

座位号

课程名称	计算机控制系统
实验名称	实验二 压力信号采集与数字滤波实验
指导教师	夏宇栋
开课学院	自动化学院（人工智能学院）

学生姓名 肖贵晟

学生学号 18061327

学生班级 18060111

学生专业 电气工程及其自动化

实验日期 2021/4/13

实验名称	实验二 压力信号采集与数字滤波实验		
实验时间	2021 年 月 日 周 - 节		
实验成绩	预习成绩	30%	
	操作成绩	50%	
	报告成绩	20%	
	总 评		
评改教师			评改日期

一、预习说明：

请在实验开始前完成预习报告并提交，如未完成预习报告，不可参加实验课程。

1 实验目的

- 1) 学习压力信号采集；
- 2) 学习数字滤波技术；
- 3) 掌握压力测量数据的预处理。

2 实验原理

1、 请简述数字滤波原理，并分别论述什么是限幅滤波、中位值滤波法、算术平均滤波法、递推平均滤波法、加权递推平均滤波法、一阶惯性滤波法，比较它们的特点以及应用场合。

1.限幅滤波又称程序判断法，由于工业现场测控系统存在随机脉冲干扰，通过 变送器将尖脉冲干扰引入输入端，从而造成测量信号的严重失真。

$$\bar{y}_n = \begin{cases} y_n, & \Delta y_n = |y_n - \bar{y}_{n-1}| \ll a \\ \bar{y}_{n-1}, & \Delta y_n = |y_n - \bar{y}_{n-1}| > a \end{cases}$$

2.中位值滤波就是对某一被测参数连续采样 n 次（一般 n 取奇数），然后把 n 次采样值按大小排队，取中间值为本次采样值。中位值滤波能有效地克服因偶然因素引起的波动，采样器不稳定引起的误码 等造成的脉冲干扰。对缓慢变化的过程采用中位值滤波有良好的效果。n 越大， 排序算法所占的时间越长。

3. 算术平均滤波法就是对采样数据 yi 连续的 N 个测量值进行算术平均。其数学表达式为。算术平均滤波法适用于对一般具有随机干扰的信号进行滤波。

$$\bar{y}_n = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} y_{n-i}$$

4. 递推平均滤波法把 N 个采样数据看成一个队列，队列的长度固定为 N，每 进行一次新的采样，把采样结果放入队尾，而扔掉原来队首的一次数据。这种滤波算法称为递推平均滤波法，其数学表达式为：

$$\bar{y}_n = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} y_{n-i}$$

5. 加权递推平均滤波算法是递推平均滤波算法的改进，即不同时刻的数据加以不同的权，通常越接近当前时刻的数据，权取得越大，N 项加权递推平均滤波算法为：

$$\bar{y}_n = \sum_{i=0}^{N-1} C_i y_{n-i}$$

式中， C_0, C_1, \dots, C_{N-1} 为常数，且满足条件：

$$C_0 + C_1 + \dots + C_{N-1} = 1 \text{ 并 } C_0 > C_1 > \dots > C_{N-1} > 0$$

6. 一阶惯性滤波算法是一种以数字形式通过算法来实现动态的 RC 滤波方法，它能很好地克服上述模拟滤波器的缺点，在滤波常数要求大的场合，此法更为实用。一阶惯性滤波算法为

$$\bar{y}_n = (1-a)y_n + a\bar{y}_{n-1}$$

$$a = \frac{T_f}{T + T_f} = \frac{1}{1 + \frac{T}{T_f}}$$

2、最小二乘法是解决曲线拟合问题最常用的方法，请论述其原理。

当由实验提供了大量数据时，不能要求拟合函数 $\varphi(x)$ 在数据点处 X_i, Y_i 的偏差，但为了使近似曲线尽量反映所给数据点的变化趋势，需对偏差有所要求。通常要求偏差平方和：最小，此即称为最小二乘原理

$$\sum_{i=1}^m |\delta_i^2| = \sum_{i=1}^m (\varphi(x_i) - y_i)^2$$

3、请根据计算机控制控制系统实验台实际构成，分析液位误差可能产生原因和影响测量精度的因素。

计算机控制系统试验台测量液位使用的是液位测量主要由压力传感器实现，传感器老化、激励源的波动、电路自身不同温度下的变化、大气压强的变化等引起都会不可避免的误差。

二、实验部分说明：

请在开始实验前，阅读实验指导书，明确实验内容，记录实验过程和原始数据。

4、实验内容

- 1) 进行液位测量实验；
- 2) 将测量值控制在稳定状态后进行数据采集并记录每个稳定点，要求采集 5 点以上；
- 3) 通过串口命令改变测量值重新进行测量；
- 4) 分别使用算术平均滤波法、中位值滤波法、递推平均滤波法、加权递推平均滤波法、一阶惯性滤波法、限幅滤波、算术平均滤波；
- 5) 利用最小二乘法对上述数字处理；
- 6) 记录实验数据，分析实验结果，并完成实验报告。

5、实验内容与步骤(根据实验要求简述实验内容及步骤)

- 1) 串口设置：选择对应的串口号，并选择波特率 9600，然后依次单击“串口校验”按钮、“打开串口”按钮。
- 2) 打开进水阀 1：在进水阀控制框中选择“开进水阀 1”按钮，则打开进水阀 1（即电磁阀 1）。并且单击以后会变成“关进水阀 1”，实现进水阀实时可以关闭的状态。
- 3) 水泵 1 打水：在水泵控制框中选择“开水泵 1”按钮，并使水位上升一段。
- 4) 关闭水泵 1：在水泵控制框中选择“关水泵 1”按钮停止打水。
- 5) 记录实时液位值：在 AD 采样控制框中选择“AD 采样”按钮读取液位高度（注：所有 A/D 采集数据均为十六进制值），采样数据的前两位为液位 1 的高度值，需要转化成十进制数填入下表，重复读取 5 次。
- 6) 电压测量：使用万用表将表笔插入计算机控制实验台上 DAC 和接地之 14 间就可以得到 DAC 的电压值，重复读取 5 次。
- 7) 重复操作：重复 3)~6) 上述步骤。请进行 5 次不同液位的数据采集。
- 8) 开关可停放水阀 1：在放水阀控制框中选择“开放水阀 1”按钮进行放水，如果想要控制放水阀 1 打开到一定程度，此时按下“停放水阀 1”，即可停止打开放水阀 1 的动作。同理，关闭时也可进行相同的操作。

7、数据处理与结果(记录实验过程，列出原始数据表格，并对实验数据进行必要的处理)

- 1) 进行液位测量实验；
- 2) 将测量值控制在稳定状态后进行数据采集并记录每个稳定点，要求采集 5 点以上；
- 3) 通过串口命令改变测量值重新进行测量。

表 1 实验数据记录表格

组号	实验内容 记录次数	人工测量	液位采集高度
第一个液位	1	141	141
	2		141
	3		140
	4		141
	5		141
第二个液位	6	64	64
	7		64
	8		64
	9		64
	10		64
第三个液位	11	34	33
	12		33
	13		33
	14		33
	15		33
第四个液位	16	115	115
	17		115
	18		115
	19		115
	20		115
第五个液位	21	213	211
	22		211
	23		211
	24		211
	25		211

三、完成实验后：

8、实验结果讨论与误差分析(对比实验所得出的结果，与理论值进行比较，分析影响实验结果的因素，并总结)

- 1) 对液位采集的数据按照要求分别按算术平均滤波法、中位值滤波法、递推平均滤波法、加权递推平均滤波法、一阶惯性滤波法、限幅滤波进行处理。
- 2) 绘制关系曲线，并用最小二乘法对上述数字处理找出关系式；
- 3) 分析比较各种方法的数据处理结果。

目视结果	测量结果	算术平均滤波法	中位值滤波	递推平均中 间值	递推平均滤波
141	141	140.8	141		140.6666667
	141			140.6667	
	140			140.6667	
	141			140.6667	
	141				
64	64	64	64		64
	64			64	
	64			64	
	64			64	
	64				
34	33	33	33		33
	33			33	
	33			33	
	33			33	
	33				
115	115	115	115		115
	115			115	
	115			115	
	115			115	
	115			147	
213	211	211	211		211
	211			211	
	211			211	
	211			211	
	211				
		$y = 0.9935x + 0.0914$	$y = 0.9938x + 0.0992$		$y = 0.9934x + 0.0863$

实验数据的分析与处理见上表，本次实验的测试结果由于过于稳定且取样数量较少，无法准确的分析其中哪一种滤波方法更适合本次实验。三种方法各有自己适合的实验环境和滤波情况。如果一定要在三者中选择一个的话，中值滤波法在本次实验中仅有一个数据偏离实际值的情况下，过滤了该值（即目测值为 141 组），有效的避免了干扰。

10、实验心得

本次实验将实际测量与各类滤波结合起来。向我们介绍了限幅滤波、中位值滤波法、算术平均滤波法、递推平均滤波法、加权递推平均滤波法、一阶惯性滤波法等滤波方法。也让我们实际体验了如何进行滤波并进行处理。推进了我们对试验台装置的理解。为进一步接触更深层次的实验打下了基础。