

基于 MSP430 的莫尔斯报训练装置设计

杨路刚¹, 陈斌¹, 王永斌¹, 喻莉²

(1. 海军工程大学 电子工程学院 湖北 武汉 430033; 2. 华中科技大学 湖北 武汉 430074)

摘要:为解决以往莫尔斯报训练装置使用不便、真实感差、识别率低等问题,设计一种基于 MSP430 单片机的新型装置,具有发报、听报训练功能,识别结果可由数码管实时显示或回送电脑,通过预处理电路消抖并产生反馈给操作者的监听音。对原有码识别算法加以改进,采用等距离判定法和递减的修正因子动态计算判定阈值,通过查表法识别码符号,实现了识别速度、准确性和适应性间的平衡。

关键词:莫尔斯报;MSP430;点划码;识别算法

中图分类号:TN917.53

文献标识码:B

文章编号:1004-373X(2009)09-008-03

Design of Morse Code Training Equipment Based on MSP430

YANG Lugang¹, CHEN Bin¹, WANG Yongbin¹, YU Li²

(1. College of Electronics Engineering, Naval University of Engineering, Wuhan, 430033, China;

2. Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, 430074, China)

Abstract: In order to solve the problem of inconvenience of using, inauthentic and low recognition rate, a new equipment based on MSP430 is designed to fulfill telegraph sending and receiving training, the identification result is displayed by LED or transmitted to PC in real-time. The pretreatment circuit eliminates the jitter and controls monitoring sound fed back to operator. The recognition algorithm is improved by using equidistant judging and gradual reducing amendment factor to calculate threshold dynamically, looking-up the ROM table to encode symbol, as a result, equilibrium among identifying speed, accuracy and adaptability is realized.

Keywords: Morse code; MSP430; dot dash code; recognition algorithm

0 引言

莫尔斯电报自问世以来,已广泛应用于通信领域之中。目前基于通用计算机平台的报务终端已能够实现莫尔斯报的自动收发,但传统的人工拍发和收报方式以其便携性和顽存性仍然无法被完全替代。针对以往报务人员的莫尔斯报训练装置存在着依赖电脑使用不便,用键盘模拟手电键缺乏真实感,算法适应性差,识别率低等问题,采用以 TI 公司的 MSP430 低功耗 16 位单片机为核心,设计了一种莫尔斯报训练装置,具有单独使用和连接电脑两种方式,使用标准报务手电键和耳机,能够完成发报和收报两种训练,提高了模拟训练的真实性和训练水平。

1 整体设计方案

莫尔斯码的原理是以长短信号及间隔的不同组合

代表数字、字母等字符。训练器以 MSP430 单片机为核心^[1,2]处理携带此信息的电键信号,如图 1 所示。

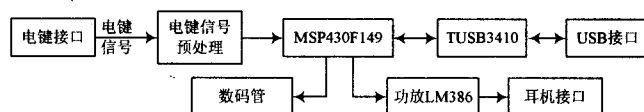


图 1 训练装置硬件设计框图

训练器设计了两种训练方式:发报训练和收报训练。

1.1 发报训练

发报训练是指报务人员根据指示的一组报文拍发,手电键敲击的信号由训练器采集、处理并识别出莫尔斯码,在数码管上显示或通过 TUSB3410 芯片^[3]提供的 USB 接口传至电脑上位机软件。

在发报训练时,分别使用高、低电平表示间隔和点划。这样拍发出的电键信号实际上就是一组长短不等的高、低电平组合,如图 2 所示。

图 2 中 t_d , t_h , t_m , t_z 分别表示点码、划码、码间隔、字间隔信号的时长^[4]。

用单片机的 I/O 口对整形后的电键信号进行不间

收稿日期:2008-10-20

基金项目:国家自然科学基金资助项目(60502023);湖北省自然科学基金资助项目(2005ABA254)

断采样,根据高、低电平持续时间,通过识别算法解析出码符号。同时,在电键信号的控制下给出频率为500 Hz的方波作为发报监听音送往耳机。

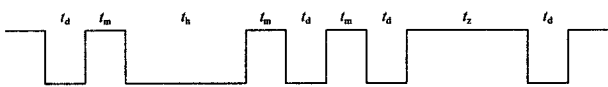


图2 电键信号波形

1.2 收报训练

收报训练是指训练器在电脑的控制下发出莫尔斯码对应的电键音,报务人员通过耳机或喇叭监听并同时记录报文。

在收报训练时,将 TUSB3410 传来的报码实时翻译为点、划和间隔码,并在此信号的控制下发出 500 Hz 单音。

2 电键信号预处理电路

电键信号的预处理电路如图3所示。

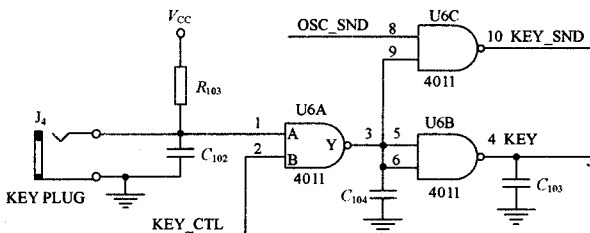


图3 电键信号预处理电路设计

设计中,用一个上拉电阻将电键开关跳线 J_k 的一脚拉至高电平,另一脚接地。这样,在发报训练中,当电键抬起时,输出高电平,表示间隔信号;当电键被按下时,输出低电平,表示点划信号。为了消除高低电平交替过程中可能出现的毛刺,消除抖动,用 CD4011 芯片中的两级与非门(U6A 和 U6B)对此信号进行整形处理,此时来自 MSP430 P3.1 脚的 KEY_CTL 控制信号为应高电平。在 4 脚输出的信号连接到 MSP430 的 P3.0 脚,利用定时器 A 进行周期为 1 ms 的查询,以获取各信号的时长,再通过译码算法译出字符。

电键信号的拍发过程中还需要提供电键音反馈给操作者。同样利用定时器在每次查询的同时对 P3.2 脚取反,能够得到 500 Hz 的方波,提供给 CD4011 的 8 脚。利用经过 U6A 一次取反后的电键信号(3 脚)作为输出使能,控制与非门 U6C 的开启和关闭,保证只有在按下电键开关时才输出电键音。电键音通过 LM386 芯片放大后,由耳机或喇叭输出。

收报训练时,电键是一直抬起的,而 KEY_CTL 信号受 MSP430 的控制。当 MSP430 解析出点划或间隔信号时,使 KEY_CTL 相应的拉低或拉高,从而使 KEY_SND 电键音同步输出或断开。

3 码识别算法的设计

3.1 算法难点分析

莫尔斯码中,点码时长 t_d 、划码时长 t_h 之比一般为 1:3,码间隔 t_m 、字间隔 t_z 、词间隔 t_c 之比通常为 1:3:5^[5]。人工拍发的莫尔斯码信号,由于报务人员熟练程度和使用习惯的不同,码速和各信号实际时长都相差很大,比例也不可能非常标准,在拍发过程中还会不断变化,因此,算法对信号时长阈值的选取要因人而异,在运行中自动调整适应。以往的算法要么采取固定时长阈值的方法,牺牲了适应性,如绝对比较法;要么采取固定修正因子的方法牺牲了初期的识别率,如罔瑟算法^[6],难以取得识别速度、识别准确度和适应性之间的平衡。

3.2 判定阈值基准值的选取

电键刚开始拍发时程序不知晓报务人员的情况,因此必须选取合适的判定阈值基准值,以保证此时识别的准确性。按照一般的拍发速度和规定,选择点码时长基准值 $t_d = 50$ ms,划码时长基准值 $t_h = 3t_d = 150$ ms,点划码的判定阈值 $T_{dh} = (t_d + t_h) / 2 = 2t_d = 100$ ms,码间隔时长基准值 $t_m = 50$ ms,字间隔时长基准值 $t_z = 3t_m = 150$ ms,码、字间隔的判定阈值 $T_{mz} = (t_m + t_z) / 2 = 2t_m = 100$ ms。

3.3 码识别方法

莫尔斯码中的字符由一系列点、划信号的组合唯一表示。算法中采用改进的查表法^[7]来进行莫尔斯码的译码。设计一个定长表,将莫尔斯码放入表项值中。由于莫尔斯码中长码、短码的长度不一,为了方便比较为每项预留 16 b,用 10 表示点码,用 11 表示划码,剩余用 00 补齐,如图4所示。

元素	表项	符号
1	1011000000000000	1
2	1010110000000000	2
.....		
10	1100000000000000	0
11	1011000000000000	A
.....		
36	1111101000000000	Z

图4 译码表

算法采取等距离判定法区分点码与划码、码间隔与字间隔,即取点、划码时长的平均值作为它们之间的判定阈值,取码、字间隔时长的平均值作为其判定阈值。识别的完整流程如图5所示。

采样电平翻转时,记录上一个状态的持续时间 t 。对于码信号,当 $t > T_{dh}$ 时,表示解出划码,在码值中存入

11,反之则存入 10;对于间隔信号,当 $t > T_{mz}$ 时,代表解出字间隔,将码值用 00 补足 16 b 后进行顺序法查表,查出的位置值经过换算就能得到对应的莫尔斯码符号。

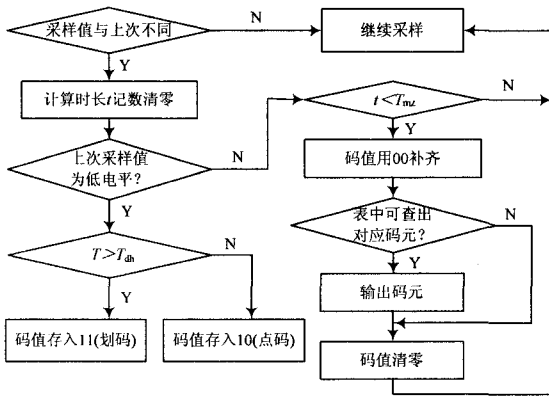


图5 码识别流程图

3.4 判定阈值的修正方法

为了实时跟踪报务人员的击键状态,算法需要根据最新的输入码时长不断对判定阈值做出修正,采用加权平均的方法可以实现判定阈值的平滑变化。最近一次判定为点码的修正流程如图 6 所示。其他时长的修正方法与此类似。

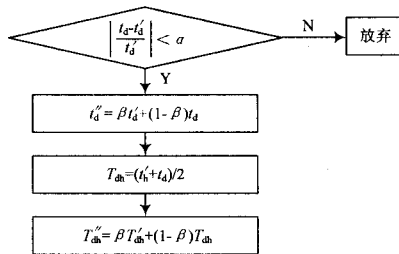


图6 判定阈值修正方法

(1) 判断最近一次点码时长是否符合筛选要求。因为码文中总有一些出错的或时长相差较大的,如果将这些时长也用来修正阈值会对其准确性产生较大的影响。 t_d 表示最近一次的点码时长, t'_d 表示上一次的点码时长, α 为筛选因子。 α 取的越大则阈值起伏越大,此处取为 0.5。满足筛选要求的数据进入步骤(2),否则放弃本次修正。

(2) 对点码时长求加权平均。 t'_d 表示修正后的点码时长, β 为修正因子。 β 越接近于 1,对阈值的平滑作用越强,但跟踪能力越差。开始阶段为了迅速适应报务人员的习惯,取 β 为 0.5,随着拍发的进行,为了保证阈值的平滑变化^[8],将 β 逐步减小到 0.2。

(3) 根据最近一次点码时长更新点划码判定阈值。其中 t'_h 表示上次的划码时长。

(4) 对点划判定阈值做平滑修正。 T'_{th} 表示点划码判定阈值的最新值, T_{th} 表示上一次的点划码判定阈值。

4 结语

采用上述设计的莫尔斯报装置可在不接驳电脑的情况下使用,识别结果直接在 LED 上滚动显示,也可连接电脑,在上位机软件中进行成绩评定,使用方便灵活。经过改进的算法识别速度快,错码率低,在算法跟踪速度和识别准确度间取得了良好的平衡。该装置经报务人员大规模使用,60~140 码/分条件下误识别率小于 10^{-5} ,效果良好。

参考文献

- [1] 李自珍,郭宝安. MSP430 系统应用结构设计与选型[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2007(7):11-13.
- [2] 陈龙,邓先灿,孙麒. 基于 MSP430 单片机的多路数据采集系统的设计[J]. 现代电子技术,2006,29(20):107-109.
- [3] 王建勋,周青云. 基于 MSP430 单片机和 USB 的数据采集器设计[J]. 自动化技术与应用,2007,26(11):71-72.
- [4] 马威,张敬修,王虎帮. Morse 电码自动译码系统[J]. 兵工自动化,2007,26(6):51-55.
- [5] 高晋占. 探空莫尔斯码自动识别[J]. 电子测量与仪器学报,2006,20(4):5-9.
- [6] 霍建,刘鸿雁,段秀铭. 手工拍发的莫尔斯码信号种类识别算法设计[J]. 鞍山科技大学学报,2006,29(4):351-355.
- [7] 朱大奇,于盛林. 用改进的表格法实现热电偶毫伏-温度的高精度转换[J]. 数据采集与处理,2001,16(2):237-240.
- [8] 张汝波,何立刚,李雪耀. 强噪声背景下莫尔斯信号的自动检测与识别[J]. 哈尔滨工程大学学报,2006,27(1):113-117.

作者简介 杨路刚 男,1978 年出生,安徽滁州人,讲师,华中科技大学硕士。主要研究方向为无线通信、数据链通信。
陈斌 男,1976 年出生,江苏南京人,副教授,海军工程大学硕士。主要研究方向为专家系统。
王永斌 男,1964 年出生,山西寿县人,教授,电子科技大学硕士。主要研究方向为水下通信。

欢迎订阅 2009 年度《现代电子技术》(半月刊)

邮发代号:52-126 定价:15 元/期 360 元/年价

电话:029-85393376 传真:029-85393376