学号** | **20194947** |
| **实验题目** | **协方差函数及其估计** | | | | | | | | |
| **实验时间** | **2021年10月11日** | | **实验地点** | | | **A理119** | | | |
| **学年学期** | **2021学年**  **第一学期** | | **实验性质** | | | **□验证性 ■设计性 □综合性** | | | |
| 1. 实验目的及要求   1.了解和熟悉MATLAB的实验环境，学会一些简单函数公式的使用  2.理解和掌握协方差函数及其估计的基本原理以及计算公式  3.学会使用协方差函数估计来分析计算具体函数模型  要求：   1. 程序代码的重要部分要有注释；   2、编程风格要符合要求。（注意对齐和缩进）；  3、实验分析要全面(需要纠错过程截图)。 | | | | | | | | | |
| 1. 实验设备及环境 2. PC机一台；   2、软件matlab或者其他软件 | | | | | | | | | |
| 三、实验原理及内容  随机函数：依赖于时间或其它因素而变化的一族无穷多个互相关联的的随机变量之集合为随机函数。用X（ｔ）表示。  随机过程：若所考虑的因素（时间、距离等）是连续的，称这种随机函数为随机过程。  随机序列：若所考虑的因素是一些离散值，称这种随机函数为随机序列。  随机函数的数字特征：  1）数学期望（依赖于ｔ的非随机函数）  2）方差  3）协方差函数  一个随机函数X（ｔ），若它的数学期望和方差取常数、协方差函数仅是区间长度（如时间间隔）的函数，即：    则称X（ｔ）为平稳随机函数。  说明：  1、随机过程中各随机变量的期望相等，不随时间变化为一常数；  2、不同位置的两个变量的协方差仅与时间间隔有关，与时间起点无关、也表明协方差是时间的函数，具有这种性质的协方差称为：协方差函数。  协方差函数定义:    协方差函数的估值：    为了消除误差干扰，研究数据变化规律，需对原始数据进行修匀或圆滑处理。  一般来讲, 协方差函数拟合由以下几个步骤组成:  1、计算观测值中数及各观测值与中数的偏离值, 这一步也称“观测值的中心化”。  2、利用偏离值, 根据统计学公式计算观测值的初始方差- 协方差。  3、利用最小二乘法求解所选协方差函数的待定参数。（曲线拟合)  协方差函数的模型可由实际问题选择确定，除用多项式外，还可选用指数形式等。  如高斯曲线函数：  希尔沃年公式：  本实验可能用到的MATLAB公式：  A’——求矩阵A的转置  inv(A)——求矩阵A的逆  triu(A)——将矩阵A换为上三角阵  find（A=0）——查找矩阵A中的非零元素  A.^n——将矩阵A中的列向量分别开n次方  cov(A,1)——计算矩阵A的协方差阵，1是指计算分母为n,否则默认n-1 | | | | | | | | | |
| 1. 实验实例及数据   《测量数据处理理论和方法》 P45 例3.2 | | | | | | | | | |
| 五、程序设计（源代码）  clc;  clear;  % 测量数据处理理论与方法-协方差函数及其估计  % P45 例3.2  X =[16.4,15.9,16.3,15.8,15.4;  16.3,16.1,16.2,15.9,15.5;  16.8,16.4,15.9,16.3,16.3;  16.6,16.2,16.3,16.2,16.3;  16.8,16.7,16.1,16.2,16.3;  16.6,16.6,16.4,16.2,16.3;  16.7,16.6,17.0,16.3,16.2;  16.8,16.5,16.9,16.5,15.9;  16.9,16.4,16.1,16.6,16.2;  16.1,16.6,16.2,17.1,17.0;  16.5,16.7,16.7,16.8,16.5;  17.1,16.9,16.6,16.8,16.7;  16.8,16.9,16.8,17.1,17.0;  17.0,16.9,16.7,16.9,17.0;  17.1,16.9,16.7,16.9,17.0;  16.2,16.0,16.3,16.5,16.4;  16.1,15.9,16.2,16.4,16.4;  16.1,15.9,16.0,16.1,16.5;];  % 求协方差，协方差阵为Dx  Dx=cov(X);  % 求协方差函数  % Saj=[0,4.511,10.747,16.753,22.22];  Saj=[0,0.4511,1.0747,1.6753,2.222];  Sij=zeros(5,5);  for i=1:5  for j=1:5  Sij(i,j)=Saj(1,j)-Saj(1,i);  end  end  Sij;  % 将函数考虑为l=Ax+delta  % x为系数阵Coe，根据最小二乘法求得Coe  a=zeros(15,1);  l=zeros(15,1);  for i=1:5  for j=1:5  if i<=j  index=(i-1)\*(2\*5-i+2)/2+j-i+1;  a(index,1)=Sij(i,j);  l(index,1)=Dx(i,j);  end  end  end  a;  l;  % 最小二乘法求得系数与结果  Coe=polyfit(a,l,4)  Dxx=polyval(Coe,a)  % 以下代码为不使用matlab内置求协方差和最小二乘法函数求得结果  % 求协方差，协方差阵为Dcov  average=zeros(5,1);  for i=1:5  average(i,1)=sum(X(:,i)/18);  end  Dcov=zeros(5,5);  for i=1:5  for j=1:5  Dcov(i,j)=sum((X(:,i)-average(i,1)).\*(X(:,j)-average(j,1)))/17;  end  end  % 若采用自己拟合，才需要A  A=zeros(15,5);  for i=1:15  A(i,:)=[a(i,1).^0,a(i,1).^1,a(i,1).^2,a(i,1).^3,a(i,1).^4];  end | | | | | | | | | |
| 六、实验步骤（含纠错分析）  本实验的实验步骤如下：  1.求协方差    2.求协方差函数    3.利用最小二乘法求解得出结果 | | | | | | | | | |
| 七、实验结果及分析  最小二乘法求解系数与结果截图如下：    从本次的实验中，我得出的结论是：  1. 信号向量通常是由一族互相关联的随时间或者其他因素（位置）而变化的随机变量所构成，并具有如下统计特征：  （1）随机变量X（t）的数学期望不随时间变化  （2）信号向量中不同时刻的两个随机变量的协方差仅与时间间隔有关  具有这种性质的协方差称为协方差函数。  信号向量这种统计特征，在理论上可用平稳随机过程来描述。  2.大气温度的方差不一定就是多项式方差还可以是指数方程等等，依据经验函数或者模型和实际情况综合判断。  3.此算例的结果和书上结果没有太大区别，证明此算例的结果是可取的，此算例的代码是可用的。书上相同例题的结果如下： | | | | | | | | | |
| 八、实验收获及总结  本次实验的实验总结如下：  通过本次实验，我学习到了很多新的知识。  首先，我通过matlab编程，我学到了很多关于矩阵的东西，比如如何将上三角阵覆盖到下三角阵等等。  其次，我之前遇到的随机变量都是不随时间或者其他因素变化的，所以在求方差和协方差的时候，有统一的公式进行运算；但是，这次实验我们需要求得是随时间或者其他因素变化的随机变量的协方差，使用的方法是不一样的，需要利用协方差函数很重要的两个性质，就是期望不变和协方差仅与时间间隔有关。  还有一个重要的一点，那就是在本次实验中，需要注意单位的换算，不然最后计算出来的答案将有偏差。虽然只进行了一个题目的分析，但是我对整个协方差函数有了一定了解，知道其模型选择有多种多样，需要根据实际条件来决定。  最终，虽然计算结果和书上例题的结果有所偏差，但还是在浮动范围内，可能是计算机精度原因造成，因此总的来说，本次实验是可接受的，计算的结果是准确的，计算的精度是达到需求的。 | | | | | | | | | |
| 教师评语： | | | | 实验评分： | | | | | |