

无线传感器网络的汽车 ECU 数据交互模块研究[※]

李智, 龚元明

(上海工程技术大学 汽车学院, 上海 201620)

摘要: 设计了基于无线通信网络的汽车 ECU 数据采集和控制模块,实现了多路的信息采集、运行数据的存储及数据向上位机的传输,主要描述了模块实现的故障诊断和发动机 MAP 标定功能。硬件结构简单,通过更换调理电路实现了各种不同信号量的采集和传输,由于软件采用多任务模块化设计的方法,代码高效简洁且具有较高的可移植性。

关键词: ECU; OBD; 蓝牙; 无线; BOOT; 诊断; 发动机标定

中图分类号: TP23

文献标识码: A

Vehicle ECU Data Exchange Module Based on Wireless Network※

Li Zhi, Gong Yuanming

(School of Automobile, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

Abstract: The car ECU data acquisition and control module based on the wireless communication network is designed, which achieves multi-information acquisition, running data storage and data transmission to the upper computer. In the paper, the fault diagnosis and the kinetic energy of the engine MAP calibration are described. The design has simple hardware architecture, it achieves different semaphores acquisition and transmission through replacing conditioning circuit. Because the software uses multitasking modular design method, the code is simple and efficient and has high portability.

Key words: ECU; OBD; Bluetooth; wireless; BOOT; diagnose; calibration

引 言

无线传感器网络(WSN)技术已经被应用到很多领域,国内外汽车行业都致力于 WSN 技术在车载系统中的应用,系统硬件构图如图 1 所示。

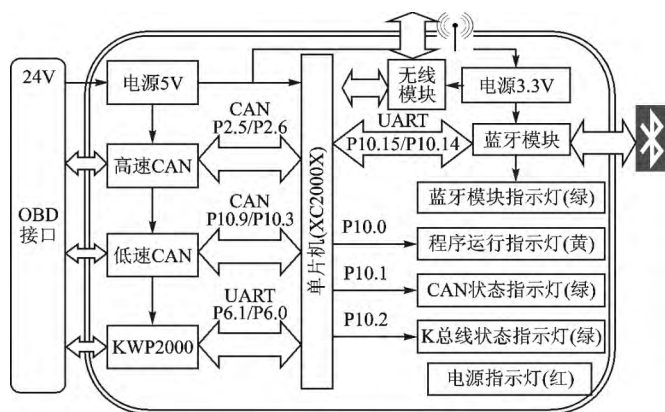


图 1 系统硬件构图

无线 OBD 模块被安装到车辆的 OBD 连接器上,通过车载网络,如 CAN(控制器局域网)来收集 ECU 信息。将 ECU 信息和传感器信息发送到移动终端(智能手机),以

提供给车辆驾驶员和技术人员。如果想实现与汽车 ECU 之间的数据通信,那就离不开通信协议。所谓的通信协议是一组关于集合的规则和惯例,如果两个设备开始相互通信,那一定是有通信要求,并且规定了进入通信状态的时间和如何相互通信等问题。因此,通信的双方需要符合双方可以接受的协议,以完成此次通信。就诊断来说,各大汽车公司或汽车零部件制造商在 ECU 的研究阶段建立了相关标准的车载诊断协议,以确保车辆诊断测试仪与 ECU 可以建立通信连接。

KWP2000 目前广泛在欧洲汽车领域被广泛使用,它实现了一套完整的板载诊断服务系统,可满足欧洲车载诊断标准。SAEJ1939(以下简称 J1939)是美国汽车工程协会(SAE)的推荐标准,用于为中重型道路车辆上电子部件间的通信提供标准的体系结构,是在商用车辆、舰船、轨道机车、农业机械和大型发动机中广泛应用的应用层协议。CCP(CAN Calibration Protocol)是一种基于 CAN 总线的 ECU(Electronic Control Unit)标定协议,已经在许多欧美汽车厂商中得到应用,采用 CCP 协议可以快速而有效地实现对汽车电控单元的标定。

本文提出的模块设计 requirements 是使用普通的移动终端就可以与 ECU 进行数据通信, 可实现程序自启动、发动机故

障诊断和 MAP 标定等功能。

1 系统总体方案设计

整个系统主要由单片机、无线数据收发器 CAN 通信接口以及信号电平变换电路组成。移动终端通过无线信道发送有效的自定义指令给数据采集和控制模块,该模块对简易指令进行解析成为标准的车载网通信协议,与 ECU 进行数据交互。同样,车辆 ECU 中的反馈响应信号也可以通过此模块发送到对应的移动终端,完成无线数据传输。

2 系统硬件结构设计

系统硬件主要由 4 部分组成:微处理器模块、CAN 通信模块、蓝牙模块和 nRF905 无线收发模块。

2.1 微处理器模块

系统以 16 位 XC2000X 单片机为核心完成控制任务,该系列单片机内部有 192~832 KB 的闪存、可选 EEPROM 仿真,其所提供的最大 CPU 时钟频率为 128 MHz,具有执行效率高、功耗低等优点,能满足汽车 ECU 数据采集的要求。

被测信号经调理电路处理后,传送给微处理器进行数据采集和存储,同时针对不同上位机请求对数据作不同处理,并通过无线收发模块传送给上位机显示和分析。

2.2 CAN 通信模块

CAN 通信模块电路采用的是 TLE6250 系列芯片,通过该模块可将汽车 OBD II 接口中 CAN 总线上的数据读取到 16 位 XC2000X 系列单片机中,也可以将单片机中的数据通过该电路发送给 ECU。与 CAN 总线进行通信时,单片机主要功能模块包括 CAN 节点、报文控制器、报文 RAM 存储器、列表控制器逻辑、中断控制逻辑和地址译码,特性如下:

- ① 具有 6 个独立的 CAN 节点和 256 个报文对象。
- ② 每个 CAN 节点都有专用控制寄存器。
- ③ 数据传送速率最高可达 1 Mb/s。
- ④ 报文对象可被单独分配给任意一个 CAN 节点。
- ⑤ 报文对象可被配置为发送或接收对象。
- ⑥ 根据 CAN V2.0B 规范发送和接收 CAN 帧,每个 CAN 节点都可以发送和接收 11 位标识符的标准帧和 29 位标识符的扩展帧。
- ⑦ 具有 CAN 报文传送控制和错误处理能力。

2.3 蓝牙模块

系统采用专为智能无线数据传输而打造的 FBT06 系列芯片,模块采用 Bluetooth2.1 标准,支持主从模式软/硬

件设置,具有有线、无线双 AT 通道、PIO 扩展、ADC 采样功能。蓝牙接口电路见图 2。

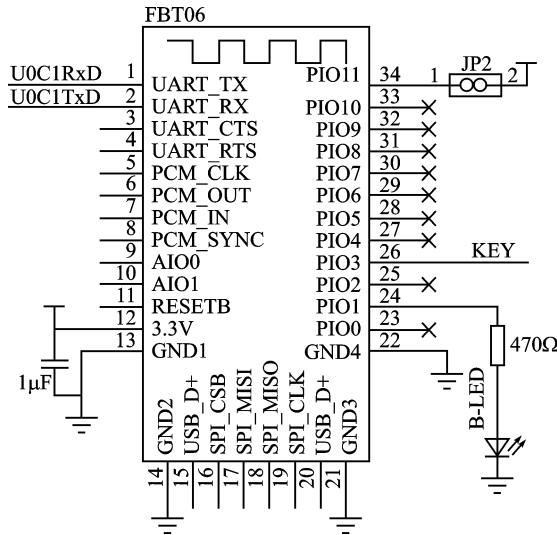
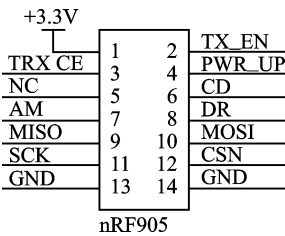


图 2 蓝牙接口电路

2.4 nRF905 无线收发模块

蓝牙数据通信技术可在 10 m 的半径内实现无线数据通信,但蓝牙应用通信技术也会受到种种限制。根据设计中对数据传输速率、距离和工作稳定性的要求,选择无线收发器芯片 nRF905,其接口电路如图 3 所示。nRF905 交换信道的交换时间小于 650 ns,适用于多通道需求的特殊场合。

图 3 无线芯片接口电路



芯片的工作电压范围为 1.9~3.6 V,可以使用 SPI 接口直接连接到单片机,其配置也很方便。

3 系统软件设计

3.1 存储区域分配

为了满足设计要求,将片上 Flash 资源分成了 4 个部分(Boot 程序区、数据区、用户程序区和用户数据区)。部分存储空间分配见图 4。

Boot 程序 and 用户程序都有各自独立的中断向量表,分别指向各自的 Flash 区域。程序每次上电启动都从 Boot 启动区运行并等待一定时间,使得在线编程无论成功与否始终可以进行编程升级。在线编程完成后当场校验,将特征码写入特定区域,以此来判定应用程序是否合法,正确的特征码保证了应用程序的正确性。

3.2 软件设计

数据采集和控制模块运用 C 语言和汇编语言进行程

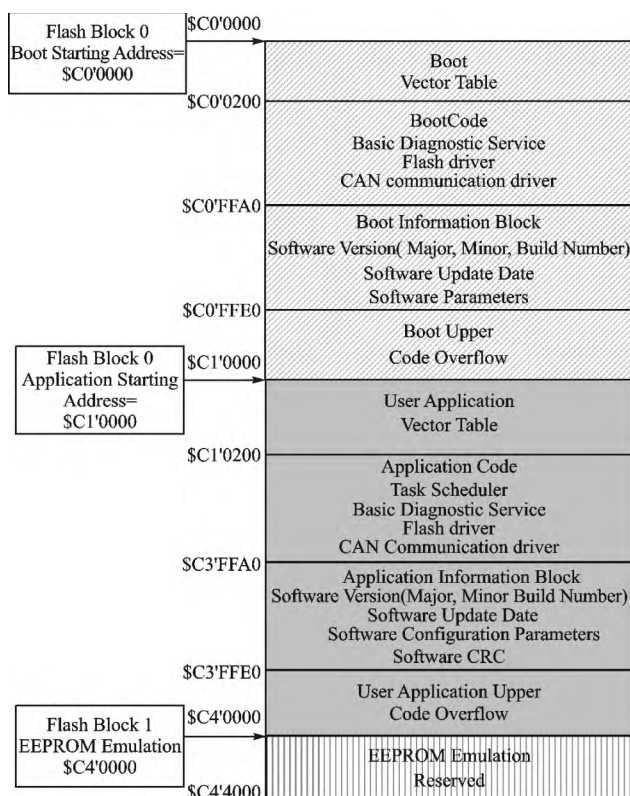


图4 部分存储空间分配图

序开发,软件采用多任务模块化设计,实现在线升级、数据采集、CAN 通信、故障诊断、MAP 标定、无线通信等功能。

3.2.1 故障诊断

本系统故障诊断程序以 SAE J1939 协议和 KWP2000 协议为基础进行 CAN 应用层协议开发。

SAE J1939 协议基于 CAN2.0B 标准,采用 29 位的 CAN 扩展帧格式进行数据传输。CAN 应用层协议主要包括:报文标识符 ID,可用来指示报文的优先级,竞争总线权限时,ID 值越小,优先级越高;报文数据域,在数据域中定义数据的起始位、数据长度、分辨率和偏移量等内容,单个报文可发送多达 8 个数据字节的内容。

基于 CAN 总线的 KWP2000 协议支持多包数据传输,并且多包数据的管理和组织是在网络层完成的,应用层不必关心数据的打包和解包过程。为实现这一功能,网络层定义了单帧、第一帧、连续帧、流控制帧 4 种 PDU。故障诊断应用程序主流程见图 5。

3.2.2 MAP 参数标定

本系统对 ECUMAP 参数标定程序是以标准 CCP 协议为基础开发的。CCP 协议是在 CAN 数据帧的数据场中扩展的应用层协议,完全遵循 CAN 总线通信协议。

CCP 协议规定了两种数据帧:命令接收数据帧 CRO

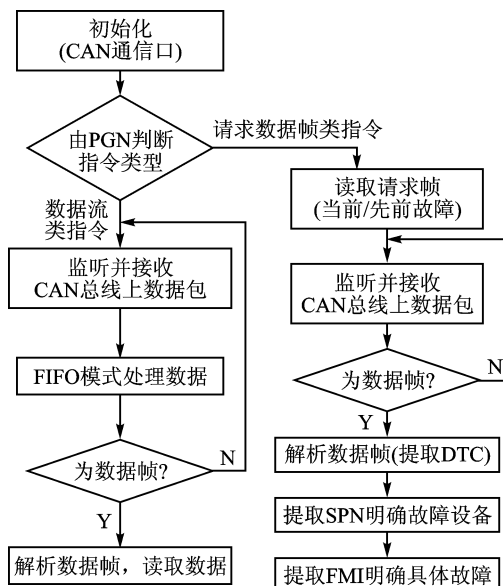


图5 故障诊断主流程图

(Command Receive Object)和数据发送数据帧 DTO(Data Transmission Object)。CRO 中包含了命令代码和相关传递参数,ECU 每接收一个 CRO,便使用 DTO 向标定平台发送一个握手信号,这种情况下的 DTO 被称为 CRM (Command Return Message)。

此模块对 ECU 中油门扭矩、喷油正时、启动扭矩、启动喷油正时、怠速闭环积分增益等 MAP 参数进行采集,并实现上传、修改、下载和烧写等功能。以油门扭矩 MAP 上传为例,软件设计流程见图 6。

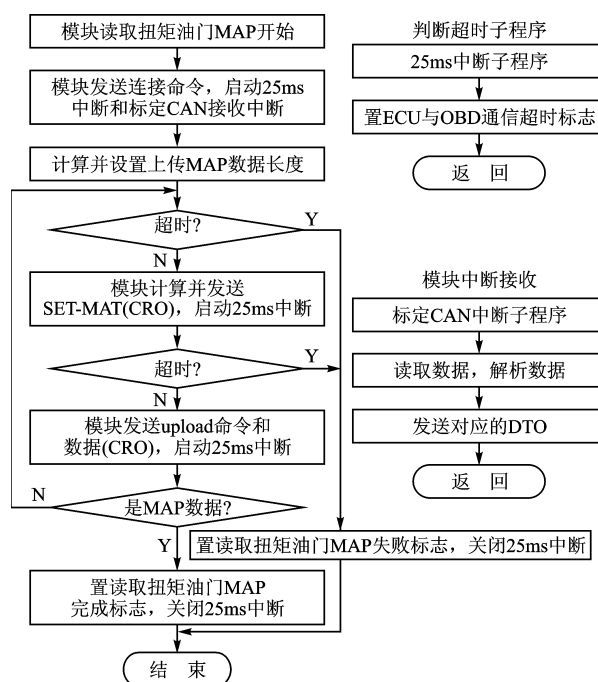


图6 油门扭矩 MAP 上传流程图

4 实验验证

为了验证模块诊断功能的可靠性和稳定性,将调试好的模块安装在某电控发动机的 ECU 上,进行发动机故障诊断,还对车速、加速踏板位置、蓄电池电压、实际扭矩百分比、负荷百分比、冷却液温度、燃油温度、进气歧管温度、发动机转速等 12 路信号进行采集,并与使用 CANOE 软件和模块采集的数据进行实时比对,确保模块功能的稳定可靠性。编译工具在线读取相关变量信号值界面略——编者注。

对于模块中发动机 MAP 标定功能的可靠性与稳定性的要求更加苛刻。此模块对 ECU 中油门扭矩、喷油正时、启动扭矩、启动喷油正时、怠速闭环积分增益等 MAP 参数进行采集和处理后,使用 CANape 软件进行纠错和验证,确保标定过程中关于 MAP 参数的上传、修改、下载和烧写等功能准确无误。图 7 显示 CANape 正在对 ECU 中启动扭矩 MAP 进行校验。

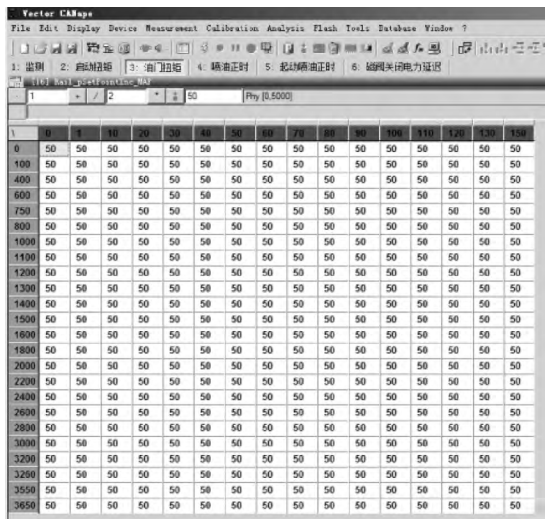


图 7 CANape 校验 MAP 界面

结 语

设计了基于无线通信网络的汽车 ECU 数据采集和控制模块,实现了多路的信息采集、运行数据的存储及数据向上位机的传输、主要介绍了模块实现的故障诊断和发动机 MAP 标定功能。该系统硬件结构简单,通过更换调理电路实现了各种不同信号量的采集和传输,由于软件采用多任务模块化设计的方法,代码高效简洁,并且具有较高的移植性。无论是手机还是其他移动终端,都可以通过该模块实现汽车 ECU 数据的采集和控制。为了便于数据的分析和用户的操作,在后续的上位机软件设计中可将接收到的数据以图形和图表的形式进行显示。

编者注:本文为期刊缩略版,全文见本刊网站 www.mesnet.com.cn。NE

参考文献

- [1] 张旭,冒晓建,王俊席,等. 汽车远程诊断系统车载模块的研究和开发[J]. 车用发动机, 2011(1):90-92.
- [2] Infineon Technologies AG. C167CS 16-Bit CMOS Single-Chip Microcontrollers User's Manual Version 1.0,1999.
- [3] Infineon Technologies AG. C167CS Starter Kit Hard-ware Manual Version 3.1,1999.
- [4] 齐俊伟. 汽车微机自诊断系统故障分析[J]. 轻型汽车技术, 2002(8):45-50.
- [5] 冯静,王俊席,卓斌. 基于 CCP 协议的电控发动机标定系统 CAN 通信模块的研发[J]. 内燃机工程,2003,24(5):33-37.
- [6] 廖中文,杨旭志,吴志平. 汽车发动机故障诊断系统的虚拟样机硬件研发[J]. 汽车维修与保养, 2012(4): 14.

李智(硕士研究生),主要研究方向为汽车电子控制技术;龚元明(教授),主要研究方向为汽车电子与控制技术、车联网等。

(责任编辑:杨迪娜 收稿日期:2015-06-25)

安森美半导体携手合作伙伴迎接物联网机遇

安森美半导体(ON Semiconductor)与 GainSpan 和 GEO 半导体展开合作,以迅速应对物联网(IoT)不断增长的潜力。通过该合作,客户将受益于每家公司在各自领域的领先优势:安森美半导体先进和广阔的图像传感器阵容,GEO 的高性价比和高能效图像信号处理技术,以及 GainSpan 在低功耗 Wi-Fi 方案的专长。

三家公司的首个合作成果是一个高度优化的 IoT 视频参考设计。基于 GS-AR0330 的全高清视频,由 GainSpan 和其代理商提供,针对通过 Wi-Fi 的智能 1080p 视频流。经无线连接,它可使用 iOS 或安卓操作系统无缝连接智能手机。该方案包括工程师需要的所有硬件和软件,以快速并简易地添加视频流功能到基于物联网的设计中,从而加快开发进程。该视频参考设计附有一个完整的软件套件,加上一系列先进的移动应用编程接口(API)。

该方案的核心是安森美半导体的 1/3 英寸光学格式 CMOS 图像传感器 AR0330,提供在微光条件下的卓越成像品质。这器件使用 2304 x 1296 有源像素阵列,能捕获 300 万像素静态图像。