

# 虚拟开关机器人——传感式智能开关控制器的研究与设计

王晓春 刘天惠 董立菊 徐继镗

(沈阳大学信息学院, 沈阳 110044)

E-mail: xol69@ynmail.com

**摘 要** 传感式智能开关控制系统是传统开关控制器的智能化, 可视为虚拟开关机器人。文章以教室智能灯具开关为例, 从系统数学模型的建立、基本系统结构到系统硬件设计给出了详述。

**关键词** 单片机 传感器 智能开关 开关机器人

文章编号 1002-8331- (2002) 04-0122-04 文献标识码 A 中图分类号 TP18

## Virtual Switch Robot—Research and Design of Sensor-Based Intelligent Switch Controller

Wang Xiaochun Liu Tianhui Dong Liju Xu Jixiang

(Shenyang University, Shenyang 110044)

**Abstract** : The Sensor-Based Intelligent Switch Control System is based on traditional Switch Controller and can be regarded as Virtual Switch Robot. This paper taking Classroom Intelligent Switch for example, discusses the mathematical model of system structure and the design of hardware.

**Keywords** : Microcomputer, Sensor, Intelligent Switch, Switch Controller

### 1 问题的提出

#### 1.1 传感式智能开关控制器的定义

所谓智能开关是指开关的动作是有条件的, 其控制是通过相应监测分析及综合判断决定的, 而开关控制器自身则具有此种功能。这里所提及的传感式是指智能开关控制器自身的基本监测功能是通过传感方式来实现的。

#### 1.2 开关控制智能化是社会发展的需要

当前的具有一定科技含量的控制开关种类很多, 如遥控、光控、声控、程控、时控、自控、红外控制等等, 他们虽然在社会需求某方面予以了适应和满足, 但由于它们控制功能上的单一性, 缺乏综合分析判断功能。对于要求有综合分析判断功能的需求, 则难以适应和满足。例如, 学校教室灯具控制, 特别是大学晚自习教室的灯具控制。它既需要在一定亮度环境关闭, 又需要在夜晚按规定时刻熄灭, 尤其要限制一个或几个人将教室的所有灯无节制地全点亮。即应在亮灯时间里, 依据教室中的人数点亮相应的灯具。

其可用数模表达为:  $Y_{\text{点灯数}} = f(X_1 \text{ 亮度}, X_2 \text{ 时间}, X_3 \text{ 人数})$ , 当  $X_1, X_2$  为定值时, 该数模可表达为:  $Y = f_k(X_3)$ 。当室内人数增多时, 应自动按数模确定增加点灯数; 当室内人数减少时, 按数模确定自动熄灯数。

对于上述的教室灯具控制要求, 利用当前任何一种控制开关均达不到目的。这就需要满足上述要求的智能开关, 其应具有对问题的复杂性分析和综合判断能力, 从而决定出自身的动作以满足客观应用需要。

又如, 当前应用的各种室内防盗报警器, 其设置成防盗状态, 还是非防盗状态, 都是靠人为的动作来设定 (遥控或非遥控)。其致命的缺陷是人为疏忽可能造成巨损。因此, 人们要求防盗室内确实无人时, 应使防盗器自动设置成防盗状态, 无需人为检测, 而只有取消防盗状态才由人控制 (家人回来时)。按此需求, “状态开关”应具有分析、判断室内确实无人的智能性 (这种智能开关, 对于家庭防盗设施的配套, 设备应将其安装在家庭门口, 即应将其安装在能监测、识别人进出的关键部位)。

上述所举, 虽只两例, 但从单位到个人家庭均说明了当前社会发展对智能控制开关的需求。

### 2 系统数学模型、系统功能分析与结构设计

#### 2.1 数学模型的建立与分析

##### 2.1.1 抽象数模

在这里提出两种可供参考的数学模型。

(1) 以条件确定某开关是否置“1”即“开”, 从而确定置“1”的开关总量  $Y$  的数学模型:

$$I = F_1(X_1, X_2, \dots, X_k, \dots, X_n) = \begin{cases} 1 & \text{条件函数成立} \\ 0 & \text{条件函数不成立} \end{cases}$$

$$Y = \sum_{i=1}^m I$$

其中  $n$  = 条件数

$m$  = 开关总数

作者简介: 王晓春, 女, 1966年生, 工学硕士, 副教授, 主要从事计算机应用研究。刘天惠, 女, 1965年生, 工学硕士, 副教授, 主要从事计算机应用研究。董立菊, 女, 1964年生, 工学硕士, 副教授, 主要从事计算机应用研究。徐继镗, 男, 1953年生, 教授, 主要从事计算机应用研究。

$X_k$ =第  $K$  个条件值

$Q$ )以条件确定位置“1”的开关总量  $Y$ ,从而从第 1 个开关开始递推确定第  $I$  个开关是否置“1”的数学模型:

$$Y=F_2(X_1, X_2, \dots, X_k, \dots, X_n) \quad Y \leq m$$

$$I=\begin{cases} 1 & 1 \leq I \leq Y \\ 0 & I > Y \end{cases}$$

$n, m, X^k$  含义同上式。

上述两式中,显然  $F_1$  为判断性的逻辑函数;而  $F_2$  为具有综合性的计算函数。在第一部分给出的教室灯控函数式基本属于  $F_2$  类型。后面所提及的系统结构,基本上也是基于  $F_2$  模型建立的。这种类型虽不如  $F_1$  看起来更通式化,但它除对开关有顺序位置限制外,也是通式化的,且给硬件研究与制作及软件编程带来了简化与方便。因此,这里偏于  $F_2$ 。读者可从  $F_1$  来设计研制其相应硬结构和软编程。

无论何种数学模式的具体取定都要依应用要求客观而科学地取定,具体的表达式可能是数学公式,也可能是模式形式,但可由算法实现。 $X_1, X_2, \dots, X_n$  的取值。根据需求,作为条件值可能为数值型,也可能为逻辑型,应在需求模型设计具体化时予以确定。因此,往往只能以用者需求达到最大可能的智能化。这就是说,数学模型是以需求为目的具体化,包括考虑到扩展条件,做到尽可能智能化功能的算式。

### 2.1.1.2 具体数模建立与分析示例

这里给出以控制教室灯具为基调的智能开关控制系统的数模为例,分析如下:

(1)条件设定:室内亮度大于  $M$  ( )一律熄灯,即:

$$X_1=\begin{cases} 1 & \text{室内亮度} < M \quad \text{允许开灯} \\ 0 & \text{室内亮度} \geq M \quad \text{不允许开灯} \end{cases}$$

当时钟大于 22:30 时,一律灭灯。

$$X_2=\begin{cases} 1 & \text{时钟} < 22:30 \quad \text{允许开灯} \\ 0 & \text{时钟} \geq 22:30 \quad \text{不允许开灯} \end{cases}$$

在允许开灯条件下,开灯数由自定义的人数定,灯函数  $\text{MAXT}[K(X_3)]$ 。

$Q$ )自定义函数的定义与分析

定义: $X_3$  代表室内人数变量,

$K$  为点灯区间系数,

$\text{MAXT}[]$ 为对[]数值进行进整数运算(操作)。

说明: $K$  为人为规定的点灯区间系数,其值可以为定值,也可为一个值表,也可采用程序输入方式确定。如,以每 7 人为一个点灯进数区间,即 1~7 人点 1 盏灯,8~14 人点 2 盏灯,15~21 人点 3 盏灯,类推。则  $K=1/7$  (点灯进数区间也可以为值表,或程序输入确定,但其选择方式与  $K$  一致。)若  $K=1/7$ ,当  $X_3=24$  时,则有  $\text{MAXT}[K(X_3)]=\text{MAXT}[1/7 \times 24]=\text{MAXT}[3.4]=4$ 。

(3)数模表达式

通式: $Y_{\text{点灯数}}=F(X_1 \text{ 亮度}, X_2 \text{ 时间}, X_3 \text{ 人数})$

层次式:

$$Y=\begin{cases} F_1(X_2, X_3)=\begin{cases} F_k(X_3)=\text{MAXT}[K(X_3)] & X_2=1 \\ 0 & X_2=0 \end{cases} & X_1=1 \\ 0 & X_1=0 \end{cases}$$

确定式:

$$Y=X_1 \times X_2 \times \text{MAXT}[K(X_3)]$$

## 2.2 系统功能分析与系统结构设计

如上所述,抽象的数模须依据要求,实际上是依据其欲实现的功能完成具体化数模转换。但具体的数模并非完全取代功

能分析。就是说,系统应达到的某些功能可能在数模中无法表达,但却是系统必须具备的。因此,系统的功能分析、确定,才是系统结构设计的根基。当然,与当前及未来考虑的需求所对应的功能非为抽象的,故功能分析及其为基础产生的结构设计也应是具体的。这里,也只能给出基本的或作为基础的内容加以示例。即以现已研制完成的,以控制教室灯具为基础的智能开关控制系统,称为 ZNKJ1 系统为核心内容予以示例。

### 2.2.1 基本功能

作者认为,无论何种智能开关控制系统至少应具有如下基本功能:

(1)监测功能(模拟人的视、听、感):它是作为智能控制的最基本的功能要素。它对当前状态条件信息等数据直接采集、测定的前沿性基本工程操作。完成该功能的部件设计应根据系统应用与要求而定。这里所介绍的示例为 ZNKJ1 的监测部件的设计,其为红外传感部件。因为它所针对的检测环境与对象是人,是对人出入教室的智能测定(如应用该系统检测其它事物,可以从系统接口处将该部件撤换成监测其它事物的相应部件)。

(2)综合分析判定功能(模拟人脑):这是智能控制的特征要素和关键。如果一个控制器无此功能,则算不上具备智能性。智能控制器的基本特征是具有模拟人脑的分析、判断能力。因此,该功能的完成器件在目前说来为单片机或微机。在该 ZNKJ1 系统中采用的是低成本、功能适合的单片机。

(3)控制功能(模拟人行):它是系统的核心与纽带,统筹控制系统完成智能工作。显然该功能部件的设计应与  $Q$ )项功能同合于单片机中,通过不同的硬接口和软编程分别实现。

(4)显示与操作功能:对现场开关(操作对象)依要求完成各种规定操作是智能开关控制系统的最终目的。操作完成的信号反馈显示及系统当前运行标志显示及系统的有关信息显示,是任何一个控制系统都应具备的。

显示部件的设计一般为数码管及其驱动电路,而操作功能部件设计在直接控制方式下一般为光耦及驱动器控制可控硅或继电器开关电路。

### 2.2.2 系统基本结构

这里依 ZNKJ1 系统为示例,其基本结构如图 1 示。

## 3 系统工作基本原理及 ZNKJ1 系统智能主体硬、软件设计示例

### 3.1 系统工作基本原理

从第二部分的系统结构的信息流示图其实已可看出系统工作的基本原理。系统是靠其监测部件检测出现场状态条件,经过自身一定的过滤确认,加工处理后通过接口电路转换成控制器可识别的数据流送控制器。经过控制器内的智能软编程工作,对该数据流进行智能加工处理,如综合分析与判断,从而决定出对该数据流的响应决策,控制器再将决策信息通过输出接口电路传给显示器与操作部件中的响应电路,完成其对应现场开关控制(软编程的智能性在于编程的可自生成性和可自替换性)。

下面就以 ZNKJ1 为例予以说明:监测部件中有 1 (或 2)对红外传感器设置在教室门口的内外两侧,如设在门外的称感<sub>0</sub>,则设在门内的为感<sub>1</sub>,设初始态感<sub>0</sub>、感<sub>1</sub>均非感态,即为“0”态(无感应动作作为“0”,有感应动作作为“1”)。则:当①检出感<sub>0</sub>先置“1”,并有一段时间保持,再测得感<sub>1</sub>置“1”,并在规定时间内各

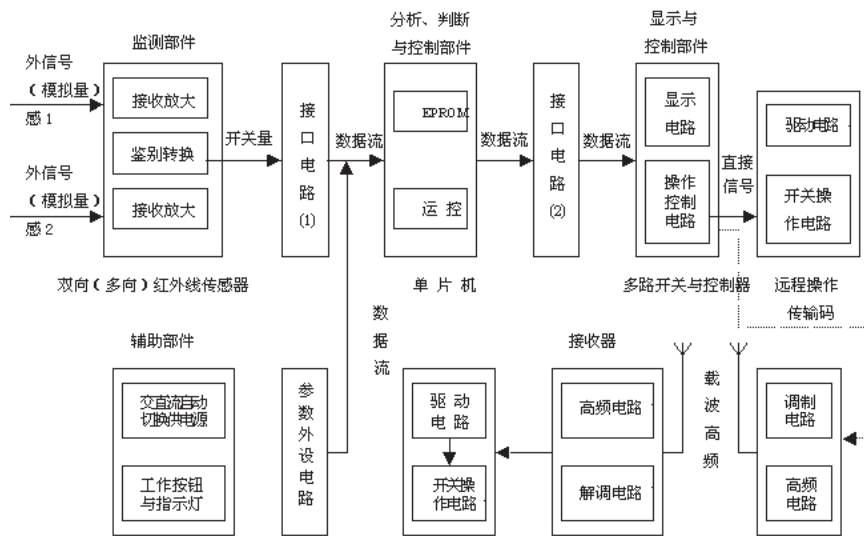


图1 传感式智能开关控制系统结构示意图

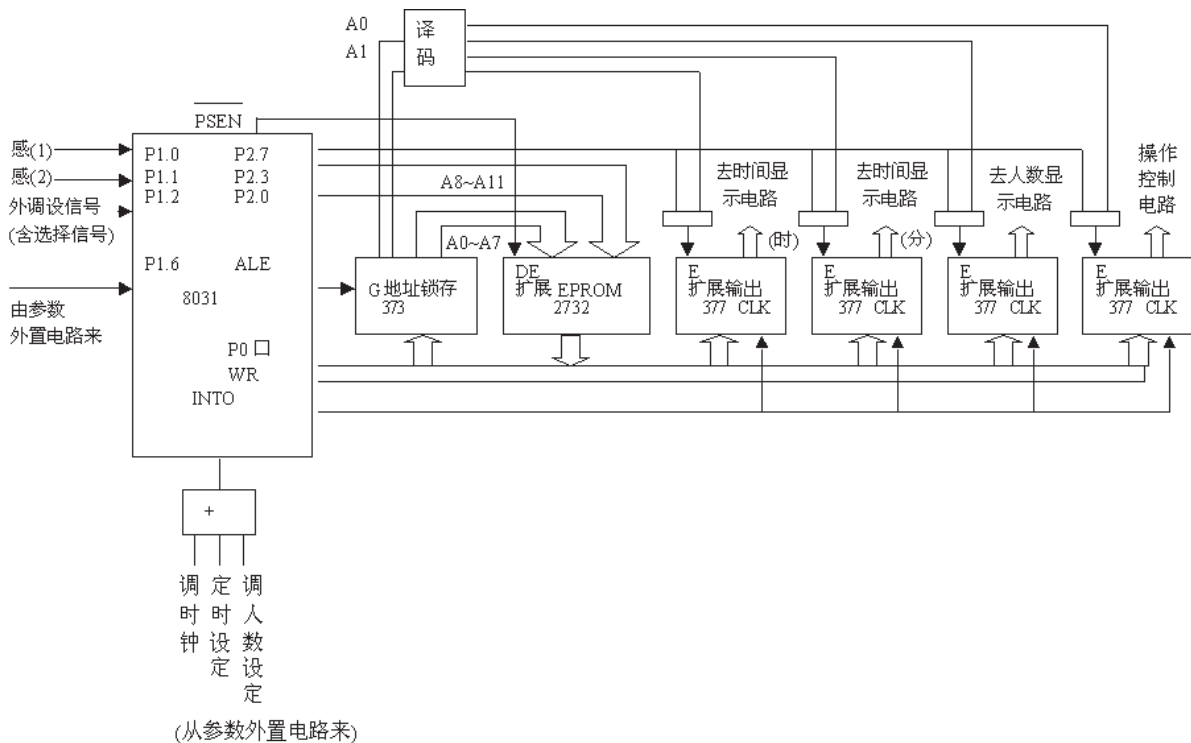


图2 ZNKJ1 系统分析、判断与控制部件电路示意图

自复“0”，则为人进室内，人数加1。②感<sub>0</sub>先置“1”，但未到规定时间复“0”，则为外干扰。③感<sub>0</sub>先“1”，并维持一段时间，但在规定时间无感<sub>0</sub>置“1”，视为有人在门外逗留。④感<sub>0</sub>先置“1”，并维持一段时间，再测得感<sub>0</sub>置“1”，在规定时间各自复“0”，则为出人室内，人数减1。⑤感<sub>0</sub>先置“1”，但未达到维持时间已复“0”，则视为干扰。⑥感<sub>0</sub>置“1”，并维持时间达到，但规定时间感<sub>0</sub>未置，视为有人在门内口逗留。感<sub>0</sub>红外传感器P208与感<sub>0</sub>，P208将检测信号（模拟量）分别经各自的运算放大器LM324放大后再送电压鉴别，以初排外干扰信号，鉴别后转成开关量脉冲信号，通过接口电路各自功放提升送往分析、判断与控制部件，即单片机8031（8751）输入端口的相应位，如P1.0为对应

感<sub>0</sub>，P1.1为对应感<sub>0</sub>，在8031中运行的主程序，通过对P1.0及P1.1的不断检测，若发现其1有置位信息，则运行分析编程，按前述的6种状态来确定是人进，计数加1，而是人出，计数减1，还是断定为干扰，或人逗留而计数无改变，来处理，并当计数有区间进位变化时，调用显示与操作子程序决定信息从P0、P2组成的端口经扩展与驱动及输出接口电路传送给显示与操作部件完成相应功能。同时，各子程（其中有的子程序可能为新生成的子程序所替换）返回主程序，继续进行主程序对端口P1.0、P1.1的扫描（读操作）工作。该工作的软过程请参阅编程框图。

该ZNKJ1系统的光测设置在操作电路的光耦电路中，无

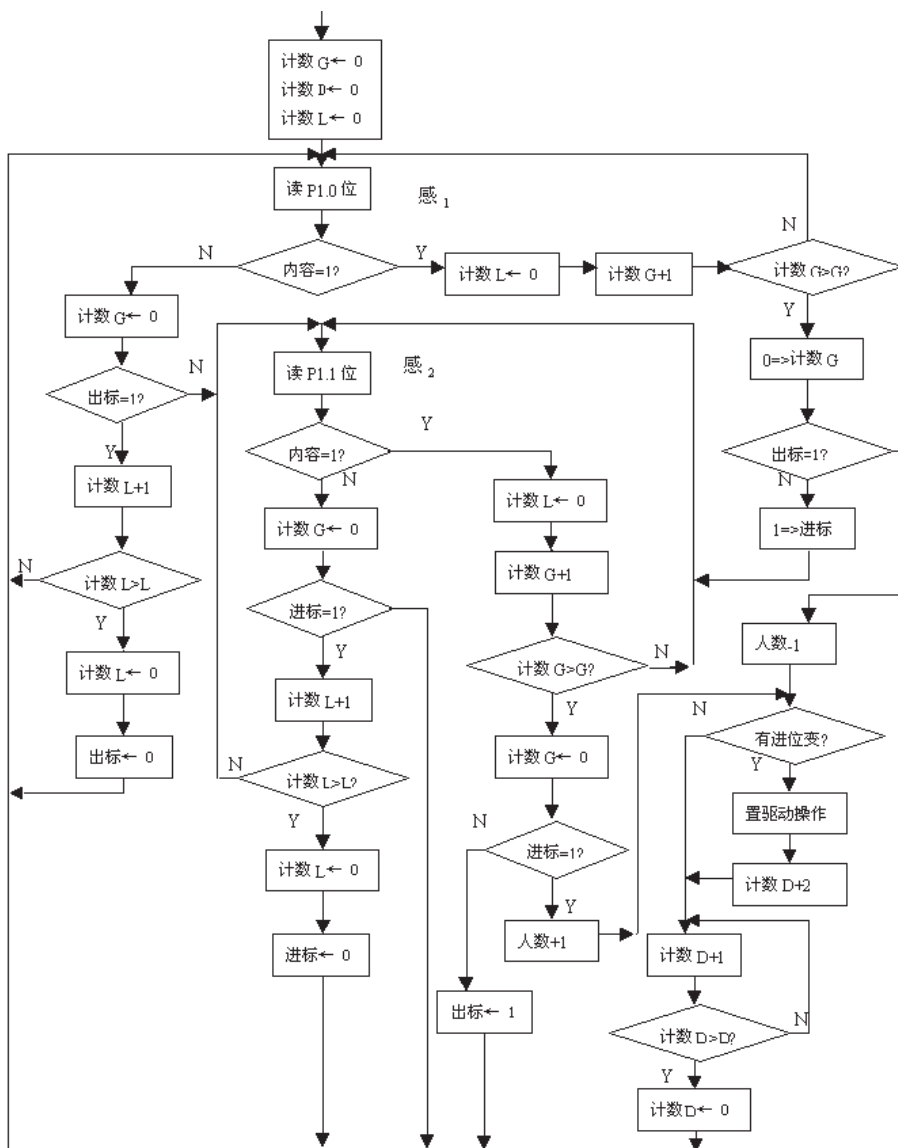


图3 ZNLJ1 系统分析、判断与控制主程序框图 (双向传感器)

需软编程控制。时控通过 8031 定时器 T0 及其中断服务子系统实现。而定时设定及时间调整,则通过参数外置电路与相应可替换服务软编程结合实现。参数外置电路与 8031 的接口为端口 P1.4~P1.7 位。

### 3.2 ZNKJ1 系统分析、判断与控制部件电路设计图

ZNKJ1 系统分析、判断与控制部件电路设计图,见图 2。

说明:图中设计的单片机可改用 8751,从而去掉扩展 EP-ROM2732 及地址锁存 373,输出显示电路可采用动态显示方式,将相应去显示电路的扩展输出 377 省去。(去控制电路保留)相应的输出口仍用 P0 和 P2 口组合,但接线要重新设计,输出软件要改动。

### 3.3 ZNKJ1 系统分析、判断与控制编程主框图

ZNLJ1 系统分析、判断与控制主程序框图,见图 3。

图 3 中使用符号说明:

计数 G——判断干扰计数器。

计数 L——判断逗留计数器。

计数 D——两次(进或出)有效间隔计数器[防止第二次分析确定为前次的重复。

G——规定的抗干扰时间(小于此值为干扰)。

L——规定的逗留时间(大于此值为逗留)。

D——规定的两次有效分析、读间隔。

进标——欲进(室内)标志

出标——欲出(室内)标志

人数——记录(室内)人数计数器,初值可由相应设置开关设定。

多向传感器在硬接口与该编程上有所差异不述。

## 4 结束语

从上述示例需求分析与解决,可以看到智能开关控制器的研究和制作,无论从社会意义、经济意义,还是科学意义都十分明显:节能;使操作对象工作在科学状态;电器开关控制虚拟机器人化。可以认为,智能开关控制器既是当前各种具有一定科技含量的开关控制器的有机结合,又是它们在智能化方向上的创新发展,可以将其视为虚拟的开关机器人。

(收稿日期:2001 年 1 月)