## 六、卡尔曼滤波实例2 – 机械臂运动

首先，对通过采样得到的关于右手肩关节、右手肘关节和右手腕关节的数据，进行频率成分分析即频谱分析。然后，设计一个低通滤波器或一个低通滤波系统，去除数据中的高频成分，保留其低频成分，输出显示结果。为接下来，对右手肩关节、右手肘关节和右手腕关节进行运动方面的分析提供依据。

**1数据来源**

运用专业的采样设备，取采样频率为：

以0.017s的采样间隔，对右手肩关节、右手肘关节和右手腕关节的运动角度，分别各采了1800个样本点，数据以xlsx格式存储。

**2数据分析**

FFT是离散傅立叶变换的快速算法，可以将一个信号变换到频域。本文采用FFT算法，将上文采样得到的角度数据进行离散傅立叶变换，得到并分析其频率成分。利用采样定理，采样频率要大于信号频率的两倍，本文采样间隔为0.017s。采样得到的数字信号，即直接加载以xlsx格式存储的角度数据，就可以做FFT变换了。低通滤波器可以滤除频率高于截止频率的信号。

Y = fft(X) 和 X = ifft(Y) 分别实现傅里叶变换和傅里叶逆变换。对于长度为n的X和Y，这些变换定义如下：

其中

为n次单位根之一。

离散傅立叶变换参数计算，采样频率为：

样本点N=1800，频率成分f为：

其中n取0到N-1的整数。

1. 右手肩关节频谱分析



1. 右手肘关节频谱分析

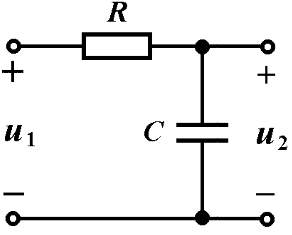


1. 右手腕关节频谱分析



**3 RC一阶低通滤波器原理**

一阶的RC电路如下：



其s域的传递函数：

其中。令：

其中T表示采样周期，将其代入公式G(s)，进行z变换，得到z域的传递函数：

由，，且；，且，代入上式传递函数得：

其中X(n)为本次采样值，Y(n-1)为上次滤波值。令，则滤波公式为：

**4实验结果**

4.1 右手肩关节

1. 原始数据



1. 对角度一阶低通滤波



1. 对角速度一阶低通滤波



1. 对角加速度一阶低通滤波



4.2 右手肘关节

1. 原始数据



1. 对角度一阶低通滤波



1. 对角速度一阶低通滤波



1. 对角加速度一阶低通滤波



4.2 右手腕关节

1. 原始数据



1. 对角度一阶低通滤波



1. 对角速度一阶低通滤波



1. 对角加速度一阶低通滤波

