Linux
Plumbers
Conference 2022

>> Dublin, Ireland / September 12-14, 2022

LoongArch: 我们接下来干啥

- 我们是谁
- 我们做了啥
- 我们接下来干啥
- 问答时间

Linux Plumbers Conference 2022

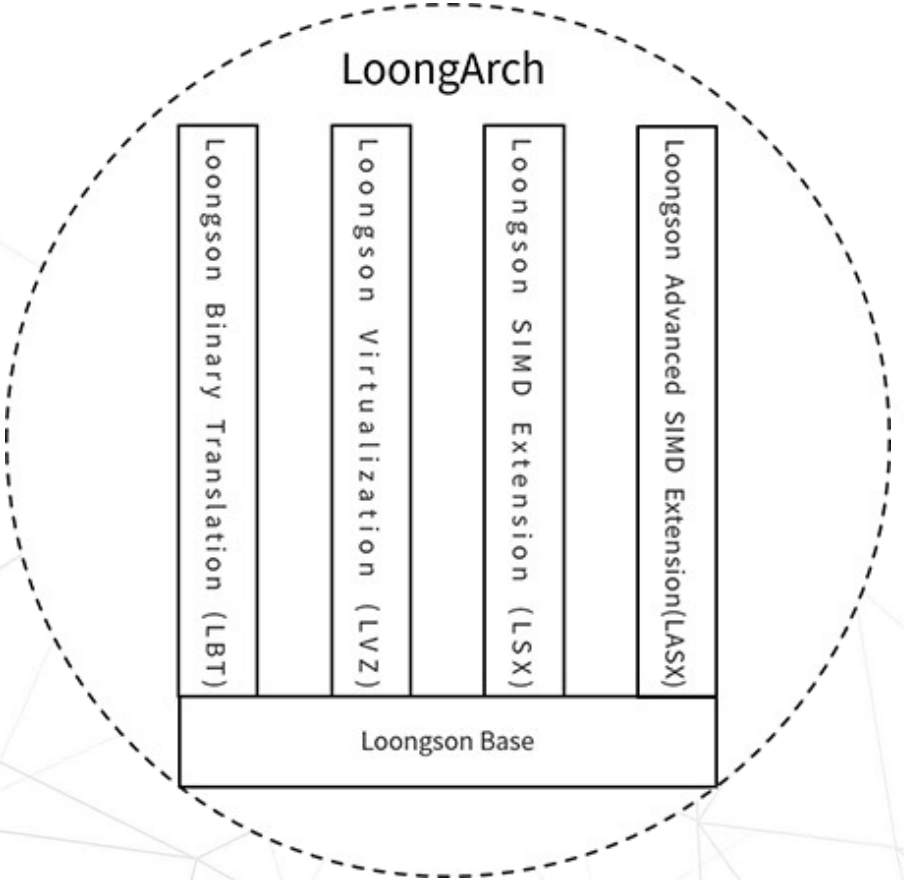
>> Dublin, Ireland / September 12-14, 2022

我们是谁

- 陈华才 @chenhuacai
  - arch/loongarch 维护者
- 王雪瑞 @xen0n
  - Gentoo 开发者、arch/loongarch 代码审查者，在无数项目打杂
  - 很荣幸能作为“爱好者”成功“混”入现场！

LoongArch 是啥？

- “a new RISC ISA, a bit like MIPS or RISC-V”
- 一些数字
  - 3个ISA子集(LA32R、LA32S、LA64)
  - 4个权限级别(PLV0 ~ PLV3)
  - 32个通用寄存器，32个浮点/向量寄存器，8个浮点条件寄存器
- 型号
  - 龙芯3A5000、3C5000(L)、2K1000LA、2K0500等等
- 更多信息
  - 请看官方文档
  - 也别错过 @xen0n 的非官方 FAQ



Linux Plumbers Conference 2022

>> Dublin, Ireland / September 12-14, 2022

我们做了啥

- 上游状态概览
- 上游内核现状

Linux Plumbers Conference 2022

>> Dublin, Ireland / September 12-14, 2022

上游状态概览

- 基本支持基本都上游了
  - 完成：binutils, gcc, linux, glibc, go, libffi, libunwind, systemd 等等
  - 移植中/等代码审查：LLVM, Rust, musl, libseccomp 等等
- ELF psABI 最近稍微改了一版不太兼容的
- 整体 ABI 稳定了，已经有很多发行版可用了
  - Gentoo
  - Arch Linux（非官方，有两个项目在同时推进）由 @yetist 与 @shipujin 提供
  - Slackware（非官方）由 @shipujin 提供
  - CLFS（非官方）由 @sunhaiyong1978 提供
  - 我现在应该就在一台 LoongArch 笔记本上做这展示！

Linux Plumbers Conference 2022

>> Dublin, Ireland / September 12-14, 2022

上游内核现状

- 支持 UEFI+ACPI 系统
- 时间线
  - v5.19: 架构支持、用户态 API
  - v6.0: irqchip 、 PCI 、临时的 ACPI 定义
    - 以及 vDSO `getcpu` 等等
  - v6.1 基本开箱即用了！
    - 正式的 ACPI 定义、合理的 EFI 引导支持、 eBPF JIT 、 qspinlock 、性能监测事件
  - 更多支持：挂起 / 唤醒、 LS7A 集成声卡、……

我们接下来干啥

- “旧世界”问题
- 其他引导协议支持
- ~~EFI 压缩映像引导流程的前进方向~~
  - 搞定了，感谢 @ardb!

Linux Plumbers Conference 2022

>> Dublin, Ireland / September 12-14, 2022

“旧世界”问题

- 背景知识：“双界记”
- 不兼容点
  - psABI
  - 固件 & 引导协议
  - Linux 用户态 API
  - 用户态 (libc 符号版本等等)
- 前路何方？

Linux Plumbers Conference 2022

>> Dublin, Ireland / September 12-14, 2022

双界记

- 最早的 LoongArch 移植基本是 MIPS 代码的批量复制粘贴、字符串替换
  - 非技术原因，赶工赶出来的
  - 一些名场面比方说 BogoLOONGARCH 和 LBT_LOONGARCH
  - 这样下去肯定不行的……
- 新 ABI 基本照着 RISC-V 搞的
  - ELF psABI 和过程调用约定 * 基本 * 没受影响（很幸运）
  - 其他部分就没这么幸运了，每一层都存在不兼容

不兼容点 - psABI

- 重定位记录
  - 旧世界使用基于栈机模型的重定位记录，类似 rl78 和 rx 架构的做法
  - 新世界使用经典风格的重定位记录；迁移工作快完成了
- ELF `e_flags[7:6]`
  - 非常新的新世界工具链产生的目标文件的此位域为 `0x1`，旧世界则为 `0x0`
- 这意味着什么
  - 上游 LLVM/mold 不懂怎么处理栈机重定位记录，也没法让它们懂
  - 若干下游项目要改

重定位记录：前后对比

```
gen2-sysroot/usr/lib64/crt1.o:     file format elf64-loongarch


Disassembly of section .text:

0000000000000000 <_start>:
   0:   00150089        move            $a5, $a0

0000000000000004 <L0^A>:
   4:   1c000004        pcaddu12i       $a0, 0  4: R_LARCH_SOP_PUSH_PCREL       _GLOBAL_OFFSET_TABLE_
        4: R_LARCH_SOP_PUSH_GPREL       main
        4: R_LARCH_SOP_ADD      *ABS*
        4: R_LARCH_SOP_PUSH_PCREL       _GLOBAL_OFFSET_TABLE_+0x80000000
        4: R_LARCH_SOP_PUSH_GPREL       main
        4: R_LARCH_SOP_ADD      *ABS*
        4: R_LARCH_SOP_PUSH_ABSOLUTE    *ABS*+0x20
        4: R_LARCH_SOP_SR       *ABS*
        4: R_LARCH_SOP_PUSH_ABSOLUTE    *ABS*+0x20
        4: R_LARCH_SOP_SL       *ABS*
        4: R_LARCH_SOP_SUB      *ABS*
        4: R_LARCH_SOP_PUSH_ABSOLUTE    *ABS*+0x20
        4: R_LARCH_SOP_SL       *ABS*
        4: R_LARCH_SOP_PUSH_ABSOLUTE    *ABS*+0x2c
        4: R_LARCH_SOP_SR       *ABS*
        4: R_LARCH_SOP_POP_32_S_5_20    *ABS*
   8:   0380000c        ori             $t0, $zero, 0x0 8: R_LARCH_SOP_PUSH_PCREL       _GLOBAL_OFFSET_TABLE_+0x4
        8: R_LARCH_SOP_PUSH_GPREL       main
        8: R_LARCH_SOP_ADD      *ABS*
        8: R_LARCH_SOP_PUSH_PCREL       _GLOBAL_OFFSET_TABLE_+0x80000004
        8: R_LARCH_SOP_PUSH_GPREL       main
        8: R_LARCH_SOP_ADD      *ABS*
        8: R_LARCH_SOP_PUSH_ABSOLUTE    *ABS*+0x20
        8: R_LARCH_SOP_SR       *ABS*
        8: R_LARCH_SOP_PUSH_ABSOLUTE    *ABS*+0x20
        8: R_LARCH_SOP_SL       *ABS*
        8: R_LARCH_SOP_SUB      *ABS*
        8: R_LARCH_SOP_PUSH_ABSOLUTE    *ABS*+0xfff
        8: R_LARCH_SOP_AND      *ABS*
        8: R_LARCH_SOP_POP_32_U_10_12   *ABS*
```

* each of these RELA records takes up 24 bytes

* 每条 RELA 记录占 24 字节

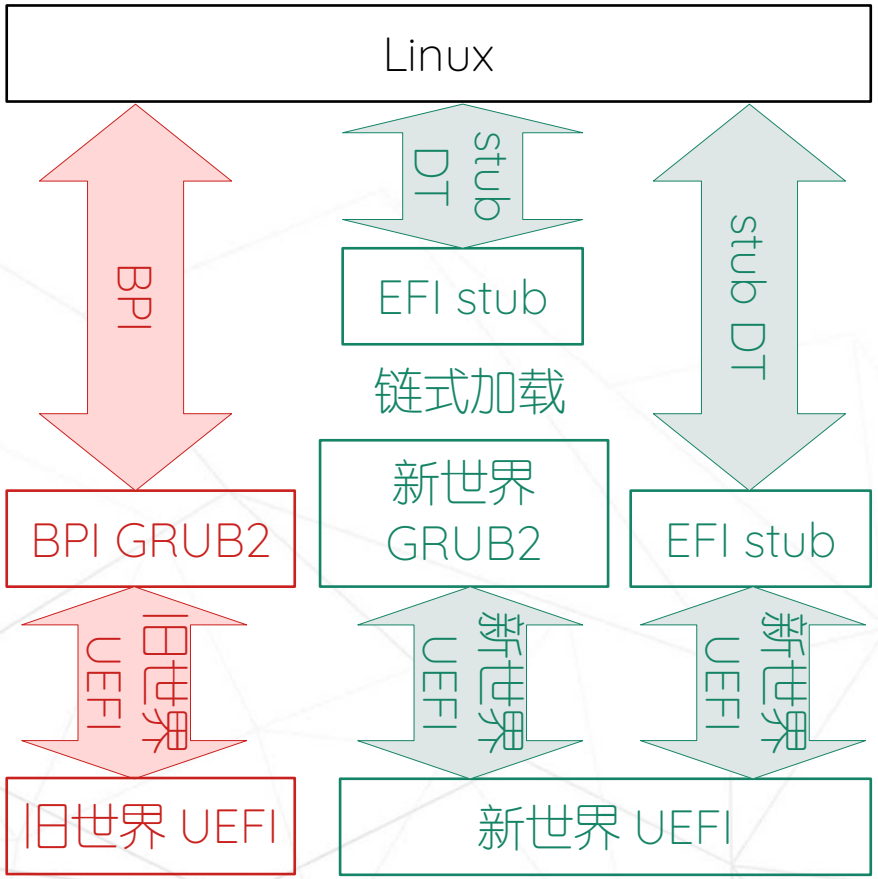
```
/usr/lib64/crt1.o:     file format elf64-loongarch


Disassembly of section .text:

0000000000000000 <_start>:
   0:   00150089        move            $a5, $a0
   4:   1a000004        pcalau12i       $a0, 0  4: R_LARCH_GOT_PC_HI20  main
   8:   02c0000c        addi.d          $t0, $zero, 0   8: R_LARCH_GOT_PC_LO12  main
   c:   1600000c        lu32i.d         $t0, 0  c: R_LARCH_GOT64_PC_LO20        main
  10:   0300018c        lu52i.d         $t0, $t0, 0     10: R_LARCH_GOT64_PC_HI12       main
  14:   380c3084        ldx.d           $a0, $a0, $t0
  18:   28c00065        ld.d            $a1, $sp, 0
  1c:   02c02066        addi.d          $a2, $sp, 8(0x8)
  20:   00830003        bstrins.d       $sp, $zero, 0x3, 0x0
  24:   00150007        move            $a3, $zero
  28:   00150008        move            $a4, $zero
  2c:   0015006a        move            $a6, $sp
  30:   1a000001        pcalau12i       $ra, 0  30: R_LARCH_GOT_PC_HI20 __libc_start_main
  34:   02c0000c        addi.d          $t0, $zero, 0   34: R_LARCH_GOT_PC_LO12 __libc_start_main
  38:   1600000c        lu32i.d         $t0, 0  38: R_LARCH_GOT64_PC_LO20       __libc_start_main
  3c:   0300018c        lu52i.d         $t0, $t0, 0     3c: R_LARCH_GOT64_PC_HI12       __libc_start_main
  40:   380c3021        ldx.d           $ra, $ra, $t0
  44:   4c000021        jirl            $ra, $ra, 0
  48:   1a000001        pcalau12i       $ra, 0  48: R_LARCH_GOT_PC_HI20 abort
  4c:   02c0000c        addi.d          $t0, $zero, 0   4c: R_LARCH_GOT_PC_LO12 abort
  50:   1600000c        lu32i.d         $t0, 0  50: R_LARCH_GOT64_PC_LO20       abort
  54:   0300018c        lu52i.d         $t0, $t0, 0     54: R_LARCH_GOT64_PC_HI12       abort
  58:   380c3021        ldx.d           $ra, $ra, $t0
  5c:   4c000021        jirl            $ra, $ra, 0
```

不兼容点 - 固件

- UEFI表
  - 旧世界表中的指针是虚拟地址
    - 可能的原因：这样就和arch/loongarch预期的DMW配置一致
  - 新世界则是物理地址和所有别的架构一样
- ACPI表
  - 布局不一样，不兼容
- 引导协议
  - `struct bootparamsinterface` (“BPI”)
    - 通过特殊的GRUB转换，用来配合旧世界和早期新世界的内核
  - 新世界采用EFI stub



不兼容点 - Linux 用户态 API

- _NSIG
  - 旧世界为 128（跟 MIPS 一样），新世界为 64
- 系统调用
  - {get,set}rlimit → prlimit64
  - fstat, newfstatat → statx
- ptrace, sigcontext 的差异

Linux Plumbers Conference 2022

>> Dublin, Ireland / September 12-14, 2022

不兼容点 - 用户态

- libc 符号版本
  - 旧世界取 `GLIBC_2.27`（你一定猜到原因了）
  - 新世界取 `GLIBC_2.36`
- ld.so 路径
  - 旧世界取 `/lib64/ld.so.1`（同上）
  - 新世界取 `/lib64/ld-linux-loongarch-lp64d.so.1`

Linux Plumbers Conference 2022

>> Dublin, Ireland / September 12-14, 2022

怎么统一两个世界？

- 目标：数字遗产保护 (Digital preservation), 一种可能的思路是允许在新世界内核上运行旧世界二进制
  - 我们真要这么干吗？
  - 如果真这么干，应该分层解决这件事情
  - 否则为了人们的精神健康，应该采取类似 WINE 的实现思路
- 固件↔内核：在旧世界或者新世界固件上跑新世界内核
  - 意味着在上游支持 BPI
  - 有些早期 3A5000 系统可能永远不会得到固件升级，我们还管它们吗？
- 内核、用户态 ABI
  - 为了精神健康，很可能需要单独的 chroot/sysroot，但用户体验可能受损
  - 剩下的工作，交给用户态兼容层还是内核处理？

Linux Plumbers Conference 2022

>> Dublin, Ireland / September 12-14, 2022

要做的话怎么搞？

- 分界线画在哪
  - 系统调用边界，还是内核内的机制？
  - 我们怎么知道一个进程在使用旧世界 ABI？

    通过检查 `e_flags`，还是看第一次 sigprocmask 调用时隐含的 `_NSIG`？
  - 怎么解决 exec 异世界程序的情况？
- 入口点
  - 通过 binfmt_misc：怎么识别旧世界二进制？
  - 以 ld.so 替代品的形式
    - libc 符号版本处理的 hacks – 估计没法推上游
    - 静态链接的二进制咋办？
- 兼容层
  - ABI 风味标记：ptrace 还是 personality？

其他引导协议支持

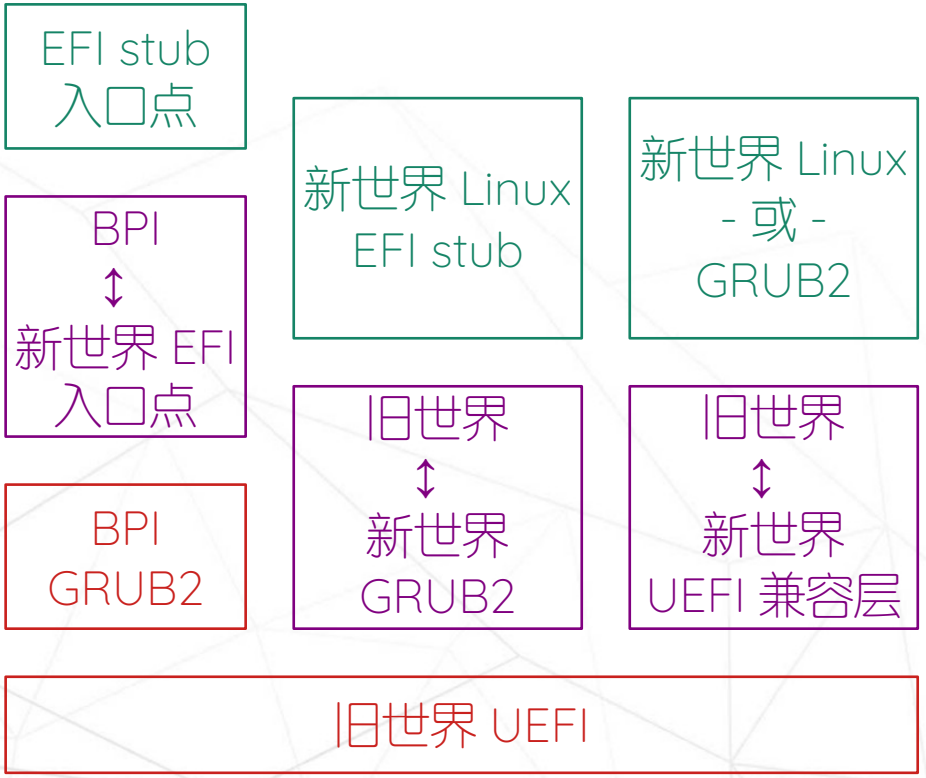
- 为何支持其他引导协议很重要
- 可能性： BPI 兼容性
- 可能性：设备树引导

为何支持其他引导协议很重要？

- 旧世界 /BPI 兼容性
  - 一些古早硬件（尤指笔记本）可能永远不会有新世界固件
  - 用户不喜欢（半）计划报废
- 资源受限场景
  - 在完整 UEFI 太重的场合，用设备树引导
  - 我们想在这些设备上跑上游 Linux 吗？
- 自由软件固件 (coreboot 等等)
  - 项目、用户可能不想，或者不能支持 UEFI
  - 给人们以选择

可能性： BPI 兼容性

- BPI 引导过程长啥样？
  - 有 UEFI，但存放位置不同，表里的指针也是虚拟地址
  - 内存映射表的形状不同
- 兼容
  - 相同的问题：在哪一层做？
  - 如果在内核前，则链式引导未经修改的新世界内核
  - 如果在内核里，则是类似 EFI stub 的又一个入口点



Linux Plumbers Conference 2022

>> Dublin, Ireland / September 12-14, 2022

可能性：设备树引导

- 估计能做，阻力不大（不像 BPI）
- DT 标准化
  - 据我所知两个龙芯演讲者都没在做设备树内核相关
  - 对在这个项目的同学们要说的话：
    沟通，沟通，沟通！

Linux Plumbers Conference 2022

>> Dublin, Ireland / September 12-14, 2022

致谢

- 感谢我的公司和龙芯
- 社区力量！
  - Gentoo 的 dilfridge 和 sam
  - @FlyGoat, @HougeLangley, @phorcys, @prcups, @Rabenda, @xry111 和 Telegram 龙芯用户群的群友们
  - 不计其数的其他同学们

Linux
Plumbers
Conference 2022

>> Dublin, Ireland / September 12-14, 2022

谢谢！

问答时间