文本

描述已自动生成

本科毕业论文（设计）

开题报告

|  |  |
| --- | --- |
| 题 目 | 基于Rust的跨平台USB驱动 |
|  | 子系统的设计与实现 |
| 学生姓名 | 姚宏伟 |
| 学 号 | 2311729 |
| 学 院 | 信息技术学院 |
| 专业班级 | B21计科10 |
| 指导教师 | 丁菊 |
| 交稿日期 |  |

开题报告

|  |  |
| --- | --- |
| 毕业论文（设计）题目 | 基于Rust的跨平台USB驱动子系统的设计与实现 |
| 课题背景和意义：  随着计算机技术和硬件的发展，USB（Universal Serial Bus）已成为计算机和其他电子设备之间通信和连接的标准接口。USB驱动程序在这些设备之间的通信中起着至关重要的作用。然而，随着国产化的兴起，无数国产操作系统开始涌现，USB作为一种较为复杂的接口(甚至可以确切的说，是最复杂的总线)，其驱动开发起来较为困难，而且传统的USB驱动程序通常针对特定的操作系统进行开发，这导致了跨操作系统的兼容性问题。  当前的USB驱动开发主要面临以下几个挑战：   * 操作系统依赖性强：大多数现有的USB驱动程序是为特定的操作系统设计的，难以在不同操作系统之间移植。 * 维护和更新复杂：由于驱动程序的操作系统依赖性，每次操作系统更新都可能导致驱动程序的兼容性问题，增加了维护和更新的复杂性。 * 安全性和稳定性问题：不同操作系统的底层架构和驱动模型不同，导致驱动程序在跨操作系统使用时可能出现安全性和稳定性问题。   针对这些问题，本课题提出了一个跨架构、跨操作系统的USB HOST驱动框架。该框架支持当前主流的HOST控制器版本，并通过使用Rust编程语言实现，以充分利用Rust的安全性和可移植性。 | |
| 研究的主要内容：  本课题的总体目标是开发一个支持自动加载的跨操作系统USB HOST驱动框架。  具体目标包括：   * 跨操作系统支持：实现驱动框架在多个操作系统（如Windows、Linux、macOS）上的兼容性，确保驱动程序能够在不同操作系统环境中无缝运行。 * 基于事件的数据传输 * 驱动与驱动之间的并行优化 * 动态加载功能：支持驱动模块的按需动态加载，以提高系统的灵活性和资源利用效率。 * 使用Rust编程语言：利用Rust语言的安全性、性能和可移植性，编写操作系统无关的驱动程序，确保驱动程序在多个操作系统和硬件平台上运行的安全性和稳定性。 * 示范性Demo：提供一个完整的示范性Demo，展示驱动框架的基本功能和跨平台能力，包括基本的设备识别、数据传输和错误处理。 | |
| 研究方法（或技术路线）：  本课题将会使用Rust编程语言进行开发，对于USB主机，目前支持XHCI标准，同时，考虑到USB设备的种类仍然在不断增加，需要引入驱动模块的动态加载技术以方便日后的扩展。此外，由于Rust语言本身良好的跨平台移植性，以及结合前人已有的研究，本课题会以移植的便利性为主导方向来设计程序框架。   * Rust编程语言   + 安全性：Rust语言通过编译时的内存安全检查，避免了传统语言中的内存泄漏和非法内存访问问题，保证了驱动程序的安全性。   + 性能：Rust具有接近C/C++的高性能，能够满足驱动程序对性能的要求。   + 可移植性：Rust的跨平台特性使得驱动程序能够在多种操作系统和硬件架构上运行。 * XHCI标准   + 通用性：XHCI（eXtensible Host Controller Interface）是目前主流的USB HOST控制器标准，支持USB 1.x、2.0和3.x设备。   + 技术细节：实现XHCI控制器的驱动程序，支持设备的识别、初始化、数据传输和错误处理等功能。 * 模块化加载技术   + 二进制接口设计：设计一个通用的二进制接口，支持驱动模块的动态加载和卸载，实现按需加载驱动程序的功能。   + 动态链接库（DLL/Shared Library）：使用动态链接库技术实现驱动模块的动态加载和调用，提高系统的灵活性和资源利用效率。 * 设备驱动集合   + 负责驱动程序的加载、卸载和管理，提供统一的接口   + 支持驱动模块的按需加载，实现动态模块加载功能。 * 驱动总线   + 将驱动的运行过程转交给操作系统接管   + 每个连接上的设备都对应一个驱动实例，驱动实例才是有使用功能的的数据对象 * 操作系统/硬件平台行为抽象   + 提供操作系统/硬件架构无关的抽象接口，将驱动程序与具体操作系统解耦，实现跨操作系统的兼容性。   + 定义统一且精简的接口标准，简化驱动程序在不同操作系统间的移植和适配。 * XHCI控制器模块   + 实现XHCI控制器的驱动功能，包括设备识别、初始化、数据传输和错误处理等。 | |
| 预期结果：   * 技术成果   + 跨操作系统USB HOST驱动框架：一个支持多种操作系统的通用USB HOST驱动框架，能够灵活的移植到其他平台。   + 自动加载机制：一个设计完善的二进制接口，支持驱动模块的按需动态加载，提高系统的灵活性和资源利用效率。 * 文档成果   + 项目报告：详细描述项目的背景、意义、需求分析、系统设计和实现过程。   + 使用手册：提供详细的用户手册，帮助用户理解和使用驱动框架，包括安装配置、基本操作和故障排除等。   + 开发文档：详细记录开发过程中的技术细节，包括架构设计、模块接口、代码实现和测试方法等，便于后续维护和开发。 * 代码成果   + GitHub仓库：在GitHub上开源项目代码，便于其他开发者查阅和使用。项目代码仓库链接为[https://github.com/dbydd/UUSBDriver](https://github.com/dbydd/UUSBDriver" \t "_new)。   + 示范性Demo：提供一个完整的示范性Demo，展示驱动框架的基本功能和跨平台能力，包括基本的设备识别、数据传输和错误处理等。   这些成果将为后续的驱动开发和研究提供坚实的基础，并有助于推动跨操作系统USB驱动的标准化和推广应用。 | |
| 参考文献：  [1] H. Peng, M. Payer, USBFuzz: A Framework for Fuzzing USB Drivers by Device Emulation, in: 29th USENIX Security Symposium (USENIX Security 20), USENIX Association, 2025: pp. 2559–2575.  [2] J. Huang, Y. Wang, Research and Application of High-Speed and Adjustable Synchronous Data Transfer System Based on USB 3.0 Peripheral Controller, Journal of Circuits, Systems and Computers. 30 (2021) 2150118.  [3] N. Borgsmüller, The Rust programming language for embedded software development, phdthesis, Technische Hochschule Ingolstadt, 2021.  [4] 韩乃平,李蕾.国产操作系统生态体系建设现状分析[J].信息安全研究,2025,6(10):887-891.  [5] 杨志荣,胡茂海,董理,李守业.FPGA的xHCI协议软核IP设计及应用[J].单片机与嵌入式系统应用,2022,22(12):7-11.  [6] C. Wang, Analyzing the limitations of parallelism in hardware and software through threaded programming, in: Proceedings of 8th International Conference on Computer-Aided Design, Manufacturing, Modeling and Simulation (CDMMS 2023), 2023: pp. 24–29.  [7] 张帅林. 基于嵌入式处理器的高性能中间件软件设计与实现[D].北京理工大学,2021.DOI:10.26948/d.cnki.gbjlu.2018.001581.  [8] 刘巍,黄智勇.国产化实时通信中间件DDS的跨平台实现和优化技术[J].现代雷达,2024,41(07):39-43.DOI:10.16592/j.cnki.1004-7859.2024.07.007.  [9] 王硕,胡飞. 基于数据发布订阅服务的嵌入式通信中间件设计[C]//中国航空学会.第九届中国航空学会青年科技论坛论文集.中航出版传媒有限责任公司（China Aviation Publishing & Media CO.,2025:8.DOI:10.26914/c.cnkihy.2025.052267.  [10] 李荣.2022年物联网应用趋势[J].计算机与网络,2021,47(21):42-44. | |
| 毕业论文（设计）进度计划（含起止时间、毕业论文（设计）各阶段内容）：  教师下达任务书、学生查阅文献资料，对基于Rust的跨平台USB驱动子系统的设计与实现进行调研、撰写开题报告 2024-09-05至2024-09-22  对基于Rust的跨平台USB驱动子系统的设计与实现毕业课题进行开题答辩 2024-10-09至2024-10-27  对基于Rust的跨平台USB驱动子系统的设计与实现进行程序设计及调试 2024-10-28至2024-12-03  在教师指导下完成中期检查的准备工作，并进行中期答辩 2024-12-04至2025-01-05  根据中期要求完善系统功能，完成毕业设计文档撰写 2025-01-06至2025-03-21  完成论文评审、查重，进行毕业设计答辩 2025-03-22至2025-05-16  完善毕业设计定稿，做好毕业设计文档整理归档工作 2025-05-17至2025-05-24 | |
| 指导教师意见：（给出学生完成毕业论文（设计）任务的建议、注意事项，明确是否同意开题等内容）  指导教师（签名）：  年 月 日 | |
| 开题检查小组意见：  总体评价：□同意开题 □修改后开题 □修改后重新开题  开题小组成员（签名）：  年 月 日 | |

说明：1、封面单面打印，正文双面打印；2、正文格式同论文要求；3、文献综述（或调研报告）、文献翻译、外文文献各学院自行规定，文献综述（或调研报告）、文献翻译格式同论文要求。