

实践项目 P1：交叉编译和跨平台应用仿真

布置周：第 4 周 9 月 27 日

提交周：第 9 周 11 月 1 日

目标：通过本项目的练习，希望同学们掌握交叉编译工具链及 Qemu 仿真器的安装方法，并且可以在 Host 机器上开发与 Host 不同 ISA 的 Target Platform(目标平台)上的简单应用。对于开发出来的目标平台上的简单应用，掌握在 Host 机器上通过仿真器来运行跨平台应用的方法，同时掌握对被仿真应用的简单调试方法。

项目要求：在 Ubuntu/X64 上用 gcc 和 clang 交叉编译一个 C 程序，生成 aarch64 (64-bit ARM ISA) 的可执行文件，在 Ubuntu/X64 上用 aarch64 的 qemu 虚拟机去运行交叉编译生成的 aarch64 可执行文件，并掌握在 Ubuntu/X64 上用 gdb 调试 aarch64 可执行文件的方法。

具体步骤：(项目报告需要包括以下步骤及说明步骤完成情况的相关截图)

1. 在 Ubuntu 上安装能够运行 aarch64 (64-bit ARM ISA) 应用的 Qemu 虚拟机 (qemu-aarch64)

【安装步骤】：

【安装成功的验证】：

2. 安装 aarch64 的 GCC 工具链(gcc-10-arm-linux-gnueabi)

【安装步骤】：

【安装成功的验证】：

3. 用 aarch64 的 GCC 工具链交叉编译 loop.c (-O2)，生成可执行文件 loop.aarch64.gcc，并用 qemu-aarch64 运行 loop.aarch64.gcc

注意：运行 loop.aarch64.gcc 时需要带一个大于 0 且小于等于 100 的参数

【编译命令行】：

【qemu 运行的命令行】：

【qemu 运行的结果截图】：

4. 用 clang 交叉编译 `loop.c(-O2)`，生成可执行文件 `loop.aarch64.clang`，并用 `qemu-aarch64` 运行 `loop.aarch64.clang`

注意：运行 `loop.aarch64.clang` 时需要带一个大于 0 且小于等于 100 的参数

【编译命令行】：

【qemu 运行的命令行】：

【qemu 运行的结果截图】：

5. 用 `qemu-aarch64` 分别运行前面编译出来的 `loop.aarch64.gcc` 和 `loop.aarch64.clang`（分别用参数 5、10、20、40、80 进行测试），记下每次测试的执行时间并以图形方式呈现。

【测试结果图示化呈现】：

6. 用 host 机器上的 `gcc` 和 `clang` 分别编译 `(-O2)` 出 `loop.x64.gcc` 和 `loop.x64.clang`，并对这两个执行文件分别用参数 5、10、20、40、80 进行测试，记下每次测试的执行时间并以图形方式呈现，进而与前一步 `qemu` 仿真测试的结果进行比较。

【编译命令行】：

【测试结果图示化呈现】：

7. 安装支持多 ISA 的 gdb 调试器 (`gdb-multiarch`)

【安装步骤】：

【安装成功的验证】：

8. 用 gdb-multiarch 结合 qemu-aarch64 对 loop.aarch64.gcc.debug 进行源码级调试

【编译生成带调试信息的 loop.aarch64.gcc.debug】:

【调试方法简介】:

【调试过程截屏】:

附录(仅供参考): 工作目录截图

```
bhuang@LAPTOP-BHUANG:~/Courses/project1$ ls -al
total 100
drwxr-xr-x  2 bhuang bhuang  4096 Aug 26 16:28 .
drwxr-xr-x 15 bhuang bhuang  4096 Aug 26 13:54 ..
-rwxr-xr-x  1 bhuang bhuang   3164 Aug 26 14:00 fasttime.h
-rwxr-xr-x  1 bhuang bhuang   9616 Aug 26 15:30 loop.aarch64.clang
-rwxr-xr-x  1 bhuang bhuang 13840 Aug 26 14:11 loop.aarch64.gcc
-rwxr-xr-x  1 bhuang bhuang 16280 Aug 26 15:58 loop.aarch64.gcc.debug
-rwxr-xr-x  1 bhuang bhuang   3235 Aug 26 14:05 loop.c
-rwxr-xr-x  1 bhuang bhuang 16728 Aug 26 16:28 loop.x64.clang
-rwxr-xr-x  1 bhuang bhuang 17072 Aug 26 16:28 loop.x64.gcc
bhuang@LAPTOP-BHUANG:~/Courses/project1$ file loop.x64.gcc
loop.x64.gcc: ELF 64-bit LSB shared object, x86_64, version 1 (SYSV), dynamically linked, interpreter /lib64/ld-linux-x86-64.so.2, BuildID[sha1]=7193bc7881f8ab4cabf039c9c4caba776043c676, for GNU/Linux 3.2.0, not stripped
bhuang@LAPTOP-BHUANG:~/Courses/project1$ file loop.x64.clang
loop.x64.clang: ELF 64-bit LSB executable, x86_64, version 1 (SYSV), dynamically linked, interpreter /lib64/ld-linux-x86-64.so.2, BuildID[sha1]=e991dcd848cb9572a2e323a152d719aaa29af609, for GNU/Linux 3.2.0, not stripped
bhuang@LAPTOP-BHUANG:~/Courses/project1$ file loop.aarch64.gcc
loop.aarch64.gcc: ELF 64-bit LSB shared object, ARM aarch64, version 1 (SYSV), dynamically linked, interpreter /lib/ld-linux-aarch64.so.1, BuildID[sha1]=b5457b14741c89cd1ca547e778caa890552874b4, for GNU/Linux 3.7.0, not stripped
bhuang@LAPTOP-BHUANG:~/Courses/project1$ file loop.aarch64.clang
loop.aarch64.clang: ELF 64-bit LSB executable, ARM aarch64, version 1 (SYSV), dynamically linked, interpreter /lib/ld-linux-aarch64.so.1, BuildID[sha1]=f699d77941c2169d61e62a00c8e20ad64c0eb78a, for GNU/Linux 3.7.0, not stripped
bhuang@LAPTOP-BHUANG:~/Courses/project1$ file loop.aarch64.gcc.debug
loop.aarch64.gcc.debug: ELF 64-bit LSB shared object, ARM aarch64, version 1 (SYSV), dynamically linked, interpreter /lib/ld-linux-aarch64.so.1, BuildID[sha1]=4c0e164a2114622c93d416c9761083dc0df02760, for GNU/Linux 3.7.0, with debug_info, not stripped
bhuang@LAPTOP-BHUANG:~/Courses/project1$ |
```