

## Course Project 2022.5

试利用前馈与递归神经网络，建立如图 1 所示太阳能取暖系统的动态模型。

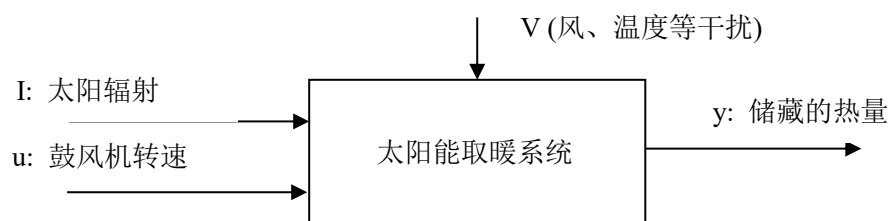


图 1 太阳能取暖系统

该太阳能取暖系统以如下方式工作：太阳辐射在太阳帆板上，并将其中的空气加热，然后由鼓风机将暖空气送入储热筒中，以供住房取暖。

待辨识的太阳能取暖系统的非线性自回归滑动平均模型（NARMA）为：

$$y(t) = (1-d_1)y(t-1) + (1-d_3)\frac{y(t-1)u(t-1)}{u(t-2)} + (d_3-1)(1+d_1)\frac{y(t-2)u(t-1)}{u(t-2)} + d_0d_2u(t-1)I(t-2) - d_0u(t-1)y(t-1) + d_0(1+d_1)u(t-1)y(t-2)$$

其中，各参数的取值为： $d_0 = 0.3$ ， $d_1 = 0.6$ ， $d_2 = 2.0$ ， $d_3 = 1.3$ ，且假定输入数据  $I(t)$  和  $u(t)$  取自图 2。

- (1) 设计 2,000 个输入输出训练样本和 400 个不同的测试样本；
- (2) 设计 BP 多层前馈神经网络，通过训练与测试过程完成上述太阳能取暖系统的建模（最大训练步数为 5,000，且测试均方误差 MSE 小于 0.01）；
- (3) 对图 2 的输入数据施加 5% 的零均值白噪声，分别给出相应的期望输出和已训练网络模型的实际输出，并画出两者的误差曲线；
- (4) 试利用 LSTM 长短期记忆网络完成上述系统的建模；
- (5) 对有关结果进行分析说明，并以附件形式提供编写的程序；
- (6) 请按《自动化学报》论文格式要求，在截止日期前**独立地**提交各自的完整报告。

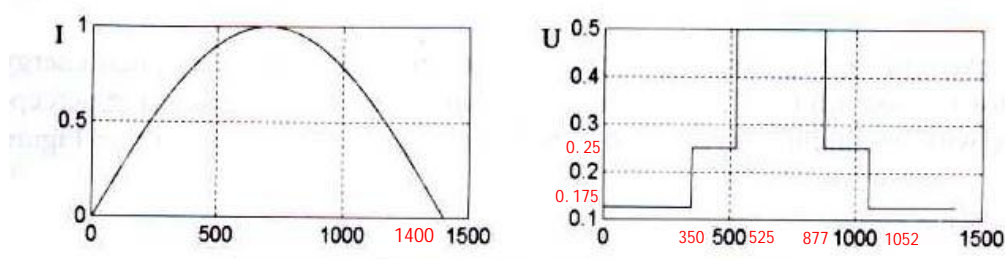


图 2 输入变量  $I(t)$  和  $u(t)$  随时间变化的曲线