

基于 UDS 协议的 CAN BootLoader 的开发与验证

余莹莹,王法龙,杨 卓,王定庚

(安徽安凯汽车股份有限公司,合肥 230051)

摘 要: 为满足电动客车 VCU 在线程序更新的需求,设计一种基于 UDS 协议的 CAN BootLoader 系统,以提升刷写效率、成功率以及稳定性,并通过测试验证。

关键词: UDS 协议; CAN BootLoader; VCU 在线程序; 功能测试

中图分类号: U462.1; TP391.72 文献标志码: B 文章编号: 1006-3331(2020)06-0032-04

Development and Verification of CAN BootLoader Based on UDS Protocol

YU Yingying, WANG Falong, YANG Zhuo, WANG Dinggeng

(Anhui Ankai Automobile Co., Ltd., Hefei 230051, China)

Abstract: In order to meet the update need of VCU online program for electric buses, a type of CAN BootLoader system based on UDS protocols is designed to improve the swiping efficiency, success rate and stability and is verified by test.

Key words: UDS protocol; CAN BootLoader; VCU online program; function test

DOI:10.15917/j.cnki.1006-3331.2020.06.010

随着汽车电子技术的迅猛发展,电控单元越来越复杂,新技术的出现导致电控产品需要不断更新换代,其在线程序升级就显得尤为重要。采用基于 UDS 协议 CAN 总线的 BootLoader 来实现 VCU 软件代码的更新是一种有效的解决方案^[1]。本文基于 UDS 协议中的诊断服务,设计一种 CAN BootLoader 来完成上下位机之间的通讯以及信息交互,实现对 VCU 程序代码的在线更新。

1 CAN BootLoader 系统总体设计

BootLoader 程序是 VCU 上电后最先运行的一段代码,首先会对硬件设备进行初始化,同时会为相关的寄存器进行赋值,设置内核启动参数。初始化完成后,BootLoader 会进入 CAN 总线通信循环等待上位机命令,当接收到启动命令后,它会将电控单元 FLASH 中的应用程序代码加载至系统内存 RAM 中,并跳转到应用程序入口开始运行;当 BootLoader 接收到上位机发送的下载命令后,它会通过 CAN 总线从上位机上将应用程序代码下载下来并烧写到电控单元的 FLASH 中存储起来,从而实现 VCU 的在线程序下载功能^[2]。

本文主要是基于 UDS 诊断服务协议,将上位机发送的数据经 USB 转 CAN 接口转换器转换成 CAN 帧,发送至下位机的 CAN 接收缓冲区,下位机接收到信息处理后作出应答,并将数据帧通过 USB 转 CAN 接口转换器发送至上位机形成循环,实现信息交互。图 1 为 CAN BootLoader 系统架构图。



图 1 CAN BootLoader 系统架构图

UDS(Unified Diagnostic Services) 诊断服务协议^[2]即 ISO 14229 统一诊断服务,是 ISO 国际标准化组织为实现车辆电子系统故障诊断服务而制定的统一国际标准。通过读取数据流获取 VCU 内部状态信息,是 PC 上位机与整车 VCU 之间通信必不可少的一部分。在诊断规范中,定义了上位机和整车 VCU 之间的请求响应规则,以及对于请求报文时整车 VCU 的处理行为^[3]。

基于 UDS 协议的 CAN BootLoader 在线程序升级刷新操作,需要依照 UDS 协议规则来处理会话,用到相关的 UDS 服务有 VCU 握手识别、数据之间的

作者简介:余莹莹(1990—),女,硕士;工程师;主要从事新能源客车整车控制开发和软件测试工作。

交互、FLASH 擦除、数据写入及擦写保护等。

2 CAN BootLoader 各部分具体设计

2.1 CAN BootLoader PC 上位机设计

CAN BootLoader PC 上位机是一个下载工具,主要用于配合 VCU 下位机 BootLoader 读取和下载升级应用程序代码。对于本文所使用的 MPC5534 芯片,通过其集成开发环境对应用程序进行编译后,生成下载所需的 S19 文件^[4]。本文使用 Microsoft Visual Studio 软件设计 CAN BootLoader 的 PC 上位机通信界面,如图 2 所示。



图2 CAN BootLoader 上位机通信界面

在 PC 上位机程序中直接设置好发送帧类型、CAN 通道以及发送 ID 号等参数,在其通信界面上选择相应的目标设备以及波特率后,点击 Connect 按钮,初始化 CAN 成功后,点击界面上的 OpenFile 按钮,在文件路径选择目标 S19 文件,点击 Program 按钮,让 PC 上位机与 VCU 下位机建立 CAN 通信连接。当 PC 上位机和 VCU 下位机基于 UDS 协议规则流程成功握手后,PC 上位机通过 CAN 总线不断向 VCU 下位机发送程序下载命令并等待来自下位机的响应,同时在上位机通信界面 Record 显示框中观察接收到的 CAN 数据帧及相关信息。当目标 S19 文件全部解析并下载完成后,VCU 的新程序就升级完毕。

2.2 CAN BootLoader 下载流程设计

VCU 下位机与 PC 上位机之间需通过 UDS 协议的下载流程规则来处理会话。本文 UDS_BootLoader 下载流程如图 3 所示,主要内容如下:

1) 首先进入待机握手阶段,PC 上位机发送诊断会话扩展模式请求,VCU 下位机肯定响应后进入 BootLoader 下载过程^[5]。

2) 在程序下载之前,需进入安全访问服务。

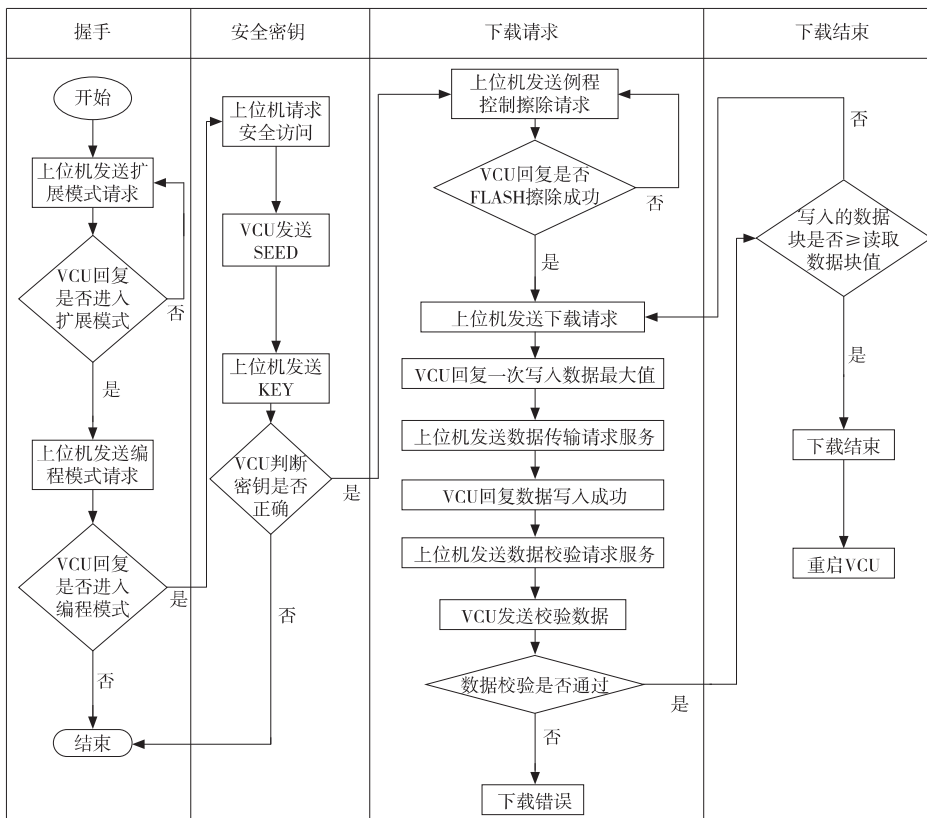


图3 UDS_BootLoader 流程图

3) 更新主程序之前,PC 上位机需请求擦除 FLASH 服务,VCU 下位机给予肯定响应后,此时程序擦除完毕。

4) 上位机发送下载服务请求 VCU 肯定响应。

5) 上位机接收到下载确认请求后,开始解析应用程序代码,通过 CAN 总线循环发送给 VCU,进行数据传输。

6) 上位机将数据校验码发送给 VCU,VCU 对接收到的数据进行校验比对后,给予肯定响应,完成数据校验。

7) 上位机向 VCU 发送下载结束请求,VCU 给出肯定应答后,下载数据完毕。

8) VCU 复位重启后运行应用程序,程序刷写升级完成。

2.3 CAN BootLoader 的 VCU 下位机实现

VCU 下位机按照 UDS 协议对 PC 上位机的请求进行响应。车辆上电后,嵌入式芯片一般都会在 FLASH 存储区首地址寻找程序代码并执行。FLASH 存储空间由 BootLoader 程序和应用程序共同占据^[6]。BootLoader 是用户应用程序运行之前运行的一段程序,对硬件进行相应的初始化和设定,最终为操作系统准备好环境^[7]。因此,CAN BootLoader 的嵌入式系统会在 FLASH 的起始段为 BootLoader 专门开辟一个较小的存储空间。BootLoader 代码作为芯片上电后需要最先运行的程序^[8],其中断向量表首地址会与 FLASH 存储区首地址一致,而应用程序作为被引导的程序代码,则需配置在剩余空间内。

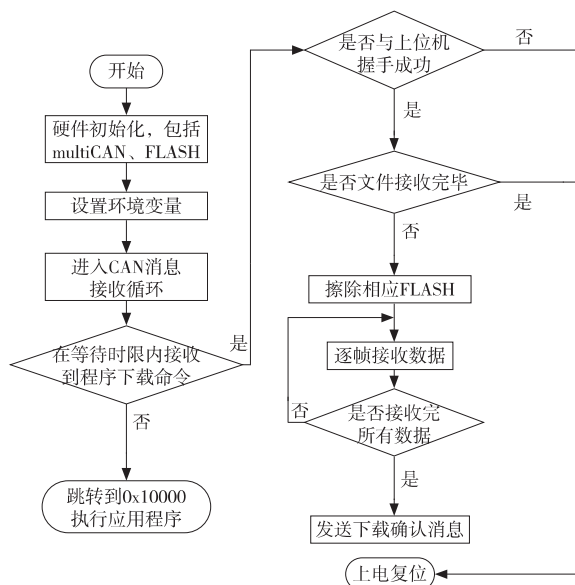


图4 VCU 下位机 BootLoader 整体流程图

CAN BootLoader 上位机与下位机的 CAN 信息交互,均使用标准帧 ID^[9]。本文中的下位机 CAN BootLoader 主要基于 CodeWarrior 5.1 软件开发,采用 UDS 协议规则对 BootLoader 存储空间实现读取、写入以及擦除功能。其整体流程^[10]如图 4 所示。

3 CAN BootLoader 功能测试验证

基于 UDS 协议的 CAN BootLoader 开发好后,通过 BootLoader 上位机下载工具可以对 VCU 下位机内的 BootLoader 进行功能测试,具体测试方法如下:

1) 首先将装有上位机软件的 PC 机和事先刷写好 BootLoader 的 VCU 下位机通过 PCAN 卡相连,通过 CAN 总线建立通信,并在上位机上监测 CAN 通信信息。

2) 当 VCU 下位机上电时,启动上位机,CAN 初始化成功后向下位机发送握手请求。

3) 上位机和下位机建立连接后,将目标 S19 文件加载至上位机中,并对下位机发送下载请求,按照图 3 所示的 UDS_BootLoader 流程,将应用程序顺利地下载至 VCU 下位机中,此时上位机通信界面上可以实时监测程序下载完成情况以及 CAN 报文信息,部分结果如图 5 所示。

6)	2 592.7	Rx	022B	8	02 10 03 00 00 00 00 00
7)	2 594.3	Rx	0123	8	02 50 03 00 00 00 00 00
8)	3 102.2	Rx	022B	8	02 10 02 00 00 00 00 00
9)	3 103.8	Rx	0123	8	02 50 02 00 00 00 00 00
10)	3 608.1	Rx	022B	8	02 27 01 00 00 00 00 00
11)	3 609.7	Rx	0123	8	02 67 01 02 03 04 00 00
12)	3 611.7	Rx	022B	8	06 27 02 A7 74 2E 42 00
13)	3 613.3	Rx	0123	8	06 67 02 00 00 00 00 00

图5 下载 CAN 报文信息

4) 重启 VCU 下位机,并下载一个与之前不同的应用程序,下载完成后,VCU 下位机重启上电。通过上位机监测 CAN 总线报文,发现下载至下位机中的应用程序已被更换。

经过以上多次反复测试后,验证结果表明该 CAN BootLoader 在不同应用程序的刷写效率、刷写成功率以及稳定性上都满足设计需求,能够很好地实现应用程序的下载和升级功能。刷写测试数据如下:文件大小分别为 10 kB、35 kB、133 kB、254 kB,对应的刷写时间分别为 3.0 s、10.2 s、38.1 s、72.2 s,刷写次数都为 15 次,都刷写成功。

4 结束语

本文阐述了基于UDS协议的系统总体架构,设计了UDS_BootLoader通信流程,将应用程序S19文件通过CAN总线从设计的BootLoader PC上位机界面下载至所开发的VCU下位机FLASH中进行功能测试。结果表明,该CAN BootLoader能够快速、稳定地实现对VCU下位机的软件更新,为以后的升级OTA打下了基础。

参考文献:

- [1] 马建辉,于良杰,王勇,等.基于UDS on CAN的BootLoader设计[J].单片机与嵌入式系统应用,2019,19(3):7-9.
- [2] 刘乐乐.基于CAN FD的车载BootLoader研究与实现[D].北京:中国地质大学,2017.
- [3] 张成雨,杨朝阳,单志文.基于CAN总线的车载应用Boot-Loader设计[J].湖北汽车工业学院学报,2017,31(4):67-70.
- [4] 姚燕.基于ISO15765的车载CAN网络上位机诊断软件设计[D].重庆:重庆邮电大学,2011.
- [5] 詹克旭.基于UDS协议的汽车ECU升级方案[J].计算机应用与软件,2019,36(1):191-196.
- [6] 汪春华,白稳峰,刘胤博,等.基于CAN总线UDS服务BootLoader应用开发[J].电子测量技术,2017,40(2):166-170.
- [7] 蒋建春,陈洪霞,郑太雄.基于CCP的ECU在线编程技术的实现[J].计算机工程,2011,37(5):241-243.
- [8] 刘坤,韩朝智.浅析基于ARM嵌入式开发BootLoader设计及其实现[J].电子技术与软件工程,2016(2):203-204.
- [9] 聂幸福,孟晨兴.基于UDS的BootLoader上位机实现[J].汽车工业研究,2018(7):26-29.
- [10] 陈彤,黄立梅.一种用于汽车电控单元CAN BootLoader的设计与实现[J].汽车实用技术,2016(9):156-160.

收稿日期:2020-05-06

第二期中国巴士与客车技术国际网络论坛成功举办

日前,由招商局检测认证(重庆)有限公司、重庆车辆检测研究院、世界客车博览(Busworld)共同主办的第二期中国巴士与客车技术国际网络论坛成功举办。本次论坛以“客运车辆碰撞安全性能及乘员保护研讨会——将中国运输安全政策、标准、技术推向世界”为主题,吸引了国内外3.5万余人次上线观看。

世界客车博览(Busworld)主任Jan Deman,比利时道路安全研究所(VIAS)参议Patrik Ferwerda,交通运输部汽车运输研究中心主任周炜,招商局检测认证(重庆)有限公司副总经理、重庆车检院董事长倪平,重庆车检院总经理、国家客车质量监督检验中心/国家智能网联汽车质量检验中心(重庆)主任刘昌仁等出席本次论坛,并在论坛上致辞。全国公共交通学科首席科学传播专家王健主持论坛。

在论坛上,交通运输部汽车运输研究中心主任周炜分享了客运运输公共安全政策趋势,重庆车检院碰撞试验研究部副部长王欣介绍了客车正面碰撞标准制订的相关情况,比利时道路安全研究所(VIAS)参议Patrik Ferwerda介绍了欧洲客车正面碰撞现有标准及发展趋势,金龙客车工程研究院吴长风经理分享了大客车前碰撞传力路径规划与乘员保护技术,重庆车检院高级工程师覃祯员介绍了中国客车正面碰撞评价方法及测试结果分析。参会专家和企业代表畅所欲言,共同探讨客车安全性能提升策略,分享客车碰撞试验研究成果,促进了中外客车安全领域的经验交流,也带动了中国标准、技术“走出去”。

议题分享交流结束后,参会嘉宾分别围绕如何开展客车碰撞研发测试、如何利用技术手段提升客车安全性能等问题,回答了主持人和参会人员的提问。

(重庆车检院祝阳供稿)