(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107885116 A
(43)申请公布日 2018.04.06

(21)申请号 201711093588.X

(22)申请日 2017.11.08

(71)申请人 长安大学
地址 710064 陕西省西安市南二环中段33号

(72)发明人 闫茂德 林海 温立民 朱旭 杨盼盼 左磊 董媛 赵毅 张懿璞

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200
代理人 徐文权

(51)Int.Cl.
G05B 19/042(2006.01)
G08C 17/02(2006.01)

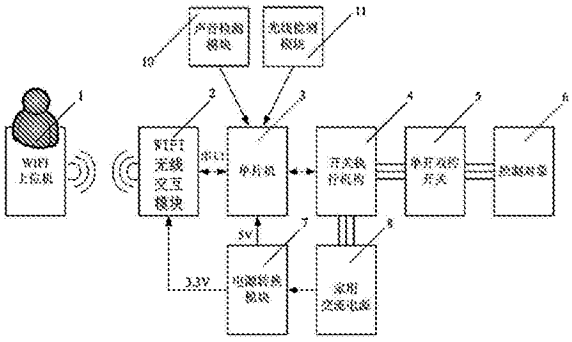
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种智能开关系统及其控制方法

(57)摘要

一种智能开关系统及其控制方法，开关系统包括分别设置于用户操作端以及执行机构端的无线交互模块，执行机构端的无线交互模块连接单片机；执行机构端还包括开关执行机构、单开双控开关以及受单开双控开关控制的各种控制对象；所述的单片机通过开关执行机构能够向单开双控开关发送控制信号，单片机还连接声音检测模块与光线检测模块；开关执行机构连接家用交流电源，家用交流电源经过电源转换模块分别连接单片机与执行机构端的无线交互模块。控制方法结合了模糊控制过程，能够根据控制对象所处外部环境的声音和光线特征，实现智能的自适应调节。本发明利用了无线技术使开关的控制范围和延伸功能得到极大的提升，且使用简单，操作方便，成本低。



CN 107885116 A

1.一种智能开关系统，其特征在于：包括分别设置于用户操作端以及执行机构端的无线交互模块，执行机构端的无线交互模块连接单片机(3)；执行机构端还包括开关执行机构(4)、单开双控开关(5)以及受单开双控开关(5)控制的各种控制对象(6)；所述的单片机(3)通过开关执行机构(4)能够向单开双控开关(5)发送控制信号，单片机(3)还连接声音检测模块(10)与光线检测模块(11)；开关执行机构(4)连接家用交流电源(8)，家用交流电源(8)经过电源转换模块(7)分别连接单片机(3)与执行机构端的无线交互模块。

2.根据权利要求1所述的智能开关系统，其特征在于：用户操作端的无线交互模块为WIFI上位机(1)，执行机构端的无线交互模块为WIFI无线交互模块(2)。

3.根据权利要求2所述的智能开关系统，其特征在于：所述的WIFI上位机(1)采用智能手机、平板电脑或台式电脑，WIFI无线交互模块(2)采用USR-WIFI232-A模块。

4.根据权利要求1所述的智能开关系统，其特征在于：所述的单片机(3)采用STC12C5A60S2单片机。

5.根据权利要求1所述的智能开关系统，其特征在于：所述的开关执行机构(4)包括三极管放大电路和单刀双掷继电器；三极管放大电路采用NPN型三极管，其基极连接到单片机(3)的I/O口，集电极连接到单刀双掷继电器的线圈回路中，发射极接地；

所述的单刀双掷继电器分别与家用交流电源(8)和控制对象(6)相连，且单刀双掷继电器与单开双控开关(5)构成双控开关对。

6.根据权利要求1所述的智能开关系统，其特征在于：所述执行机构端的无线交互模块、单片机(3)、开关执行机构(4)、单开双控开关(5)以及电源转换模块(7)均设在开关暗盒(9)中；所述的开关暗盒(9)上留有市电火线接线端子(16)、市电地线接线端子(17)、市电零线接线端子(18)、控制对象火线接线端子(19)、控制对象地线接线端子(20)以及控制对象零线接线端子(21)；家用交流电源(8)的火线通过市电火线接线端子(16)与单刀双掷继电器的开关相连，家用交流电源(8)的零线与市电零线接线端子(18)相连，家用交流电源(8)的地线与市电地线接线端子(17)相连，单开双控开关(5)与控制对象火线接线端子(19)相连。

7.根据权利要求1所述的智能开关系统，其特征在于：所述的声音检测模块(10)包括声音传感器(12)及声音信号调理电路(13)，光线检测模块(11)包括光线传感器(14)及光线信号调理电路(15)。

8.一种如权利要求1-7中任意一项权利要求所述智能开关系统的控制方法，包括：

定义Ai，Bi，Vi分别为模糊变量声音信号S、光线信号L和控制器输出变量S隶属函数集的模糊域；

S1：声音信号S的模糊设计；

1)定义模糊论域为[-1，1]，声音信号为S，包含着4个模糊子集为：S＝{PB，PS，NS，NB}，其中PB表示正大，PS表示正小，NS表示负小，NB表示负大；

2)模糊子集采用三角形隶属度函数来描述；

S2：光线信号L的模糊设计；

1)定义模糊论域为[-1，1]，转矩偏差为变量L，包含着4个模糊子集为：L＝{PB，PS，NS，NB}，其中PB表示正大，PS表示正小，NS表示负小，NB表示负大；

2)模糊子集采用三角形隶属度函数来描述；

S3:控制器输出变量S的模糊设计;

1)在模糊控制器内定义控制输出为变量C,包含着2个模糊子集为:C={C1,C2},模糊论域为[1,2],其中C1和C2表示控制输出的两个状态量,模糊子集S为清晰子集;

其中,C1表示控制开通;C2表示控制关闭;

2)模糊子集采用三角形隶属度函数来描述;

S4:确立模糊控制规则;

根据变量S和L的模糊子集分别与输出变量C的模糊子集对应关系,得到系统模糊控制规则表,根据模糊控制规则表,进行控制输出的调整;

S5:模糊推理后,输出模糊变量隶属函数的隶属度;

S6:选中具有最大可能性的模糊控制器输出作为最终输出值,判定控制对象(6)所处外部环境的声音和光线特征,单片机(3)根据最终输出值自适应调节控制对象(6)的通断。

9.根据权利要求8所述的控制方法,其特征在于:步骤S4中,当变量L为其模糊子集中的PB,变量S为其模糊子集中的PB时,表达为光线强度最大,声音强度最大,此时不需要开通执行机构,通过选择模糊控制器输出变量的模糊子集C2集来进行控制输出的调整。

10.根据权利要求8所述的控制方法,其特征在于:步骤S5中,采用Mamdani法进行模糊推理,第i条模糊规则Ri在整个模糊控制系统中的权重为:

$\alpha_i=\min(\mu_{Ai}(S),\mu_{Bi}(L))$;

其中,$\mu_{Ai}(S)$代表不同模糊域下的光线信号S的隶属度,$\mu_{Bi}(L)$代表不同模糊域下的声音信号L的隶属度;

模糊推理后,每条模糊规则所归属的隶属函数的隶属度为:

$\mu'_{Vi}(C)=\min(\alpha_i,\mu_{Vi}(C))$;

输出模糊变量隶属函数的隶属度为:

$$\mu_{Vi}(C)=\max_{n=1}^{n=16}(\alpha_i,\mu'_{Vi}(C))$$;

步骤S6中通过下式选中具有最大可能性的模糊控制器输出值:

$$\mu_{Sout}(C)=\max_{n=1}^{n=2}(\alpha_i,\mu'_{Vi}(C))$$。

一种智能开关系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及智能家电领域，具体涉及一种智能开关系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 传统开关就是一个开关同时带常开、常闭两个触点(即为一对)，采用机械控制，制造成本低，但存在一个很大的缺点，就是普通开关的安装位置是固定的，而且人必须到固定位置才能触动开关。为此，人们研究出了单开双控开关，即通过两个安装在不同的位置的单开双控开关用来实现对同一个对象的控制，比如照明灯具。但是这需要额外增加一个单开双控开关，同时也需要额外铺设相应的控制线路。单开双控开关的出现虽然使控制对象的可操控位置由原来的一个固定点变成了两个固定点，可控范围仍然是有限的。近年来传统家电逐渐向科技化、智能化家电迅速发展。同时，随着芯片的制造工艺的提高、制造成本的降低和数字化技术的发展，智能化家电已经开始步入家庭。因此，开发出一种智能化的开关十分必要。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于针对上述现有技术中的问题，提供一种智能开关系统及其控制方法，不仅能够扩大控制范围，而且使用简单，操作方便，加工成本低廉。

[0004] 为了实现上述目的，本发明智能开关系统采用的技术方案：

[0005] 包括分别设置于用户操作端以及执行机构端的无线交互模块，执行机构端的无线交互模块连接单片机；执行机构端还包括开关执行机构、单开双控开关以及受单开双控开关控制的各种控制对象；所述的单片机通过开关执行机构能够向单开双控开关发送控制信号，单片机还连接声音检测模块与光线检测模块；开关执行机构连接家用交流电源，家用交流电源经过电源转换模块分别连接单片机与执行机构端的无线交互模块。

[0006] 用户操作端的无线交互模块为WIFI上位机，执行机构端的无线交互模块为WIFI无线交互模块；所述的WIFI上位机采用智能手机、平板电脑或台式电脑，WIFI无线交互模块采用USR-WIFI232-A模块。所述的单片机采用STC12C5A60S2单片机。

[0007] 所述的开关执行机构包括三极管放大电路和单刀双掷继电器；三极管放大电路采用NPN型三极管，其基极连接到单片机的I/O口，集电极连接到单刀双掷继电器的线圈回路中，发射极接地；所述的单刀双掷继电器分别与家用交流电源和控制对象相连，且单刀双掷继电器与单开双控开关构成双控开关对。

[0008] 所述执行机构端的无线交互模块、单片机、开关执行机构、单开双控开关以及电源转换模块均设在开关暗盒中；所述的开关暗盒上留有市电火线接线端子、市电地线接线端子、市电零线接线端子、控制对象火线接线端子、控制对象地线接线端子以及控制对象零线接线端子；家用交流电源的火线通过市电火线接线端子与单刀双掷继电器的开关相连，家用交流电源的零线与市电零线接线端子相连，家用交流电源的地线与市电地线接线端子相连，单开双控开关与控制对象火线接线端子相连。

[0009] 所述的声音检测模块包括声音传感器及声音信号调理电路，光线检测模块包括光线传感器及光线信号调理电路。

[0010] 本发明智能开关系统的控制方法，包括：

[0011] 定义Ai，Bi，Vi分别为模糊变量声音信号S、光线信号L和控制器输出变量S隶属函数集的模糊域；

[0012] S1：声音信号S的模糊设计；

[0013] 1)定义模糊论域为[-1，1]，声音信号为S，包含着4个模糊子集为：S＝{PB，PS，NS，NB}，其中PB表示正大，PS表示正小，NS表示负小，NB表示负大；

[0014] 2)模糊子集采用三角形隶属度函数来描述；

[0015] S2：光线信号L的模糊设计；

[0016] 1)定义模糊论域为[-1，1]，转矩偏差为变量L，包含着4个模糊子集为：L＝{PB，PS，NS，NB}，其中PB表示正大，PS表示正小，NS表示负小，NB表示负大；

[0017] 2)模糊子集采用三角形隶属度函数来描述；

[0018] S3：控制器输出变量S的模糊设计；

[0019] 1)在模糊控制器内定义控制输出为变量C，包含着2个模糊子集为：C＝{C1，C2}，模糊论域为[1，2]，其中C1和C2表示控制输出的两个状态量，模糊子集S为清晰子集；

[0020] 其中，C1表示控制开通；C2表示控制关闭；

[0021] 2)模糊子集采用三角形隶属度函数来描述；

[0022] S4：确立模糊控制规则；

[0023] 根据变量S和L的模糊子集分别与输出变量C的模糊子集对应关系，得到系统模糊控制规则表，根据模糊控制规则表，进行控制输出的调整；

[0024] S5：模糊推理后，输出模糊变量隶属函数的隶属度；

[0025] S6：选中具有最大可能性的模糊控制器输出作为最终输出值，判定控制对象所处外部环境的声音和光线特征，单片机根据最终输出值自适应调节控制对象的通断。

[0026] 步骤S4中，当变量L为其模糊子集中的PB，变量S为其模糊子集中的PB时，表达为光线强度最大，声音强度最大，此时不需要开通执行机构，通过选择模糊控制器输出变量的模糊子集C2集来进行控制输出的调整。

[0027] 步骤S5中，采用Mamdani法进行模糊推理，第i条模糊规则Ri在整个模糊控制系统中的权重为：

[0028] $\alpha_i=\min(\mu_{Ai}(S),\mu_{Bi}(L))$；

[0029] 其中，$\mu_{Ai}(S)$代表不同模糊域下的光线信号S的隶属度，$\mu_{Bi}(L)$代表不同模糊域下的声音信号L的隶属度；

[0030] 模糊推理后，每条模糊规则所归属的隶属函数的隶属度为：

[0031] $\mu'_{Vi}(C)=\min(\alpha_i,\mu_{Vi}(C))$；

[0032] 输出模糊变量隶属函数的隶属度为：

[0033] $$\mu_{Vi}(C)=\max_{n=1}^{n=16}(\alpha_i,\mu'_{Vi}(C))$$；

[0034] 步骤S6中通过下式选中具有最大可能性的模糊控制器输出值：

[0035] $\mu_{Sout}(C)=\max_{n=1}^{n=2}(\alpha_i,\mu'_{Vi}(C))$。

[0036] 与现有技术相比，本发明在传统的单开双控开关基础上，使用了无线交互技术，用户操作端的无线交互模块发出开关指令，通过执行机构端的无线交互模块将控制指令传输给单片机，单片机接收到控制指令后向开关执行机构发出相应的动作指令以实现对控制对象的操控。与此同时，本发明中采用的传统单开双控开关也仍然具备对控制对象的操控行为。更为重要的是，在装置中安装了光线检测模块和声音检测模块，并利用检测的声音信号和光线信号，能够结合模糊控制技术实现智能开关的自适应控制，因此，本发明利用了无线技术使开关的控制范围和延伸功能得到极大的提升，且使用简单，操作方便，成本低，不仅更加有效提高了生活的舒适度，也进一步满足人们生活多样化的需求。

[0037] 与现有技术相比，本发明智能开关系统的控制方法，结合了模糊控制过程，模糊控制器的输出已经是清晰值，无需解模糊，通过选中具有最大可能性的模糊控制器输出即能够作为最终输出值，本发明控制方法能够根据控制对象所处外部环境的声音和光线特征，实现智能的自适应调节，进而有效控制电能的浪费，达到节能降耗的目的。

附图说明

[0038] 图1本发明智能开关系统的结构示意图；

[0039] 图2本发明智能开关系统的安装示意图；

[0040] 图3本发明开关暗盒的结构示意图；

[0041] 图4本发明的模糊控制结构图；

[0042] 图5本发明模糊声音输入信号的隶属度函数示意图；

[0043] 图6本发明模糊光线输入信号的隶属度函数示意图；

[0044] 图7本发明模糊控制输出信号的隶属度函数示意图；

具体实施方式

[0045] 下面结合附图对本发明做进一步的详细说明。

[0046] 参见图1-3，本发明智能开关系统包括分别设置于用户操作端以及执行机构端的无线交互模块，执行机构端的无线交互模块连接单片机3。用户操作端的无线交互模块为WIFI上位机1，执行机构端的无线交互模块为WIFI无线交互模块2；WIFI上位机1采用智能手机、平板电脑或台式电脑，WIFI无线交互模块2采用USR-WIFI232-A模块。执行机构端还包括开关执行机构4、单开双控开关5以及受单开双控开关5控制的各种控制对象6。单片机3通过开关执行机构4能够向单开双控开关5发送控制信号，单片机3还连接声音检测模块10与光线检测模块11。声音检测模块10包括声音传感器12及声音信号调理电路13，光线检测模块11包括光线传感器14及光线信号调理电路15。

[0047] 开关执行机构4连接家用交流电源8，家用交流电源8经过电源转换模块7分别连接单片机3与执行机构端的无线交互模块。

[0048] 单片机3采用STC12C5A60S2单片机。开关执行机构4包括三极管放大电路和单刀双掷继电器；三极管放大电路采用NPN型三极管，其基极连接到单片机3的I/O口，集电极连接到单刀双掷继电器的线圈回路中，发射极接地；单刀双掷继电器分别与家用交流电源8和控

制对象6相连，且单刀双掷继电器与单开双控开关5构成双控开关对。

[0049] 执行机构端的无线交互模块、单片机3、开关执行机构4、单开双控开关5以及电源转换模块7均设在开关暗盒9中；开关暗盒9上留有市电火线接线端子16、市电地线接线端子17、市电零线接线端子18、控制对象火线接线端子19、控制对象地线接线端子20以及控制对象零线接线端子21；家用交流电源8的火线通过市电火线接线端子16与单刀双掷继电器的开关相连，家用交流电源8的零线与市电零线接线端子18相连，家用交流电源8的地线与市电地线接线端子17相连，单开双控开关5与控制对象火线接线端子19相连。

[0050] 本发明的控制对象6可以是家电或灯具等，家用交流电源8的电压为220V；电源转换模块7主要由电源芯片、变压器及电平转换电路组成，将220V的家用交流电源模块输出的交流电通过变压器生成5V电源，再通过电源芯片生成3.3V电源。5V电源为单片机3和开关执行机构4进行供电。3.3V电源为WIFI无线交互模块2进行供电。

[0051] WIFI无线交互模块2所采用的USR-WIFI232-A模块是一款一体化的802.11b/g/n Wi-Fi的低功耗模块，通过USR-WIFI232-A模块，传统的低端串口设备或MCU控制的设备均可以很方便的接入Wi-Fi无线网络。该模块硬件上集成了MAC，基频芯片，射频收发单元，以及功率放大器；嵌入式的固件则支持Wi-Fi协议及配置，以及组网的TCP/IP协议。单片机3采用STC12C5A60S2单片机，单片机3的串口与WIFI无线交互模块2的串行通信接口连接。

[0052] 开关执行机构4中采用HK4100F-DC5V-SHG单刀双掷继电器，开关执行机构4和单开双控开关5的动作都能够操纵控制对象6的电源通断。

[0053] WIFI无线交互模块2产生无线接入点，创建一个无线网络，WIFI上位机1接入WIFI无线交互模块2产生的无线网络中，WIFI上位机1控制WIFI无线交互模块2向单片机3发送指令，单片机4读串口指令，分析指令，通过输入输出接口控制开关执行机构4对电源进行接通和断开，或者通过本装置的声音检测模块和光线检测模块，利用提出的智能控制算法能够自适应控制开关执行机构4对电源进行接通和断开，或者对单开双控开关5进行手动控制电源的接通和断开，从而对控制对象6的通断进行控制。

[0054] 本发明设计了专门的声音检测模块10和光线检测模块11，并利用检测的声音信号和光线信号，提出基于模糊控制技术的智能开关自适应控制方法，如图4所示，具体做法：将输入单片机3的声音信号EF和光线信号ET定义成离散的若干等级，模糊化后作为模糊控制器输入，按定义好的模糊控制规则对模糊输入量进行模糊推理，最后模糊决策得到最终输出，即获得所选择的控制通断信号S。由于模糊决策后得到的是精确输出量，所以不需要解模糊。算法的输出信号直接发送到开关执行机构4，然后对电源进行接通和断开的控制。

[0055] 详细的模糊控制自适应方法分为六个步骤，如下：

[0056] 定义Ai，Bi，Vi分别为模糊变量声音信号S、光线信号L和控制器输出变量S隶属函数集的模糊域。

[0057] 一、声音信号S的模糊设计，如图5所示。

[0058] 1、定义模糊论域为[-1,1]，声音信号为S，包含着4个模糊子集为：S＝{PB,PS,NS,NB}，其中PB表示正大，PS表示正小，NS表示负小，NB表示负大。

[0059] 2、模糊子集采用三角形隶属度函数来描述。

[0060] 二、光线信号L的模糊设计，如图6所示。

[0061] 1、定义模糊论域为[-1,1]，转矩偏差为变量L，包含着4个模糊子集为：L＝{PB,PS,

NS,NB}，其中PB表示正大，PS表示正小，NS表示负小，NB表示负大。

[0062] 2、模糊子集采用三角形隶属度函数来描述。

[0063] 三、控制器输出变量S的模糊设计，如图7所示。

[0064] 1、在模糊控制器内定义控制输出为变量C，包含着2个模糊子集为：C＝{C1,C2}，模糊论域为[1,2]。其中C1和C2表示控制输出的两个状态量，模糊子集S为清晰子集，其中，C1表示控制开通；C2表示控制关闭。

[0065] 2、模糊子集采用三角形隶属度函数来描述。

[0066] 四、模糊控制规则

[0067] 根据变量S和L的模糊子集分别与输出变量C的模糊子集对应关系可以得到系统模糊控制规则表，如下表所示。

[0068] 表1模糊控制规则表

[0069]

S / L	PB	PS	NS	NB
PB	C2	C2	C2	C2
PS	C2	C2	C1	C1
NS	C1	C1	C2	C2
NB	C1	C1	C1	C1

[0070] 根据模糊控制规则表可以看出：当变量L为其模糊子集中的PB，变量S为其模糊子集中的PB时，可以表达为光线强度最大，声音强度最大，此时就不需要开通执行机构。这时，可以通过选择模糊控制器输出变量的模糊子集C2集来进行控制输出的调整。

[0071] 五、模糊推理方法

[0072] 模糊推理采用最常用的Mamdani方法。

[0073] 第i条模糊规则Ri在整个模糊控制系统中的权重为：

[0074] $\alpha_i=\min(\mu_{Ai}(S),\mu_{Bi}(L))$；

[0075] 其中，$\mu_{Ai}(S)$代表不同模糊域下的光线信号S的隶属度，$\mu_{Bi}(L)$代表不同模糊域下的声音信号L的隶属度。

[0076] 模糊推理后，每条模糊规则所归属的隶属函数的隶属度为：

[0077] $\mu'_{Vi}(C)=\min(\alpha_i,\mu_{Vi}(C))$；

[0078] 输出模糊变量隶属函数的隶属度为：

[0079] $$\mu_{Vi}(C)=\max_{n=1}^{n=16}(\alpha_i,\mu'_{Vi}(C))$$；

[0080] 六、解模糊方法

[0081] 由于模糊控制器的输出已经是清晰值，无需解模糊，仅选择最大值规则选择输出量。这样就可以选中具有最大可能性的模糊控制器输出作为最终输出值。

[0082] $$\mu_{Sout}(C)=\max_{n=1}^{n=2}(\alpha_i,\mu'_{Vi}(C))$$；

[0083] 根据以上算法，本发明装置根据装置外面环境(声音和光线)特征可以实现智能的自适应调节功能，有效控制电能的浪费，达到节能降耗的目的。更适用于灯光控制等领域中。

[0084] 本发明装置仅在一个普通单开双控开关的基础上增加了无线模块(WIFI上位机、WIFI无线模块)检测模块(声音和光线)和控制器模块(单片机、通断执行机构)，即能够实现WIFI上位机(智能手机、平板或电脑)、外部环境自适应和普通开关的同时控制。

[0085] 本发明智能单开双控开关装置使用了无线WIFI模块、外部环境检测模块和单片机模块。手机或者平板电脑通过WIFI向智能开关发送控制指令数据，智能开关上的单片机接收到控制指令后，向通断执行机构发出相应的动作指令，然后通断执行器的继电器就执行相应动作，控制系统回路的通断，通断执行器的继电器和手动机械开关组合为双控开关对，从而实现手动、自适应控制和无线控制三重控制。本发明普通双控开关和手机无线控制都可以控制用电设备电源的开通和关断。它们的组合实现了普通机械开关和无线模块对控制对象的双重可操控能力，通过目前家庭住房中已有的开关面板和接线暗盒进行简单快速的改造即能够实现，可以减小功能改造成本支出。比如，可以接在家中的灯具、电冰箱等家电的电源端，通过手机就可以在家中任意位置的对象进行操控。本发明采用的电子元器件均为已知产品，本领域技术人员根据本发明的技术方案即可知电子元器件的具体连接方式。

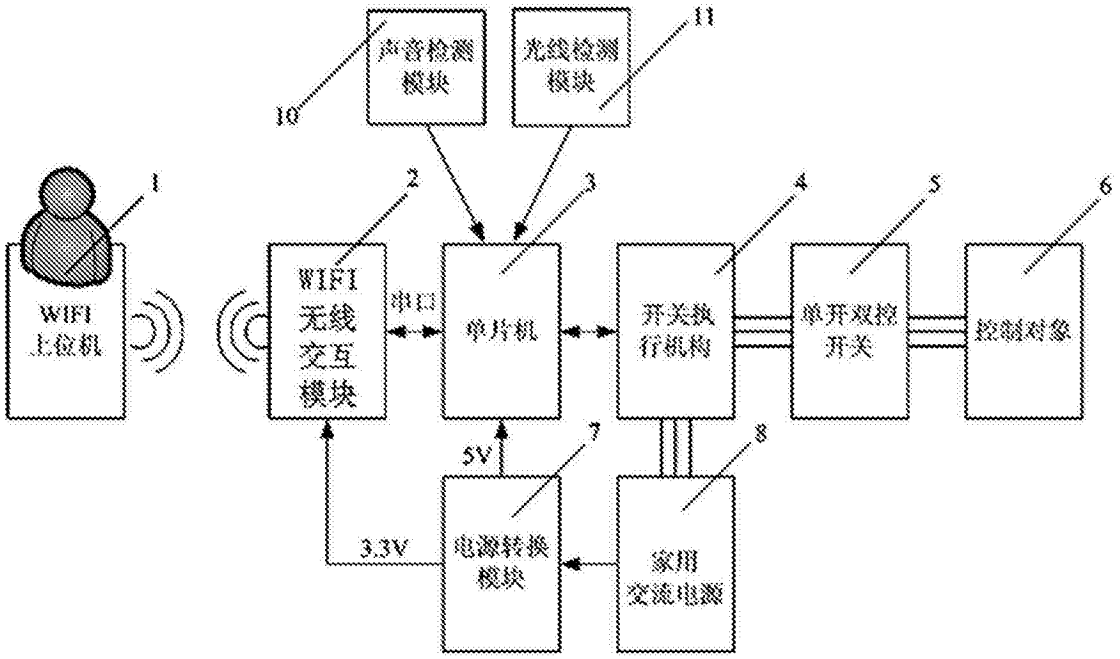

声音检测模块
光线检测模块
10
11
1
2
3
4
5
6
WIFI上位机
WIFI无线交互模块
串口
单片机
开关执行机构
单开双控开关
控制对象
5V
7
8
3.3V
电源转换模块
家用交流电源

图1

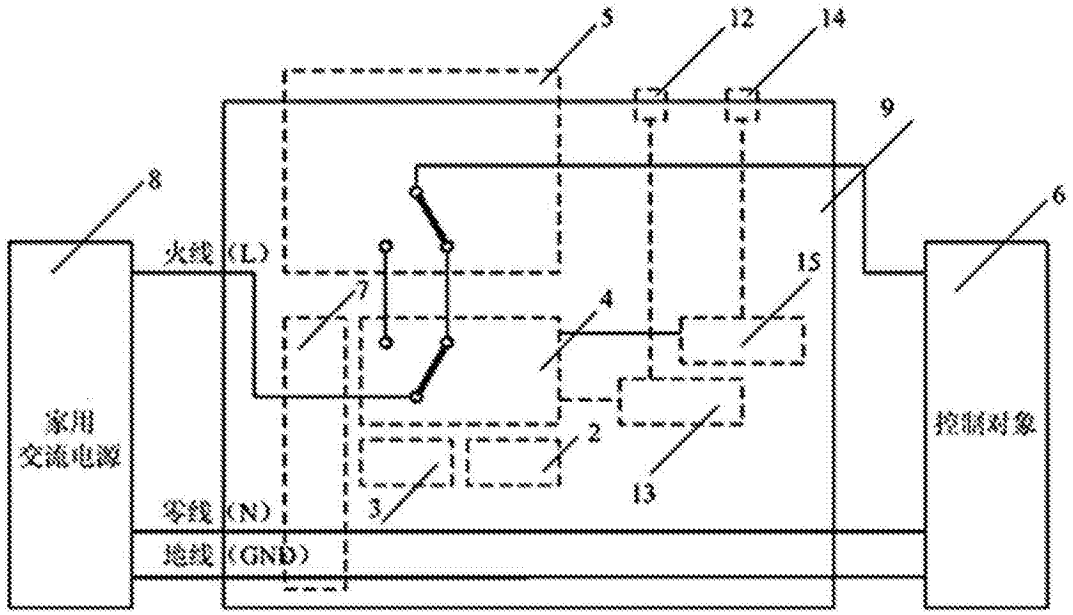

5
12
14
9
8
6
火线（L）
7
4
15
家用交流电源
控制对象
2
13
3
零线（N）
地线（GND）

图2

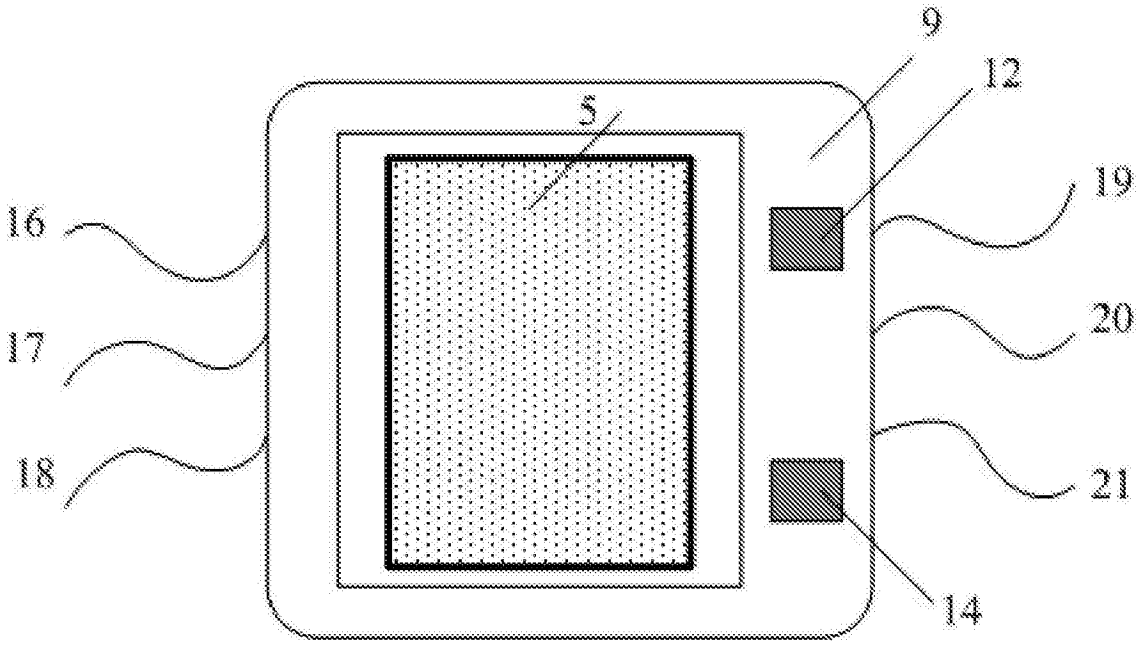


图3

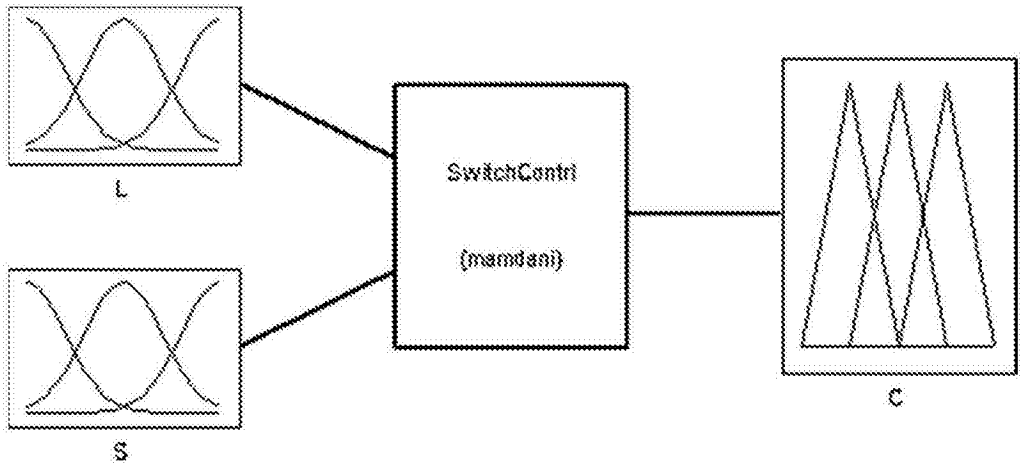


图4

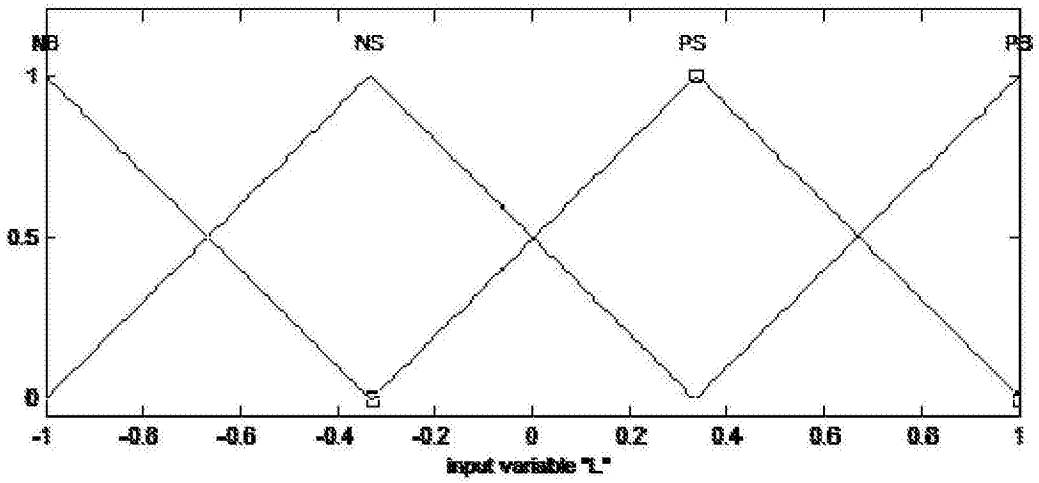

NB
NS
PS
PB
1
0.5
0
-1
-0.8
-0.6
-0.4
-0.2
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
input variable "L"

图5

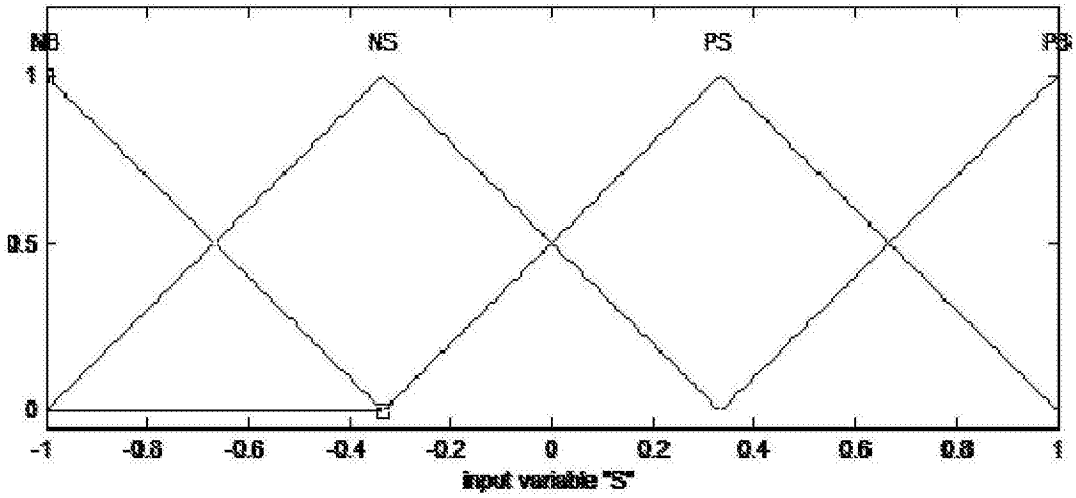

NB
NS
PS
PB
1
0.5
0
-1
-0.8
-0.6
-0.4
-0.2
0
0.2
0.4
0.6
0.8
input variable "S"

图6

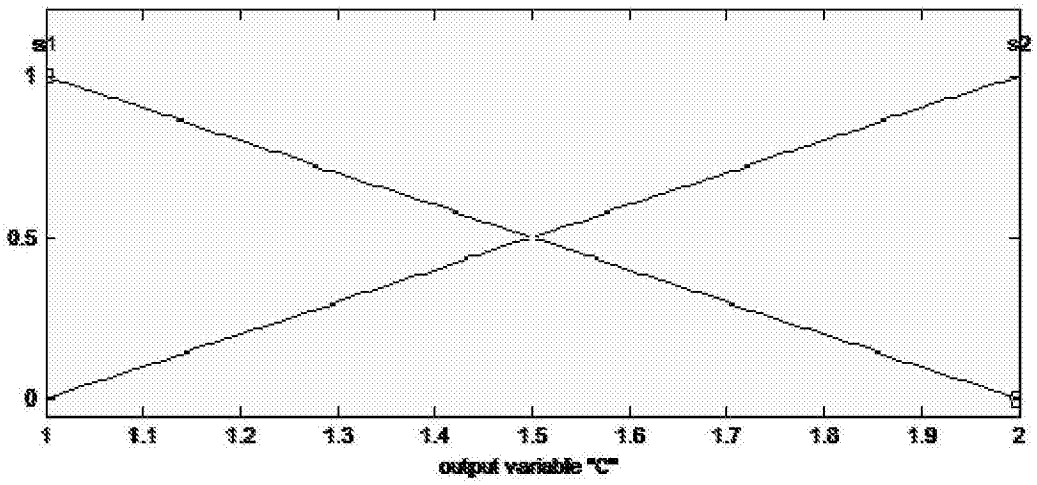

s1
s2
1
0.5
0
1
1.1
1.2
1.3
1.4
1.5
1.6
1.7
1.8
1.9
2
output variable "C"

图7