

# 驾驶操作数据采集系统设计研究

张进秋<sup>1</sup>, 石志涛<sup>1</sup>, 刘义乐<sup>1</sup>, 丁佳传<sup>2</sup>, 张磊<sup>1</sup>

(1. 装甲兵工程学院 装备试用与培训大队, 北京 100072;

2. 装甲兵工程学院 研究生管理大队, 北京 100072)

**摘要:** 设计了驾驶操作数据采集系统。该系统包括传感器和驾驶动作记录仪两部分。根据传感器选型和布设的原则, 结合需要采集的车辆状态和操纵机构动作信息, 对传感器进行了设计; 并从硬件、主程序设计两方面对驾驶动作记录仪进行了设计。通过在实车搭建驾驶操作数据采集系统采集数据, 验证了系统的可行性。

**关键词:** 驾驶训练; 数据采集系统; 坦克

中图分类号: TP216

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)24-0022-04

## Design of driving action data sampling system

Zhang Jinqiu<sup>1</sup>, Shi Zhitao<sup>1</sup>, Liu Yile<sup>1</sup>, Ding Jiachuan<sup>2</sup>, Zhang Lei<sup>1</sup>

(1. Equipment Trial and Training Brigade, Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072, China;

2. Graduate Management Brigade, Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072, China)

**Abstract:** A driving action data sampling system is innovatively designed. The system consists of sensors and driving action recorder. According to the principle of choosing and disposing sensors, combined with the information needed to sample, sensors are designed. And the driving action recorder is designed from two aspects, hardware design and main program design. At last, the data sampling system is build on real vehicle and sample data, which validates the feasibility of the system.

**Key words:** driving training; data sampling system; tank

在我军坦克驾驶训练过程中, 由于缺少信息化辅助手段, 教员无法捕捉和再现驾驶员的操作细节, 只能凭借主观感觉来判断训练效果<sup>[1]</sup>, 不利于实施针对性的指导, 影响了训练效率。本文通过对传感器的选型和对驾驶动作记录仪的设计, 搭建了驾驶操作数据采集系统, 实现了对驾驶操作的数字化记录, 为进一步深入分析驾驶动作和评价驾驶技能奠定了基础。

## 1 传感器设计

### 1.1 传感器选型与布设的原则

传感器的合理选型与布设是准确采集驾驶动作数据以及后期深入分析与评判驾驶情况的基础, 是数据采集系统的重要组成部分。在传感器的选型和布设上应考虑以下几点<sup>[2]</sup>:

(1) 在传感器数量上, 应尽量布设多的传感器来采集数据, 以确保识别与评判的全面性与准确性;

(2) 在传感器的性能上要达到: ①传感器自身工作性能的稳定可靠及抗干扰能力; ②传感器应该具有较高的响应速度和较宽的频率响应频带; ③传感器应具有较

高灵敏度和测量精度; ④侧重应用现有成熟技术, 一方面考虑到经济性和适用性, 另一方面考虑到传感器在车内相对恶劣的工作环境。

(3) 在传感器的布设上要做到与驾驶互不干涉。传感器的布设不能影响正常的驾驶动作的进行, 驾驶动作也不能影响到传感器的工作。

### 1.2 传感器的选型

合格的驾驶员应对车辆和路面环境状况进行全面掌握, 并对操纵机构做出正确的操作。数据采集系统主要对车辆状态、操纵机构动作进行实时采集。根据传感器选型与布设的原则, 本文通过在主离合器踏板、操纵杆、档位杆、油门踏板和制动器踏板等操纵装置上安装传感器, 采集驾驶过程中动作信息。通过对现有发动机转速表、车速里程表的改装, 采集车速和转速信息, 具体的传感器选择方案分析如下。

油门踏板、主离合器踏板、制动器踏板等操纵杆件都是绕各自转轴按照给定轨迹运动, 状态随时间连续变化。相对于拉线式位移传感器, 角位移传感器固定更加

《微型机与应用》2012年 第31卷 第24期

## 硬件纵横

Hardware Technique

方便,受外界振动干扰更小。因此,选用角位移传感器采集上述操纵件的动作信息。

变速杆共有空挡、1挡、2挡、3挡、4挡、5挡、6挡7个状态,采用光电开关传感器采集变速杆的信息。

本文对车速和发动机转速信号采集装置进行了自主设计。某型坦克发动机转速表的工作原理是发动机曲轴旋转后,通过联动机构带动转速表感受器的转子旋转,转子(2对永久磁铁)的磁力线切割定子上的三相定子绕组,产生三相交流电,这个电压、频率均随转子转速成正比变化的三相交流电通过三芯电缆输送到转速表的指示器,这样,转速的变化就转变为频率的变化,以脉冲信号的形式传递到转速表指示器,经电磁耦合器处理后输出。这个脉冲信号中包含了转速的信息。基于此,选用频率电压转换模块将脉冲信号转换成电压模拟量输出,实现对发动机转速信号的采集。该方法不需要额外添置传感器,选用的频率电压转换模块体积小,安装方便可靠,具有较大的优势。车速里程表的工作原理与转速表类似,因此采用同样的方法来采集车速信息。

采用的传感器类型及输出方式如表1所示。表中,输出通道总数共包括3路模拟量、6路数字开关量(变速杆包含6路数字开关量)和2路脉冲信号。采用NI公司的DAC0832芯片实现D/A转换,将变速杆的6路数字开关量转换成1路模拟量输出,节省了采集通道,简化了采集系统的结构。通过输出量的模拟化处理,实现了所有状态信息的模拟电压输出。

表1 驾驶动作和车辆行驶状态

部件机构	检测状态	传感器类型	输出方式	
单元动作	油门踏板	踏板位置	角位移传感器	模拟量
单元动作	离合器踏板	踏板位置	角位移传感器	模拟量
单元动作	变速杆	手拉位置	光电开关传感器	开关量
单元动作	制动踏板	踏板位置	角位移传感器	模拟量
车辆状态	车速	坦克行驶速度	磁电式传感器	脉冲信号
车辆状态	转速	发动机转速	磁电式传感器	脉冲信号

## 2 驾驶动作记录仪设计

## 2.1 记录仪总体设计

驾驶动作记录仪主要由微处理器、数据采集模块、信号调理模块、U盘/SD卡读写模块、电源模块和按键开关组成。总体设计如图1所示。

## 2.2 系统硬件设计

## 2.2.1 微处理器选择

目前单片机的发展较成熟,能保证系统对实时性、大量数据的处理能力、扩展接口等各方面的要求,且价格相对较低,是记录仪微处理器的首选<sup>[3]</sup>。单片机核心系统设计选用了飞思卡尔的S12X系列16bit微控制器MC9S12XDP512及其外围电路,硬件核心电路图如图2所示。它采用了增强核心和增强外围设备,提高了总线频率(最高可达40MHz),并且具备完全的CAN功能和一

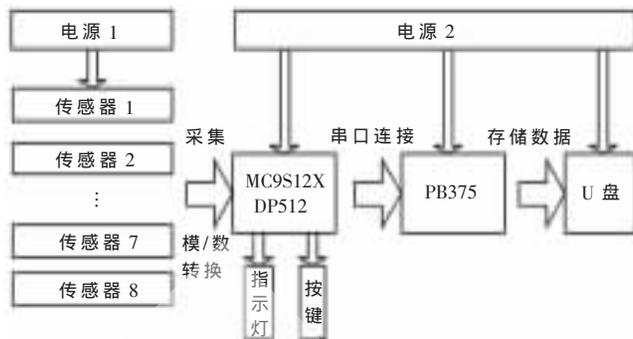


图1 驾驶动作记录仪总体设计

个平行处理的XGATE模块。XGATE模块是一种高效的协处理器,可提高高达80MIPS的额外处理能力,能够减少通信负担,避免核心功能与中断处理之间的冲突。系统采用微处理器内部的A/D转换模块,具有10bit采样精度和7 $\mu$ s转换时间(143kHz)。CAN通信模块和串口通信模块能实现数据的远程传输与快速通信。

## 2.2.2 数据采集模块

根据采样定理,设信号采样周期为 $T_s$ ,采样频率为 $f=1/T_s$ ,则采样频率必须大于或等于信号最高频率的两倍。为确保采样后离散信号能恢复到原来的连续信号,需要遵循采样定理,否则将会出现信号的严重畸变。因此需要首先找到所采集信号的最高频率。

在加速换挡过程中,加油冲车后,要求在松油门的同时踩下离合器,松油门与踩离合动作之间的时间差,反映了两者的配合熟练与合理程度,以熟练驾驶员为依据,此时间差非常小,趋近于零<sup>[4]</sup>。挑选了10名等级驾驶员分别进行加速换挡过程,以500Hz的采样频率采集该过程离合器踏板与油门踏板的信号。松油门与踩离合动作之间的平均时间差为0.052s。根据采样定理,要想得到该信号的真实信息,信号采样频率至少为39Hz。在实际应用中,一般采样频率取被采样信号最高频率的5~10倍<sup>[2]</sup>。本文设置信号采样频率为100Hz。

驾驶动作记录仪利用MC9S12XDP512芯片内置的A/D转换模块进行信号采集。按照传感器选型方案设计8个传感器接口。采用ECT定时中断的方式实现状态信息的定时采集,由于A/D转换、数据处理以及数据的写入所需时间小于1000个周期,定时器的时钟周期设置为4 $\mu$ s,因此设置1250个周期产生一个中断,中断的周期大约为10ms,即设置的采样频率为100Hz。

## 2.2.3 U盘/SD卡读写模块模块

驾驶动作记录仪数据存储采用PB375单芯片,通过与微处理器进行串口通信实现驾驶训练动作数据的U盘存储。

## 2.2.4 电源模块

车载电源电压为24V,而传感器所需电压和单片机系统及各功能模块所需电压分别为5V,因此驾驶动作记录仪在电源设计上采用双电源5V供电模式,以避免

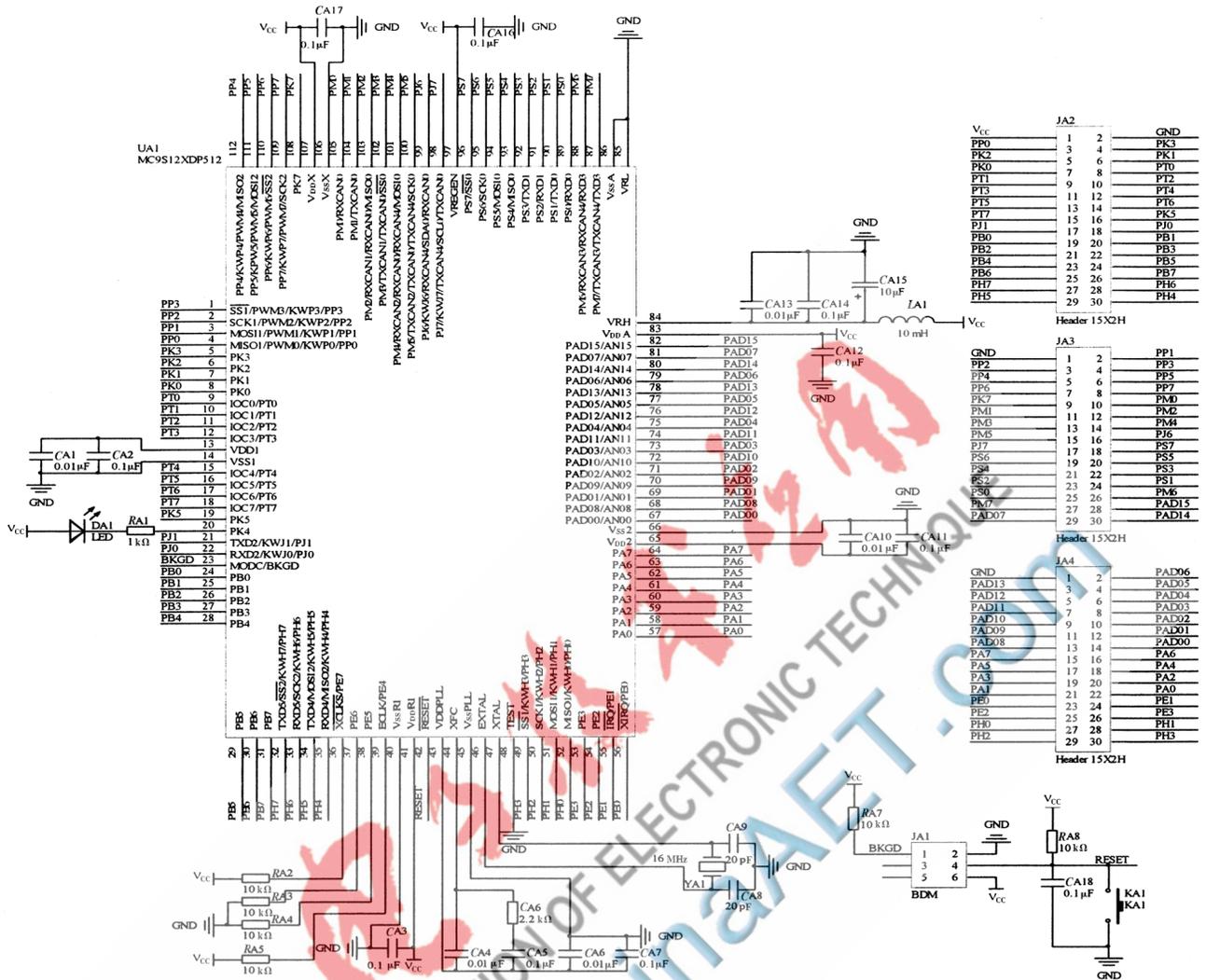


图2 硬件核心电路原理图

传感器外部短路造成微处理器等器件损坏。

### 2.2.5 按键开关

驾驶动作记录仪设计了电源开关和信号采集开关。电源开关实现记录仪供电、断电；信号采集开关实现信号采集开始和信号采集结束。

### 2.3 软件设计

软件设计主要包括主程序设计和定时中断程序设计两部分。主控程序负责系统初始化,操纵每个模块的硬件设备并与之交互数据,而各个模块用中断的方式向主控程序发出请求,要求主控程序完成相应的操作。

主程序运行后,首先进行初始化,然后查询是否有串口通信介质。如果没有串口通信介质,则一直处于查询状态;如果有串口通信介质,则创建txt文件,并打开定时中断,判断信号采集开关状态。如果信号采集开关断开,则关闭定时中断,并关闭介质读写;如果信号采集开关闭合,则继续判断是否为采集写入状态。如果是采集写入状态,则进行数据采集和处理,然后存入串口通信介质,完成一个采样周期后关闭定时中断;如果不是

采集写入状态,则返回上一级判断。

定时中断按照定时器的时钟周期通过中断的开关完成对信号的定时采集。

基本程序流程图如图3所示。

### 3 系统应用

在实车上布置驾驶操作数据采集系统,驾驶员完成起车和一档换二档操作过程。将U盘存储的数据导入基于Labwindows软件设计的信号处理程序,完成驾驶数据的读取。图4所示为该驾驶过程中油门踏板、主离合器踏板、变速杆、制动器踏板等操纵件的状态变化和车辆状态变化的曲线图。横轴表示采样时长(17s),纵轴表示各采集要素随时间的状态变化(单位V)。

本文自主设计了驾驶操作数据采集系统,该系统实现了对驾驶训练过程中驾驶员的操作动作和车辆状态信息的数字化记录。利用该数字化信息可以实现驾驶操作的定量分析,对深入研究驾驶训练规律,提高驾驶训练的效率具有重要意义。另外,可以进一步探索智能识别驾驶动作的方法,进而实现对驾驶技能的智能化评

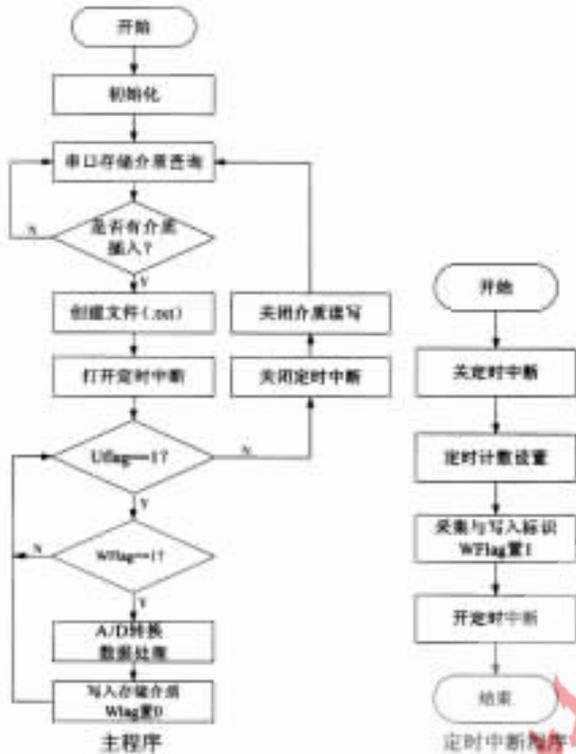


图3 驾驶记录仪基本程序流程图

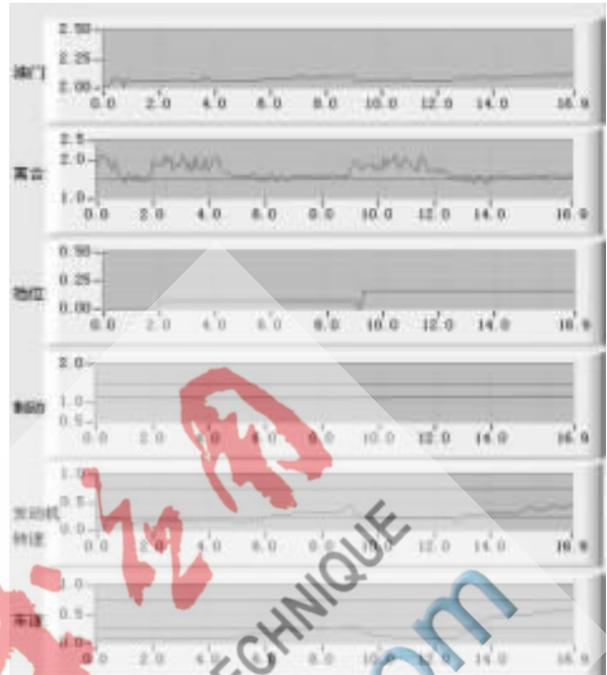


图4 起车和一档换二档过程中操纵件状态和车辆状态变化曲线图

[D].吉林:吉林大学,2008.

(收稿日期:2012-10-18)

判,以及探索信息化条件下新的训练方式。

参考文献

- [1] 刘义乐,刘峻岩,毕占东.基于操纵件状态时序变化的车辆换挡动作识别方法[J].装甲兵工程学院学报,2011,25(1):45-48.
- [2] 张进秋.装甲车辆诊断技术[D].北京:装甲兵工程学院,2008.
- [3] 赵光远,李业德.基于单片机的汽车制动踏板力计的设计[J].微计算机信息,2007,08(23):255-257.
- [4] 杨明涛.基于仿真交通环境下驾驶员换挡品质评价研究

作者简介:

张进秋,男,1963年生,博士后,教授,主要研究方向:智能材料、振动控制、健康监测。

石志涛,男,1987年生,硕士研究生,主要研究方向:动作模式识别。

刘义乐,男,1971年生,博士,副教授,主要研究方向:动作模式识别。