ISCAS NIST

循序渐进，学习开发一个 RISC-V 上的操作系统

第 4 章 嵌入式开发介绍

汪辰

2021/4

本章内容

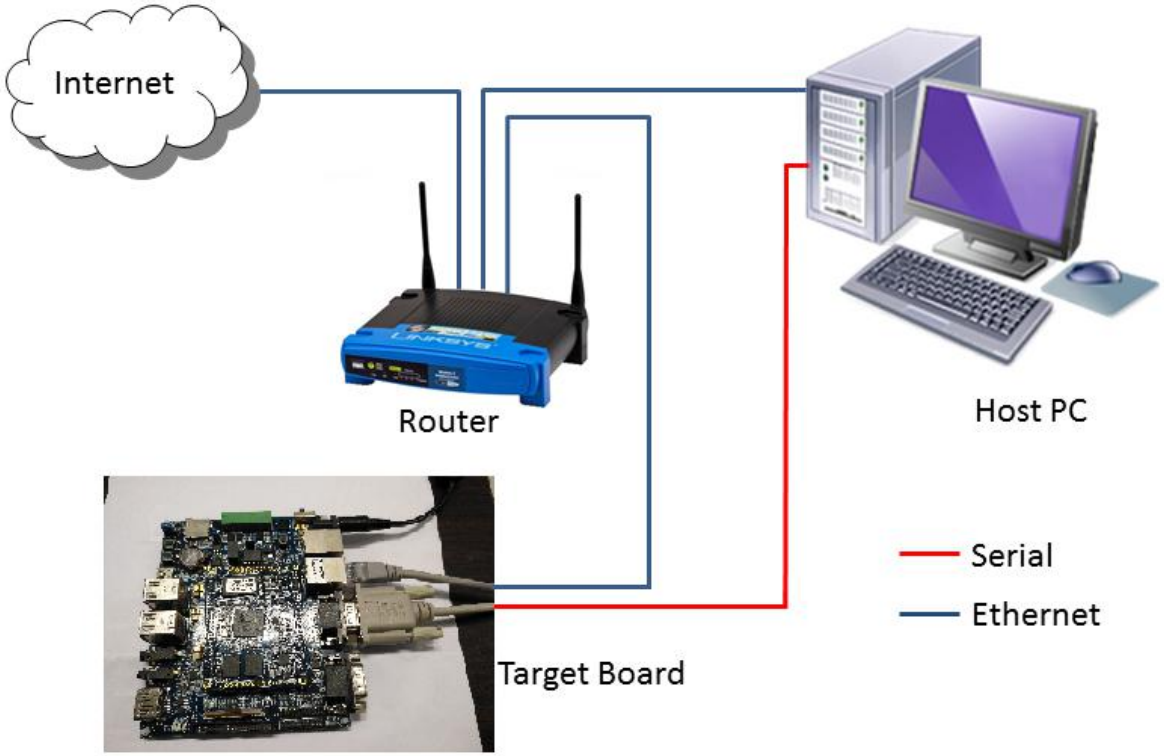
- 什么是嵌入式开发
- 交叉编译
- 调试器 GDB
- 模拟器 QEMU
- 项目构造工具 Make

本章内容

- 什么是嵌入式开发
- 交叉编译
- 调试器 GDB
- 模拟器 QEMU
- 项目构造工具 Make

什么是嵌入式开发

嵌入开发是一种比较综合性的技术，它不单指纯粹的软件开发技术，也不单是一种硬件配置技术；它是在特定的硬件环境下针对某款硬件进行开发，是一种系统级别的与硬件结合比较紧密的软件开发技术。



本章内容

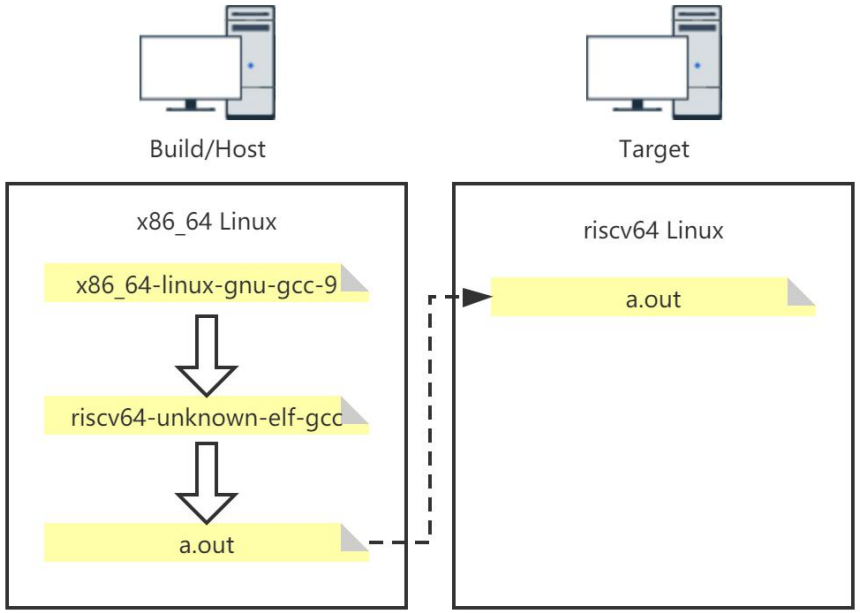
- 什么是嵌入式开发
- **交叉编译**
- 调试器 GDB
- 模拟器 QEMU
- 项目构造工具 Make

交叉编译

- 参与编译和运行的机器根据其角色可以分成以下三类：
  - 构建（build）系统：生成编译器可执行程序的计算机。
  - 主机（host）系统：运行编译器可执行程序，编译链接应用程序的计算机系统。
  - 目标（target）系统：运行应用程序的计算机系统。
- 根据 build/host/target 的不同组合我们可以得到如下的编译方式分类：
  - 本地（native）编译：build == host == target
  - 交叉（cross）编译：build == host != target

交叉编译

- 交叉（cross）编译：build == host != target

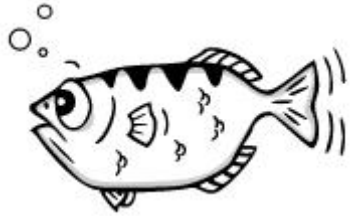


- GNU 交叉编译工具链（Toolchain）
  - 命名格式： arch-vendor-os1-[os2-]XXX
  - 例子：
    - x86_64-linux-gnu-gcc
    - riscv64-unknown-elf-gcc
    - riscv64-unknown-elf-objdump

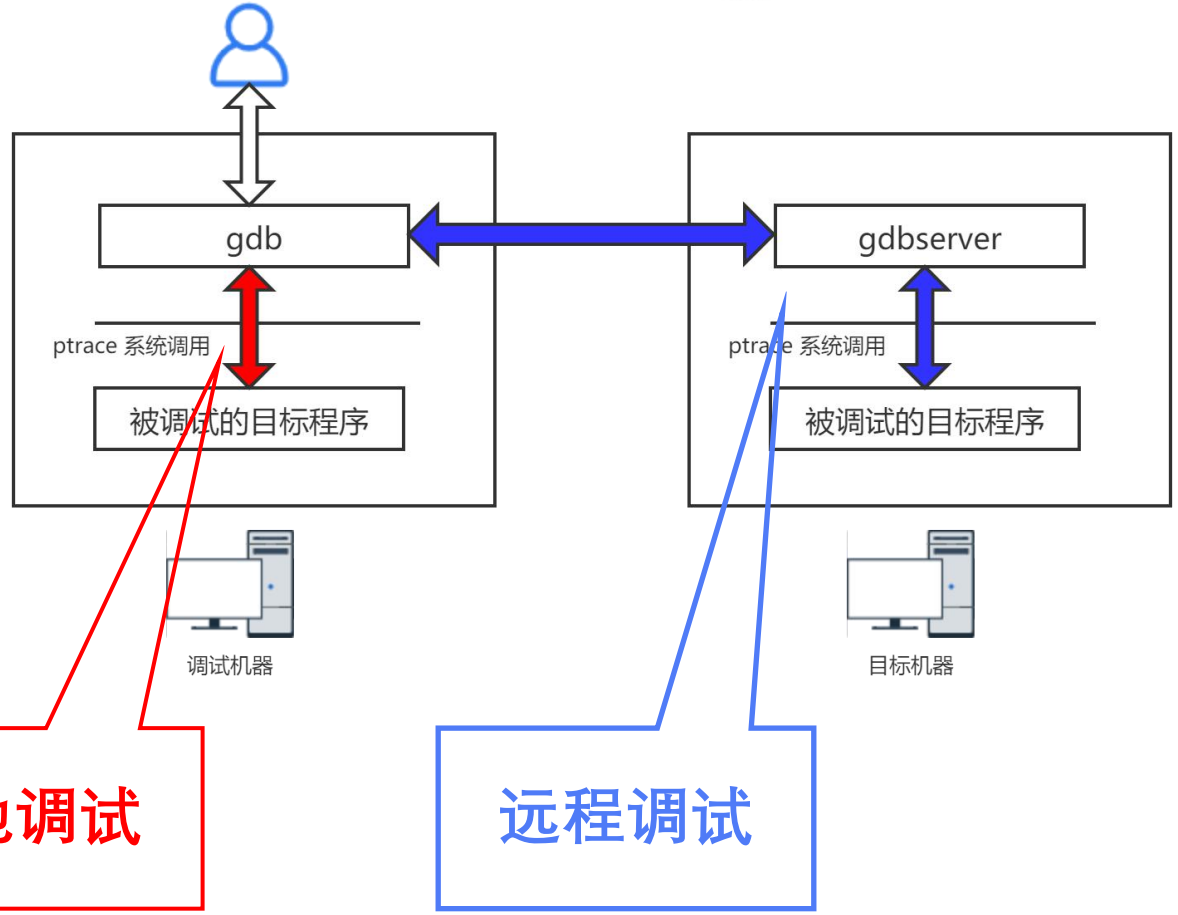
本章内容

- 什么是嵌入式开发
- 交叉编译
- **调试器 GDB**
- 模拟器 QEMU
- 项目构造工具 Make

调试器 GDB



- https://www.gnu.org/software/gdb/
  - GDB（GDB: The GNU Project Debugger），GNU 项目调试器，用于查看另一个程序在执行过程中正在执行的操作，或该程序崩溃时正在执行的操作。
  - 被调试的程序可能与 GDB 在同一台计算机上执行，也可能在另一台计算机（远程）上或者在模拟器上执行。
  - GDB 支持调试多种语言：譬如：Assembly，C，Go，Rust，……



GDB 基本调试流程

- 重新编译程序并在编译选项中加入 “-g”

  $ gcc -g test.c

- 运行 gdb 和程序

  $ gdb a.out

- 设置断点

  (gdb) b 6

- 运行程序

  (gdb) r

- 程序暂停在断点处，执行查看

  (gdb) p xxx

- 继续、单步或者恢复程序运行

  (gdb) s/n/c

本章内容

- 什么是嵌入式开发
- 交叉编译
- 调试器 GDB
- **模拟器 QEMU**
- 项目构造工具 Make

模拟器 QEMU

- https://www.qemu.org/

- QEMU 是一套由 (Fabrice Bellard) 编写的以 GPL 许可证分发源码的计算机系统模拟软件，在 GNU/Linux 平台上使用广泛。
- 支持多种体系架构。譬如：IA-32 (x86)，AMD 64，MIPS 32/64, RISC-V 32/64 等等。
- QEMU 有两种主要运作模式：
  - User mode：直接运行应用程序。
  - System mode。模拟整个计算机系统，包括中央处理器及其他周边设备。

QEMU 的安装和使用

- **安装**
  - Ubuntu 上 apt install
  - 源码编译安装

- **qemu-system-riscv32 … -kernel ./test.elf**

- **qemu-system-riscv32 … -kernel ./test.elf -s -S**
  - -s: “-gdb tcp::1234” 的缩写，启动 gdbserver 并在 1234 端口号上监听客户端
  - -S: 在启动时停止CPU (只有到在客户端键入'c' 才会开始执行)

本章内容

- 什么是嵌入式开发
- 交叉编译
- 调试器 GDB
- 模拟器 QEMU
- 项目构造工具 Make

项目构造工具 Make

- https://www.gnu.org/software/make/
- make 是什么
  - make是一种自动化工程管理工具。
- Makefile 是什么
  - 配合 make，用于描述构建工程过程中所管理的对象以及如何构造工程的过程。
- make 如何找到 Makefile
  - 隐式查找：当前目录下按顺序找寻文件名为“GNUmakefile”、“makefile”、“Makefile”的文件
  - 显式查找：-f

MakeFile 的构成

- Makefile 由一条或者多条规则（rule）组成

- 每条规则由三要素构成
  - target：目标，可以是 obj 文件也可以是可执行文件
  - prerequisites: 生成 target 所需要的依赖
  - command：为了生成 target 需要执行的命令，可以有多条

- 一个简单的 Makefile 规则如下:

必须是一个 TAB

```
target...:prerequisites...
    command...
    ...
```

图1

```
hello: hello.c
    gcc hello.c -o hello
```

图2

Makefile 中的其他元素介绍

- 缺省规则

```
.DEFAULT_GOAL := all
all :
```

- 伪规则

```
.PHONY : clean
clean:
        rm -f *.o
```

- 注释：行注释，以“#”开头

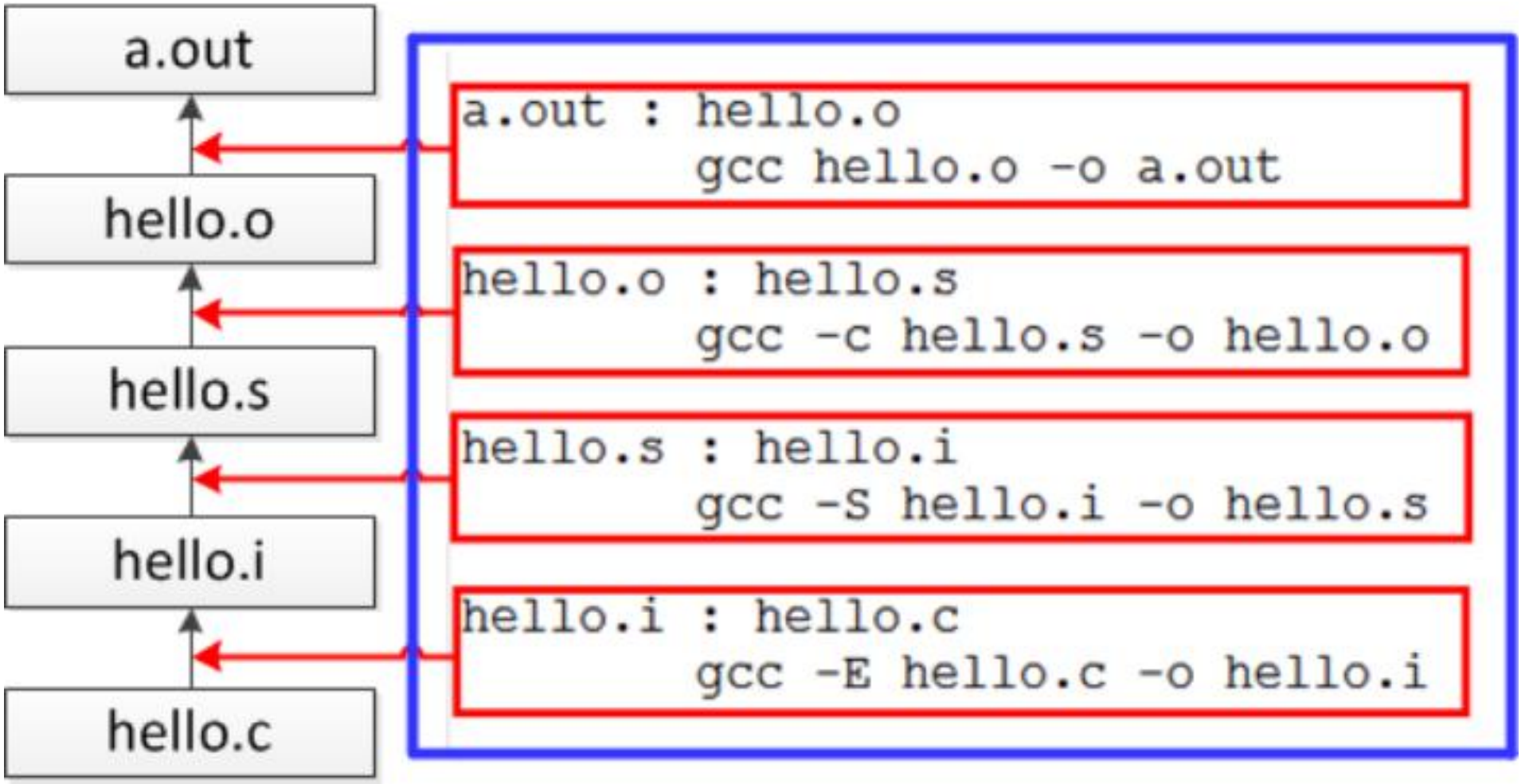
make 的运行

- Makefile 中规则的执行顺序

make 的运行


终极目标
a.out
hello.o
hello.s
hello.i
hello.c
a.out : hello.o
gcc hello.o -o a.out
hello.o : hello.s
gcc -c hello.s -o hello.o
hello.s : hello.i
gcc -S hello.i -o hello.s
hello.i : hello.c
gcc -E hello.c -o hello.i
目标依赖关系

make 的运行


a.out
hello.o
hello.s
hello.i
hello.c
a.out : hello.o
gcc hello.o -o a.out
hello.o : hello.s
gcc -c hello.s -o hello.o
hello.s : hello.i
gcc -S hello.i -o hello.s
hello.i : hello.c
gcc -E hello.c -o hello.i

谢 谢

欢迎交流合作