

基于气象预报信息的 绿地灌溉模糊控制系统的仿真研究

胡新华, 王志明

(金华职业技术学院机电工程学院, 浙江 金华 321007)

摘要: 城市绿地可以起到净化空气、吸滞粉尘、调节和改善小气候以及美化环境的作用。随着各种绿地的增加, 对于水的需求也日益突出, 而传统的地面大水漫灌或人工洒水, 不但造成水资源的浪费, 而且对绿地植物的正常生长产生不良影响。因此, 采用高效的灌溉方式势在必行。提出了一种能够充分利用气象预报信息的绿地灌溉模糊控制系统, 并对该控制系统进行了仿真研究。

关键词: 气象预报; 绿地灌溉; 模糊控制; 仿真研究

中图分类号: TP273 **文献标识码:** A

0 引言

国内外大量研究资料表明, 无论一个城市或一个地区, 在常规情况下, 当绿化覆盖率达到或超过 30%~50% 时, 其生态环境才有望向良性循环发展。因此, 绿地在城市环境中起到了相当重要的作用, 不仅可以供游人观赏, 而且可以改善局部小气候, 有城市“绿肺”的美誉。

为使生态尽快趋于平衡, 我国主要城市在今后一段时期内, 绿化覆盖率将会大幅度提高, 城市绿地面积将迅速增加; 同时, 为使已有绿地尽可能发挥出应有的生态效应, 其改造的步伐势必要加快。水是植物生长的最基本条件, 无论新增绿地面积还是改造现有绿地, 要使植物具备适宜的生长环境, 灌溉系统必不可少, 而现行灌溉技术落后, 水利用效率低下(有效利用率低于 40%), 大量绿化用水被浪费掉。改善灌水技术, 采用智能化、精准化灌溉, 努力提高水的利用率势在必行。本文根据气象预报信息对绿地的灌溉实行智能控制, 对解决当前的水资源短缺问题具有非常重要的意义。

1 绿地灌溉模糊控制系统设计原理

绿地灌溉控制系统通过无线通信接口接收、识别气象预报信息, 再根据天气的未来降雨量等气象信息以及传感器检测到的土壤的湿度等环境因素, 通过模糊决策决定灌溉与否及灌溉量, 从而达到智能节水灌溉。模糊控制系统推理过程如图 1 所示。图 1 中土壤的湿度用土壤水势来表示, 因为土壤水势直接决定了绿地对水分的吸收能力。



图 1 模糊控制系统推理过程框图

2 模糊控制系统设计

2.1 输入输出变量论域及隶属函数确定

本灌溉系统灌水量决定于气象预报信息的降雨量和绿地土壤水势, 因此模糊控制系统是以未来降雨量和土壤水势作为输入, 灌水量作为输出的双输入、单输出系统。本灌溉系统选用的土壤负压计测定范围是 $-85 \sim 0$ kPa, 基本上在绿地植物的需求范围。一般来说, 土壤吸力大于 -70 kPa 时, 植物都需要灌水, 否则会影响植物的生长。在本系统中, 植物的需水范围为 $-85 \sim 0$ kPa, 将之划分为 6 级, 如表 1 所示。降雨量根据气象预报信息划分为 6 级, 如表 2 所示。模糊控制系统的输出可以是灌溉时间或灌水量, 因此, 本控制系统取范围为 $0 \sim 10$, 这个输出可作为一个比例因子, 然后以这个因子乘以某个参考量即为实际的输出量, 划分为 6 级, 如表 3 所示。

隶属度函数的选择对模糊推理系统的性能影响较大, 为了推理简单, 本系统的输入、输出变量均采用三角形隶属函数。

2.2 模糊规则及模糊控制表

本文所设计的植物需水量模糊推理系统是双输入、单输出的模糊推理系统, 为了推理结果准确, 把土壤水势划分为 6 个

表 1 土壤水势的模糊集划分

级别	左端点	顶点	右端点
很低(VL)	-85	-85	-68
低(LOW)	-85	-68	-51
有点低(RL)	-68	-51	-34
稍微有点低(LL)	-51	-34	-17
比较合适(RM)	-34	-17	0
合适(MED)	-17	0	0

表 2 气象预报雨量的模糊集划分

级别	左端点	顶点	右端点
特大暴雨(SRS)	300	300	150
大暴雨(DRS)	300	150	75
暴雨(RS)	150	75	37.5
大雨(DR)	75	37.5	17.5
中雨(MR)	37.5	17.5	5
小雨(SR)	17.5	5	0

语言变量,雨量划分为 6 个语言变量,输出变量划分为 6 个语言变量,因此该模糊推理系统共有 36 条规则,为书写方便,在的模糊推理系统,为了推理结果准确,把土壤水势划分为 6 个语言变量,雨量划分为 6 个语言变量,输出变量划分为 6 个语言变量

表 4 系统模糊控制表

降雨	土壤水势					
	很低(VL)	低(LOW)	有点低(RL)	稍微有点低(LL)	比较合适(RM)	合适(MED)
小雨(SR)	极大量灌溉(MAXI)	大量灌溉(PI)	中量灌溉(MI)	少量灌溉(LI)	微量灌溉(DI)	极少量灌溉(MINI)
中雨(MR)	中量灌溉(MI)	中量灌溉(MI)	少量灌溉(LI)	微量灌溉(DI)	极少量灌溉(MINI)	极少量灌溉(MINI)
大雨(DR)	少量灌溉(LI)	微量灌溉(DI)	极少量灌溉(MINI)	极少量灌溉(MINI)	极少量灌溉(MINI)	极少量灌溉(MINI)
暴雨(RS)	极少量灌溉(MINI)	极少量灌溉(MINI)	极少量灌溉(MINI)	极少量灌溉(MINI)	极少量灌溉(MINI)	极少量灌溉(MINI)
大暴雨(DRS)	极少量灌溉(MINI)	极少量灌溉(MINI)	极少量灌溉(MINI)	极少量灌溉(MINI)	极少量灌溉(MINI)	极少量灌溉(MINI)
特大暴雨(SRS)	极少量灌溉(MINI)	极少量灌溉(MINI)	极少量灌溉(MINI)	极少量灌溉(MINI)	极少量灌溉(MINI)	极少量灌溉(MINI)

2.3 解模糊

经过模糊推理后所得到的是输出变量的一个范围上的隶属度函数,因此必须进行解模糊将输出变为确定的值。解模糊的方法包括 5 种,即 centroid(面积中心法)、bisector(面积平均法)、mom(平均最大隶属度法)、som(最大隶属度中的取最小值法)、lom(最大隶属度中的取最大值法)。最常见的方法是面积中心法,本系统采用该方法进行解模糊。

2.4 模糊推理系统的输出

经模糊推理,该推理系统的输出曲面如图 2 所示。

3 结 语

近年来,随着人民生活水平的不断提高,城市居民对环境质量的要求越来越高,城市绿地面积不断增加,随之而来的是城市环境需水量的增大。因此,绿地采用节水灌溉技术已势在必行,本文提出的采用基于气象预报信息的绿地灌溉模糊控制系统对解决当前城市缺水问题具有一定的现实意义。

参考文献:

[1] 张 兵,袁寿其.作物需水量模糊决策系统的设计与研究[J].农机化研究,2003,(4):117-119.

表 3 绿地灌水量的模糊集划分

级别	左端点	顶点	右端点
极少量灌溉(MINI)	0	0	2
微量灌溉(DI)	0	2	4
少量灌溉(LI)	2	4	6
中量灌溉(MI)	4	6	8
大量灌溉(PI)	6	8	10
极大量灌溉(MAXI)	8	10	10

言变量,因此该模糊推理系统共有 36 条规则,为书写方便,在下面模糊规则的书写中,用 sp 代表土壤水势,用 rq 代表雨量,用 iq 代表灌水量,模糊规则的制订应在专家的指导下,结合多年的绿地灌溉实践经验来合理地制定。该系统的模糊控制规则如下:

if rq is SR and sp is VL then iq is MAXI

if rq is SR and sp is LOW then iq is LI

.....

if rq is SRS and sp is RM then iq is MINI

if rq is SRS and sp is MED then iq is MINI

模糊规则如表 4 所示。

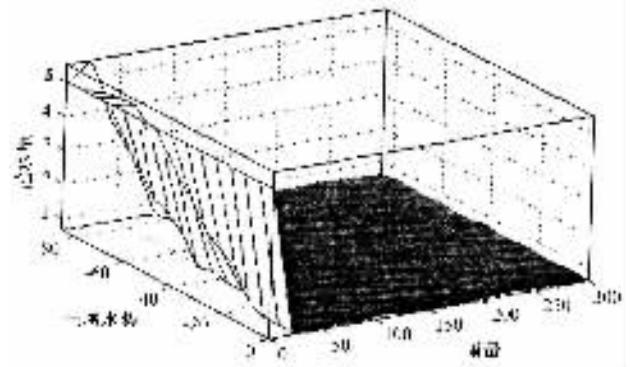


图 2 推理系统的输出曲面

[2] 吴晓莉,林哲辉. MATLAB 辅助模糊系统设计[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2002.

[3] 孙庚山,兰西柱. 工程模糊控制[M]. 北京:机械工业出版社,1995.

[4] 刘洪禄,吴文勇. 都市绿地综合节水技术体系探讨[J]. 北京水利,2003,(6):9-11.

[5] 姜文峰,郑文刚. 城市绿地自动化节水灌溉系统的研究[J]. 节水灌溉,2005,(1):12-13.