

第二次仿真作业

背景：电子设备接受到的信号往往受到噪声干扰，实际接收到的信号一般可以简化表示为：

$$y(n) = x(n) + w(n)$$

其中 $x(n)$ 为无噪声信号， $w(n)$ 为白噪声。在接收到信号 $y(n)$ 时，利用 $y(l) \sim y(n)$, $(0 \leq l \leq k \leq n)$ 的 $n-l+1$ 长度的时间序列对 $x(n)$ 进行估计的操作被称为滤波。

题目：令 $l=0$ ，利用循环神经网络，分别对以下三种信号：

正弦信号： $y(n) = \sin(n\pi/10 + \varphi) + w(n)$ ， φ 为随机初始相位；

方波信号： $y(n) = R_{20}(n+t) + w(n)$ ， $R_{20}(n)$ 表示周期为 20 的方波信号， t 为随机初始相位；

AR(2) 信号： $x(n) = 1.74x(n-1) + 0.81x(n-2) + v(n)$ ， $x(-1) = x(0) = 0$ ， $y(n) = x(n) + w(n)$ ，其中 $v(n)$ 是高斯白噪声，并且和 $w(n)$ 独立；

1) 进行滤波，对比三种信号的滤波效果，并说明产生差异的原因；2) 将正弦信号和方波信号的周期分别放大为之前的 2 和 3 倍，重新训练模型并对信号进行滤波，对比滤波的结果和未放大之前有何区别，试解释原因；3) 将以上三种信号噪声 $w(n)$ 的标准差分别放大为之前的 2 倍和 3 倍，重新训练模型并对信号进行滤波，对比滤波结果和未放大之前有何区别，试解释原因；4) 如果不采用循环神经网络而采用普通的深度神经网络（即 $l=n$ ），能否实现对信号的滤波？请通过实验进行说明（只需以正弦信号为例）；5)（选做）对以上 AR(2) 信号的估计还可以通过卡尔曼滤波实现，请对比利用卡尔曼滤波的结果和利用循环神经网络滤波的结果，二者有何差异？并解释可能原因。

说明：1) 请在 tensorflow 平台上实现所有过程，推荐使用的循环神经网络为 LSTM；

2) 简单起见，本实验假设所有信号长度固定为 300 点；3) 三种信号的生成和相关参数设置，请参见代码 signal.py；4) 训练数据集和测试数据集合大小自行决定，在实验报告中说明；

5) 衡量滤波结果优劣的指标可以为均方误差以及直观的图示等；6) 推荐使用 tensorflow 的网络参数保存和重载机制 `tf.train.Saver()`；

7) 选做题中关于卡尔曼滤波的介绍和实现方法，请自行查阅相关文献。

提交：1) 撰写简明并条理清晰的实验报告，将重点放在对实验结果的分析上；

2) 代码要有必要的注释，提交时打包，附运行说明。