

实验二：信号参量估计与回归

一、实验目的

- (一) 熟练掌握参量估计的理论与估计量性能的评价方法；
- (二) 使用 MATLAB 验证课堂讲过的参量估计理论；
- (三) 学习使用 Python 进行机器学习，并将参量估计问题与机器学习中的回归预测问题进行对比，加深对参量估计与回归预测问题的理解和思考。

二、实验平台

- (一) 建议使用 MATLAB 和 Python 平台完成仿真实验；
- (二) 可前往清华大学信息化用户服务平台，点击“公共软件”，登录后进入页面“计算类”-“Matlab”，即可获得最新版MATLAB。
- (三) 机器学习实验建议在华为云平台上进行实验，可以使用配置好的环境进行实验。如果在本地运行建议安装 Anaconda 软件，配置 python 虚拟环境进行实验

三、实验内容

- (一) (必做内容) 未知幅度(单参量)估值，最大似然估值： $z = A + n$

首先，给出 A 的估值计算公式。然后，进行如下实验：

1. 第一次数据产生 & 参量估值：

数据：

- (1) 稳恒电压信号 ($A=1V$) + 白高斯噪声 ($\mu=0, \sigma=0.5$)；
- (2) 采样次数 $N=10$ ，即采样结果为 z_1, z_2, \dots, z_{10} ；
- (3) 重复 10000 次，即最终数据为 10000 组，每组含有 10 个采样/观测值。

估值：

- (1) 计算理论中 A 的估值，验证其是否无偏，计算最小方差；
- (2) 根据仿真数据，实际计算 A 的估值 (10000 组数据将得到 10000 个 A 的估值)；
- (3) 将计算结果与理论结果进行比较、分析 (包括但不限于对无偏性的验证、对估值方差的计算等)。

2. 第二次数据产生 & 参量估值 (增加采样次数)：

数据：

- (1) 稳恒电压信号 ($A=1V$) + 白高斯噪声 ($\mu=0, \sigma=0.5$)；

(2) 采样次数 $N=100$ ，即采样结果为 z_1, z_2, \dots, z_{100} ；

(3) 重复 10000 次，即最终数据为 10000 组，每组含有 100 个采样/观测值。

估值：

(1) 计算理论中 A 的估值，验证其是否无偏，计算最小方差；

(2) 根据仿真数据，实际计算 A 的估值（10000 组数据将得到 10000 个 A 的估值）；

(3) 将计算结果与理论结果进行比较、分析（包括但不限于对无偏性的验证、对估值方差的计算等）。

3. 第三次数据产生 & 参量估值（增加噪声强度）：

数据：

(1) 稳恒电压信号（ $A=1V$ ）+ 白高斯噪声（ $\mu=0, \sigma=2.0$ ）；

(2) 采样次数 $N=100$ ，即采样结果为 z_1, z_2, \dots, z_{100} ；

(3) 重复 10000 次，即最终数据为 10000 组，每组含有 100 个采样/观测值。

估值：

(1) 计算理论中 A 的估值，验证其是否无偏，计算最小方差；

(2) 根据仿真数据，实际计算 A 的估值（10000 组数据将得到 10000 个 A 的估值）；

(3) 将计算结果与理论结果进行比较、分析（包括但不限于对无偏性的验证、对估值方差的计算等）。

（二）（必做内容）未知幅度（单参量）估值： $z = A + n$

数据：

(1) A 是高斯随机变量，均值为 0，方差为 0.16； n 是高斯白噪声，均值为 0，方差为 0.25；

(2) 每组数据包含 $N=1000$ 次采样，即观测值为向量 $z = [z_1, z_2, \dots, z_{1000}]^T$ ；

(3) 重复 10000 组。

估值：

(1) 采用至少两种估值方法，给出幅度 A 的估值公式；

(2) 对估计量性质进行分析（包括但不限于对无偏性的验证、对估值方差的计算等）；

(3) 比较理论与实验结果。

（三）（必做内容）未知幅度（单参量）估值： $z = A \cos(\omega t) + n$

数据：

(1) A 是高斯随机变量，均值为 0，方差为 0.16； n 是高斯白噪声，均值为 0，方差为 0.25， $\omega=100\text{Hz}$ ，采样 $N=1000$ 次， $T=1\text{s}$ ；

(2) 每组数据包含 $N=1000$ 次采样，即观测值为向量 $z=[z_1, z_2, \dots, z_{1000}]^T$ ；

(3) 重复 10000 组。

估值：

(1) 采用至少两种估值方法，给出幅度 A 的估值公式；

(2) 对估计量性质进行分析（包括但不限于对无偏性的验证、对估值方差的计算等）；

(3) 比较理论与实验结果。

(四) 波士顿房价预测实验

数据来自 UCI 机器学习知识库。波士顿房屋数据于 1978 年开始统计，本数据集仅保留无缺省值的 1460 个数据，每个数据 79 个特征，主要通过这些特征值来预测波士顿房屋的房价。实验内容详见《房价预测实验手册》。已提供代码和详细步骤说明，要求：

1. 阅读并完整运行实验代码，对关键代码和实验结果进行说明（体现在实验报告中）；
2. 分析讨论实验结果，并与前三个实验进行对比，简要描述对于参量估值问题与回归预测问题异同点的理解。

四、实验要求

(一) 两人一组完成实验，务必写清楚成员分工情况，在实验报告里体现，最终根据工作量同一组成员给分也会有区别；

(二) 实验结束后需提交实验报告和实验代码，实验报告包含产生的数据介绍、估值方法、必要的理论推导、估值结果、分析讨论以及必要的曲线等。

五、补充说明

(一) 实验报告和代码打包（命名：姓名_学号_第二次实验）通过网络学堂提交，截止日期是 2024.11.30 晚 23:59；虽是小组分工完成，但是在系统中每人均需提交，即同一小组内的成员提交的作业是一样的；

(二) 鼓励交流讨论，但请大家独立完成实验。如发现实验报告雷同，无论抄袭者还是被抄袭者，当次实验均以 0 分计算；

(三) 请大家按时提交实验报告，迟交报告按迟交天数，每迟交一天则得分乘以 0.8。例如迟交一天乘以 0.8，迟交两天乘以 0.8^2 ，以此类推。