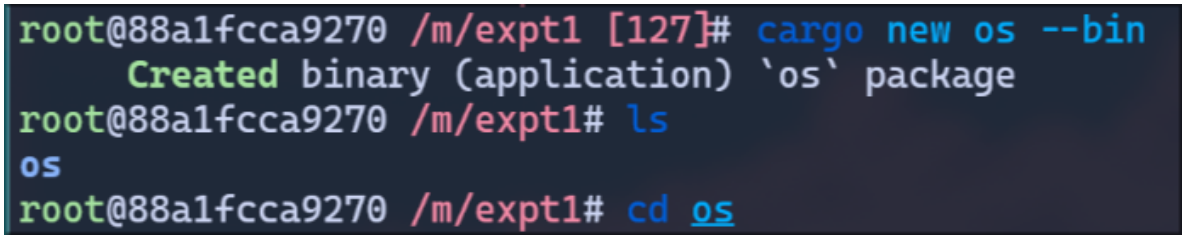
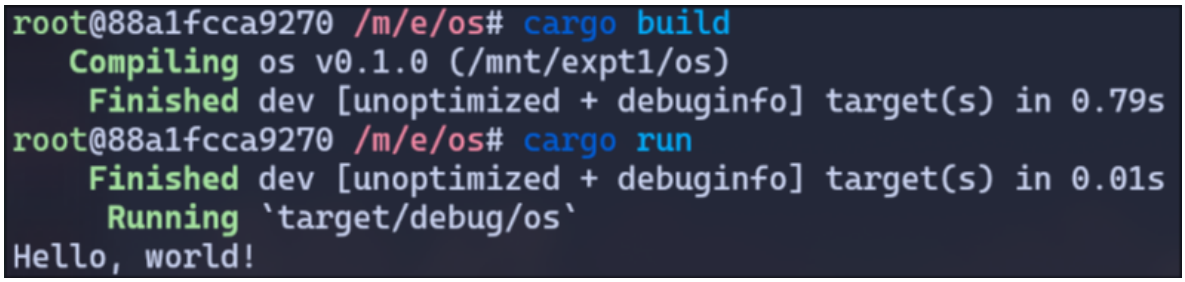
2023秋《操作系统》课程实验报告

> 实验一
>
> 21301114 俞贤皓
>
> 环境：Arch Linux 6.5.3-arch1-1

一、实验步骤

1. 创建rust项目

- 

- 

2. 移除标准库依赖

2.1 移除标准库依赖

- 修改 `.cargo/config` 和 `src/main.rs`
  - 但是 `cargo build` 发生错误，提示找不到 `core` 这个 `crate`
  - 故根据文档修正
  -

```
root@88a1fcca9270 /m/e/os [1]# mkdir .cargo
root@88a1fcca9270 /m/e/os# la
total 12K
drwxr-xr-x 1 root root  90 Oct 20 02:43 .
drwxr-xr-x 1 root root   4 Oct 20 02:40 ..
drwxr-xr-x 1 root root   0 Oct 20 02:43 .cargo
-rw-r--r-- 1 root root   8 Oct 20 02:40 .gitignore
-rw-r--r-- 1 root root 146 Oct 20 02:41 Cargo.lock
-rw-r--r-- 1 root root 171 Oct 20 02:40 Cargo.toml
drwxr-xr-x 1 root root  14 Oct 20 02:40 src
drwxr-xr-x 1 root root  66 Oct 20 02:41 target
root@88a1fcca9270 /m/e/os# vim .cargo/config
root@88a1fcca9270 /m/e/os# vim src/main.rs
root@88a1fcca9270 /m/e/os# cargo build
   Compiling os v0.1.0 (/mnt/expt1/os)
error[E0463]: can't find crate for `core`
```

-
```
root@88a1fcca9270 /m/e/os [101]# rustup target add riscv64gc-unknown-no
ne-elf
info: downloading component 'rust-std' for 'riscv64gc-unknown-none-elf'
info: installing component 'rust-std' for 'riscv64gc-unknown-none-elf'
  9.3 MiB /   9.3 MiB (100 %)   8.6 MiB/s in  1s ETA:  0s
root@88a1fcca9270 /m/e/os# cargo install cargo-binutils
    Updating `ustc` index
     Ignored package `cargo-binutils v0.3.6` is already installed, use
--force to override
root@88a1fcca9270 /m/e/os# rustup component add llvm-tools-preview
info: downloading component 'llvm-tools-preview'
info: installing component 'llvm-tools-preview'
 32.8 MiB /  32.8 MiB (100 %)   9.6 MiB/s in  3s ETA:  0s
root@88a1fcca9270 /m/e/os# rustup component add rust-src
info: downloading component 'rust-src'
info: installing component 'rust-src'
root@88a1fcca9270 /m/e/os# cargo build
   Compiling os v0.1.0 (/mnt/expt1/os)
    Finished dev [unoptimized + debuginfo] target(s) in 0.17s
```

- 重新安装后，编译成功
  - 这四条命令之前都执行过，所以在想是不是因为修改了target后，所以才需要重新下载依赖

2.2 提交git

- 提交git
  -
```
YXH_XianYu ~/b/O/GardenerOS (main)> git add .
YXH_XianYu ~/b/O/GardenerOS (main)> git commit -m "21301114 expt1 step1to2"
[main 6bab795] 21301114 expt1 step1to2
 5 files changed, 27 insertions(+)
 create mode 100644 expt1/os/.cargo/config
 create mode 100644 expt1/os/.gitignore
 create mode 100644 expt1/os/Cargo.lock
 create mode 100644 expt1/os/Cargo.toml
 create mode 100644 expt1/os/src/main.rs
```
  -

```
YXH_XianYu ~/b/O/GardenerOS (main)> git push
枚举对象中：15，完成。
对象计数中：100% (15/15)，完成。
使用 8 个线程进行压缩
压缩对象中：100% (8/8)，完成。
写入对象中：100% (13/13)，1.55 KiB | 791.00 KiB/s，完成。
总共 13（差异 2），复用 0（差异 0），包复用 0
remote: Resolving deltas: 100% (2/2), completed with 1 local object.
To github.com:YXHXianYu/GardenerOS.git
   30724f4..a51b8dd  main → main
```

2.3 分析独立的可执行程序

- 注：**我在分析时主要参考chatgpt**，chatgpt可以快速告诉你非常多你不了解的知识，是高效的学习助手！
- `file /path/to/os`
  - 命令作用：`file` 命令可以用于确定文件类型，并输出相关信息
  - 输出内容

    ```
    target/riscv64gc-unknown-none-elf/debug/os: ELF 64-bit LSB executable, UCB RISC-V, RVC, double-float ABI, version 1 (SYSV), statically linked, with debug_info, not stripped
    ```

  - 分析
    - `ELF`：ELF是一种常见的二进制文件格式
    - `64-bit`：是64位程序，可以在64位机器上运行
    - `LSB`：Least Significant Bit，小端序，低字节在地址编号小的内存，高字节在地址编号大的内存
    - etc
- `rust-readobj -h /path/to/os`
  - 命令作用：这个命令是 `llvm` 工具集中的一个命令 `readobj` 的 `rust` 版本。可以用于分析可执行程序等二进制文件的信息。
    - chatgpt对于 `-h` 参数给了一个错误的回答，经过尝试，我发现 `-h` 可以输出关于 `ElfHeader` 的详细信息
  - 输出内容

    ```
    File: target/riscv64gc-unknown-none-elf/debug/os
    Format: elf64-littleriscv
    Arch: riscv64
    AddressSize: 64bit
    LoadName: <Not found>
    ElfHeader {
      Ident {
        Magic: (7F 45 4C 46)
        Class: 64-bit (0x2)
        DataEncoding: LittleEndian (0x1)
    ```

```
    FileVersion: 1
    OS/ABI: SystemV (0x0)
    ABIVersion: 0
    Unused: (00 00 00 00 00 00 00)
  }
  Type: Executable (0x2)
  Machine: EM_RISCV (0xF3)
  Version: 1
  Entry: 0x0
  ProgramHeaderOffset: 0x40
  SectionHeaderOffset: 0x1B00
  Flags [ (0x5)
    EF_RISCV_FLOAT_ABI_DOUBLE (0x4)
    EF_RISCV_RVC (0x1)
  ]
  HeaderSize: 64
  ProgramHeaderEntrySize: 56
  ProgramHeaderCount: 3
  SectionHeaderEntrySize: 64
  SectionHeaderCount: 14
  StringTableSectionIndex: 12
}
```

- 为了分析，并且 **证明** 这个可执行程序 **确实没有入口**，所以要弄个 **有入口** 的可执行程序，并且对比他们的信息。所以我另外写了一份代码，名叫 `os2`，并根据文档添加了 `_start` 函数，进行对比，结果如下。
  - 只有五行不同，如下：

    ```
      Entry: 0x11120
      SectionHeaderOffset: 0x1CF0
      ProgramHeaderCount: 4
      SectionHeaderCount: 16
      StringTableSectionIndex: 14
    ```

  - 最关键的信息为 `Entry`
  - 可以看到，无入口的可执行程序 `Entry` 为 `0x0` 这一个非常特殊的全0值，有入口的可执行程序 `Entry` 为 `0x11120`。所以我认为， `Entry` 为 `0` 就表示 **该可执行程序不存在入口。**
- 截图
  -

```
root@88a1fcca9270 /m/e/os# rust-readobj -h target/riscv64gc-unknown-none-elf/debug/os

File: target/riscv64gc-unknown-none-elf/debug/os
Format: elf64-littleriscv
Arch: riscv64
AddressSize: 64bit
LoadName: <Not found>
ElfHeader {
  Ident {
    Magic: (7F 45 4C 46)
    Class: 64-bit (0x2)
    DataEncoding: LittleEndian (0x1)
    FileVersion: 1
    OS/ABI: SystemV (0x0)
    ABIVersion: 0
    Unused: (00 00 00 00 00 00 00)
  }
  Type: Executable (0x2)
  Machine: EM_RISCV (0xF3)
  Version: 1
  Entry: 0x0
  ProgramHeaderOffset: 0x40
  SectionHeaderOffset: 0x1B00
  Flags [ (0x5)
    EF_RISCV_FLOAT_ABI_DOUBLE (0x4)
    EF_RISCV_RVC (0x1)
  ]
  HeaderSize: 64
  ProgramHeaderEntrySize: 56
  ProgramHeaderCount: 3
  SectionHeaderEntrySize: 64
  SectionHeaderCount: 14
  StringTableSectionIndex: 12
}
```

- `rust-objdump -S /path/to/os`
  - 命令作用：`gcc`的`objdump`为反汇编工具，所以`rust-objdump`命令大概率也是个反汇编工具。但和chatgpt经过交流之后，我发现`-S`这个参数用于显示文件头，`-d`参数才能用于反汇编。
    - chatgpt又错了
      - 我了解你的困扰。我之前的解释有误，感谢你的指正。实际上，`rust-objdump`工具默认的行为是显示文件的头部信息，而不是汇编代码。如果你想要查看汇编代码，你应该使用`--disassemble`或`-d`选项，而不是`-S`选项。以下是正确的用法：
  - 对比无入口的可执行程序和有入口的可执行程序，发现文件头明显不同，这第二次证明了无入口可执行程序确实没有入口
    - ```
      root@88a1fcca9270 /m/e/os [2]# rust-objdump -S target/riscv64gc-unknown-none-elf/debug/os

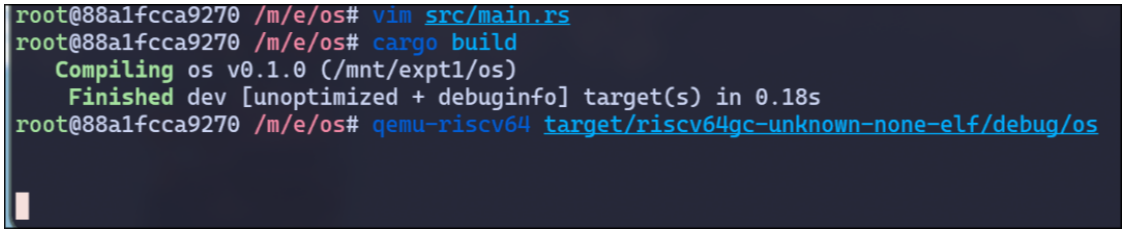
      target/riscv64gc-unknown-none-elf/debug/os:     file format elf64-littleriscv
      root@88a1fcca9270 /m/e/os# cd ../os2
      root@88a1fcca9270 /m/e/os2# rust-objdump -S target/riscv64gc-unknown-none-elf/debug/os

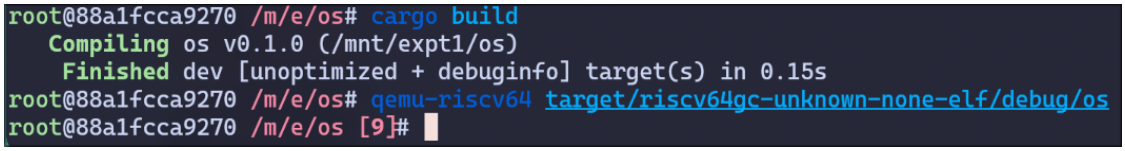
      target/riscv64gc-unknown-none-elf/debug/os:     file format elf64-littleriscv

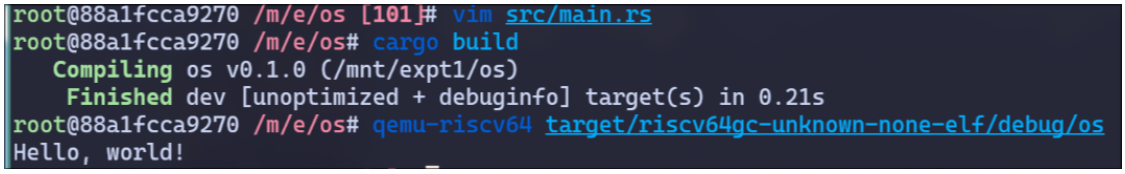
      Disassembly of section .text:

      0000000000011120 <_start>:
      ;     loop {};
         11120: 09 a0         j       0x11122 <_start+0x2>
         11122: 01 a0         j       0x11122 <_start+0x2>
      ```
      ```

3. 用户态可执行的环境

- 回到无入口的程序，并根据文档添加了入口
  - 

  - 确实出现了死循环，没有问题
- 添加程序退出机制
  - 

  - 确实退出了，并且返回了 `9`，没有问题
- 实现输出支持
  - 

- 成功了！好耶！

二、思考问题

2.1

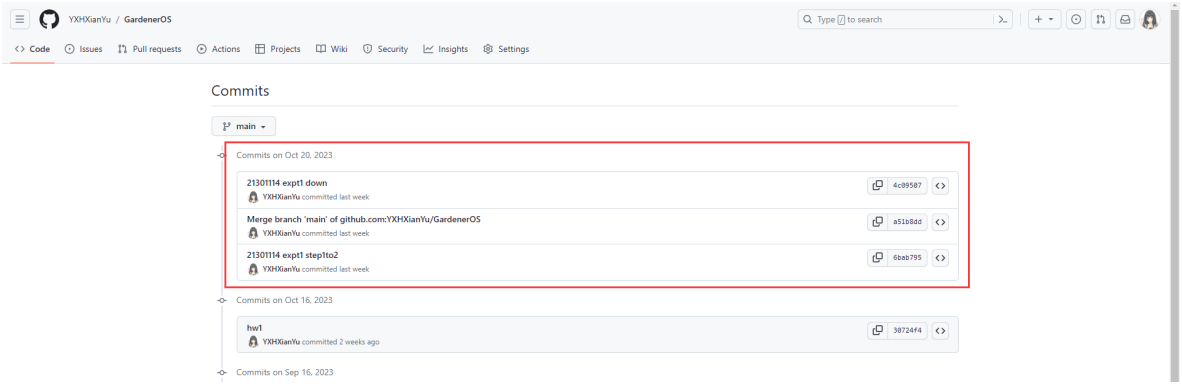
- 问题
  - 为什么称最后实现的程序为独立的可执行程序，它和标准的程序有什么区别？
- 回答
  - 独立，指的是这个程序不依赖任何rust标准库和操作系统。换句话说，这个可执行程序实现了一个最小的能够输出内容的程序，只使用 `main.rs` 里的代码，不依赖任何其他代码，对操作系统也没有任何需求（甚至连系统调用都是自己实现的）
  - 独立的可执行程序 和 标准的程序 的区别是：标准的程序会依赖库函数、操作系统；独立的可执行程序，不依赖任何库和操作系统，只使用程序自身的代码。

2.2

- 问题
  - 实现和编译独立可执行程序的目的是什么？
- 回答
  - 目的是确保程序可以在裸机环境中运行。

    - 裸机环境没有操作系统，所以就没有系统调用和各种库，所以运行在裸机环境上的程序，也就不能调用系统调用api。因此，我们需要一个独立可执行程序，在没有系统调用的前提下，完成各种操作。

三、Git提交截图

- 

四、其他说明

- 无