



华南师范大学
SOUTH CHINA NORMAL UNIVERSITY

毕 业 论 文

一种基于 Arceos 的嵌入式考勤打卡系统实现

学 院	软件学院
专 业	软件工程
班 级	2020 级中英一班
姓 名	刘逸珑
学 号	20200740029
指导教师	刘刚

华 南 师 范 大 学

2024 年 4 月 6 日

摘 要

为了加强对一些特定区域的管理和保护，通常会使用视频监控系统以获取相关信息，如...。

关键词：单高斯背景建模；腐蚀；目标匹配

ABSTRACT

The story takes place on a fictitious continent. An unknown force attacked this world, and darkness swallowed everything, followed by various monster attacks, and the human world was completely destroyed. At the time when hope was about to be shattered, people finally discovered that although these monsters are powerful, they can only exert their full strength in the dark. Although the chances are slim in the light, people still have the power to fight. The surviving people from various places built several giant lighthouses and built gathering places around the lighthouses. In order to maintain this light curtain, the last high wall of mankind, people have to go deep into the dark forest for adventure.

Keywords: Dark Forest, Game Design, RPG

目 录

摘 要.....	I
ABSTRACT	II
一、系统设计.....	1
(一) 需求分析与模块选型.....	1
1. 系统功能需求分析.....	1
2. 系统方案设计与选型	1
3. 中央处理芯片选型.....	1
4. 指纹识别模块选型.....	1
5. 通信模块选型	2
(二) 硬件设计.....	2
1. 信号回返模块	2
2. 指纹采集模块	2
3. 网络通信模块	2
(三) 软件设计.....	2
二、系统开发流程.....	3
(一) 用户需求分析.....	3
(二) 嵌入式开发环境的搭建与说明.....	3
1. 基于 Nix 构建可重构开发环境	4
(三) ArceOS 操作系统现有驱动调用分析	5
(四) 以太网卡驱动实现	5
参考文献	6
附录 A	7
附录 B	8
后记	9

一、系统设计

(一) 需求分析与模块选型

1. 系统功能需求分析

根据一般企事业单位对于考勤事务的管理规范，本指纹考勤系统需要实现以下几种功能，通过上位机对于下位机中指纹识别模块保存的指纹信息进行注册与删除，下位机基于前者提供的指纹数据实现基于光学识别的指纹打开签到功能。

2. 系统方案设计与选型

根据上述系统功能需求，以树莓派 4B 所提供的 bcm2711 作为中央处理芯片，指纹考勤系统主要由电源供电模块，声音反馈模块，USB 转 TTL 串口通信模块，网卡模块。系统总体设计方案如图 2.1 所示。

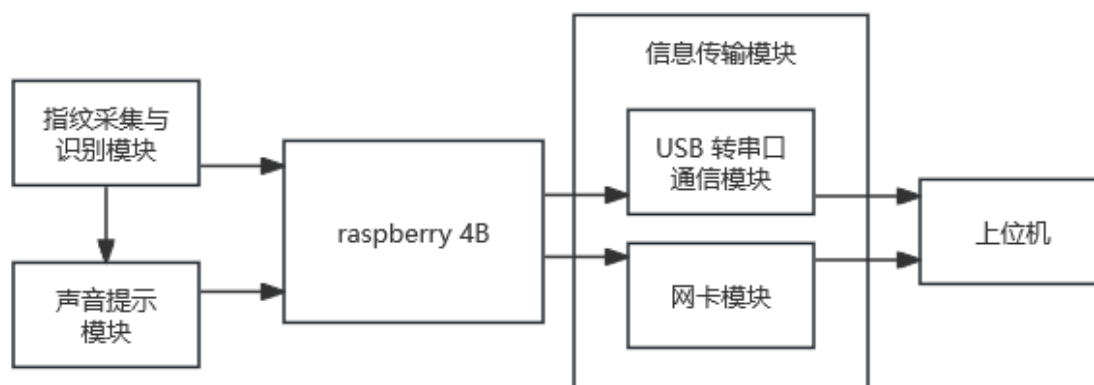


图 1-1 总体设计图

3. 中央处理芯片选型

树莓派 4B 使用的 bcm2711 是一种四核心 64 位 ARM Cortex-A72 架构 CPU，主频高，能满足多种复杂计算需求以及满足大型程序运行需求。树莓派 4B 还存在丰富而完善的接口，两个 USB3.0 接口，两个 USB2.0 接口，一个千兆网卡接口，一个 HDMI 接口，一个 CSI 接口和一个 DSI 接口，能够满足对于各种外设的连接需求。树莓派 4B 还是树莓派第一个支持不通过 usb 直接访问网卡芯片实现网卡介入的开发板，这无形之中对于实现板载网卡驱动提供了很多帮助。

4. 指纹识别模块选型

FPM383F 识别指纹模块功耗低半导体面阵传感器是一款低功耗的光学指纹识别模块，支持对于 60 组光学指纹进行存储，其通过串口与中央处理器进行通信，在串口

驱动方面，使用我开发的 `arm_gpio` 库应当开发难度不难。

5. 通信模块选型

基于一般企事业单位对于考勤签到需求的需求，我计划提供多种不同的通信模块实现方便选用单位进行选择，其中传统基于 CH304 串口转 TTL 通信模块实现的简单串口通信主要适用于仅对于一两台设备进行支持的情况，而基于网卡模块间接通过网络方式拓展下位机数量的方式是主要计划实现的支持。针对于不同的预算管理需求，计划采用两种不同的方式实现网卡驱动，一种是基于 raspberry4B 板载 bcm54213PE 网卡芯片的驱动，另一种是基于 ENC28J60，一种基于 SPI 连接的外置 10BASE-T 以太网连接模块实现的。

（二）硬件设计

由于本实现相对来说比较轻量化，不太需要外部模块的支持，因此只是在面包板上完成了对应的实现，并没有画对应的板子。

1. 信号回返模块

本模块主要实现的功能在基于树莓派电信号输出，实现简单的蜂鸣功能以提醒用户当前进行的打卡已经被正确识别。目前有两种实现的方法，一种是基于三极管实现的长延时信号灯，另外一种是基于无源蜂鸣器实现的。

2. 指纹采集模块

本模块主要依据现有的指纹识别模块进行实现。

3. 网络通信模块

本模块主要实现了与上位机沟通的效果，其中包括基于现有树莓派板载 PHY 芯片实现的网卡模块，以及基于树莓派自身串口替代方法的 USB 串口通信模块。

（三）软件设计

二、系统开发流程

按照现有嵌入式企业的嵌入式软件开发流程，开发一个嵌入式系统主要分为以下几个步骤。

（一）用户需求分析

根据现有的各种企事业单位对于考勤打卡的需求，需求的特性主要为特征性识别以及日志记录。

因此，在总体设计上我计划采用最简单的由指纹识别模块获取输入，经过 MCU 中简单处理再转发给 linux 下的控制主机的设计。

（二）嵌入式开发环境的搭建与说明

由于嵌入式开发所基于的 MCU 一般性能相当有限，就算是采用一般 linux 操作系统进行本机编译，其占用时间也会相对比较长，同时，也无法应对一些占用系统内存资源较大的编译场景。因此，在嵌入式开发中，一般通过交叉编译的方式实现在 x86_64-linux 平台或其他通用操作系统架构平台上实现对于目标平台代码的编译以更好的利用硬件资源。

在本文的实现过程中基于 Nix 管理 x86_64-linux 平台实现了对 aarch64-unknown-linux 目标平台的编译，其中主要的编译工具链的部分直接采用原有 ArceOS 操作系统实现的 Rust 语言交叉编译以及镜像处理步骤，将 Cargo 包管理工具直接生成的裸机 elf 文件通过 rust-objcopy 去除其中一些无关的信息，如调试信息等内容成为一个纯粹的二进制文件。

一般树莓派的流程由保存在 Soc ROM 区中的 bootloader 完成 SD 卡上 FAT32 分区的挂载以及加载第二阶段 bootcode.bin，但是由于我使用的树莓派 4B (bcm2711) 相对于前代有不少的硬件更新，在我使用的树莓派中对应初始化，启用 GPU firmware 加载 start.elf 的 bootloader 代码都被实现在 EEPROM 中，以提升 ROM 代码的容错性。在运行 start4.elf 文件时，其会对 sd 卡中的 config.txt 文件进行解析，完成对应如串口传输频率，是否启用 JTAG 调试等配置，还会将其中声明的镜像文件加载到内核地址，使 CPU 由 stand-by 状态开始执行内核初始化代码。

在我开发的过程中参照 rust-raspberrypi-OS-tutorials 的串口传输工具完成了串口传输的配置。其中通过实现一个最小配置内核，实现了初始化对应端口 (PIN 14,15) 的替代方法声明以启动对应端口的传输声明。同时通过 CH304 USB 转 TTL 串口传输模块发送开始传输信号给开发机中 Ruby 运行的应用程序，应用程序将内核镜像文件通过串口传输到树莓派 4B 内存中以完成镜像加载。最终最小配置内核将控权转交给内核镜像文件。

1. 基于 Nix 构建可重构开发环境

作为一个标准开发操作系统的开发环境，必然是需要在同组内保持一定程度上的可重构性，易重构性以及同步性。基于这几种考量，我选用了 Nix flakes 对于项目整体依赖进行管理。就目前来看，除了对于使用到其他项目中的 docker 的部分，由于在 Non-NixOS 中，Nix 无法介入 systemctl 的管理而存在一定的不一致情况以及由于 WSL 对于串口设备连接的限制¹，其他的部分表现良好，均能很好的在 WSL, NixOS, Debian 等常用开发系统中构建一致，可用的开发环境。

```

1 overlays = [
2   (import rust-overlay)
3   (self: super: {
4     rust-toolchain =
5       let rust = super.rust-bin; in
6         # The rust-toolchain when i make this file, which maybe change
7         (rust.nightly."2020-04-07".override {
8           extensions = [ "rust-src" "llvm-tools-preview" "rustfmt" "clippy" ];
9           targets = [ "x86_64-unknown-none" "riscv64gc-unknown-none-elf"
10            "aarch64-unknown-none-softfloat" ];
11         });
12     qemu7 = self.callPackage
13       "${nixpkgs-qemu7}/pkgs/applications/virtualization/qemu" {
14       inherit (self.darwin.apple_sdk.frameworks) CoreServices Cocoa Hypervisor;
15       inherit (self.darwin.stubs) rez setfile;
16       inherit (self.darwin) sigtool;
17       # Reduces the number of qemu source files from ~10000 to ~3619 source
18       files.
19       hostCpuTargets = [ "riscv64-softmmu" "riscv32-softmmu" "x86_64-softmmu"
20        "aarch64-softmmu" ];
21     };
22     x86_64-linux-musl-cross = fetchTarball {
23       url = "https://musl.cc/x86_64-linux-musl-cross.tgz";
24       sha256 = "172zrq1y4pbb2rpcw3swkvmi95bsqq1z6hfqvkyd9wrzv6rwm9jw";
25     };
26   });
27 ]

```

Listing 1: my flakes

同时，为了保证引入的工具链能完整的运行，我根据 nixpkgs 中提出的 issue，对于部分存在的问题进行了修复。

```

1 unset OBJCOPY # Avoiding Overlay
2 export LIBCLANG_PATH="${pkgs.llvmPackages.libclang.lib}/lib" # nixpkgs@52447
3 export LD_LIBRARY_PATH="${pkgs.zlib}/lib:$LD_LIBRARY_PATH" # nixpkgs@92946
4
5 export PATH=$PATH:${pkgs.aarch64-linux-musl-cross}/bin: # ... etc
6

```

Listing 2: flakes 特殊适配

¹在 WSL 中连接串口设备的时候，需要额外安装 usbipd

（三）ArceOS 操作系统现有驱动调用分析

下图2-1左侧的部分是 ArceOS 操作系统的整体布局，右侧是现有cvitek 物理网卡驱动的逐层调用情况。

该 cvitek 物理网卡驱动主要作用在华山派，荔枝派等主机上。但与我们采用的树莓派 4B 中由 Soc 中集成 MAC 实现不一样，他们采用的这款设备提供了一个额外的以太网 MAC 控制器的 IP 核 DWMAC 来完成 MAC 层的实现。

在整套实现中，用户库通过对于底层 module::axnet 中提供的统一通信原语的封装，实现了

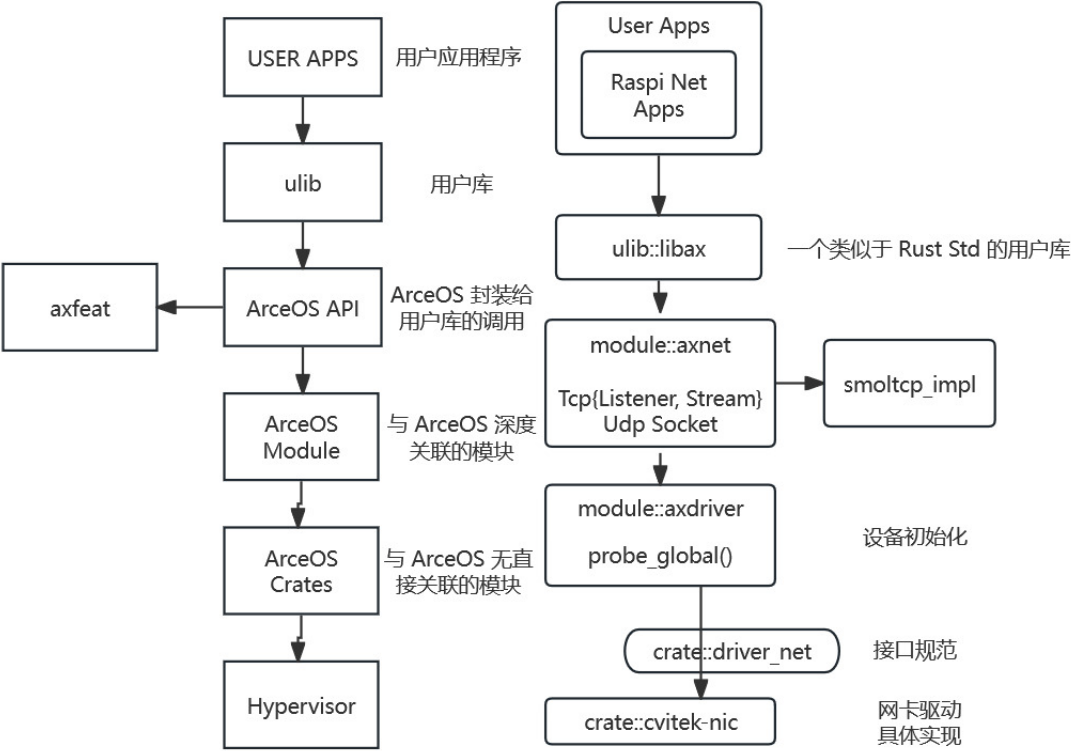


图 2-1 cvitek 驱动调用栈

（四）以太网卡驱动实现

参考文献

- [1] 上海书画出版社. 历代书法论文选[M]. 上海书画出版社, 1979.
- [2] YOVISUN.COM Y. 科学技术报告、学位论文和学术论文的编写格式[J]. 郑州航空工业管理学院学报, 1991(2): 55-56.

附录 A

本游戏可采取微买断 + 内部道具收费的方式进行盈利。玩家仅需十几元或几元即可游玩游戏。以低价格高质量吸引有消费潜力的玩家。而收费道具则可有建筑加速、强力卷轴，永恒之塔的复活以及入侵时的血瓶等。玩家爬塔爬到高层时死亡一定会对复活特别渴望；玩家入侵包库即将成功时一定不会吝啬对血瓶的使用，这些玩家非常重要但不是必需的内容都是可以进行内部收费的道具。^[1]

附录 B

本游戏可采取微买断 + 内部道具收费的方式进行盈利。玩家仅需十几元或几元即可游玩游戏。以低价格高质量吸引有消费潜力的玩家。而收费道具则可有建筑加速、强力卷轴，永恒之塔的复活以及入侵时的血瓶等。玩家爬塔爬到高层时死亡一定会对复活特别渴望；玩家入侵包库即将成功时一定不会吝啬对血瓶的使用，这些玩家非常重要但不是必需的内容都是可以进行内部收费的道具。^[2]

后记

鉴于要展现的是一个黑暗的魔幻世界，本游戏采用偏向于哥特式，色调偏暗的 2D 美术风格。而建筑则为偏向于中世纪欧洲的建筑风格。哥特式风格偏向暗系，可以将玩家在森林中的黑暗无所不在的压迫感表现得淋漓尽致，能使得玩家在重见光明时的欣喜提升到最大。类似于盐和庇护所和地下城堡 2 等游戏。但是本游戏在光照上将更加黑暗，人物更加精致。建筑风格与环境的搭建将参考中世纪欧洲建筑风格。玩家在探索中也会见到各种失落的中世纪欧洲城市与遗迹，更加符合玩家审美。