

模糊控制自动灌溉系统设计

刘生福

(牡丹江师范学院计算机系 牡丹江 157012)

摘要 文章主要将模糊控制理论应用在绿化(农作物)灌溉系统中,完成对绿化或耕地的自动灌溉,以减少人力的使用和水资源的浪费。

关键词 模糊控制,灌溉,传感器

模糊集合理论的提出,为处理具有模糊性的信息构筑了基本理论框架和强有力的工具。模糊控制对那些难以建立精确模型的被控对象开辟了一条崭新的技术线路。模糊控制自动灌溉系统,主要完成对绿化或耕地的灌溉,以减少人力的使用和水资源的浪费。本系统可以用于大面积的绿化公园的灌溉。亦可用于校园内分散的小区域绿化灌溉。

1 模糊控制自动灌溉系统主要结构

1.1 检测部件

检测部件由相应的定时器控制,在规定的时间内,激活系统并对外部情况进行检测工作。用红外线传感器对土壤进行检测,光敏三极管接受和输出的信号反映出土壤颗粒的粗细程度。因为土壤颗粒的大小将影响土壤的吸水性:颗粒大,土壤对水流的吸纳性强,但不宜储存水分;颗粒小,土壤细密,水流在土壤中的流畅性差,但水分不易蒸发,可较长时间保留水分。由于绿化的地点不同,水分的状态也各有不同,为达到最佳的灌溉效果,需要不同的土质给出不同的灌溉方案。所以,在灌溉前,需要对不同的灌溉地点进行土质检测,根据红外线传感器接收到的数据,通过相应的模糊推理过程,得出相应的控制方式。

用另一个红外线传感器对土壤水分进行实验监控,根据传感器所得数据判断土壤含水量。当水量适中时,可以免于灌溉;当水量偏低时,且外部无其他水源来临时,对绿区进行适当水量的灌溉;当水量偏高时,且影响植物生长时,打开稀释储水功能,使土壤含水量达到最佳平衡点,既满足植物生长要求,又节约用水,而且,可以根据对植物生长要求和限制,达到绿化生长速度,美化环境要求。

用数字式的湿度计,温度计和日照强度检测仪,对灌溉地点的外部环境进行实时检测,类似简易的天气预报系统。因为,当空气中的湿度相对较高时,一些植物可以从空气中吸收一部分水分以满足自身要求,而降低对土壤中水分依赖。空气中水分异常

高,也表示雨水的来临,可减少对自来水的需要,自然界降水来代替人工灌溉。特别当雨量过大时,可打开蓄水功能以防止绿化水分过大从而影响植物生长,又可节约用水,减少城市用水压力。

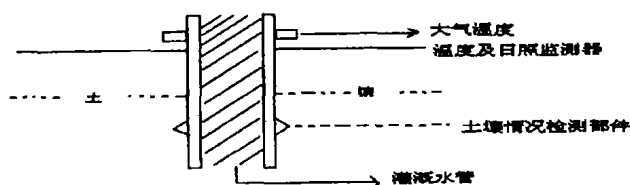


图1

1.2 控制部件

根据检测部件的输出信号,通过模糊控制器的控制化接口,将所得数据进行模糊化处理,通过Mamdani模糊推理方法,得出相应的输出数据,最后来用清晰化处理得出相应的控制信号,将用不同的控制信号发送到其对应的控制器处,完成对灌溉系统的控制。

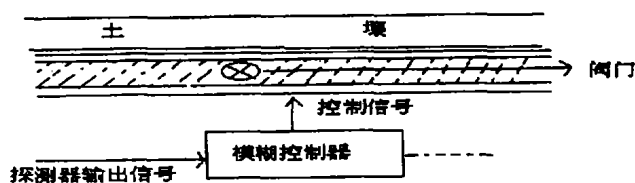


图2

2 灌溉系统的模糊推理

在模糊推理中,要考虑推理的输入条件和输出结果,在模糊自动灌溉系统中,主要考虑检测到的土壤含水量,土壤颗粒程度,日照强度,气温和大气湿度等条件,从而决定灌溉的水量,灌溉方式等。

在灌溉方式的推理中,其规则为:

如果土壤颗粒程度大,则采用大流量的灌溉方式;

如果土壤颗粒程度细小,则采用缓慢小流量的灌溉方式。

在水量推理中,规则为:

如果土壤含水量低,而且大气湿度低,则水量大;

如果土壤含水量低,而且大气湿度中等,则水量较大;

如果土壤含水量低,而且大气湿度高,则水量中等;
如果土壤含水量较高,而且大气湿度低,则水量小;
如果土壤含水量较高,而且大气湿度中等,则水量小;
如果土壤含水量较高,而且大气湿度较高,则不灌溉;
如果土壤含水量高,则进行稀释蓄水的功能。

2.1 灌溉方式的模糊推理

根据土壤的不同,进行不同的灌溉方式,使土壤能够充分地吸收灌溉用水,以减少不必要的水资源浪费等。

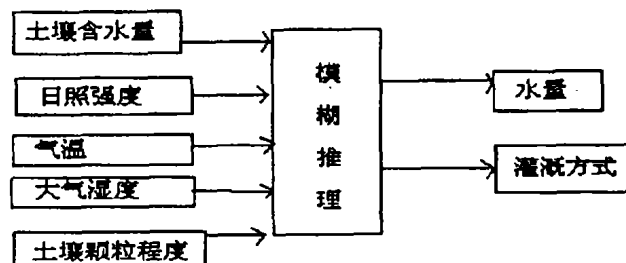


图3 灌溉系统的模糊推理

表1 灌溉方式的模糊推理

土壤颗粒程度	大	较大	中等	较小	小
灌溉方式	大流量	较大流量	中等流量	较小流量	小流量

表2 脉冲数的表格表示

	0	...	10	...	15		55	...	60	...	70
VM	0	...	0	...	0		0	...	0.25	...	1
MM	0	...	0	...	0		0.5	...	0.25	...	0
M	0	...	0	...	0		0	...	0	...	0
ML	0	...	0	...	0.25		0	...	0	...	0
VL	1	...	0.5	...	0.25		0	...	0	...	0

通过土壤颗粒检测电路对所灌溉的土壤进行检测,然后通过反射回来的信号整形产生脉冲信号,模糊推理系统根据脉冲数目判断土壤颗粒程度。

在模糊推理中,对脉冲数,土壤颗粒程度和灌溉方式分别取5种模糊量。脉冲数“很多”(VM)、“中多”(MM)、“中”(M)、“中少”(ML)、“很少”(VL);土壤颗粒程度取“大”(B)、“较大”(MB)、“中”(M)、“较小”(MS)、“小”(S)。

根据脉冲数的变化规律,可以选择适当的三角形的模式函数,并选择重叠度约为0.4的隶属函数,对土壤检测器整形后得出的脉冲数进行相对较细的模糊变化处理。由脉冲数、土壤颗粒程度和灌溉方式所取的模糊量,得模糊推理规则如图3。

IF $m = VL$ THEN $W = S$
IF $m = ML$ THEN $W = MS$
IF $m = M$ THEN $W = M$
IF $m = MM$ THEN $W = MB$
IF $m = VM$ THEN $W = B$
IF $W = S$ THEN $U = S$
IF $W = MS$ THEN $U = MS$
IF $W = M$ THEN $U = M$
IF $W = MB$ THEN $U = MB$
IF $W = B$ THEN $U = B$

然后通过模糊关系合成得到脉冲数与灌溉方式的模

糊关系。

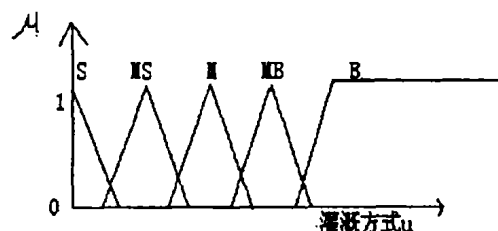
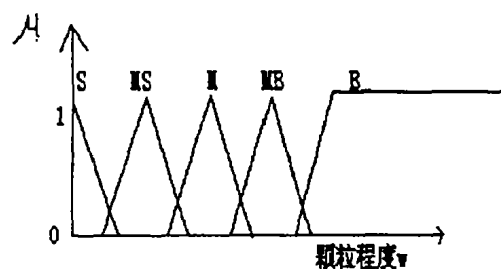
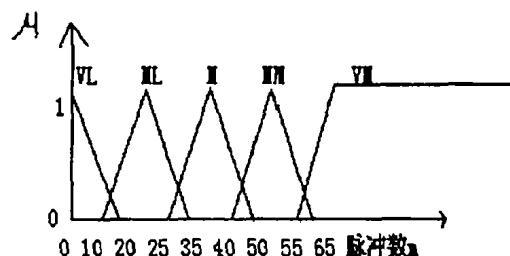


图3 脉冲数、土壤颗粒程度及灌溉方式模糊量的函数图

设 $M = \{m_1, m_2, m_3, m_4, m_5\}, A \in M$

$W = \{w_1, w_2, w_3, w_4, w_5\}, B \in W$

$U = \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5\}, C \in U$

∴ 模糊规则为“IF A_i THEN B_i ”

∴ 设 $R = \bigvee_{i=1}^n (A_i \times b_i)$, 则

$$\mu_R(m, w) = \bigvee_{i=1}^n (\mu_{A_i}(m) \wedge \mu_{B_i}(w))$$

∴ 同理设 $S = \bigvee_{i=1}^n (B_i \times c_i)$, 则

$$\mu_s(w, u) = \bigvee_{i=1}^n (\mu_{B_i}(w) \wedge \mu_{C_i}(u))$$

∴ 根据模糊关系, 设 $T \odot S$, 则

$$\mu_T(m, u) = \mu_{R \cdot S}(m, w)$$

$$= \bigvee_{i=1}^n \{ \mu_{R_i}(m, w) \wedge \mu_{S_i}(w, u) \} \quad (1)$$

根据控制规则对规则进行激活, 激活原则为, 若某规则的前提条件得到满足, 则该规则激活。设 a 为模糊集 M 的隶属度, 如图 4 所示。

根据式(1)与检测电路所得的脉冲数, 进行模糊推理得到灌溉方式的模糊量, 将灌溉方式的模糊量清晰化, 得到灌溉系统所需的控制信号 μ^* 。

$$\therefore \mu^* = \frac{\int_{\min}^{\max} u \mu(u) du}{\int_{\min}^{\max} \mu(u) du}$$

水量控制的模糊推理可参考前面。

3 模糊控制灌溉系统的基本工作过程

通过对定时器的控制, 规定每一段时间对外部环境进行一次检测, 例如每天或每三天, 通过对土壤的情况和空气情况的采样, 进行模糊分析, 得出阀门的控制方式及打开时间的清晰值控制量, 由模糊控制中心对灌溉管的阀门进行控制, 对绿化进行灌溉。

(上接第 77 页)

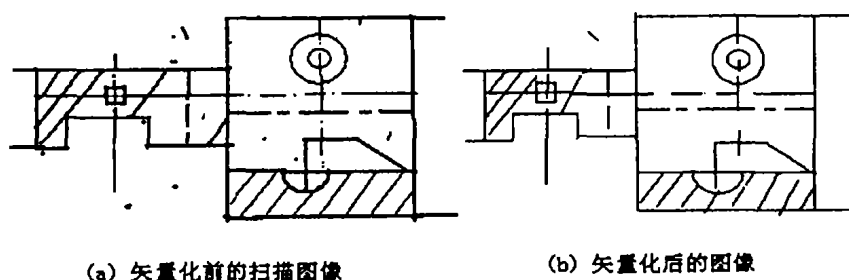


图 5 矢量化结果示例

3 Michiael W, Jeyzel Z. Fitting a second degree curve in the presence of error. IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence ,

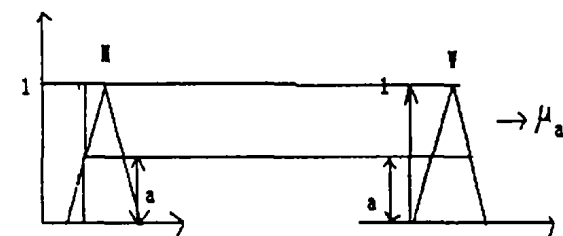


图 4 规则激活方法

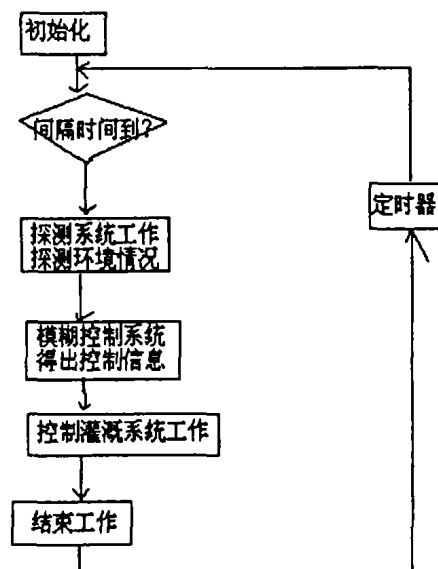


图 5

参考文献

- 1 李仁厚. 智能控制理论和方法. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1999
- 2 刘增良. 模糊技术及应用. 北京: 北京航空航天大学, 1998
- 3 易继锴. 智能控制技术. 北京: 北京工业大学出版社, 1999. 300 ~ 325

1995, 17(2): 206 ~ 211

- 4 李庆华, 王多强, 陈志勇. 图像的矢量化方法与算法研究. 计算机应用研究, 1995, 7(6): 9 ~ 12