

# 基于 CANoe 和 ISO15765 的 ECU 在线升级设计

陈佳臻

(浙江商业职业技术学院, 浙江杭州, 310053)

**摘要:** 针对常见的基于 CAN 总线的 ECU 在线升级方案的缺陷, 本文提出了基于 CANoe 软件、ISO 15765 统一诊断服务的 ECU 在线升级方案, 在基于 STM8 单片机上的倒车雷达系统上实现了该在线升级方案。基于 CANoe 的验证方案大大提高了 PC 端程序开发效率。经过测试验证, 证明了系统的正确性和可靠性。

**关键词:** ECU 在线升级; CAN 总线; 故障诊断

## ECU Online Update Based on CANoe and ISO 15765

Chen Jiazhen

(Zhejiang Business College, Hangzhou Zhejiang, 310053)

**Abstract:** Aiming at the shortcomings of common ECU online upgrade solutions based on CAN bus, this paper proposes an ECU online upgrade solution based on CANoe software and ISO 15765 unified diagnostic service, and an online upgrade solution based on ISO15765 unified diagnostic service on STM8 microcontroller. The verification scheme based on CANoe greatly improves the efficiency of PC-side program development. The field test proves the correctness and reliability of the system.

**Keywords:** ECU online upgrade; CAN bus; fault diagnosis

### 1 背景与相关研究

在 CAN 总线应用早期阶段, 各个汽车零部件厂商在设计在线升级功能时, 一般使用私有通信协议, 这会导致升级系统的可靠性和通用性的问题<sup>[1][2]</sup>。目前, CAN 总线以及基于 CAN 总线的协议已经有多个国际标准。ISO15765 以及 ISO14229 是使用最为广泛的诊断协议<sup>[3][4]</sup>。本文诊断倒车雷达系统, 基于 ISO 15675 协议完成了故障诊断功能以及 ECU 在线升级功能。其中基于该协议的 ECU 在线升级功能是其中的难点, 本文重点围绕该部分功能的设计和测试验证过程。设计基于该协议的在线升级功能, 会提高在线升级的可靠性和通用性。该解决方案克服了没有标准诊断协议之前的私有协议造成的可靠性低, 通用性差等缺点。

本文后续总共分成 5 个部分进行说明, 第 2 节介绍系统 ECU 的硬件架构, 第 3 节说明 MCU 中的软件设计。第 4 节介绍基于 CAN 总线的统一故障诊断服务以及在线升级所涉及到的服务以及流程。第 5 节介绍 PC 端基于 CANoe 需要完成的上位机软件设计。

### 2 倒车雷达硬件设计

倒车雷达系统 MCU 采用意法半导体公司的 STM8A5189, 该芯片拥有 64KB Flash ROM, 4KB RAM, 拥有 CAN/LIN 总线控制器, 满足倒车雷达系统对通信接口的硬件需求以及 CAN 协议栈对 ROM 和 RAM 空间大小的需求。

CAN 总线驱动器使用 NXP 公司的 UJA1065。该芯片同时集成了电源管理, 硬件看门狗以及 LIN 总线驱动器, 可以减少系统外设, 提高系统可靠性。配置 EEPROM 芯片 BR24L04 芯片, 用于保存擦写比较频繁的配置信息。

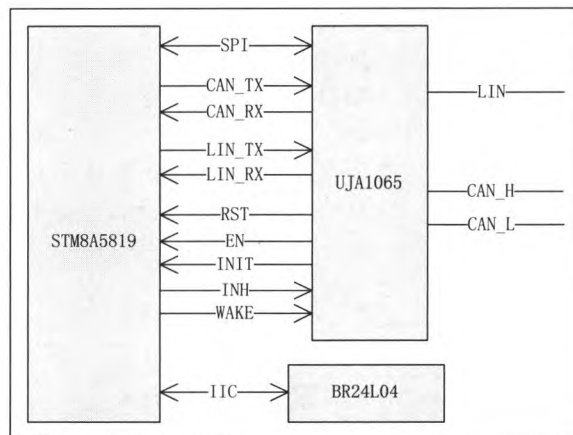


图 1 系统硬件框图

### 3 MCU 软件设计

该倒车雷达系统通过 LIN 总线接口连接车辆前后共 8 个超声波传感器探头, 控制各个探头的休眠, 启动, 距离测量等。CAN 总线接入车内低速 CAN 网络, 系统在正常工作时, 通过 CAN 总线接收车速, 档位等信息, 控制倒车雷达系统的启动, 距离探测, 并且将接收到的障碍物距离信息发送到 CAN 总线网络中, 由车辆仪表显示以及通过蜂鸣器进行距离提示。CAN 总线接口同时也是倒车雷达系统的故障诊断接口, 当系统接收到特定的 CAN 总线诊断协议报文时, 系统进入故障诊断模式, 停止处理倒车雷达系统正常功能报文, 只处理诊断仪下发的报文并且反馈处理结果给诊断仪。

在基于 CAN 总线的故障诊断功能中, 提供在线升级功能是其中的一个重点功能。具有了在线升级功能之后, 在系统

商用之后可以通过诊断仪更新倒车雷达系统的功能固件,从而完成系统的功能更新。

对保存在Flash中的程序进行擦写时,由于Flash处于编程状态时无法从中读取程序和指令,此时只能从添加了写保护的Flash部分读取程序执行。因此将ECU的Flash内保存的程序分为两部分,Application分区和BootLoader分区。Application分区保存倒车雷达ECU正常业务的代码,系统绝大部分时间运行该分区的程序;BootLoader分区则是用于保存基于CAN网络的在线升级的程序。该分区的代码设置写保护,只能通过专用编程工具写入,在对Flash进行擦写编程时该部分不会受到影响。为了将不同功能的代码保存在Flash不同区域,可以通过在C代码中对全局变量以及函数设置#pragma section属性,对代码进行分段,然后通过配置连接文件\*.lkf分别指定这两段的起始地址,从而将不同功能的代码分别存放Flash的不同位置。

另外,由于在线升级过程中涉及到系统重启和跳转等,为了保证系统可以在正确的在两个分区正确切换,在软件设计过程中,通过在EEPROM中设置/清除特定标志来控制。

系统的启动过程以及状态迁移过程如下。

#### 4 基于统一故障诊断的在线升级服务与流程

ISO14229定义故障诊断系统的通用需求。该协议按照ISO的OSI分层模型建立,统一诊断服务(应用层)位于第7层,而通信服务则位于第1-6层。该协议为诊断系统定义了诊断仪和ECU,对二者之间的通信以及诊断服务需求进行了规范化的通用定义。该协议所定义的诊断服务和通信规范可以在各种现场总线实现。ISO1576是基于CAN总线协议对ISO14229中的一种实现,具体包括:网络层,会话层和应用层。ISO15765协议将ISO14229中定义的应用层所故障诊

断服务,借助于CAN报文格式实现,其中包含了超出CAN报文传输长度的数据块分帧方法、流控制方法和数据帧的重组以及时序等处理方法。

##### 4.1 在线更新涉及的诊断服务

ISO14229协议将诊断仪与汽车ECU之间的数据交互定义为请求和响应的方式。客户端(诊断仪)发送一个请求,服务器(ECU)针对该请求执行相关操作并且反馈一个响应。其中,客户端的请求都包含一个带参数的服务码。其中涉及到在线更新相关的诊断服务ID及功能如表1所示。

表1 在线更新涉及到的诊断服务

服务 ID	服务功能
0x10	开始诊断会话服务, 切换不同诊断模式
0x11	系统复位, 在bootloader 和工作模式之间切换
0x85	故障码控制服务
0x28	通信控制服务
0x27	安全访问控制
0x31	例程控制
0x34	请求下载
0x36	传输数据
0x37	请求输出结束

其中0x36(传输数据)服务由于需要传输的数据远远超过了单个CAN报文可以容纳的长度,因此使用多帧形式传输,其余诊断服务采用单帧形式传输。

##### 4.2 在线更新流程中的会话模式及诊断服务流程

ISO14229定义了3种会话模式,分别是:缺省会话,扩展会话模式和编程会话模式。在不同的会话模式,可以使用的诊断协议有所不同。

在基于诊断协议的在线更新过程中,系统首先从缺省会话模式切换到扩展会话模式,完成故障码设置服务,停止故障码更新,然后通过通信控制服务,关闭诊断业务报文的发送和接收,然后切换到编程会话模式。

在编程会话模式,通过安全访问服务对测试仪进行身份认证,认证通过之后,打开和在线更新相关的服务权限。为了保证可靠性,在开始在线更新服务之前,首先通过程序控制服务,发送擦除Flash数据服务,清除过去的的数据。数据清除成功之后,通过请求下载服务发送需要更新的数据地址和大小,ECU对写入地址和大小进行校验。地址和写入数据的大小在合法范围内通过数据传输服务和数据传输结束服务服务完成ECU固件程序的下载,Flash写入和固化。最后使用ECU复位服务,重新启动ECU,使其进入到正常应用当中。ECU的会话模式切换以及各个会话模式下依次执行的诊断服务如图3所示。

#### 5 PC端设计与验证

为了在配套的诊断仪开发完成之前对ECU中的在线升级功能进行验证。PC端验证

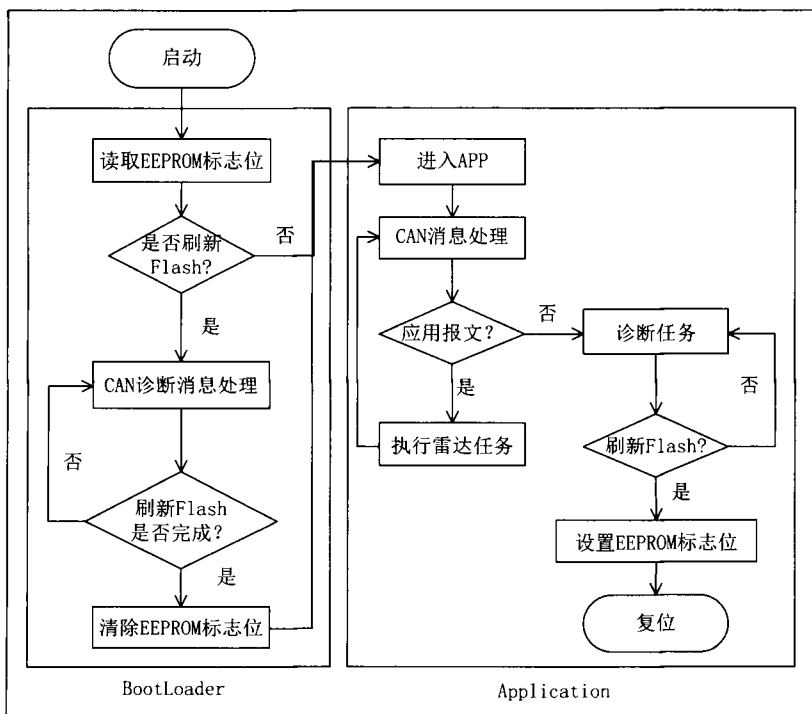


图2 ECU中BootLoader和APP的切换逻辑

软件基于 Vector 公司的 CANoe 软件以及配套的 CAN 总线板卡开发 [6][7][8]。该软件提供了 CAPL 编程语言以及配套的 CAN 总线诊断协议的接口,可以直接通过相关的接口实现各种 CAN 诊断协议的报文的发送,接收,分帧和时序控制等,从而降低了 PC 端的验证程序开发工作量和难度。

为了验证 ECU 中代码的正确性,在 PC 上用 CANoe 软件作为诊断仪,通过 CANoe 自带的 CAPL 脚本语言完成两个任务, s19 文件解析和诊断请求命令下发。

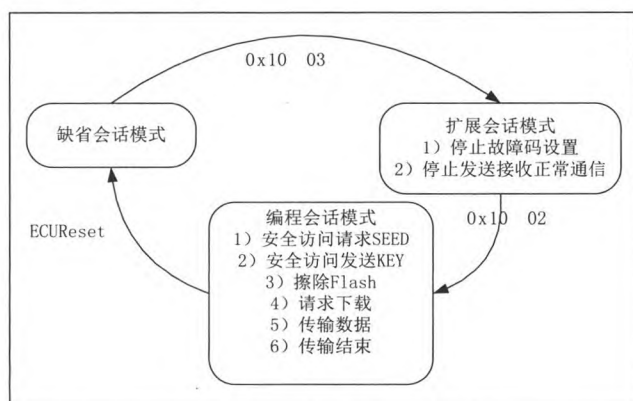


图3 诊断应用中的会话模式切换

### 5.1 s19 文件解析

stm8a5819 生成的二进制格式为 s19 格式。PC 端测试程序需要解析待烧写 s19 文件,从 s19 文件从 S1 类型的记录中找到 Application 分区的起始地址和程序。

将下载起始地址封装在请求下载 0x34 服务报文中,将需要更新的程序封装在数据传输 0x36 服务中。在封装过程中,优先将程序按照 Flash 的块编程大小封装传输,从而提高编程效率。如果发现 S8 或者 S9 类型的记录,则表示读取到了文件结尾, S19 文件解析完毕。

### 5.2 基于 CANoe 的诊断报文通信

第二个任务是按照在线更新下载流程发送相关诊断服务请求,并根据收到的反馈下发后续诊断服务请求。从而控制 ECU 从正常工作模式进入到诊断模式,以及从诊断模式的缺省会话模式进入到编程模式,最后将解析好的 s19 二进制文件数据发送到 ECU,控制 ECU 将二进制内容写入到 FLASH 当中。

CANoe 诊断相关接口存在与 osek\_tp.dll 当中,可以通

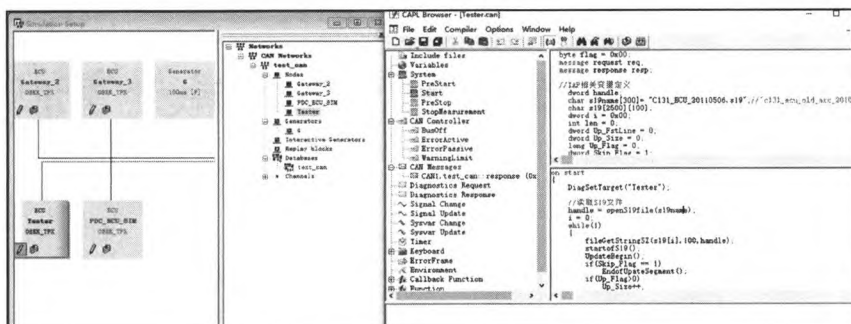


图4 设计的诊断节点及对应的 CAPL 代码

过修改添加虚拟 CAN 节点使能相关功能。PC 段 CANoe 节点设计, CAPL 脚本以及数据流程如图 4 所示。

## 6 总结

本文介绍了基于 CANoe 和 ISO 15675 CAN 总线诊断协议的倒车雷达 ECU 在线应用程序更新的整体端到端方案,并且在汽车倒车雷达系统的诊断诊断以及在线升级中基于 STM8 单片机进行了具体实施。详细介绍了诊断服务在单片机内部的程序分区以及处理流程,以及基于 CANoe 自带 CAPL 编程语言的文件解析和诊断请求发送与响应流程。基于 ISO 15675 的在线升级方案便于和各类诊断仪适配。基于 CANoe 进行验证,节省了上位机编程的工作,具有开发效率高的优势。

## 参考文献

- [1] 佟国祥,付礼,刘欢.基于 CAN 总线的 STM32 应用编程及实现.信息技术[J].2015,13(10):49-52.
- [2] 戚长城,杨延相,张平,刘昌文.总线式 ECU 两级 Bootloader 的设计与实现[J].计算机工程,2015,41(7):95-99.
- [3] 崔书超,柴智,南金瑞.基于 CAN 总线的纯电动汽车故障诊断系统[J].车辆与动力技术,2012,2:44-47
- [4] 周涛.ISO15765 协议的研究与实现[D].合肥:合肥工业大学,2011.
- [5] 闫旭琴,王知学,李建新.CANoe 软件在车载诊断中的应用[J].应用科学,2009,12:88-90.
- [6] 闫旭琴,王知学,李建新,成巍.基于 CAN 总线的车载设备软件升级系统[J].山东科学,2010,23(3):12-15.
- [7] 张丽,方成,李建秋,黄海燕.基于 ISO 15765 的柴油机故障诊断接口开发[J].车用发动机,2009,8(4):16-19.
- [8] 胡建文,冒晓建,唐航波,祝柯卿,王俊席,卓斌.基于 15765 协议的手持式发动机故障诊断一开发[J].机电一体化,2013.5:50-55.

(上接第 138 页)

136-141.

- [2] 白雪峰.布卢姆教育目标分类理论与初中数学教学设计[J].课程与教学设计,32-34.
- [3] Lorin W. Anderson 等.布卢姆教育目标分类学修订版[M].外语教学与研究出版社,2018(8):50-68.

- [4] 祝珣,马文静.布卢姆教育目标分类理论对大学英语阅读教学的启示[J].中国大学教育,2014(9):67-71.
- [5] 纪德奎,郭子超.学科核心素养培育中课堂教学目标转换的困境与突破[J].中国教育学报,2020(2):4-8.