

基于模糊理论的室内环境舒适度监测系统研究

谢东坡, 秦华锋, 余成波

(重庆工学院远程测试与控制技术研究所, 重庆 400050)

摘要: 针对温度、湿度等影响室内环境舒适度的主要因素, 基于模糊理论完成了温度、湿度数值-符号转换以及舒适度合成, 并介绍了其在 LabVIEW 环境下的实现。最后探讨了在考虑室外环境参数以及人的心情等主观因素的情况下, 舒适度合成方法的改进思路。系统既可以实现对室内环境舒适度的实时监测, 又可以为室内舒适度控制提供依据。

关键词: 模糊理论; 舒适度; LabVIEW 软件; 模糊子集; 隶属函数

中图分类号: O232; X602

文献标识码: A

文章编号: 1672-4984(2008)04-0126-03

Research of monitoring system for indoor comfort degree based on fuzzy theory

XIE Dong-po, QIN Hua-feng, YU Cheng-bo

(Institute of Remote Testing and Control Technology, Chongqing College of Technology, Chongqing 400050, China)

Abstract: Temperature and humidity are key factors affecting indoor environment's comfort degree. Based on fuzzy theory, temperature and humidity were transformed from numerical values to symbols and comfort degree was integrated and realized by LabVIEW. In the final part, new methods were discussed on consideration of the outdoor environment and human's emotion. The system could monitor the real-time comfort degree and provide a base for the control of comfort degree.

Key words: Fuzzy theory; Comfort degree; LabVIEW; Fuzzy set; Membership function

1 引言

对人生存环境质量的关注是现代科学研究的重要目标, 室内环境舒适度是影响人的生存环境质量的重要因素之一。舒适度是对环境舒适程度的描述, 它涉及多方因素, 具有主观性、多维性和模糊性。自然语言是人类最方便最有效的表达方式, 模糊理论就是利用自然语言对研究对象进行描述和刻画的, 另外模糊逻辑具有在概念上易于理解、允许使用不精确的数据、可以处理十分复杂的非线性系统以及可以建立在专家经验的基础上等优点。因此, 本文采用模糊理论对室内环境舒适度合成。其具体过程为: 首先采用温度、湿度等传感器对环境具体参数监测; 然后基于模糊理论对监测数据进行数值-符号转换; 最后对温度和湿度进行多信息融合以实现舒适度合成。

收稿日期: 2007-10-16; 收到修改稿日期: 2007-12-28

基金项目: 重庆市教育委员会科学技术研究项目 (KJ060613)

作者简介: 谢东坡 (1984-), 男, 河南商丘市人, 硕士研究生, 专业方向为远程测控技术。

2 模糊舒适度监测系统研制

完整的室内舒适度测控系统有环境参数采集、舒适度监测、舒适度控制等组成, 其框图如图 1 所示。

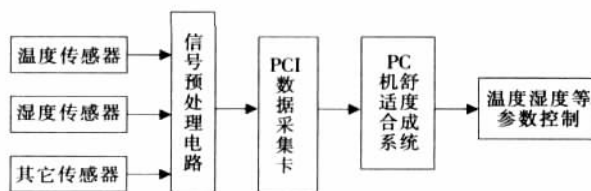


图 1 室内环境舒适度测控系统框图

本文讨论的重点是舒适度监测部分 (即室内舒适度监测系统), 它主要包括: 温度和湿度的数值——符号转换、基于温度和湿度的模糊舒适度合成等内容。另外值得注意的是: 除温度和湿度因素外, 室内环境舒适度还受到噪声、光照、室外环境、人的心情等因素影响。下面将对上述三个问题进行深入探讨。

2.1 温度、湿度的数值——符号转换

模糊集的概念是 1965 年由 L.A.Zadeh 首先提

出的, 它的基本思想是把普通集合中的绝对隶属关系灵活化, 使得元素对集合的隶属度从原来的非 0 即 1 扩充到可以取[0, 1]区间的任一数值, 因此很适合用来对传感器信息的不确定性进行描述。在应用于多传感器信息融合时, 模糊集理论用隶属函数表示各个传感器所测物理信息(数值)所属不同模糊子集的隶属程度——即实现所测参数的数值——符号转换。

系统中, 温湿度的数值——符号转换是系统设计的重点。其实现的具体过程如下(以温度的数值——符号转换为例): 首先设室内环境温度 t 为 $0 \sim 35$, 在该论域上定义 3 个概念 $S(T) = \{\text{冷}, \text{温}, \text{热}\}$; 再确定温度数值——符号转换的隶属函数: 对于任一 $0 \sim 35$ 之间的温度值, 将以不同的隶属度属于三个模糊子集 $L(\text{冷})$ 、 $W(\text{温})$ 、 $R(\text{热})$, 而三个模糊子集 L 、 W 、 R 分别由隶属函数 $\mu_L(t)$ 、 $\mu_W(t)$ 、 $\mu_R(t)$ 确定。根据经验, 可以选择梯形隶属函数, 温度的梯形隶属函数一般形式为:

$$\mu(t, A, B, C, D) = \begin{cases} 0 & t \leq A \\ \frac{t-A}{B-A} & A \leq t \leq B \\ 1 & B \leq t \leq C \\ \frac{D-t}{D-C} & C \leq t \leq D \\ 0 & D \leq t \end{cases}$$

分别代入模糊子集 $L(\text{冷})$ 、 $W(\text{温})$ 、 $R(\text{热})$ 对应的参数, 则得到模糊子集 L 、 W 、 R 对应的属函数 $\mu_L(t)$ 、 $\mu_W(t)$ 、 $\mu_R(t)$ 。模糊子集 L 、 W 、 R 对应的参数如表 1

表 1 $\mu_L(t)$ 、 $\mu_W(t)$ 和 $\mu_R(t)$ 对应的隶属度参数(单位:)

参数 模糊子集	A	B	C	D
L	0	0	15	18
W	15	18	26	30
R	26	30	35	35

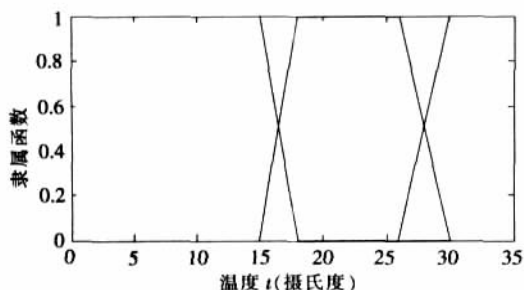


图 2 温度模糊子集对应的隶属函数



图 3 温度数值——符号转换的框图程序

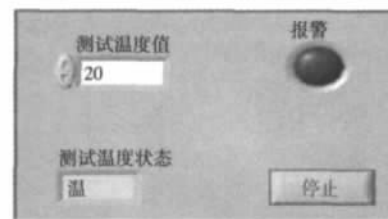


图 4 温度数值——符号转换的前面板

所示, 相应的隶属函数在 MATLAB 中的仿真如图 2 所示。

隶属函数确定后, 即可进行模糊推理和最大隶属度的求取, 其基本过程为: 对论域内的任一温度值 t , 首先计算温度 t 对于三个模糊集的隶属度 $\{\mu_L(t), \mu_W(t), \mu_R(t)\}$; 然后利用模糊集的并运算求取 $\{\mu_L(t), \mu_W(t), \mu_R(t)\}$ 中的最大值——即求最大隶属度, 同时置标志位 index 。最大隶属度 index 的取值定义为 $\{1, 2, 3\}$, 用于指示相应的自然语言输出集合 $\{\text{冷}, \text{温}, \text{热}\}$; 最后, 根据最大隶属度 index 的取值确定输入温度所属的模糊集合, 从已经定义好的自然语言输出集合 $\{\text{冷}, \text{温}, \text{热}\}$ 中找到对应的语言输出值输出。温度的数值——符号转换在 LabVIEW 中实现的框图程序和前面板分别如图 3、图 4 所示。

下面讨论湿度的数值——符号转换: 假设空气湿度为 $0 \sim 100\%RH$, 该论域上定义 3 个概念 $S(H) = \{\text{低}, \text{中}, \text{高}\}$ 。选择梯形隶属函数, 且湿度对应的梯形隶属函数参数如表 2 所示。然后按照温度数值——符号转换的方法, 即可实现湿度的数值——符号转换, 其具体过程略。

表 2 各模糊子集对应的梯形隶属度参数(单位: %RH)

参数 模糊子集	A	B	C	D
低	0	0	30	35
中	30	35	65	80
高	65	80	100	100

2.2 基于温度湿度的舒适度合成

基于直接被测量的复合概念的语义由其基本概念的语义融合而成, 如舒适度的描述就必须基于相对湿度和温度的知识, 即以规则的形式定义复合概念“舒适度”的综合语义。设环境温度为 $0 \sim 35$, 该论域上定义 3 个概念 $S(T) = \{\text{冷}, \text{温}, \text{热}\}$, 空气湿度为 $0 \sim 100\%RH$, 该论域上定义 3 个概念 $S(H) = \{\text{低}, \text{中}, \text{高}\}$, 同时在复合概念“舒适度”论域上定义 3 个概念 $S(C) = \{\text{不舒适}, \text{较舒适}, \text{很舒适}\}$, 根据经验, 有如下规则:



图5 舒适度监测系统前面板

R_1 : 如果 $T = \text{温}$ 且 $H = \text{中}$, 则 $S = \text{很舒适}$;

R_2 : 如果 $T = \text{温}$ 且 $H = \text{高}$ 或 $H = \text{低}$, 则 $S = \text{较舒适}$;

R_3 : 如果 $T = \text{冷}$ 或 $T = \text{热}$ 且 $H = \text{低}$ 或 $H = \text{中}$ 或 $H = \text{高}$, 则 $S = \text{不舒适}$ 。

基于此规则的舒适度监测系统的试验情况如图5所示。

说明: 当温度状态为热时, 温度红色报警; 当湿度状态为高时, 湿度红色报警; 当舒适度状态为不舒服时, 舒适度红色报警。

2.3 其他因素对舒适度影响

除了温度和湿度对室内环境舒适度有较大的影响外, 室内环境舒适度还受到噪声、光照等因素的影响, 为了更科学的表征舒适度的真实情况, 可以构建包括温度、湿度、噪声、光照等多因素在内的多信号融合模型; 另外, 为了更好的反映室内舒适度, 必需考虑室外的环境情况, 因为室外的环境状况对室内的环境舒适度有一定的影响。比如: 室外若是三十几度的高温, 室内二十几度就可能感觉凉爽, 达到舒适温度; 而室外如果是零下几度的严寒, 则室内二十几度可能又会让人感觉太热, 从而使温度的模糊子集冷、温、热的划分边界发生漂移。室外环境对湿度等其它因素也往往有类似的影响, 这一点需要引起注意。解决此问题的一个简单而有效的方法是, 将隶属函数的四个参数设置成可调型, 在监测系统运行前, 可以根据实际情况进行

参数设置; 最后还应适当考虑人的主观因素对舒适度合成的影响, 比如: 呆在同一个室内的人, 心情好者感觉为很舒适的环境, 对于心情坏的人可能是较舒适甚至不舒适, 虽然考虑人的主观性在舒适度合成上可操作性不强, 但它提供了一种考虑问题的思路, 是以人为本理念的体现。

3 结束语

室内舒适度直接关系到人的生存质量和身心健康, 对室内舒适度的实时有效监测显得紧迫而必要, 特别是对婴儿、老人、病人等房间的舒适度监测尤为重要。有效的舒适度监控系统为对室内环境控制提供了依据和方向, 它是构建室内舒适度测控系统的基础。本文所构建的基于模糊理论和 LabVIEW 的室内舒适度监测系统具有开发成本低、开发周期短、可裁剪性强等优点, 可以在此基础上添加舒适度控制部分, 同时实现室内环境舒适度的监测与控制。

参考文献

- [1] 韩峻峰. 基于温湿度的模糊传感器舒适度合成方法研究[J]. 传感器技术, 2002, 26(6): 19-21.
- [2] 邓勇, 施文康, 等. 一种模糊传感器数据融合的方法[J]. 上海交通大学学报, 2003, 37(1): 1-4.
- [3] 刘君华. 智能传感器系统[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2000.
- [4] 胡宝清. 模糊理论基础[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2004.
- [5] 刘君华. 基于 LabVIEW 的虚拟仪器设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [6] 罗志增, 蒋静坪. 机器人感觉与多信息融合[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [7] 彭祖赠, 等. 模糊数学及应用[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2002.
- [8] 谢小良. 基于模糊综合评判下的决策模型[J]. 决策参考, 2005(11): 57-58.
- [9] 周中良, 等. 基于模糊理论的多传感器数据融合系统[J]. 电光与控制, 2007, 14(2): 23-25.