

RISC-V тулчейн и разработка кросс приложений

МФТИ, весна 2024

Преподаватели

- Сидельников Станислав
- Email: sidelnikov.si.001@gmail.com
- Tg: @sin_diesel
- Разработчик инфраструктуры в команде компиляторного тулчейна YADRO
- Бывший преподаватель курса «Программирование STM32»
- Циммерман Сергей
- Email: sstsimmerman@gmail.com
- Tg: @jawphugy
- Разработчик тестовых генераторов в команде тестовых генераторов YADRO
- Personal Interests: self hosting, 3D печать, FPV квадрокоптеры

Организационная информация

- Занятия проводятся в четверг, 18:30 — 20:00 в 328б физтех.цифры
- Доступ к платам будет организован как очно в аудитории для проектов, так и удаленно
- Курс может быть выбран в качестве факультатива и зачтен в личном кабинете
- Курс рассчитан на студентов 1-го курса ФРКТ МФТИ

Содержание курса

- Базовые знания по toolchain
 - Введение в кросс разработку
 - Сборка под RISC-V, отладка с помощью GDB, использование QEMU
 - Структура тулчейна: clang, gcc, sysroot, библиотеки
- Linux boot
- Baremetal programming
 - Особенности baremetal программирования
 - Стандартные библиотеки
 - Программирование устройств, линкер скрипты, прошивка
 - OpenOCD как низкоуровневый отладчик

Литература

- [Toolchain & Pony lectures](#)
- [Introduction to cross-compiling for Linux](#)
- Embedded Systems Architecture D. Lacamera
- [RISC-V software stack](#)

Что включает в себя конкретная архитектура?

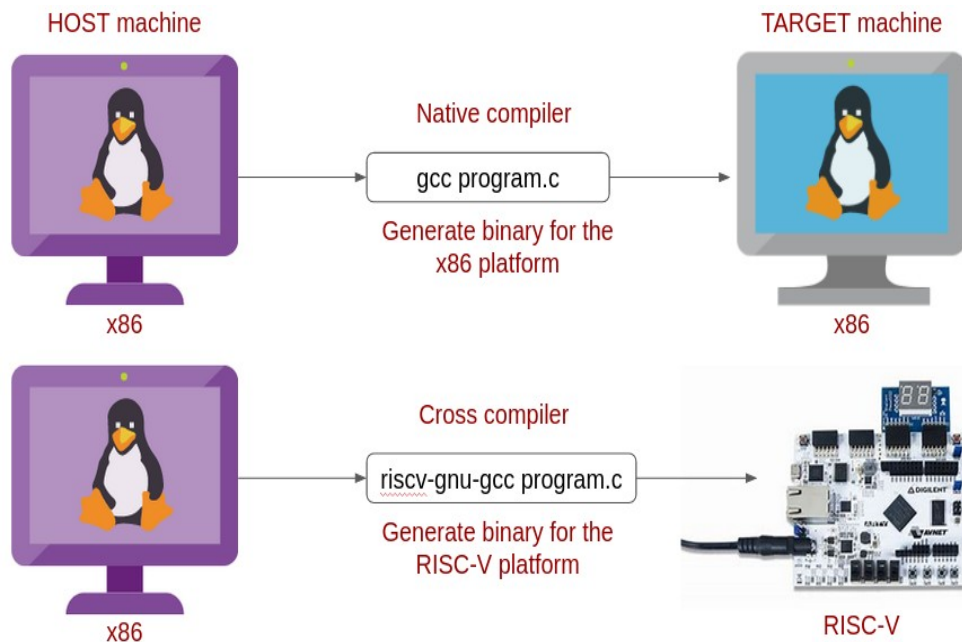
- Набор инструкций
- Регистры
- Типы данных
- Работа с памятью
- Ввод / вывод
- Прерывания

Разнообразие архитектур

- Не одним x86 богат мир, существует множество архитектур для разных целей и устройств
- Например, большинство мобильных устройств на ARM
- Некоторые примеры:
 - X86: PC, сервера
 - ARM: мобильные устройства, ноутбуки Apple
 - MIPS: сетевые устройства, например, роутеры
 - PowerPC: высокопроизводительные вычисления, в прошлом: игровые приставки (PS3)
 - SPARC: мертв, ранее использовался в десктопах от Sun Microsystems

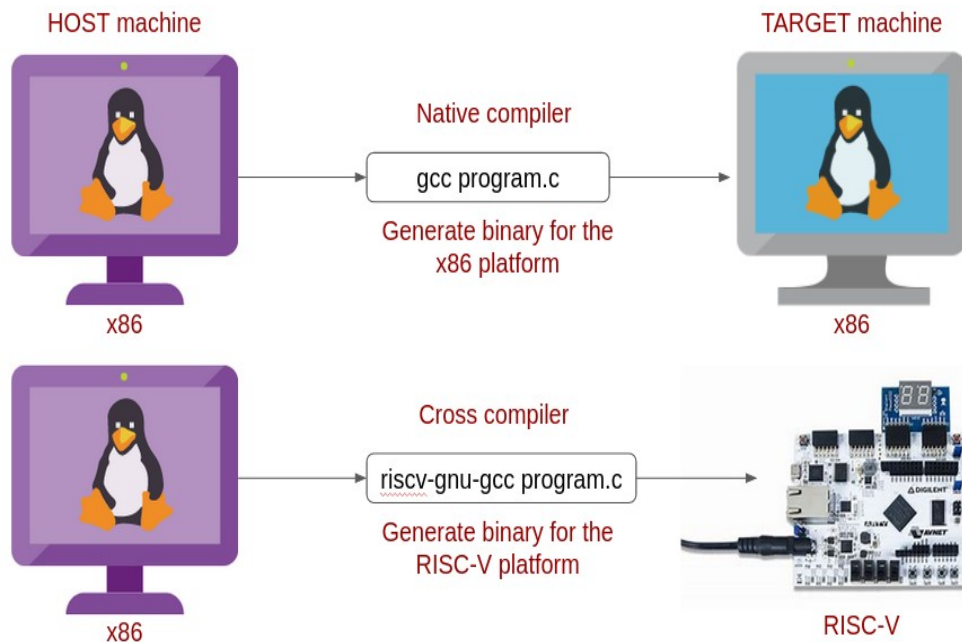
Что такое кросс компиляция

- До сих пор при написании программ вы совершали нативную компиляцию, т.е. машина, на которой должна компилироваться программа, совпадала с машиной, на которой она должна исполняться
- Представьте, что у вас есть RISC-V микроконтроллер, под который надо написать некоторое приложение
- Как вы будете это делать?



Что такое кросс компиляция

- На целевой архитектуре может в принципе не быть операционной системы
- Если операционная система есть, может не быть компилятора, с помощью которого можно собрать приложение
- Даже если он и есть, вам банально может не хватить вычислительной мощности



Что такое кросс компиляция

- Решением является кросс компиляция — процесс сборки приложения под архитектуру, отличную от той, на которой происходит сборка



Что такое тулчейн?

- Тулчейн — это набор инструментов для сборки приложения под конкретную архитектуру
- Тулчейн включает в себя компилятор, ассемблер, линкер, дебагер и библиотеки
- В случае GCC под каждую архитектуру собирается свой тулчейн (оттуда и появляются x86_64 gcc, riscv-gcc, arm-gcc и т.д)

Что такое тулчейн



- При кросс компиляции приходится рассматривать детали, которые скрыты при классической компиляции
- На самом верхнем уровне находится RISC-V приложение
- В том случае, если разработка идет не под baremetal, приложение разрабатывается под конкретный дистрибутив

Software Stack

| | | | | |
|------------------|--------------|--------|-------|---------|
| | Applications | | | |
| Distributions | OpenEmbedded | Gentoo | | BusyBox |
| Compilers | clang/LLVM | | GCC | |
| System Libraries | newlib | | glibc | |
| OS Kernels | Proxy Kernel | | Linux | |
| Implementations | Rocket | Spike | ANGEL | QEMU |

Что такое тулчейн

- Далее под компиляторами и библиотеками идет то, что мы понимаем под тулчейном
- Также для работы приложения нужны стандартные библиотеки, адаптированные под целевую архитектуру
- Linux — обрабатывает все системные вызовы, Proxy Kernel — делает то же самое, но работает как отдельное приложение и притворяется осяю



Software Stack

| | | | | |
|------------------|--------------|--------|-------|---------|
| | Applications | | | |
| Distributions | OpenEmbedded | Gentoo | | BusyBox |
| Compilers | clang/LLVM | | GCC | |
| System Libraries | newlib | | glibc | |
| OS Kernels | Proxy Kernel | | Linux | |
| Implementations | Rocket | Spike | ANGEL | QEMU |

Разработка приложения

- Установка тулчейна
- Компиляция программы
- Линковка со стандартной библиотекой (в случае baremetal — линковка с board support package), линковка с рантайм библиотеками
- Запуск и тестирование приложения на симуляторах
- Тестирование на устройстве