

基于 DRM 标准的数字广播接收终端设计与实现

贺喆

内蒙古自治区广播电视传输发射中心 839 台

DOI:10.12238/etd.v6i6.16774

[摘要] 基于DRM标准,对数字广播接收终端开展需求分析,明确功能、性能与用户需求。设计上采用模块化与分层架构,硬件围绕核心处理器、信号接收模块等进行选型与电路设计,软件结合嵌入式系统实现多模块功能。实现过程中,严格完成硬件组装调试与软件编程测试,通过系统测试优化,确保终端具备良好的广播接收、版权管理功能,性能稳定且满足多场景使用需求。

[关键词] DRM标准; 数字广播; 接收终端; 设计与实现

中图分类号: TN934.3 **文献标识码:** A

Design and Implementation of Digital Broadcast Receiving Terminal Based on DRM Standard

Zhe He

Inner Mongolia Autonomous Region Radio and Television Transmission and Emission Center Station 839

[Abstract] Based on the DRM standard, a requirements analysis is conducted for digital broadcasting receiving terminals to clarify functional, performance, and user needs. The design employs a modular and layered architecture, with hardware selection and circuit design centered around core processors and signal reception modules. Software, integrated with an embedded system, enables multi-module functionality. During implementation, rigorous hardware assembly, debugging, software programming, and testing are carried out. Through system testing and optimization, the terminal is ensured to possess reliable broadcast reception and copyright management functions, stable performance, and the ability to meet the demands of diverse usage scenarios.

[Key words] DRM standard; digital broadcasting; receiving terminal; design and implementation

1 DRM标准概述

数字版权管理 (DRM) 标准, 是为保护数字内容版权、规范使用行为而构建的综合性技术与管理规范。在数字内容快速传播的时代, 盗版、非法复制等行为频发, 严重损害版权所有者利益, DRM标准应运而生。早期DRM技术以加密为主, 防止未经授权访问。随着技术发展与应用场景拓展, 其融合数字水印、身份认证、权限管理等技术, 形成更完善体系, 广泛应用于音乐、影视、软件等领域。在数字广播领域, DRM标准不仅能保护广播内容版权, 还能实现高效内容分发与管理^[1]。其系统架构包含内容服务器、许可证服务器、客户端设备和通信网络, 各模块协同运作。关键技术涵盖加密技术保障内容安全、数字水印追踪侵权、身份认证与权限管理规范使用、数字签名确保内容完整真实, 为数字内容产业健康发展提供重要支撑。

2 基于DRM标准的数字广播接收终端需求分析

2.1 功能需求分析

基于DRM标准的数字广播接收终端, 功能需求涵盖内容接收、处理播放及DRM版权保护管理。内容接收上, 需具备高效稳

定信号接收能力, 能接收不同频段、调制方式的信号, 在复杂电磁环境稳定获取内容; 支持MP3、AAC、H. 264等多种解码格式, 流畅播放各类节目。为方便用户操作管理, 终端应具备节目搜索、频道存储、定时播放等功能, 助用户快速找到节目并安排收听观看时间。DRM功能方面, 终端要与许可证服务器安全通信, 实现用户身份认证、许可证获取验证与管理。用户请求播放受保护内容时, 终端发送用户信息验证, 获授权后下载验证许可证, 合法有效才解密播放, 且具备许可证有效期管理功能, 及时提醒用户处理, 保障正常使用。

2.2 性能需求分析

性能需求是衡量基于DRM标准的数字广播接收终端质量和用户体验的重要指标。在信号接收性能上, 终端应具备较高的灵敏度和抗干扰能力, 能够在信号较弱或存在干扰的环境中稳定接收数字广播信号, 减少信号中断和卡顿现象的发生。同时终端对信号的解码和处理速度也至关重要, 要能够快速准确地解码数字广播内容, 确保播放的流畅性, 避免出现音视频不同步、延迟等问题。在数据处理性能方面, 随着数字广播内容分辨率的不

断提高和功能的日益丰富,终端需要具备强大的数据处理能力。无论是对高清视频的解码播放,还是对复杂DRM操作的处理,都要求终端的处理器、内存等硬件组件具备较高的性能,以保证系统的稳定运行和快速响应。终端的存储性能也不容忽视,需要具备足够的存储空间来缓存广播内容、存储用户设置和许可证信息等,并且具备快速的数据读写速度,以便用户能够迅速访问和使用相关数据。在功耗性能方面,对于便携式数字广播接收终端,如手持收音机、车载接收设备等,低功耗设计尤为重要。通过优化硬件电路设计和软件算法,降低终端在运行过程中的功耗,延长电池续航时间,满足用户长时间使用的需求。

2.3 用户需求分析

用户需求是设计和开发基于DRM标准的数字广播接收终端的出发点和落脚点。从用户操作便捷性角度来看,终端应具备简洁直观的用户界面,操作流程简单易懂,方便不同年龄层次和技术水平的用户使用。终端还应支持语音控制功能,进一步提升操作的便捷性和趣味性。在个性化需求方面,用户希望能够根据自己的喜好定制接收终端的功能和界面^[2]。在家庭场景中,用户可能更注重终端的音质和画质表现,以及与家庭音响、电视等设备的连接和兼容性;在车载场景中,终端需要具备良好的抗震性能和抗电磁干扰能力,并且操作要方便驾驶员在驾驶过程中安全使用;在户外场景中,终端则需要具备小巧便携、防水防尘、长续航等特点,满足用户随时随地收听广播的需求。

3 基于DRM标准的数字广播接收终端设计

3.1 系统总体设计

基于DRM标准的数字广播接收终端系统总体设计,需要综合考虑功能需求、性能需求和用户需求,构建一个结构合理、功能完善、性能稳定的终端系统。系统采用模块化设计理念,将整个终端系统划分为信号接收模块、数据处理模块、DRM管理模块、用户交互模块和电源管理模块等多个功能模块。各模块之间既相互独立,又通过标准化的接口进行通信和协作,便于系统的开发、调试和维护。信号接收模块负责接收数字广播信号,并将其转换为数字信号;数据处理模块对接收的数字信号进行解码、处理和存储;DRM管理模块实现与许可证服务器的通信,完成用户身份认证、许可证获取与验证等功能;用户交互模块为用户提供操作界面和交互功能;电源管理模块则负责为整个系统提供稳定的电源供应,并实现节能管理。在系统架构设计上,采用分层架构模式,分为硬件层、驱动层、操作系统层和应用层。硬件层是系统的物理基础,包括各种硬件组件;驱动层负责驱动硬件设备,实现硬件与操作系统之间的通信;操作系统层为应用程序提供运行环境和基础服务;应用层则实现终端的各种功能应用,如广播播放、DRM管理、用户界面等。这种分层架构模式使系统具有良好的扩展性和移植性,便于根据不同的需求对系统进行升级和优化。

3.2 硬件设计

硬件设计是基于DRM标准的数字广播接收终端实现的重要基础,直接影响终端的性能和功能。在硬件设计中,核心处理器的选择至关重要。应根据终端的功能需求和性能要求,选择具有

足够计算能力和处理速度的处理器。信号接收模块的设计决定了终端的信号接收能力。该模块通常包括天线、射频前端电路和数字信号处理芯片。天线的设计要根据数字广播信号的频段和特性进行优化,以提高信号接收的灵敏度和方向性;射频前端电路负责对天线接收的信号进行放大、滤波和变频处理,将其转换为适合数字信号处理芯片处理的中频或基带信号;数字信号处理芯片则对信号进行解调、解码等处理,提取出广播内容的数字信号。存储设备的选择也不容忽视,为了满足终端对广播内容缓存、用户数据存储和许可证管理的需求,需要配置足够容量的存储设备,如闪存(Flash)、内存(RAM)等。同时要考虑存储设备的读写速度和可靠性,确保数据的快速存储和读取,以及在不同环境下的稳定运行,还需要设计合适的接口电路,实现各硬件模块之间的连接和通信,如USB接口、HDMI接口、蓝牙接口等,以满足终端与外部设备的连接和数据传输需求^[3]。

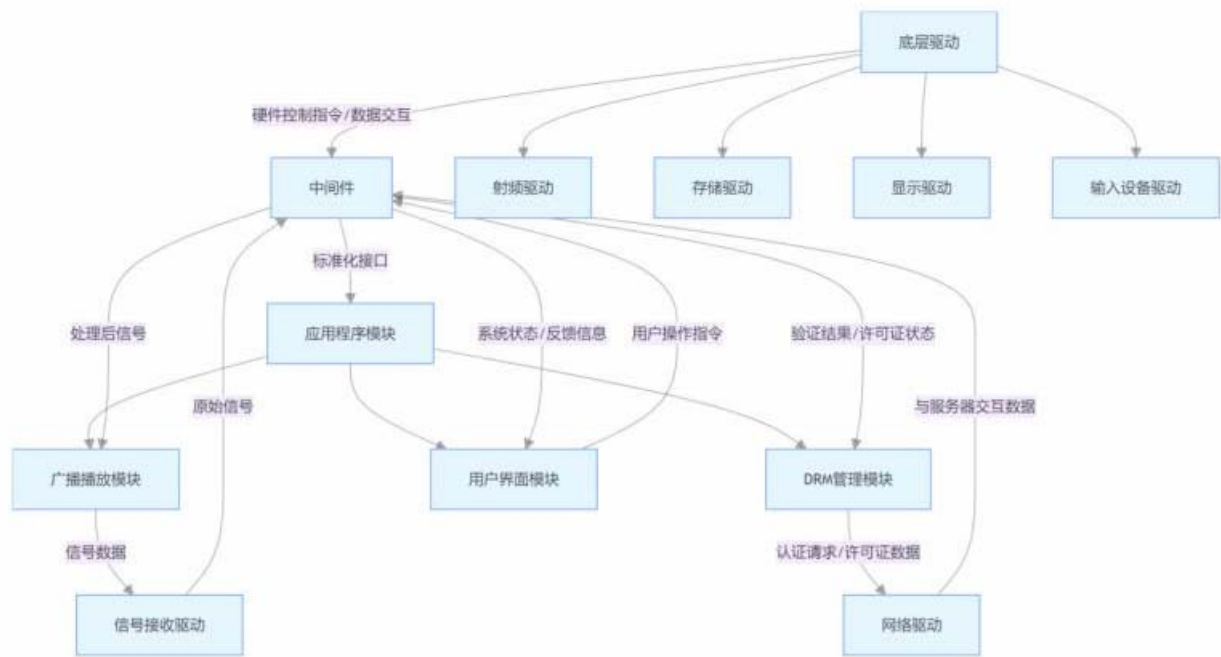
3.3 软件设计

软件设计为基于DRM标准的数字广播接收终端提供功能与体验支持。在操作系统选型上,Linux凭借开源、稳定和高可定制性,适配对成本及性能要求严苛的终端;Android则以丰富应用生态和优质界面,满足复杂功能与注重体验的设备需求。架构设计采用模块化与分层模式,将软件分为底层驱动、中间件和应用程序模块。底层驱动实现硬件交互与控制,中间件搭建系统与应用间数据处理桥梁,应用程序模块集成广播播放、DRM管理、用户界面等核心功能,提升软件可维护与扩展能力。具体功能实现上,广播播放软件支持多格式解码,涵盖节目搜索等操作;DRM管理软件保障与许可证服务器安全通信,完成身份认证及许可证全流程管理;用户界面软件以简洁直观设计优化交互体验。同时,借助开发的测试工具,全面优化软件,确保运行稳定可靠。

4 基于DRM标准的数字广播接收终端实现

4.1 硬件实现

硬件实现是将设计方案转化为物理设备的关键过程,主要涵盖电路设计、元器件选型、PCB制作与组装调试三大环节。电路设计阶段,需依据各硬件模块功能需求,精心设计电路原理图与PCB布局图。原理图设计要确保元器件连接准确、信号传输稳定,同时融入电磁兼容性(EMC)设计,降低电磁干扰对系统性能的影响;PCB布局图则通过合理规划元器件位置、优化走线,提升集成度与可靠性。元器件选型直接关系硬件性能,需严格遵循电路设计要求,挑选性能可靠、质量稳定的器件。对于核心处理器、射频芯片、存储芯片等关键元器件,要开展多轮筛选与性能测试,确保满足设计指标。同时兼顾成本与供货稳定性,选择性价比高、供货周期短的元器件,以控制生产成本、降低生产风险。PCB制作完成后,采用表面贴装(SMT)或插件(THT)技术完成元器件焊接组装,确保焊接质量,避免虚焊、短路等问题。组装后,对硬件设备进行全面测试:先进行功能测试,验证信号接收、数据处理等模块能否正常工作;再开展性能测试,检测信号接收灵敏度、解码速度、功耗等指标;最后通过可靠性测试,模拟不同使用环境,检验设备稳定性,针对测试发现的问题及时优化整改,保障硬件设备达标。



软件系统整体流程图

4.2 软件实现

软件实现是将软件设计方案转化为可运行程序的过程,包括软件开发、编程实现、测试和调试等环节。在软件开发过程中,根据软件设计的功能模块划分,采用相应的编程语言和开发工具进行编程实现。在编程实现过程中,要遵循良好的编程规范和设计模式,提高代码的可读性、可维护性和可扩展性。同时要注重代码的安全性和稳定性,对可能出现的异常情况进行充分的考虑和处理,避免因代码漏洞导致系统故障或安全问题。在软件编写完成后,进行全面的测试和调试。首先进行单元测试,对每个软件模块进行单独测试,检查模块的功能是否正确实现;然后进行集成测试,将各个软件模块集成在一起进行测试,检查模块之间的接口和通信是否正常;最后进行系统测试,模拟用户的实际使用场景,对整个软件系统进行全面测试,检查系统的功能、性能和用户体验是否满足设计要求。根据测试结果,对软件进行优化和改进,修复发现的问题和漏洞,确保软件的质量和稳定性。

4.3 系统测试与优化

系统测试与优化是确保基于DRM标准的数字广播接收终端能够稳定、高效运行的重要环节。功能测试主要检查终端是否实现了设计要求的各项功能,如广播信号接收、节目播放、DRM管理、用户交互等功能是否正常工作;性能测试则对终端的信号接收灵敏度、解码速度、功耗、稳定性等性能指标进行测试和评估,确保终端的性能满足设计要求;兼容性测试主要测试终端与不同广播信号源、外部设备(如音响、电视、电脑等)以及不同版本的DRM系统之间的兼容性,确保终端能够在各种环境下正常工作;安全性测试则对终端的DRM安全机制进行测试,检查

用户身份认证、许可证管理、内容加密等安全功能是否有效,防止出现版权泄露和安全漏洞^[4]。根据系统测试的结果,对终端进行优化和改进。对于功能测试中发现的功能缺陷,及时进行修复和完善;对于性能测试中发现的性能瓶颈,通过优化硬件设计、改进软件算法等方式进行提升;对于兼容性测试中发现的兼容性问题,调整终端的接口和协议,确保与外部设备和系统的良好兼容;对于安全性测试中发现的安全隐患,加强DRM安全机制的设计和实现,提高终端的安全性和可靠性。通过不断的测试和优化,使基于DRM标准的数字广播接收终端达到最佳的性能和用户体验,满足市场需求和用户期望。

5 结束语

本文完成了基于DRM标准的数字广播接收终端从需求分析、设计到实现的全流程研究。通过软硬件协同设计与多轮测试优化,终端实现了高效的广播接收、安全的版权管理。未来,随着数字广播技术发展,可进一步探索终端与新兴技术融合,优化用户体验,提升终端性能,为数字广播的广泛应用提供更坚实的技术支持。

[参考文献]

[1]李萍.DRM中波数字调幅广播系统建设方案研究[J].广播与电视技术,2024,51(02):83-87.
[2]马军.10kW数字调幅广播发射机BPF驻波比故障处理[J].数字传媒研究,2023,40(12):42-43+46.
[3]刘赫.全固态数字调幅广播发射机包络故障的分析与处理[J].数字传媒研究,2023,40(08):30-33.
[4]唐艳,吴文博.DRM数字广播在应急预案中的应用研究[J].数字通信世界,2021(2):61-63,236.