

车载便携式智能桩考训练装置的设计与实现

张晨, 胡永红, 李平

(西北工业大学 365 研究所, 西安 710065)

摘要: 针对目前部队大型车辆及地方 B 照以上大中型车辆桩考无人值守训练的实际需求, 设计了一种基于接近式开关采集违规信号、单片机控制及语音告警组成的车载便携式智能桩考训练装置; 阐述了系统硬件与软件的设计实现; 给出了违规信号获取与编码、违规位置自动识别和语音告警等关键技术的具体解决方法; 并对系统核心电路控制单元进行验证, 输入编码 20 H 时, 软件自动识别后输出 6 个告警控制脉冲, 并判决为右侧违规, 与编码设计完全拟合; 由此表明该装置设计合理, 满足部队训练需求, 为部队执行多样化任务提供有力保障。

关键词: 接近开关; 智能桩考; 语音告警; 违规位置编码

Design and Achievement of Intelligent and Convenient Vehicular Driving Test Training Device

Zhang Chen, Hu Yonghong, Li Ping

(Institute 365, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710065, China)

Abstract: According to the demand of training without monitor in the army and society, for the application of driving license test level B, a new intelligent and convenient vehicular driving test training device is raised based on proximity sensor, the minimum system of CPU single chip and voice alarm. It is showed about the hardware circuit design and software achievement, and given the solutions of key technologies, such as getting violations signal and encoding, violations position automatic recognition and voice alarm. Data 20 H is input to the control unit, there are six pulses of output, the result is vehicle right violations. That is shown the test result is as same as encode design, and device is reasonable designed and provide a strong guarantee for forces execution of multiple tasks.

Key words: proximity sensor; intelligent driving test; voice alarm; illegal position coding

0 引言

新交规出台后, 地方驾驶员考试已取消桩考。但对于大中型运输车占主体的部队而言, 桩考仍属考核科目。由于部队的车辆要在各种复杂的地形及天气条件下完成综合保障运输任务, 必然对驾驶员的驾驶技能提出了更高要求。

通常桩考的训练是教练陪同完成, 受训司机不能单独训练。目前市场上没有现成的训练装置, 只有红外或激光电子桩考仪。这类系统尽管适应严格考核, 但设备安装复杂, 工程造价高, 仅适合定点考试, 且车型不同须更换考场, 不适合训练, 无法满足受训人员单独即时训练要求。另外, 这类系统易受天气环境影响, 不适合部队营地分散的特点, 因此, 很有必要自行研制一种低成本、车载便携式智能训练装置, 确保受训人员在无人值守条件下, 全天候独立训练, 以达到提高训练效率, 提升部队驾驶员驾驶水平的目的, 为部队遂行多样化任务提供有力保障。

1 设计方案

依据部队驾驶员训练时空变换快, 机动性强的特点, 桩考训练装置应满足以下要求:

- (1) 适应车型变换与即时训练;

- (2) 实时准确报告训练结果;
- (3) 适应部队营地分散特点, 安装撤收便捷, 不受环境影响;
- (4) 环境适应性与性价比好, 经济适用。

针对上述要求, 该训练装置的设计为图 1 所示。系统由信号采集单元, MCU 控制单元, 告警单元以及供电单元组成。其中, 信号采集单元完成车辆违规信号的采集功能; MCU 控制单元完成违规信号自动识别与告警控制信号输出功能; 告警单元完成提示受训司机违规的报警功能; 供电单元为整个训练装置提供电源。

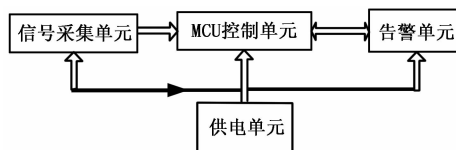


图 1 系统组成框图

具体工作过程为: 车辆在进入场地, 受训司机在车内打开装置电源, 并按下启动开始训练, 车辆越界时, 信号采集单元实时采集违规状态, 传给 MCU 控制单元, 由软件判决并自动识别后输出告警控制信号, 使告警单元将违规详情告知受训司机, 让受训司机在下次训练启动时, 及时调整驾驶方向并纠正错误, 从而使受训司机在无人值守情况下掌握训练情况, 达到完全自主训练的目的。

收稿日期: 2013-12-04; 修回日期: 2014-01-30。

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(60134010)。

作者简介: 张晨 (1991-), 男, 黑龙江人, 硕士研究生, 主要从事交通信息工程与控制方向的研究。

2 硬件设计与实现

2.1 信号采集单元设计与实现

信号采集单元是违规信号采集准确度的保障, 因此检测违规信号的传感器选择尤为重要。

为满足信号采集的准确度, 传感器选择位置感应式传感器即位移传感器。

传感器选择: 现在市面上的位移传感器种类繁多, 有波检测、红外检测、视频图像检测、磁感线圈检测以及接近式开关等多种形式。其中, 波检测和红外检测特点是灵敏度高, 反映速度快, 安装简单; 但感应精度易受环境影响; 磁感线圈传感器技术成熟、成本低廉、检测准确、适应性强; 但必须安装于车库场地, 施工复杂, 不便车载使用; 视频图像检测价格昂贵, 摄像机安装、调试要求高, 且系统体积庞大, 不便安装车内。

上述分析表明, 本装置适合使用接近式开关。接近式开关是通过位移传感器对物体的敏感特性达到控制开关通断目的。有无源式接近开关、涡流式接近开关、电感式、电容式、霍尔式、光电式等类型。

由于桩考中车库多采用金属圆柱形库杆, 所以必须选择适合金属感应的接近式开关。在上述几种关中, 电感式接近开关可以感应金属, 且具有较强的环境适应性以及较高的抗电磁干扰性能, 感应精度高, 因此, 以此开关作为违规信号采集传感器。

电感式接近开关有二线式和三线式两种, 其中, 二线式存在剩余电流回流现象, 使用不当会影响或损害负载电路。因此, 本装置选用三线式接近开关。

传感器安装: 倒车时违规部位通常在汽车后视镜以后的车体部分, 图 2 给出了安装位置, 共 10 个开关, 车辆四角各放一个, 分别为 K0, K1, K2, K3。在汽车左右两侧及正后方分别等距离安装两个开关记为 K4~K9。

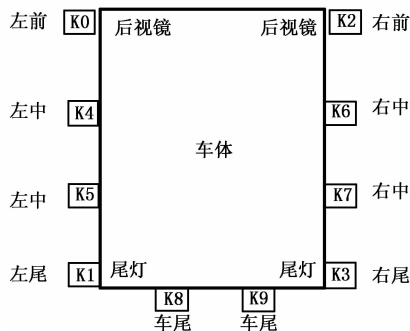


图 2 传感器安装位置图

这里选取欧姆龙三线式 NPN 型接近开关^[1], 型号为 TL-Q5MC1-Z, 安装高度视车体最宽部位为准; 所选开关感应距离为 5 mm, 感应面至开关尾部的纵向尺寸为 32 mm, 开关底部固定 3 mm 厚磁性底座, 吸附于车体上。这样, 库杆须在边界外 40 mm 处放置, 才能准确判定越界。若车辆越界, 在距离库杆 5 mm 处, 接近开关打开并输出检测信号, 训练装置即刻报警提示违规。

应注意, 无开关安装区间, 可能存在测试盲区, 所以必须在库杆周围加装宽度为 30 mm, 厚度大于 1 mm 的柔性铁丝网带 (依据开关感应区域 18 mm×18 mm 和感应厚度 1 mm 确定)。安装高度与接近开关安装高度一致。

电路设计: 图 3 给出了其中一路违规信号采集原理图, 其余电路均相同。所选开关供电范围为 12~24 V, 使用时输出信号要求加上拉电阻 RL, 上拉到电源电平 (12~24 V), 而下级控制单元电路为数字电路, 信号电平为 TTL 电平, 这样在传感器与控制单元之间须加一级电平匹配电路。由于接近开关在车体周围, 训练装置与司机靠近, 这样训练装置与开关之间电缆较长, 信号电平必然存在衰减现象, 所以不能直接用电平转换器, 只能用线性运算放大器构建负反馈放大器作为信号匹配电路^[2], 既能实现电平转换, 又可防止共模噪声进入下级电路, 起到噪声隔离作用^[3]。

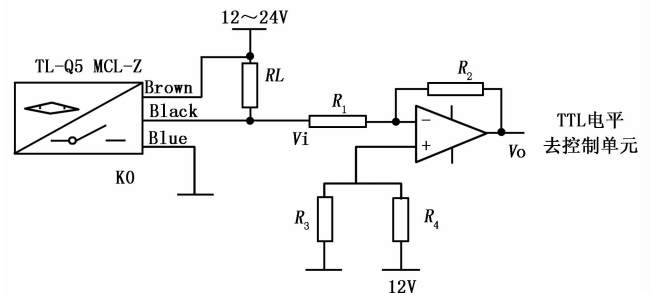


图 3 信号采集单元原理图

运算放大器选型为 LM324D 的四运放; 在本装置中用 3 个芯片。接近开关打开时, Vi 输出低电平, 经负反馈放大后, Vo 为 TTL 高电平。此处, $R_3 = R_4 = 2 \text{ M}\Omega$, $R_1 = 5.1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 2 \text{ k}\Omega$ (R_2 阻值可根据传感器电缆衰减程度调节大小)。

接近开关电源供 30 V 时, 其控制输出负载最大电流 50 mA, 因此上拉电阻 RL 取 600 Ω 即可。

2.2 MCU 控制单元设计与实现

控制单元是训练系统的大脑, 它将违规信号的物理位置进行电信号编码, 通过软件智能识别出违规部位并发出告警控制信号。因此, 运用单片机最小应用系统即可实现电路设计^[4]。

如图 4 所示, 单片机选用 89C51, 其中 $V_0 \sim V_9$ 为来自信息采集单元的信号, 共 10 路信号, 而 89C51 单片机 P1 口仅有 8 路 I/O, 注意到左、右侧及车尾的 6 个传感器两两表示相同位置, 使用“或”逻辑关系, 以 1 路信号形式进入单片机, 即可优化为 7 路信号进入 P1.0~P1.6, P1.7 接低电平。

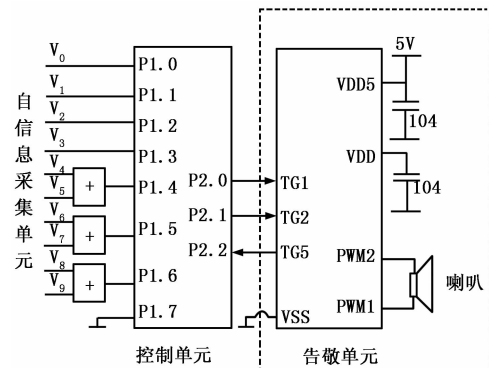


图 4 MCU 控制单元与告警单元原理框图

2.3 告警单元设计与实现

告警方式选择: 常用的告警方式有声音告警与光电告警等。驾驶员在驾驶汽车过程中, 眼睛的注意力集中在路况识别

上,若采用光电报警方式,易分散驾驶员注意力,不利于安全驾驶,存在事故隐患。所以,告警单元选择声音告警为宜。

声音告警又分为语音告警与蜂鸣告警,驾驶员在倒库移库时若有违规现象,采用蜂鸣告警虽能提示其违规,但无法识别何处违规,显然,起不到修正训练方法的作用,因此,告警单元拟采用语音告警,即直接以语音形式播报出违规方位。

语音芯片选择:语音芯片从使用功能上,可分为录音语音芯片和放音语音芯片。根据告警单元的设计需求,选用只有放音功能的语音芯片。放音芯片不需要录制现场语音,将已经处理过的语音利用工具下载到语音芯片或在芯片出厂前烧至芯片,使用时仅仅播放就可以。

此类芯片按存储方式可分为 OTP ROM (一次性可编程语音芯片)、Flash ROM (可重复擦写)、EEPROM (可重复擦写)及 MASK 芯片 4 种。其中 Flash ROM 与 EEPROM 两种语音芯片价格较高;MASK 芯片要求批量定制,否则会有高额的光罩费。

而 OTP ROM 芯片虽然只能一次性烧录,但对于本装置告警而言,不需要修改语音,仅播放录制好的语音即可。且 OTP 芯片为单芯片方案、价格便宜,适合中小型批量生产,即便是小数量生产也可及时拿货。所以本装置选择语音芯片 AC8040-OTP40S。

电路设计:该芯片串行控制芯片,可存 40 s 语音;共有 3 个串行端子, TG1, TG2 和 TG5。其功能如下。

TG1:输入信号,其形式为正脉冲,脉冲宽度为 50~100 μs。接收控制单元几个脉冲,就识别第几个声音。

TG2:输入复位信号,复位信号的形式是脉冲信号,脉冲宽度为 1~2 ms。当语音芯片播报完一次语音后,必须进行复位,以便下一次接收触发脉冲信号。

TG5:输出忙信号,其形式为电平信号在语音芯片发出声音时,输出高电平;此时不能接收 TG1 脉冲。

PWM1 与 PWM2:驱动扬声器发声。告警单元原理设计为如图 4 所示。

2.4 供电单元设计与实现

电源是该设备正常工作的根本保障,因此供电单元设计时,必须满足整个系统不同单元的供电需求。

供电需求分析:信息采集单元:接近式开关工作电压范围为 DC (12~24) V,工作电流最大为 60 mA,则 10 个总电流最大为 600 mA。运算放大器工作电压范围为 DC±(10~15) V,工作电流最大为 30 mA;则 3 个 LM324 芯片共 120 mA,信息采集单元最大电流为 720 mA。

MCU 控制单元:双输入或门电路 74HC32 与 89C51 单片机供电电压为 DC+5 V;工作电流范围 (25~75) mA;

告警单元:语音芯片 AC8040-OTP40S,工作电压范围为 DC (2.4~5) V 电压,最大工作电流 0.2 mA;

配电设计:根据上述分析,电压可归类为+12 V 和+5 V 两种类型。由于该装置车载安装,所以取车载电瓶电压 DC+12 V 为该装置的输入电源,+12 V 电压直接为信号采集单元供电,然后再通过一级电源模块稳压输出+5 V 电压为其余两个单元供电。

根据上述配电分析,+5 V 所需的供电电流最大为 100 mA,所以选用线性三端稳压模块。型号为 LM7805。该稳压块可提供 500 mA 电流。

3 软件设计与实现

3.1 位置编码

为使单片机能够识别接近开关的物理安装位,须将其检测到违规信号的物理位置进行数字编码,形成 PCM 形式的电信号,使单片机能够自动识别。

把可能发生越界情况的安装点视为可能事件(真命题);单侧每一条边即车体左侧、右侧、车尾也都有可能出现越界,视为可能事件(真命题);而车体的左右、左后、右后以及左右后等位置不可能同时出现违规,视为不可能事件(假命题)。所有不可能事件全部认定为无效码。其余位置为可能事件(即真命题),位置编码列表 1。

表 1 违规信息位置编码表

序号	P1.7~P1.0	PCM 码	位置	语音段
1	00000000	00H	正常	无
2	00000001	01H	左前	No. 1
3	00000010	02H	右前	No. 2
4	00000100	04H	左尾	No. 3
5	00001000	08H	右尾	No. 4
6	00010000	10H	左侧	No. 5
7	00010100	14H		
8	00010001	11H		
9	00010101	15H	右侧	No. 6
10	00100000	20H		
11	00101000	28H		
12	00100010	22H	车尾	No. 7
13	00101010	25H		
14	01000000	40H		
15	01001000	48H		
16	01000100	44H		
17	01001100	4CH		

表 1 中“1”表示违规,“0”表示正常。告警语音为“位置+违规”;如 No.1 语音芯片烧录内容为“左前方违规”,重复两次共 4 s,7 段共 28 s。

3.2 软件设计

如图 5 所示,本装置软件程序包括 3 部分,分别为初始化程序,主程序和子程序。初始化内容为单片机的 P1 口、P2 口的 P2.2 与采集数据的存储单元 R1、R2 和 R3;其中 P1 口与 P2.2 口均置 1。

主程序主要完成违规信息的采集与判决;为防止误判,采取三取二判决形式,即采集三次信号,至少任意两次结果相同,则判定违规,以确保判决结果的正确后再进行译码。

子程序是根据主程序的译码结果,首先判断此时是否正在播报语音,若未播报则先对语音芯片复位即给 TG2 输出宽度为 2 ms 的脉冲复位信号;最后向语音芯片 TG1 口送出控制脉冲信号,且宽度为 80 μs 左右的脉冲信号,脉冲个数与译码结果对应。图 5 (b) 中 i 代表第 i 个子程序,对应 7 段语音中的第 i 段语音。R4 为脉冲个数计数器,初值为 0。

4 验证试验

为验证设计的正确性,对核心电路控制单元进行试验。首先将软件程序加载到单片机中,模拟所有违规情况,并与表 1

(下转第 1536 页)

能量和感知能力的概率感知模型，在此基础上得到了调度的目标函数。然后设计了改进的免疫遗传算法实现对节点的调度优化。仿真实验证明文中方法能有效地实现监测区域目标的 K 重覆盖，且具有存活节点多和能耗少的优点。

参考文献:

[1] Peng D, Zhang Q Y. An energy efficient cluster-Routing protocol for wireless sensor networks [A]. Proceedings of the International Conference on Computer Design and Applications [C], Qinhuangdao, 2010: 2530 - 2533.
 [2] 凡高娟, 孙力娟, 王汝传, 等. 非均匀分布下无线传感器网络节点调度机制 [J]. 通信学报, 2011, 32 (3): 10 - 18.
 [3] Zhang G Q, Zhang Z L, Fan J X. A Locally adjustable Planar Structure for Adaptive Topology Control in Wireless Ad Hoc Networks [J]. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, 2010, 21 (10): 1387 - 1397.
 [4] 温俊, 蒋杰, 方力, 等. 异构无线传感器网络的转发连通覆盖方法 [J]. 软件学报, 2010, 21 (9): 2304 - 2319.
 [5] 李小龙, 林亚平, 易叶青, 等. 传感器网络中基于虚拟坐标的节点调度方案 [J]. 软件学报, 2008, 19 (8): 2089 - 2101.
 [6] Xing X F, Wang G J, Wu J. Square Region-based Coverage and

Connectivity Probability Model in Wireless Sensor Networks [A]. Proc. of the 5th International Conference on Collaborative Computing [C], Washington D. C., 2009: 1 - 8.
 [7] 方关林, 李平. 一种能耗均衡的无线传感器网络覆盖协议 [J]. 计算机工程, 2011, 37 (8): 97 - 98.
 [7] Yen L H, Cheng Y M. Range-based sleep scheduling (RBSS) for wireless sensor networks [J]. Wireless Personal Communications, 2009, 48 (3): 411 - 423.
 [8] 王成, 樊建席, 王仁喜, 等. 基于 Voronoi 图的无线传感器网络 K 覆盖算法 [J]. 计算机工程, 2012, 38 (4): 84 - 87.
 [9] Younis O, Krunz M, Ramasubramanian S. Location unaware coverage in wireless sensor networks [J]. Ad Hoc Networks, 2008, 6 (7): 1078 - 1097.
 [10] 凡高娟, 孙力娟, 王汝传, 等. 非均匀分布下无线传感器网络节点调度机制 [J]. 通信学报, 2011, 32 (3): 10 - 17.
 [11] Yen L H, Cheng Y M. Range-based sleep scheduling (RBSS) for wireless sensor networks [J]. Wireless Personal Communications, 2009, 48 (3): 411 - 423.
 [12] 吕振, 安吉勇. 基于 Zigbee 无线传感器在居民供暖系统中的应用 [J]. 计算机测量与控制, 2012, 20 (5): 1372 - 1378.

(上接第 1532 页)

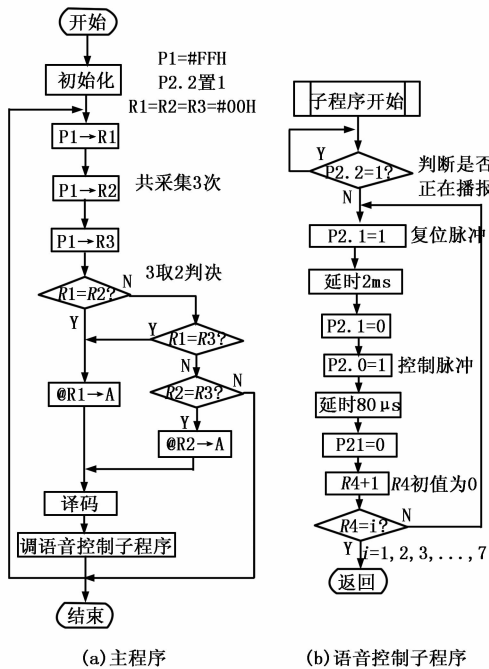


图 5 软件流程图

编码设计进行比较，用 TEK 公司的 TDS2024 示波器观察输出脉冲个数。现给出了其中一种违规情况的试验：即输入编码 20H 给控制单元的 P1 口，观察控制信号输出情况。把示波器设置为扫描时间 100 μ s/格，幅度 5 V/格，CH1 观察的 P1.5，CH2 观察的 P2.0，按示波器 RUN/STOP 键抓拍输出控制脉冲，待示波器停止扫描后，静止画面如图 6 所示，图中显示，CH1 为高电平，CH2 有 6 个脉冲，且宽度约为 80 μ s，满足语音芯片控制时间要求。

对照表 1，输出的 6 个控制脉冲，表示车体右侧违规，显然，控制单元判决与自动识别的结果与编码设计完全拟合。

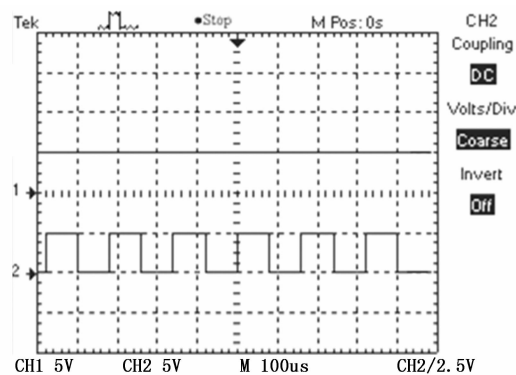


图 6 验证观察结果图

5 结论

论文介绍了便携式智能桩考训练装置的系统设计方案。重点介绍了系统实现的硬件电路实现与软件设计流程。并针对系统设计给出了核心部位即控制单元的验证试验，结果表明：设计方案正确，可用于部队大中型车辆桩考训练中，满足了受训人员在无人值守的条件下，全天候独立训练的要求，为部队遂行多样化任务提供有力保障。

参考文献:

[1] Compact Rectangular Inductive Prox. TL-Q/TL-G [Z]. OMRON Electronics LLC.
 [2] 王幸之, 王雷, 翟成, 等. 单片机应用系统抗干扰技术 [M]. 北京: 航天航空大学出版社, 1999.
 [3] 孙运全, 张华, 项伟, 等. 多参量汽车电动助力转向控制系统的设计 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (9): 2471 - 2473.
 [4] Wu M S, Wu X M. Design of the Single-chip Microcomputer Experiment Teaching System for Application. Electrical and control Engineering [A]. 2011 International Conference on [C], 2011: 649 - 652.