

第四章作业

专业：计算机科学与技术

学号：17341178

姓名：薛伟豪

4-3

已知某一炉温控制系统，要求温度保持在 600°C 恒定，针对该控制系统有以下控制经验：

(1) 若炉温低于 600°C ，则升压；低得越多升压越高。

(2) 若炉温高于 600°C ，则降压；高得越多降压越低。

(3) 若炉温等于 600°C ，则保持电压不变。

设模糊控制器为一维控制器，输入语言变量为误差，输出为控制电压。输入、输出变量的量化等级为7级，取5个模糊集。试设计隶属度函数误差变化划分表、控制电压变化划分表和模糊控制规则表。

解：我们设定理想温 $T_0 = 600^{\circ}\text{C}$ ，用变量 T 来表示当前的实际温度，则温度差 E 可表示为 $E = T_0 - T = 600 - T$ 。根据题意，我们将温度差 E 作为输入语言变量。

【隶属函数误差E变化划分表】

根据要求，我们设定输入 E 的量化等级为7级，分别为-3、-2、-1、0、1、2、3；同时设定模糊集为5个，分别为PB（正大）、PS（正小）、ZO（零）、NS（负小）、NB（负大）。具体如下表所示：

隶属度		误差量化等级						
		-3	-2	-1	0	1	2	3
模糊集	PB	0	0	0	0	0	0.5	1
	PS	0	0	0	0	1	0.5	0
	ZO	0	0	0.5	1	0.5	0	0
	NS	0	0.5	1	0	0	0	0
	NB	1	0.5	0	0	0	0	0

【控制电压U变化划分表】

同理，我们设定控制电压 U 的量化等级为7级，分别为-3、-2、-1、0、1、2、3；同时设定模糊集为5个，分别为PB（正大）、PS（正小）、ZO（零）、NS（负小）、NB（负大）。具体如下表所示：

隶属度		误差量化等级						
		-3	-2	-1	0	1	2	3
模糊集	PB	0	0	0	0	0	0.5	1
	PS	0	0	0	0	1	0.5	0
	ZO	0	0	0.5	1	0.5	0	0
	NS	0	0.5	1	0	0	0	0
	NB	1	0.5	0	0	0	0	0

【模糊控制规则表】

根据上述两表，我们可以设计以下的模糊控制规则：

- 若误差E为负大，则控制电压U为负大
- 若误差E为负小，则控制电压U为负小
- 若误差E为零，则控制电压U为零
- 若误差E为正小，则控制电压U为正小
- 若误差E为正大，则控制电压U为正大

模糊控制规则表如下所示：

IF	NB E	NS E	ZO E	PS E	PB E
THEN	NB U	NS U	ZO U	PS U	PB U

4-4

已知被控对象为 $G(s) = \frac{1}{10s+1}e^{-0.5s}$ 。假设系统给定阶跃值 $r = 30$ ，采样时间为 $0.5s$ ，系统的初始值 $r(0) = 0$ 。试分别设计：

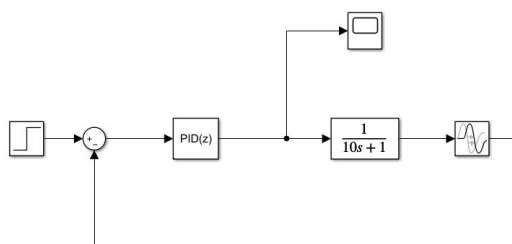
- (1) 常规的PID控制器；
- (2) 常规的模糊逻辑控制器；
- (3) 模糊自适应整定PID控制器。

分别对上述3种控制器进行Matlab仿真，并比较控制结果。

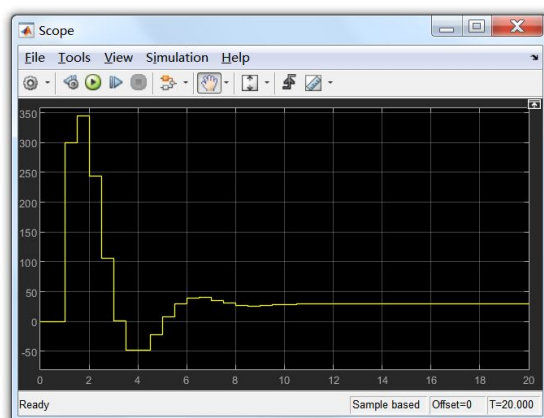
解：依题意，对上述3种控制器利用Matlab的Simulink工具仿真如下：

【常规的PID控制器】

- Simulink仿真



- Simulink仿真结果

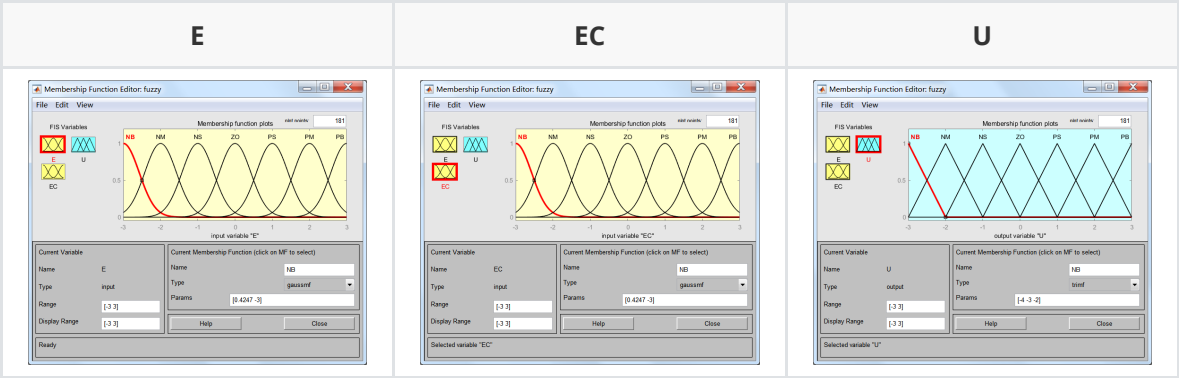


【常规的模糊逻辑控制器】

- 模糊控制器设计

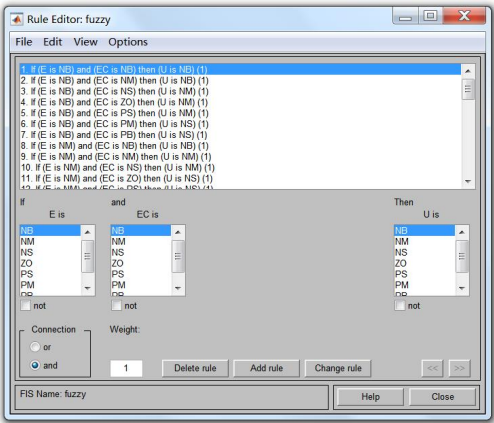
设定输入 E 、 EC 和输出 U 的论域都为 $\{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$ ，对应的语言值为 $\{NB, NM, NS, ZO, PS, PM, PB\}$ 。

输入变量的隶属度函数均采用高斯函数，输出变量的隶属度函数采用三角函数。

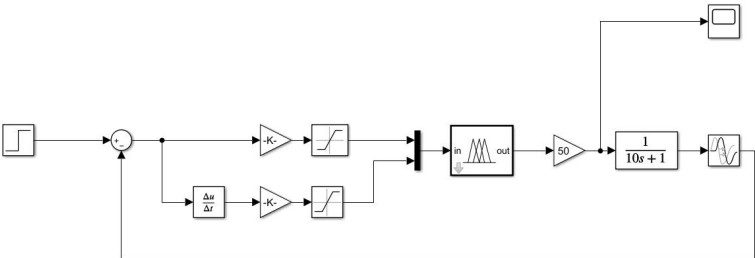


模糊控制器规则表如下，共49条：

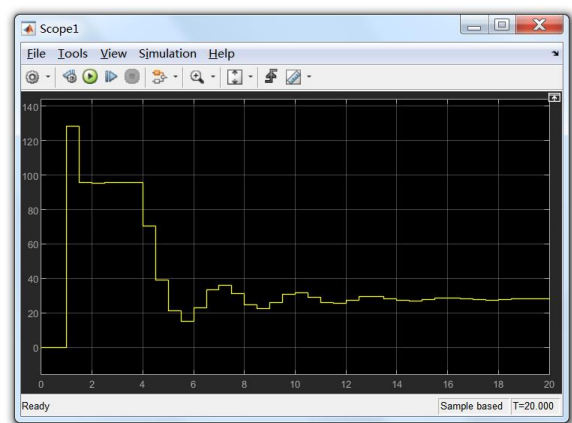
U		EC						
		NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
E	NB	NB	NB	NM	NM	NM	NS	NS
	NM	NB	NM	NM	NS	NS	ZO	PS
	NS	NM	NM	NS	NS	ZO	PS	PM
	ZO	NM	NM	NS	ZO	PS	PS	PM
	PS	NM	NS	ZO	PS	PS	PM	PM
	PM	NS	ZO	PS	PS	PM	PM	PB
	PB	PS	PS	PM	PM	PM	PB	PB



- Simulink仿真



- Simulink仿真结果



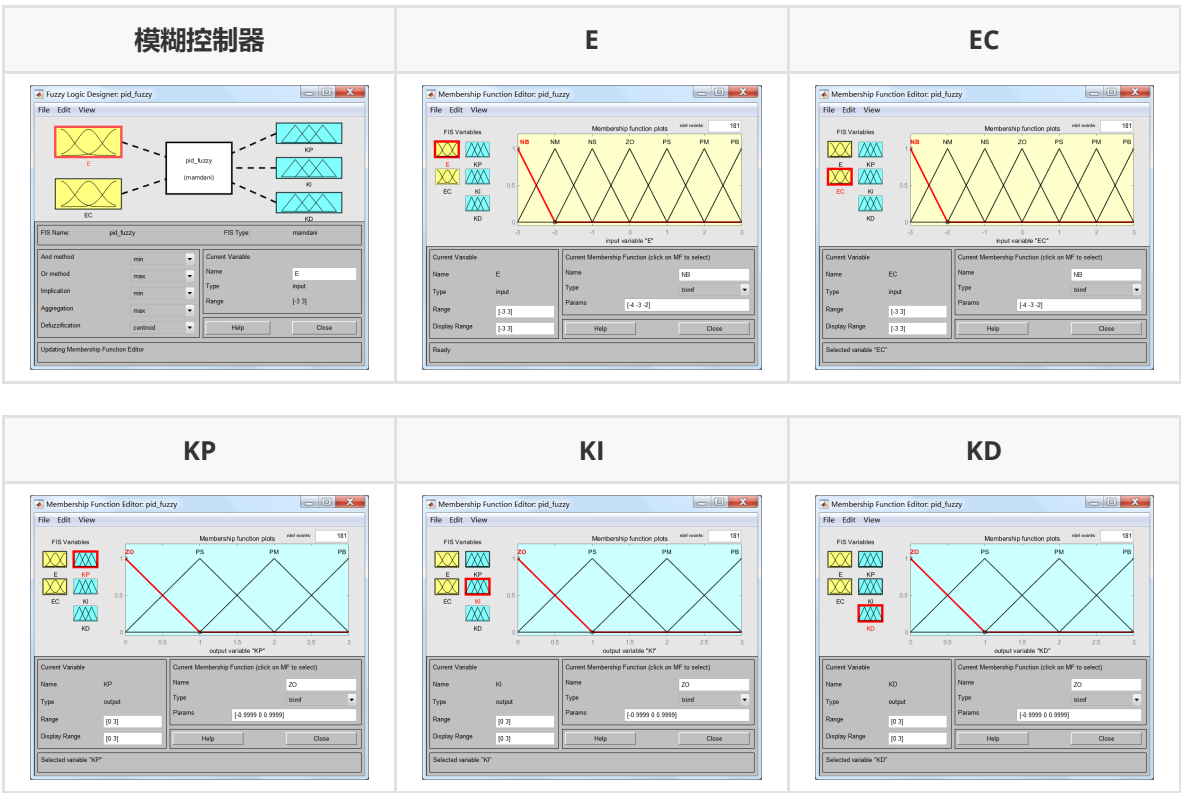
【模糊自适应整定PID控制器】

- 模糊控制器设计

设定输入 E 和 EC 两个语言变量的论域都为 $\{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$ ，对应的语言值为 $\{NB, NM, NS, ZO, PS, PM, PB\}$ 。

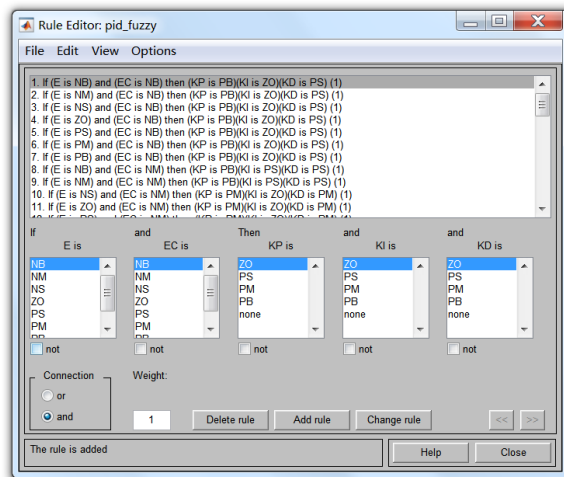
输出比例系数 KP 、积分系数 KI 、微分系数 KD 三者的论域都为 $\{0, 1, 2, 3\}$ ，对应的语言值为 $\{ZO, PS, PM, PB\}$ 。

输入输出变量的隶属度函数均采用三角函数。

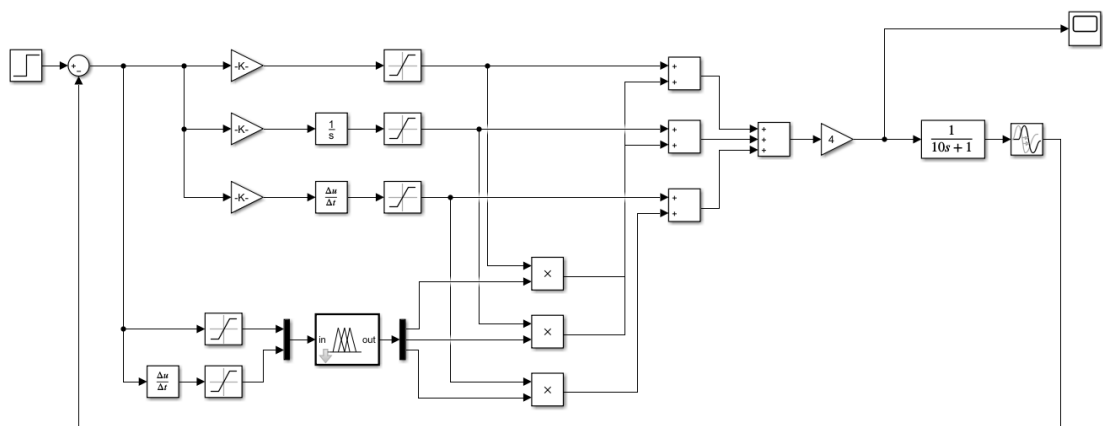


模糊控制器规则表如下，共49条：

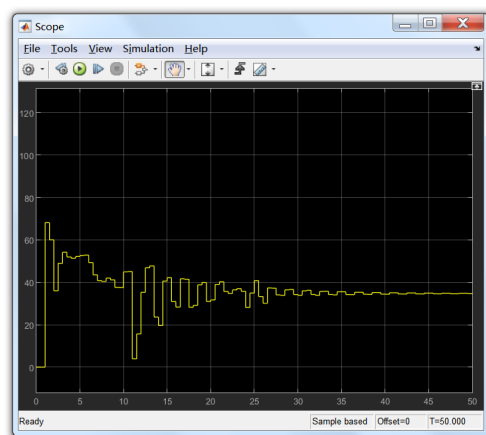
KP/KI/KD		EC						
		NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
E	NB	PB/ZO/PS	PB/PS/PS	PM/PB/PM	PS/PB/PB	PM/PB/PM	PB/PS/PS	PB/ZO/PS
	NM	PB/ZO/PS	PB/PS/PS	PM/PB/PM	PS/PB/PB	PM/PB/PM	PB/PS/PS	PB/ZO/PS
	NS	PB/ZO/PS	PM/ZO/PM	PS/PM/PB	ZO/PB/PB	PS/PM/PB	PM/ZO/PM	PB/ZO/PS
	ZO	PB/ZO/PS	PM/ZO/PM	PS/PM/PB	ZO/PB/PB	PS/PM/PB	PM/ZO/PM	PB/ZO/PS
	PS	PB/ZO/PS	PM/ZO/PM	PS/PM/PB	ZO/PB/PB	PS/PM/PB	PM/ZO/PM	PB/ZO/PS
	PM	PB/ZO/PS	PM/PS/PS	PM/PB/PM	PS/PB/PB	PM/PB/PM	PB/PS/PS	PB/ZO/PS
	PB	PB/ZO/PS	PM/PS/PS	PM/PB/PM	PS/PB/PB	PM/PB/PM	PB/PS/PS	PB/ZO/PS



- Simulink仿真



- Simulink仿真结果



【结果比较】

与 PID 控制器相比，模糊控制器的调节时间较短，超调量较小，控制器输出更加平稳，幅度更小，但稳态误差较大。而模糊自适应PID控制器相较于传统的PID控制器，具有超调量小的特点，但是调节时间改善不明显，甚至会花费更多的时间达到收敛。