

在单片机上用模糊逻辑检测室性早搏

江朝晖¹, 高翠云²

1. 合肥中国科学技术大学电子科学与技术系(230026); 2. 合肥安徽振兴科技发展有限公司(230088)

2008-08-29

摘要: 在基于单片机8051的心电监护模块中,用模糊逻辑检测室性早搏,使心电监护模块功能得到扩展。

关键词: 心电监护 模糊逻辑 数字单片机

现代多参数监护仪普遍采用模块化结构,每个模块都是能完成单一功能的独立微处理机系统,多个模块通过串行口接收主控制器命令,送出测量结果。心电监护模块是其中的关键部件,其在单片机控制下拾取心电信号,放大、预处理,并传送给主控模块。

室性早搏(PVC)是一种最常见的心律失常,它的实时、正确检测是心电图自动分析中的一项重要技术。在心电监护的基础上,加入心搏和节律分类功能,便可进行心律失常监护。室性早搏检测一般在高端的心律失常分析模块中进行。目前单片机的功能不断增强,过去主要用作控制器的单片机,在完成原来的任务后,尚剩余不少CPU时间和控制功能,完全有可能实现一些过去只能在PC机上运行的复杂算法,而且用汇编语言编程提高运行速度。

模糊系统是模糊集合论和模糊逻辑的具体应用,它模拟人脑思维决策的能力,特别适用于数学模型难以精确表示的不确定系统。医学决策系统中的许多信息都是不确定的,例如心电信号中的大量特征信息,适合用模糊推理的方法进行处理。笔者的实验室采用模糊逻辑识别室性早搏^[2],效果较好。

笔者在基于8051的心电模块中移植上述算法,实现室性早搏检测。在模糊单片机上进行模糊控制或推理非常方便。在数字单片机上实现,关键是怎样存储表达隶属度函数和模糊规则,以及怎样实现推理。

1 隶属度函数、模糊规则和模糊推理方法

使用RR间期、R波宽度和面积、T波的面积和峰值这五个形态参数描述一个QRS波。室性早搏的典型形态特征表现为RR间期较小,R波宽度大、面积大,T波宽度大、峰值大^[1]。经过统计和实验确定的隶属度函数如图1所示。

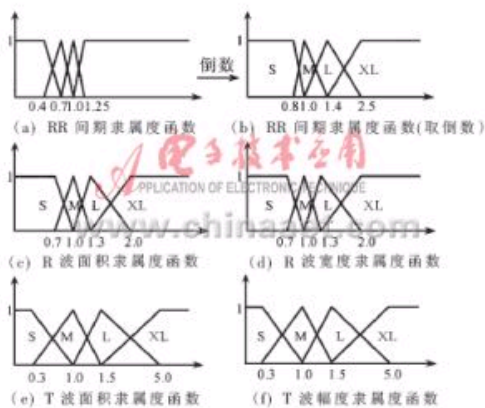


图1 各参数的隶属度函数

图1中横轴表示论域,纵轴表示隶属度。每个输入语言变量定义小(S)、中(M)、大(L)、特大(XL)四个语言变量值。隶属度函数为三角形或半梯形。

模糊规则共有32条,部分规则如表1所示。其中17条判决“是PVC”,15条判决“可能是PVC”,--表示不考虑该参数的影响。

表1 模糊规则

RR 间期	R 波面积	R 波的宽度	T 波面积	T 波峰值	结论
XL	XL	--	--	--	是 PVC
XL	--	--	--	--	是 PVC
M	L	XL	XL	XL	是 PVC
M	L	XL	XL	XL	是 PVC
L	--	--	XL	--	可能是 PVC
--	XL	XL	XL	L	可能是 PVC
M	--	--	XL	L	可能是 PVC
L	S	M	--	M	可能是 PVC

在数字单片机上实现模糊控制一般采用三种方式:强度转移方式、直接查表方式和公式计算方式。直接查表方式通过事先的离

热点专题

- 2008--嵌入式技术创新及应用高峰论坛
- 2008飞思卡尔技术论坛
- Altera公司SOPC World 2008专题报道
- 第十届高交会电子展
- 科技闪耀北京奥运
- ADLINK DAY—2008年量测与自动化技术国际高峰论坛
- 中国电子学会Xilinx杯开放源码硬件创新大赛
- 赛灵思公司Virtex-5系列FPGA
- 3G知识
- IPTV
- 触摸屏技术
- RoHS

杂志精华

- 基于CC2430的无线传感器...
- 无线传感器网络应用系统综述
- 无线传感器网络在野外测量中的...
- 基于竞争的无线传感器网络
- 用于矿井环境监测的无线传感器...
- 具有自适应通信能力的无线传感...
- 基于传感器网络技术的深孔测径...
- 基于无线传感器网络的家庭安防...
- 基于ATmega128L与C...
- 无线传感器网络中移动节点设备...

线计算,得到一张模糊控制表,将控制表存放在计算机内存中;控制过程中,根据输入变量查找表中对应的控制量。在一般的控制过程中,这种方法速度最快。但本系统中输入变量较多(5个),模糊控制表维数高,存储、查表均不方便。强度转移方式是按模糊控制的极大-极小法进行推理^[3~4]。每个输入参数映射为多个隶属度,每组输入会激活多条规则,可能对应不同的结果。用取小的原则计算各组合对应规则的输出强度,然后按最大隶属度原则得出对应于各结论的可信度。这样,对于每一个输入,都可得出与各结论相对应的输出强度,称为输出隶属度,取输出强度最大的那个隶属度作为输出。实验结果表明,这种方法对本系统最为合适。

2 强度转移法在单片机8051上的实现

2.1 隶属度函数的存放

由于数字单片机只能存储和处理数字信息,且单片机的内存容量有限,如果要对系统输入输出论域的所有隶属函数的连续曲线进行存储,是根本不可能的。对于三角形隶属函数,采用三点法,存储三角形的三个顶点;对于两边的半梯形,也存储腰和顶的三点。隶属度函数存放在ROM中,如表2所示(仅列出RR,其余类推)。

表 2 隶属度函数存放示意图

地址	隶属度函数			模糊值	模糊变量
1C00H	0.0	0.8	1.0	S	RR
1C03H	0.8	1.0	1.4	M	
1C06H	1.0	1.4	2.5	L	
1C09H	1.4	2.5	3.0	XL	

2.2 输入模糊化

提取的特征参数是精确值,将它们与隶属函数进行比较组合,求出相应的模糊输入量。隶属度范围为0~1,在8位机上可表示为00H~FFH。对本系统而言,每个精确输入值最多只对应两个模糊输入量大于零,其余的模糊输入量则为零。例如:假设RR=1.1,从表2可知它落在中(M)和大(L)两个区间上,因此对于中(M)和大(L)的隶属度为:

$$\mu_m(1.1) = (1.4 - 1.1) / (1.4 - 1.0) \times FFH - BFH$$

$$\mu_l(1.1) = (1.1 - 1.0) / (1.4 - 1.0) \times FFH = 3FH$$

在RAM中开辟一块区域,存放各模糊输入量,如表3所示。

表 3 模糊输入量存放示意图

地址	隶属度	模糊值	模糊变量
D0H	00H	S	RR
D1H	BFH	M	
D2H	3FH	L	
D3H	00H	XL	

2.3 模糊规则的存放

模糊规则表示为: IF A and B and C and D and E THEN Y(or Z)

其中“IF”后紧接着的词称前件,“THEN”后面的词称后件。首先将输入的模糊值S、M、L、XL分别与数字0、1、2、3相对应,即:

$$RR, RA, RW, TA, TH: S=0, M=1, L=2, XL=3$$

每条规则用三字节表示。第一字节高四位表示第一前件的模糊值,低四位表示第二前件的模糊值;第二字节高四位表示第三前件,低四位表示第四前件;第三字节高四位表示第五前件,低四位表示后件。其中,F表示不考虑该前件,A表示“是PVC”,B表示“可能是PVC”。以第一条规则(存放在ROM中)为例,如表4。

表 4 模糊规则存放示意图

地址	数据	意义
1D00H	33H	第一条规则第一前件,第二前件
1D01H	FFH	第一条规则第三、四前件不考虑
1D02H	FAH	第一条规则第五前件不考虑,后件为“是”

2.4 模糊推理和输出

对于一组模糊输入,遍历每一条模糊规则。取第一条规则第一前件(3H)作为地址偏移量,加上模糊输入RR在RAM中存放的首地址(40H),则可从RAM内RR存放区域中查找出XL的隶属度A1;取第一条规则第二前件(3H)作为地址偏移量,加上模糊输入RA在RAM中存放的首地址(44H),则可从RAM内RA存放区域中查找出XL的隶属度B1;依此类推得隶属度C1、D1、E1。根据强度转移法,取A1、B1、C1、D1、E1中最小值作为该规则后件所取的语言变量“是PVC”的隶属度Y1。当所有规则都遍历后得到:“是PVC”的隶属度Y1 Y2~Ym,“可能是PVC”的隶属度Z1 Z2~Zn。取Y1 Y2~Ym的最大值作为“是PVC”的隶属度Y,取Z1 Z2~Zn的最大值作为“可能是PVC”的隶属度Z。如果Y<7FH且Z<7FH,则输出“正常”;如果Y>Z,输出“是PVC”;如果Z>Y,输出“可能是PVC”。

本文讨论了在数字单片机中进行模糊推理的方法,实现在心电监护模块中用模糊逻辑检测室性早博,使心电监护模块功能得到扩展。室性早博检测结果和心电波形数据一起传给上位机,进行心律失常的进一步分析。

参考文献

- 1 卢喜烈. 现代心电图诊断大全. 北京: 科学技术文献出版社, 1996
- 2 孙景群. 基于模糊逻辑和神经网络的PVC自动检测系统设计. 合肥: 中国科学技术大学硕士论文, 1998

- 3 余永权, 曾 碧. 单片机模糊逻辑控制. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1995
4 窦振中. 模糊逻辑控制技术及其应用. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1995

在线联系

[添加到收藏夹](#)

关于“[在单片机上用模糊逻辑检测室性早搏](#)”，我有如下需求或意向：

用户名: 密码: 验证码: 5829 [欢迎注册](#)

相关应用

- 脑电物理头模型数据采集系统的研究
- 基于小波变换的遥感影像融合与评价
- 低功耗超大存储容量的动态心电图记录仪的设计
- 一种基于MSP430的可充电起搏器的设计
- C8051F021在远程诊断与急救支援系统中的应用
- 用于植入式装置的遥测系统设计

[版权声明](#) | [投稿须知](#) | [《电子技术应用》投稿](#) | [网站地图](#) | [帮助中心](#) | [广告中心](#) | [关于我们](#) | [管理员信箱](#)

[回到顶端](#)

《电子技术应用》编辑部版权所有

地址: 北京海淀区清华东路25号电子六所大厦

联系电话: 82306084 / 82306085 传真: 62311179 京ICP备05053646号

推荐分辨率1024*768 IE6.0版本

