

基于麒麟嵌入式操作系统的车载智能终端软件远程升级的设计与实现*

杜列波¹, 涂青¹, 罗武胜¹, 冉再²

(1. 国防科技大学 机电工程与自动化学院, 湖南 长沙 410073;
2. 湖南大学 信息科学与工程学院, 湖南 长沙 410082)

摘要:为解决基于麒麟嵌入式操作系统的车载智能终端实际应用中的软件升级问题,提出了利用GPRS技术、IAP编程方式、应答机制、断点续传技术和校验机制实现嵌入式系统的软件远程升级方案,保证了数据传输的实时性、快速性、准确性和可靠性,并且通过各种实验模拟了升级过程中的异常情况,实验结果表明,所提出的方案能保证终端正确可靠地完成软件的远程升级,这也就验证了该远程升级方案的可行性。

关键词:车载终端;远程升级;麒麟;嵌入式操作系统

中图分类号:TH873.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1011-2486(2012)04-0095-04

Design and implementation of software remote updating in a vehicle-mounted intelligent terminal based on Kylin embedded operating system

DU Liebo¹, TU Qing¹, LUO Wusheng¹, RAN Zai²

(1. College of Mechatronics Engineering and Automation, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China;
2. Institute of Communication Technology and Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China)

Abstract: In order to achieve the software remote updating of the vehicle-mounted intelligent terminal based on the Kylin operating system, a design is proposed. The GPRS technology, IAP method, response mechanism, technique of resume from transfer breakpoint and checkout mechanism were applied to the design to insure the real-time, veracity and reliability of during the updating process. A series of experiments were conducted to simulate the exception during the updating process. The results show that the software of remote updating of the terminal applying the design proposed can still complete exactly in all exceptional experiments.

Key words: vehicle-mounted terminal; remote updating; Kylin; embedded operating system

受国家核高基重大专项“国产基础软件在中国邮政的重大应用示范”项目资助,作者及其团队成员开发出了一款具有我国自主知识产权的车载智能终端。该终端基于ARM9硬件平台和国产麒麟嵌入式操作系统,区别于传统的车载终端,智能终端主要体现在构成终端的硬件平台基础之上,利用麒麟嵌入式操作系统对硬件资源和应用程序高效而可靠的管理,进而实现终端的相关功能。在智能终端的系统的构架下,应用程序无需对硬件直接操作,其变更不影响系统的底层硬件和接口驱动模块。基于此优势,设计了智能终端应用程序远程升级机制,以提高终端的升级和维护效率,并减少因此而带来的人力成本。这也在很大程度上体现了智能终端相较于传统终端的优越性。

1 系统的总体构架设计

麒麟终端的系统构架如图1所示,以ARM9处理器,外围分别接一个可IAP方式编程的FLASH、铁电存储器 and GPRS通信模块以及其他硬件模块。另外,还有在远端的信息中心和升级中心与终端配套使用。FLASH存储器存储着麒麟嵌入式操作系统的内核和文件系统;铁电存储器用来存储掉电非易失程序运行重要参数和车辆重要状态;GPRS模块自带TCP/IP协议栈,用来与上述两个中心进行数据通信。信息中心和升级中心是两台远程网络服务器,其中信息中心主要负责发送控制命令和接收终端上报的数据,升级中心仅负责传输与升级有关的数据。考虑到其他的模块与本文所阐述的应用程序升级不相关,在

* 收稿日期:2012-01-18

基金项目:核高基重大专项资助项目(2010ZX01045-001-007)

作者简介:杜列波(1980—),男,湖南石门人,讲师,博士,E-mail:liebod@163.com

此不作更多的描述。

麒麟终端正常运行时,终端通过 GPRS 网络拨号与信息中心连接,信息中心发送相应指令实现对车辆的控制,并且接收终端上报的车辆状态数据。当需要对终端的软件升级时,信息中心即向终端发送程序升级指令,通知终端进行升级准备,终端退出低功耗模式,关闭所有中断,停止服务,并向信息中心回复确认命令后,断开与信息中心的网络连接,并重新拨号至升级中心。

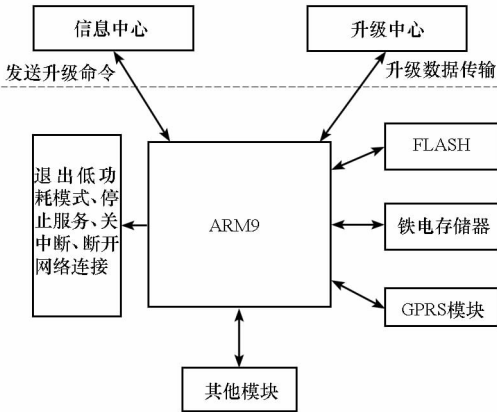


图 1 麒麟终端系统构架

Fig. 1 Architecture of kylin teminal system

2 远程升级的可行性分析

2.1 GPRS 网络通信

GPRS 网络无需布线,具有“实时在线”、“快捷登陆”、“高速传输”的特点,只要远程终端在移动公网覆盖的范围内,均可实现升级数据的远程传输^[1-3]。GPRS 理论带宽可达 171.2Kbit/s,实际应用带宽大约在 40~100 Kbit/s,能提供 TCP/IP 连接,以用于 INTERNET 连接、数据传输等应用,特别适用于间断的、突发性的和频繁的、点多分散、中小流量的数据传输。同时,GPRS 采用分组的方式来传送车载单元和信息中心需要交换的信息数据,为车辆监控系统提供了一种灵活、便捷的通信手段,在一定程度上减小了数据传输和发布的时延。

2.2 FLASH 存储器的 IAP 编程方式

对终端应用程序的远程升级需对 FLASH 存储器的数据进行擦除和写入,目前对 FLASH 存储器的编程主要包括了 JTAG、ISP 和 IAP 3 种方式^[4-6];JTAG 编程方式主要用于初期系统的实验室开发和调试;ISP 方式需提供硬件资源和中止软件运行完成升级^[7];IAP 方式则允许在应用程序的正常运行下实现对 FLASH 存储器的另一段区域的程序代码进行读/写操作,甚至可以控制对

某段、某页、某个字的读写操作,这就为数据的存储和程序的升级提供了极大的灵活性^[8]。

3 远程升级的技术支持

实现数据可靠而快速地传输是远程升级过程中的核心问题,利用 GPRS 传输数据过程中,可能因为环境或人为原因造成传输延时和中断,亦会出现通信误码的情况,本文分别从高效性和可靠性两方面研究制定了相关机制,为远程升级提供了技术支持。

3.1 远程升级的高效性设计

3.1.1 分包传输机制

终端的应用程序通常在 100K 以上,直接传输耗时长、可靠性差,为了快速而准确地传输数据,升级中心先对程序进行分包处理,然后以每个升级包为基本单元进行分包传输。升级包的基本格式为包头+内容+校验码+包尾,其中包头、包尾和校验码均为 4 字节,包的内容长度为 1024 字节,因此一个完整的升级包总长度应为 1036 字节。分包传输时,终端以包头和包尾为标示判别一个完整升级包,然后将内容与校验码提取并放入缓存区等待下一步操作。

3.1.2 断点续传技术

分包传输机制同时也是断点续传技术的前提,如若在升级过程中出现断网或断电等升级被迫中止的情况,为了提高升级效率,避免恢复升级后从头接收升级包,在此采用断点续传技术。断点续传技术就是将整个升级程序的各升级包按顺序编号,设置各升级包的 ID 号分别为 SendPackIndex,其中 SendPackIndex 为 1,2,⋯,N,终端在接收升级包时将升级包的 ID 号 SendPackIndex 写入铁电存储器。如发生断网或断电等情况,在终端重新启动或网络重新连接后,终端先从铁电存储器读取升级配置,包括升级标志位 UpdateFlag,接收到的最新一次升级包的 ID 号 SendPackIndex。断点续传升级流程如图 2 所示,若 UpdateFlag=0,表明系统不在升级状态,则终端正常运行;若 UpdateFlag=1,表明系统在升级状态,终端向升级中心发送升级请求指令,从断点处 SendPackIndex 开始升级操作,并且请求升级中心续传 ID 为 SendPackIndex 的升级包,从而避免将此前已接收并通过校验的升级包重复接收,实现断点续传功能,极大地提高了升级效率。

3.2 远程升级的可靠性设计

3.2.1 远程升级的运行原理

在终端中有两个版本的应用程序 APP1,

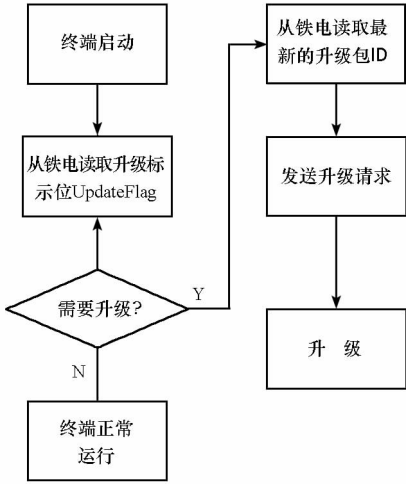


图 2 断点续传升级流程

Fig. 2 Process of resume from transfer breakpoint

APP2,其对应的版本序号分别为 VER1 和 VER2,这两个参数存储在铁电存储器中。麒麟终端应用程序远程升级运行原理如图 3 所示,终端上电启动后,先根据自运行配置文件 rcS 设置的参数运行升级管理程序。升级管理程序首先读取升级标志,判断是否需要升级,如需升级则终端进入升级流程,如无需升级,则读取铁电存储器中的版本号,并调用版本号最高的应用程序在终端运行,另一应用程序视作备份程序。

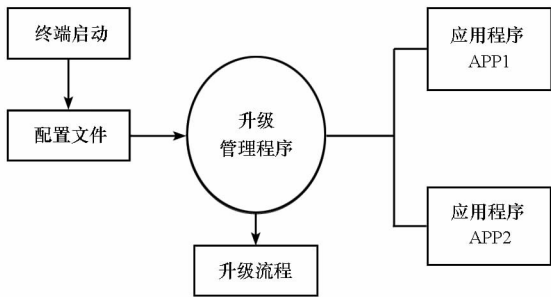


图 3 远程升级的运行原理

Fig. 3 Principle of software remote updating

3.2.2 远程升级的备份机制

为了防止更新的升级程序出现错误而导致终端无法正常运行,在应用程序中采用了“看门狗”机制,应用程序定时向主程序“喂狗”,一旦“喂狗”超时表明应用程序运行中止,此时主程序重启终端并运行备份程序,同时向升级中心发送升级程序错误信息指令,流程如图 4 所示。

为了实现备份机制,在 FLASH 存储器中划分主程序区、应用程序 1 区、应用程序 2 区,其中应用程序 1、2 区分别存放正在执行的应用程序和升级的应用程序。当终端执行 1 区的应用程序时,则将接收到的升级程序存放在应用程序 2 区并更新 APP2 的版本号;反之,当终端执行 2 区的

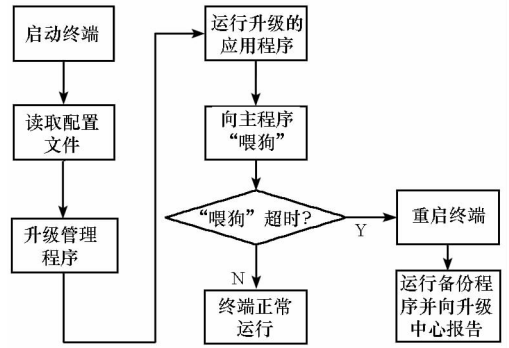


图 4 远程升级备份机制

Fig. 4 Backup mechanism of software remote updating

应用程序时,则将接收到的升级程序存放在应用程序 1 区并更新 APP1 的版本号。终端的运行原理保证了执行的是最新的应用程序,同时备份机制也确保了在更新后的应用程序无法正常运行的情况下,终端能够恢复到原来已成熟运行的应用程序版本,避免了由程序远程升级导致的终端软件系统崩溃的情况,提高了远程升级的可靠性。

3.2.3 远程升级的数据交互机制

上述的运行原理和备份机制为终端远程升级提供了宏观的可靠性保障,同时在升级中心与终端的数据交互过程中,采用了远程升级的数据交互机制确保终端能及时而准确地接收到完整的升级数据,其中数据交互机制包括了应答机制和校验机制。

应答机制:在进行分包传输时,采用了终端与升级中心一问一答的应答机制可靠地完成升级包的接收、校验与存放操作,终端向升级中心发送升级请求命令,升级中心接收到指令后向终端反馈对应的应答指令并且发送终端期望的数据。如果终端没有按时接收到指令和数据,则采用应答超时机制,进行应答超时操作。

校验机制:数据的传输过程中难免存在误码现象,通常有效地解决办法就是采用 CRC 循环冗余校验码。CRC 校验是数据通信领域中最常用的一种差错校验码,其特征是信息字段和校验字段的长度可以任意选定。本文采用的是四位校验码机制,每个升级包的内容以间隔 4 个长度进行一次异或运算,最终得到 4 位校验码 XOR[0] ~ XOR[3]。校验机制中,升级中心和终端分别独立地对升级包进行校验,得到各自的校验码 PackXOR 和 XOR,然后依次比较 PackXOR[i] 与 XOR[i] 是否相等,如相等则表示校验通过,否则校验未通过。

远程升级的数据交互机制如图 5 所示,其具体流程为:终端与升级中心实现通信后,正式进行

升级操作。首先,终端向升级中心发送“REQ”升级请求命令,升级中心向终端返回同意升级请求“OK”指令并发送相关升级信息,包括整个升级文件的长度、升级包的数量。然后,终端开始接收升级包的操作。如若终端欲接收 ID 号为 SendPackIndex 的升级包,终端先向升级中心发送请求指令“SendPackIndex”,中心接收到请求指令后返回“OK”指令并向终端传输 ID 号为 SendPackIndex 的升级包。若终端在设定的时间内未收到应答信号,将应答超时计数器“OverTime”加 1 并重发请求“SendPackIndex”继续升级操作,若终端此后接收到应答信号,将 OverTime 置 0 并校验接收到的升级包;若 OverTime = 5,保存请求接收的升级包 ID 号 SendPackIndex,进入断点续传,并将升级失败结果及原因告知升级中心。同样,对接收到的升级包进行校验时,如果校验未通过,将校验计数器“CheckTime”加 1 并重新对该升级包校验,若此后校验通过,将 CheckTime 置 0;如 CheckTime = 5,保存校验的升级包 ID 号 SendPackIndex,进入断点续传,并将升级失败结果及原因告知升级中心。当终端完成 ID 号为 SendPackIndex 的升级包接收、校验操作后,根据当前应用程序运行的区域,将升级包存放到相应的应用程序存储区。终端接收、校验并成功保存所有升级包后,向升级中心发送“升级成功”指令,重启并执行升级后的应用程序。

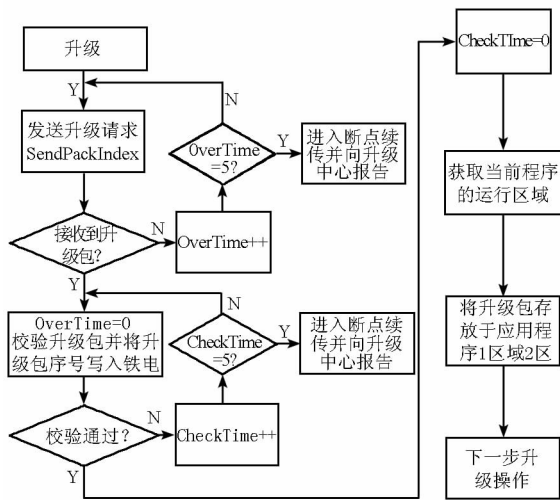


图 5 远程升级的数据交互机制

Fig.5 Data response mechanism of software remote updating

4 结束语

采用 SOCKET 技术分别搭建信息中心和升级中心平台,对升级过程中断电、断网等异常情况和人为升级不正确的应用程序一一进行了模拟实验。实验中,终端均能够在异常环境恢复正常后准确可靠地完成升级,并运行正确的最新应用程序版本,这也就验证了本文所设计的基于麒麟嵌入式操作系统的车载智能终端软件远程升级方案的可行性及优越性。

参考文献 (References)

[1] 彭井花,蔡声镇,吴允平,等. 基于 GPRS 的嵌入式系统软件的远程在线升级[J]. 现代电子技术, 2009(4): 47 - 50. PENG Jinghua, CAI Shengzhen, WU Yumping, et al. Remote on-line upgrade of embedded system's software based on GPRS [J]. Journal of Modern Electronics Technique, 2009(4): 47 - 50. (in Chinese)

[2] 何宾,朱红林. 基于 GPRS 的 DSP 程序远程升级的研究与实现[J]. 计算机工程与设计, 2010,31(15): 3390 - 3392. HE Bin, ZHU Honglin. Research and implementation of DSP remote update based on GPRS [J]. Journal of Computer Engineering and Design, 2010, 31(5): 3390 - 3392. (in Chinese)

[3] Ming Yang, Feilong Zhu. The design of remote update system based on GPRS technology [C]//2010 International Conference on Management and Service Science, 2010: 330 - 334.

[4] Syed Masud Mahmud, Iriona Hossain. Secure software upload in an intelligent vehicle via wireless communication links [C]//IEEE Intelligent Vehicle Symposium Proceedings, 2005: 588 - 593.

[5] Iriona Hossain, Syed Masud Mahmud, Moon Ho Hwang. Performance evaluation of mobile multicast session initialization techniques for remote software upload in vehicle ECUs [C]//IEEE Vehicular Technology Conference, 2010: 15 - 18.

[6] Benoit Badrignans, Reouven Elbaz, Lionel Torres. Secure update mechanism for remote update of FPGA-based system [C]// SIES' 2008 - 3rd International Symposium on Industrial Embedded System, 2008: 221 - 224.

[7] 韦文祥,刘晓莉,曾位发. 基于 ARM 和 GPRS 的嵌入式远程 IAP 在配变监控终端上的实现[J]. 电气应用, 2006, 25: 88 - 90. WEI Wenxiang, LIU Xiaoli, ZENG Weifa. The embedded remote IAP in application of monitoring of power distribution terminal based on ARM and GPRS [J]. Journal of Electrotechnical Application, 2006, 25: 88 - 90. (in Chinese)

[8] 朱飞龙,杨鸣. 基于 IAP 功能单片机的远程更新系统设计[J]. 机电工程, 2010(9): 76 - 79. ZHU Feilong, YANG Ming. Design of remote update system based on the SCM with IAP function [J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2010(9): 76 - 79. (in Chinese)