



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111258213 A

(43)申请公布日 2020.06.09

(21)申请号 202010159295.2

(22)申请日 2020.03.09

(71)申请人 深圳市锐同技术有限公司  
地址 518000 广东省深圳市南山区南山街  
道创业路中兴工业城4栋3层321室

(72)发明人 胡晓 罗伟 方家勇 吴灿阳

(74)专利代理机构 北京联瑞联丰知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11411

代理人 郭堃

(51)Int.Cl.

G05B 11/42(2006.01)

G05B 13/04(2006.01)

G05B 13/02(2006.01)

G05D 23/19(2006.01)

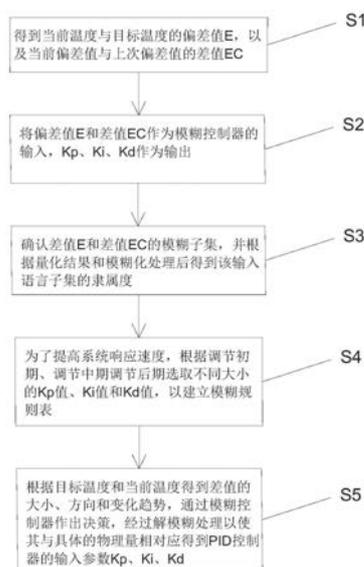
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种基于模糊自整定PID的温度控制的方法

(57)摘要

本发明涉及温度控制技术领域,特别涉及一种基于模糊自整定PID的温度控制的方法,得到当前温度与目标温度的偏差值E,以及当前偏差值与上次偏差值的差值EC;将偏差值E和差值EC作为模糊控制器的输入,Kp、Ki、Kd作为输出;确认差值E和差值EC的模糊子集,并根据量化结果和模糊化处理后得到该输入语言子集的隶属度;为了提高系统响应速度,根据调节初期、调节中期调节后期选取不同大小的Kp值、Ki值和Kd值,以建立模糊规则表;根据目标温度和当前温度得到差值的大小、方向和变化趋势,通过模糊控制器作出决策,经过解模糊处理以使其与具体的物理量相对应得到PID控制器的输入参数Kp、Ki、Kd。本发明的控制方法使整个运行过程具有快速、高效的调节效果。



1. 一种基于模糊自整定PID的温度控制的方法,其特征在于:  
得到当前温度与目标温度的偏差值E,以及当前偏差值与上次偏差值的差值EC;  
将偏差值E和差值EC作为模糊控制器的输入, $K_p$ 、 $K_i$ 、 $K_d$ 作为输出;  
确认差值E和差值EC的模糊子集,并根据量化结果和模糊化处理后得到该输入子集的隶属度;

为了提高系统响应速度,根据调节初期、调节中期调节后期选取不同大小的 $K_p$ 值、 $K_i$ 值和 $K_d$ 值,以建立模糊规则表;

根据目标温度和当前温度得到差值的大小、方向和变化趋势,通过模糊控制器作出决策,经过解模糊处理以使其与具体的物理量相对应得到PID控制器的输入参数 $K_p$ 、 $K_i$ 、 $K_d$ 。

2. 根据权利要求1所述的一种基于模糊自整定PID的温度控制的方法,其特征在于:所述偏差值E和差值EC的模糊子集均为{NB,NM,NS,ZO,PS,PM,PB},其子集分别表示为:负大、负中、负小、零、正小、正中、正大,输入范围在基本论域内,通过线性变化公式进行转化,完成输入的模糊化。

3. 根据权利要求1所述的一种基于模糊自整定PID的温度控制的方法,其特征在于:所述 $K_p$ 值大小的选取方式包括调节初期应适当取较大的 $K_p$ 值以提高响应速度,而在调节中期, $K_p$ 则取较小值,以使系统具有较小的超调并保证一定的响应速度;而在调节过程后期再将 $K_p$ 值调到较大值来减小静差,提高控制精度。

4. 根据权利要求1所述的一种基于模糊自整定PID的温度控制的方法,其特征在于:所述 $K_i$ 值大小的选取方式包括调节过程的初期,为防止积分饱和,其积分作用应当弱一些, $K_i$ 值甚至可以取零;而在调节中期,为了避免影响稳定性, $K_i$ 值应该比较适中;最后在过程的后期,则应增强积分作用,以减小调节静差, $K_i$ 值应该取较大。

5. 根据权利要求1所述的一种基于模糊自整定PID的温度控制的方法,其特征在于:所述 $K_d$ 值大小的选取方式包括在调节初期, $K_d$ 值应该应该较大以应加大微分作用,这样可得到较小甚至避免超调;而在中期,由于调节特性对 $K_d$ 值的变化比较敏感, $K_d$ 值应该比较适中;然后在调节后期, $K_d$ 值应减小,以减小被控过程的制动作用,进而补偿在调节过程初期由于 $K_d$ 值较大所造成的调节过程的时间延长。

## 一种基于模糊自整定PID的温度控制的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及温度控制技术领域,特别涉及一种基于模糊自整定PID的温度控制的方法。

### 背景技术

[0002] 在一些需要自动调节温度的场景中常用PID控制,PID控制器(比例-积分-微分控制器)是一个在工业控制应用中常见的反馈回路部件。但是在现实控制中,被控系统并非线性时不变的,随着时间和被控环境的变化,往往需要动态调整PID的参数,所以需要设计一种温度控制方法正好能够满足这一需求。

### 发明内容

[0003] 为了克服现有技术的上述缺陷,本发明提供一种基于模糊自整定PID的温度控制的方法,以解决上述背景技术中提出的问题。

[0004] 本发明解决现有技术中的问题所采用的技术方案为:一种基于模糊自整定PID的温度控制的方法,

[0005] 得到当前温度与目标温度的偏差值E,以及当前偏差值与上次偏差值的差值EC;

[0006] 将偏差值E和差值EC作为模糊控制器的输入, $K_p$ 、 $K_i$ 、 $K_d$ 作为输出;

[0007] 确认差值E和差值EC的模糊子集,并根据量化结果和模糊化处理后得到该输入子集的隶属度;

[0008] 为了提高系统响应速度,根据调节初期、调节中期调节后期选取不同大小的 $K_p$ 值、 $K_i$ 值和 $K_d$ 值,以建立模糊规则表;

[0009] 根据目标温度和当前温度得到差值的大小、方向和变化趋势,通过模糊控制器作出决策,经过解模糊处理以使其与具体的物理量相对应得到PID控制器的输入参数 $K_p$ 、 $K_i$ 、 $K_d$ 。

[0010] 作为本发明的优选方案,所述偏差值E和差值EC的模糊子集均为{NB,NM,NS,ZO,PS,PM,PB},其子集分别表示为:负大、负中、负小、零、正小、正中、正大,输入范围在基本论域内,通过线性变化公式进行转化,完成输入的模糊化。

[0011] 作为本发明的优选方案,所述 $K_p$ 值大小的选取方式包括调节初期应适当取较大的 $K_p$ 值以提高响应速度,而在调节中期, $K_p$ 则取较小值,以使系统具有较小的超调并保证一定的响应速度;而在调节过程后期再将 $K_p$ 值调到较大值来减小静差,提高控制精度。

[0012] 作为本发明的优选方案,所述 $K_i$ 值大小的选取方式包括调节过程的初期,为防止积分饱和,其积分作用应当弱一些, $K_i$ 值甚至可以取零;而在调节中期,为了避免影响稳定性, $K_i$ 值应该比较适中;最后在过程的后期,则应增强积分作用,以减小调节静差, $K_i$ 值应该取较大。

[0013] 作为本发明的优选方案,所述 $K_d$ 值大小的选取方式包括在调节初期, $K_d$ 值应该应该较大以应加大微分作用,这样可得到较小甚至避免超调;而在中期,由于调节特性对 $K_d$ 值

的变化比较敏感,Kd值应该比较适中;然后在调节后期,Kd值应减小,以减小被控过程的制动作用,进而补偿在调节过程初期由于Kd值较大所造成的调节过程的时间延长。

[0014] 与现有技术相比,本发明具有以下技术效果:

[0015] 本发明中一种基于模糊自整定PID的温度控制的方法,在温度控制系统中,对于时变非线性系统通常会出现调节速度慢、超出或达不到设置的温度,而本发明的控制方法使整个运行过程具有快速、高效的调节效果。

### 附图说明

[0016] 图1是本发明一种基于模糊自整定PID的温度控制的方法的原理图;

[0017] 图2是本发明一种基于模糊自整定PID的温度控制的方法中实施例的原理流程图。

### 具体实施方式

[0018] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步说明。在此需要说明的是,对于这些实施方式的说明用于帮助理解本发明,但并不构成对本发明的限定。此外,下面所描述的本发明实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0019] 如图1和图2所示:一种基于模糊自整定PID的温度控制的方法,

[0020] S1、得到当前温度与目标温度的偏差值E,以及当前偏差值与上次偏差值的差值EC;

[0021] S2、将偏差值E和差值EC作为模糊控制器的输入,Kp、Ki、Kd作为输出;

[0022] S3、确认差值E和差值EC的模糊子集,并根据量化结果和模糊化处理后得到该输入子集的隶属度;

[0023] S4、为了提高系统响应速度,根据调节初期、调节中期调节后期选取不同大小的Kp值、Ki值和Kd值,以建立模糊规则表;

[0024] S5、根据目标温度和当前温度得到差值的大小、方向和变化趋势,通过模糊控制器作出决策,经过解模糊处理以使其与具体的物理量相对应得到PID控制器的输入参数Kp、Ki、Kd。

[0025] 作为本发明的优选方案,所述偏差值E和差值EC的模糊子集均为{NB,NM,NS,ZO,PS,PM,PB},其子集分别表示为:负大、负中、负小、零、正小、正中、正大,输入范围在基本论域内,通过线性变化公式进行转化,完成输入的模糊化。

[0026] 作为本发明的优选方案,所述Kp值大小的选取方式包括调节初期应适当取较大的Kp值以提高响应速度,而在调节中期,Kp则取较小值,以使系统具有较小的超调并保证一定的响应速度;而在调节过程后期再将Kp值调到较大值来减小静差,提高控制精度,如下列表所示:

	EC							
E	NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB	
[0027]	NB	PB	PB	PM	PM	PS	ZO	ZO
	NM	PB	PB	PM	PS	PS	ZO	NS
	NS	PM	PM	PM	PS	PS	ZO	NS
	ZO	PM	PM	PS	ZO	NS	NM	NM
	PS	PS	PS	ZO	NS	NS	NM	NM
	PM	PS	ZO	NS	NM	NM	NM	NB
	PB	ZO	ZO	NM	NM	NM	NB	NB

[0028] 表1

[0029] 作为本发明的优选方案,所述 $K_i$ 值大小的选取方式包括调节过程的初期,为防止积分饱和,其积分作用应当弱一些, $K_i$ 值甚至可以取零;而在调节中期,为了避免影响稳定性, $K_i$ 值应该比较适中;最后在过程的后期,则应增强积分作用,以减小调节静差, $K_i$ 值应该取较大,如下列表所示:

	EC							
E	NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB	
[0030]	NB	NB	NB	NM	NM	NS	ZO	ZO
	NM	NB	NB	NM	NS	NS	ZO	ZO
	NS	NB	NM	NS	NS	ZO	PS	PS
	ZO	NM	NM	NS	ZO	PS	PM	PM
	PS	NM	NS	ZO	PS	PS	PM	PB
	PM	ZO	ZO	PS	PS	PM	PB	PB
	PB	ZO	ZO	PS	PM	PM	PB	PB

[0031] 表2

[0032] 作为本发明的优选方案,所述 $K_d$ 值大小的选取方式包括在调节初期, $K_d$ 值应该应该较大以应加大微分作用,这样可得到较小甚至避免超调;而在中期,由于调节特性对 $K_d$ 值的变化比较敏感, $K_d$ 值应该比较适中;然后在调节后期, $K_d$ 值应减小,以减小被控过程的制动作用,进而补偿在调节过程初期由于 $K_d$ 值较大所造成的调节过程的时间延长,如下列表所示:

	EC							
E	NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB	
	NB	PS	NS	NB	NB	NB	NM	PS
	NM	PS	NS	NB	NM	NM	NS	ZO
[0033]	NS	ZO	NS	NM	NM	NS	NS	ZO
	ZO	ZO	NS	NS	NS	NS	NS	ZO
	PS	ZO						
	PM	PB	PS	PS	PS	PS	PS	PB
	PB	PB	PM	PM	PM	PS	PS	PB

[0034] 表3

[0035] 在本申请的具体实施例中,以自动恒温水壶为例;

[0036] 1、例如一款自动恒温水壶,ADC采集到数据转换后会得到与目标温度的偏差E,以及当前偏差与上次偏差的差值EC。例如目标温度为60,实际温度20则偏差E为40,而上一时刻的偏差为45,EC为40-45=-5。对E和EC进行模糊化,假设E的区间为-100到100, EC的区间为-20到20。将E的区间分成8部分,分别为-100~-75,-75~-50,-50~-25,-25~0, 0~25, 25~50,50~75,75~100。把-75,-50,-25,0,25,50,75分别用NB,NM,NS, ZO,PS,PM,PB表示。例如当E=40时,此时E属于PS到PM之间对应两个隶属度。E 属于PS的百分比为(50-40)/(50-25)=2/5,属于PM的百分比为(40-25)/(50-25)=3/5。同理EC也可以求出隶属度;

[0037] 2、然后根据模糊规则表找出输出值对应的隶属度,假设E的两个隶属度值为PS、PM, E属于PS的隶属度为a,属于PB的隶属度为(1-a),EC的两个隶属度值为NB、NM,EC属于NM的隶属度为b,NB的隶属度为(1-b)。以Kp模糊规则表为例E属于PS的隶属度为 a,EC属于NB的隶属度为(1-b),则输出值属于PS的隶属度为a\*(1-b)。同理可以得出其他三个隶属度;

[0038] 3、将输出值Kp同样采用隶属度分区间的方法,假设输出值为0~100,划分8个部分7个隶属度值。根据第二步得出的结果,用隶属度乘以相应的隶属度值算出Kp的结果,Ki、Kd 同理。最后将输出结果输入PID控制器,根据算法控制输出的加热功率。

[0039] 与现有技术相比,本发明具有以下技术效果:

[0040] 本发明中一种基于模糊自整定PID的温度控制的方法,在温度控制系统中,对于时变非线性系统通常会出现调节速度慢、超出或达不到设置的温度,而本发明的控制方法使整个运行过程具有快速、高效的调节效果。

[0041] 最后应说明的是:以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

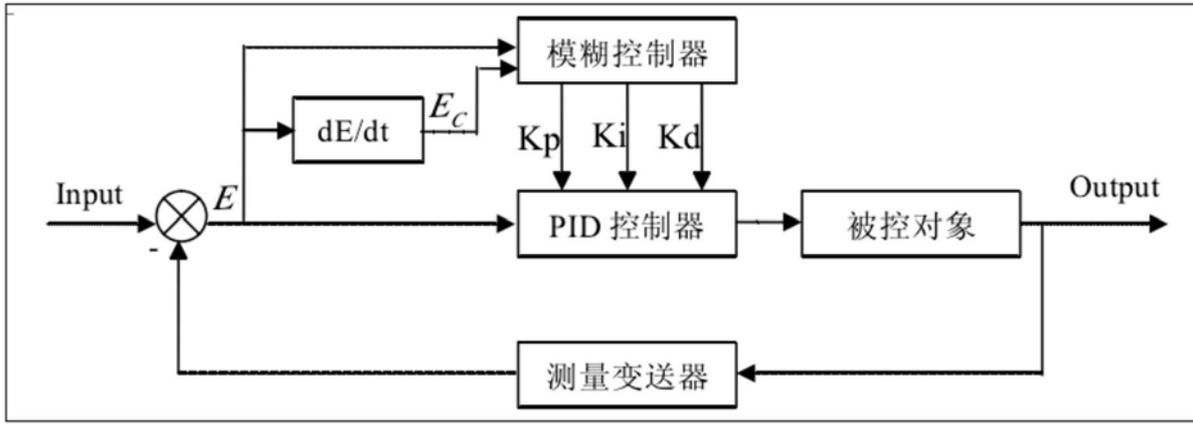


图1

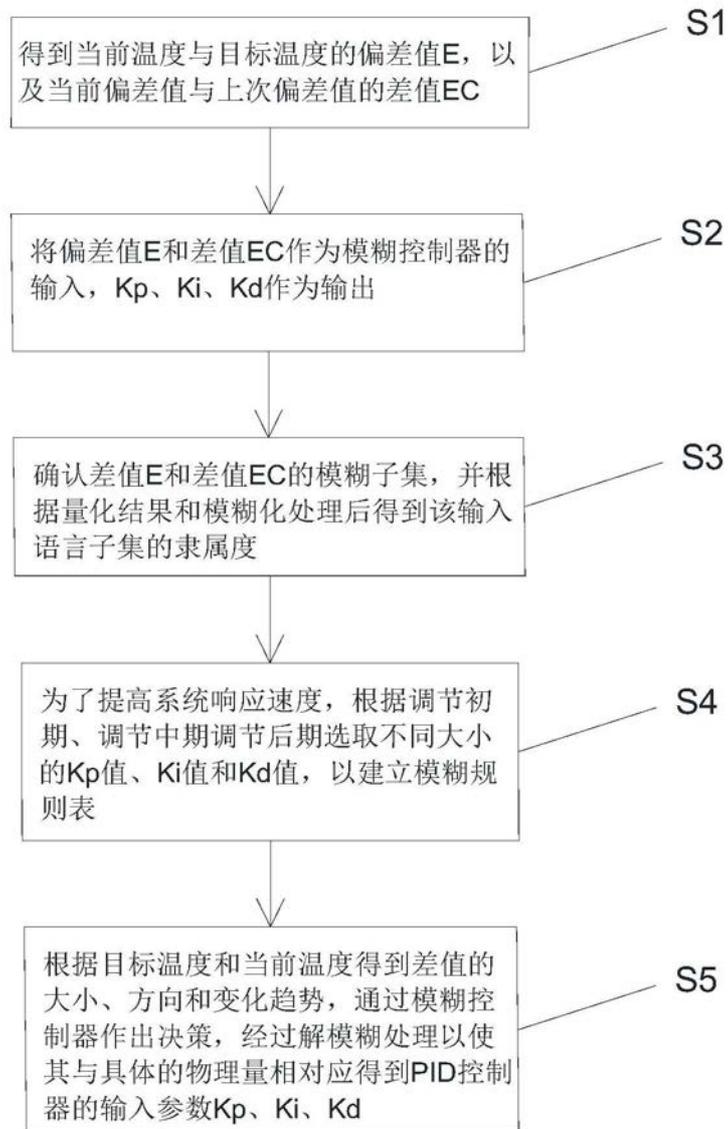


图2