OpenEuler

linux中断子系统

目录

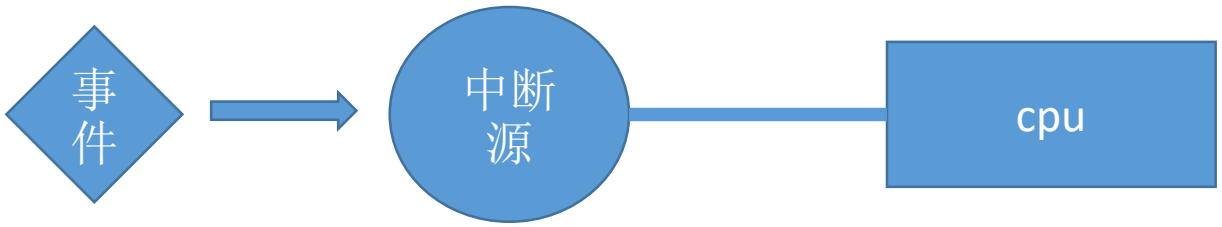
CONTENT

OpenEuler

为什么要有中断?

- 中断源（外设）有事件需要cpu响应

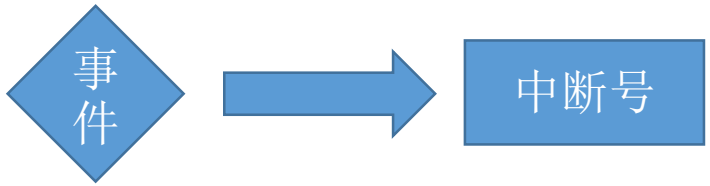
- 有事件需要cpu处理时，中断源根据cpu给定的方式产生中断，cpu跳转到特定的地址——中断向量

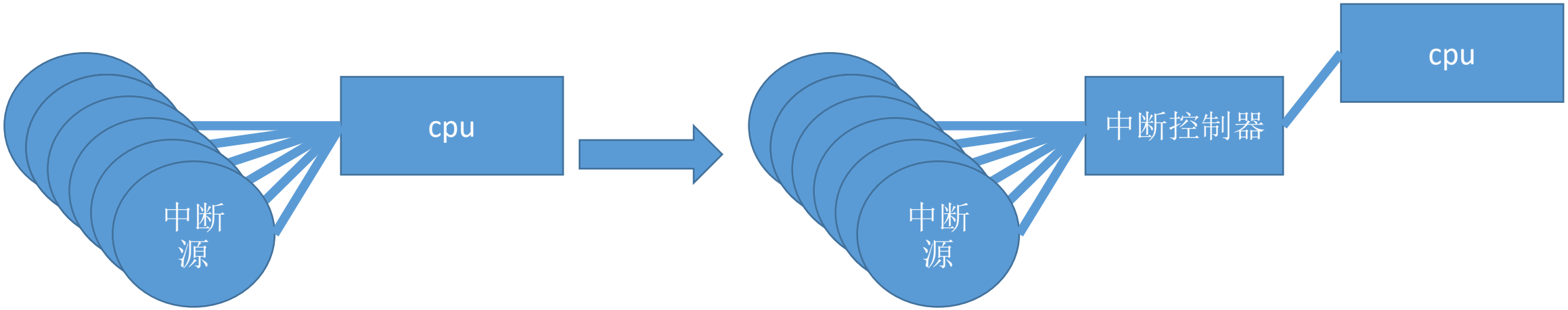


OpenEuler

更多的中断源与事件?

- 硬件 引入中断控制器
- 软件 如何区别不同的中断源和事件？中断号！





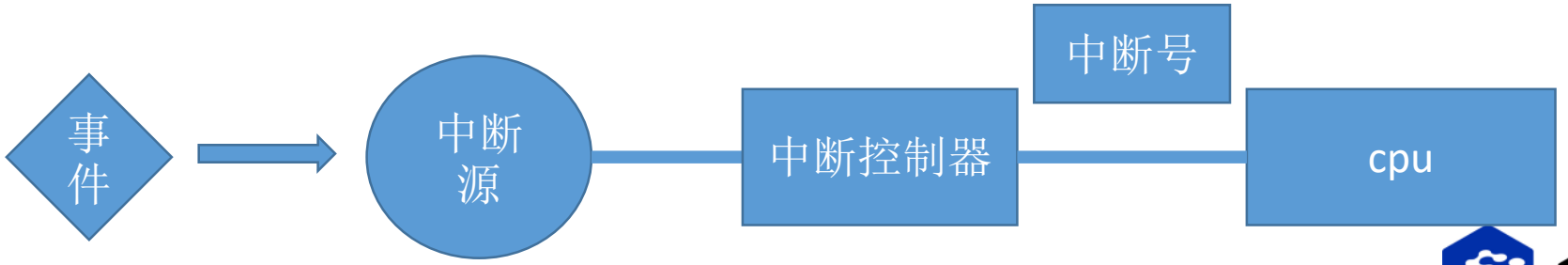
软件怎么处理中断?

- 场景：1个中断源直连1个cpu，无中断控制器

- 中断事件发生，cpu响应中断
- cpu跳转中断向量：
- cpu_irq_enter // 按cpu架构实现的进入中断处理
- handle_irq // 中断源的中断处理函数
- cpu_irq_exit // 按cpu架构实现的退出中断处理

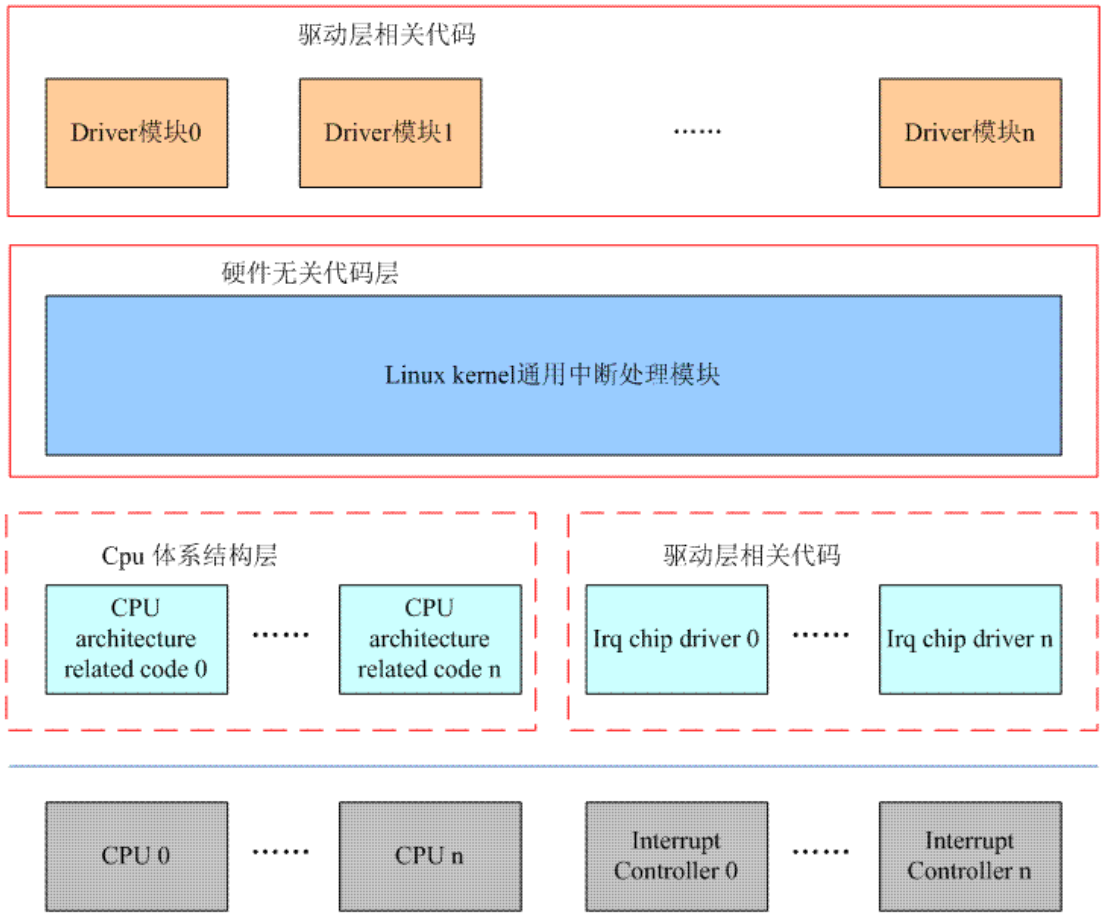
- 场景：多个中断源直连1个中断控制器，再连接cpu

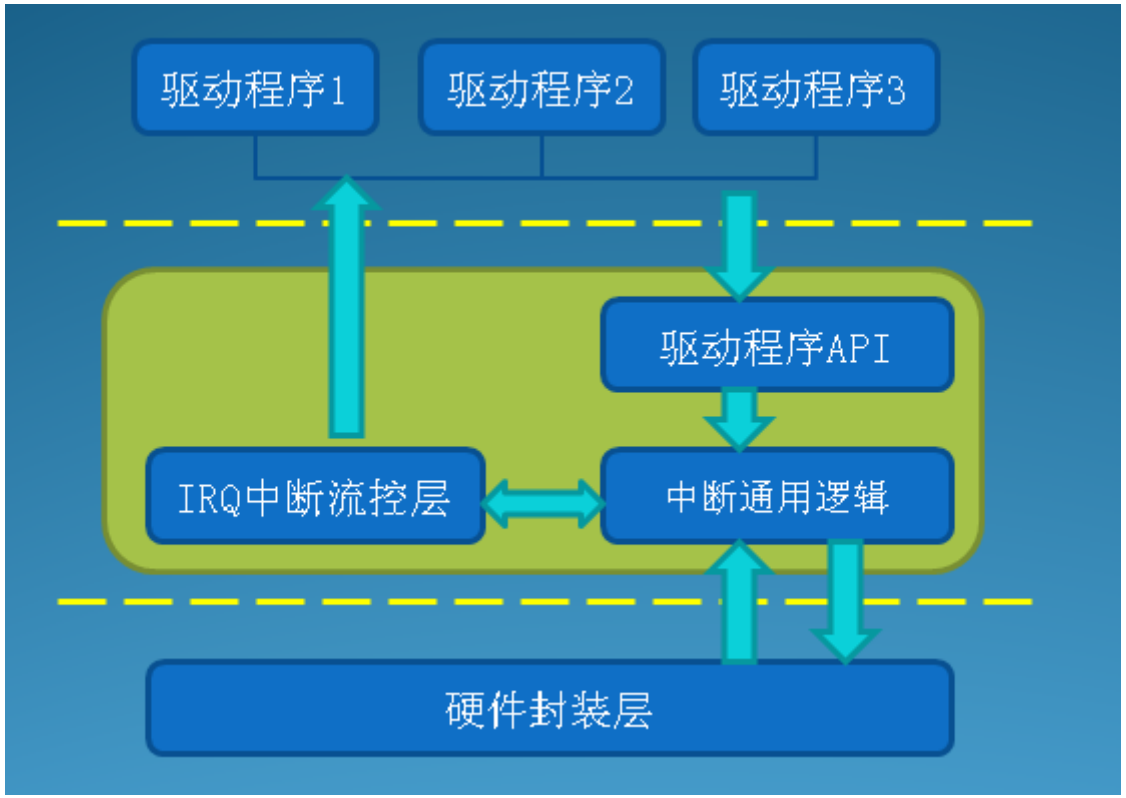
- 中断事件发生，中断控制器响应
- 中断控制器通知cpu响应中断
- cpu跳转中断向量：
- cpu_irq_enter // 按cpu架构实现的进入中断处理
- ic_handle_irq // 按中断控制器实现的中断处理
  - ic_handle_irq_enter // 一些中断前处理
  - handle_irq // 中断源的中断处理函数
  - ic_handle_irq_exit // 一些中断后处理
- cpu_irq_exit // 按cpu架构实现的退出中断处理



linux中断子系统

分离cpu、中断控制器与外设驱动



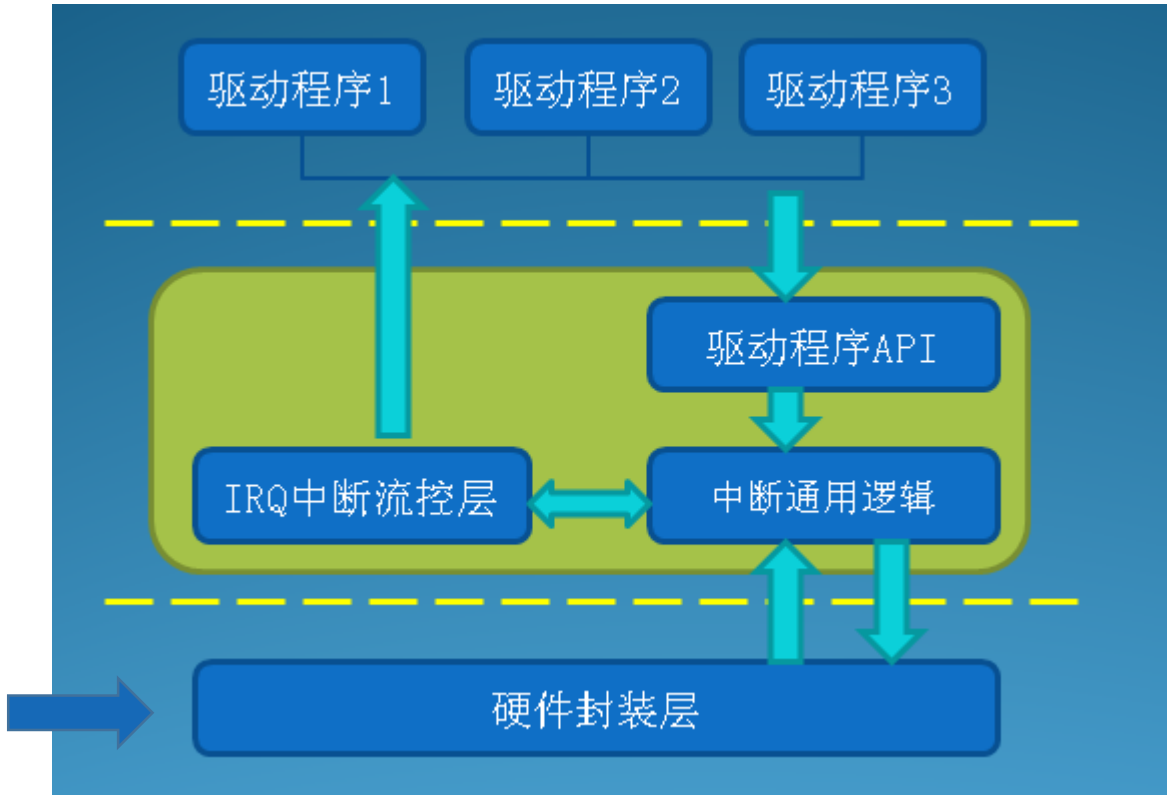


设备树源码DTS描述硬件的拓扑结构

OpenEuler

硬件封装层

- cpu
- 实现中断向量，一般是汇编
- 中断控制器
- 软件抽象为struct irq_chip
- 多个中断同时产生？对各个中断的优先级进行控制；
- 中断号如何得到？向CPU发出中断请求后，提供某种机制让CPU获得实际的中断源；
- 控制各个中断的电气触发条件，例如边缘触发或者是电平触发；
- 怎么控制是否响应中断？提供使能（enable）或者屏蔽（mask）某一个中断；
- 提供嵌套中断请求的能力；
- 中断什么时候再触发？提供清除中断请求的机制（ack）；
- 有些控制器还需要CPU在处理完中断后对控制器发出eoi（end of interrupt）；
- 在smp系统中，中断应该选择哪个cpu？控制各个中断与cpu之间的亲缘关系（affinity）
- 系统中多个中断控制器有重复的中断号？hwirq -> irq
- 硬件中断号映射中断号的软件抽象 struct irq_domain
- 级连的中断控制器？

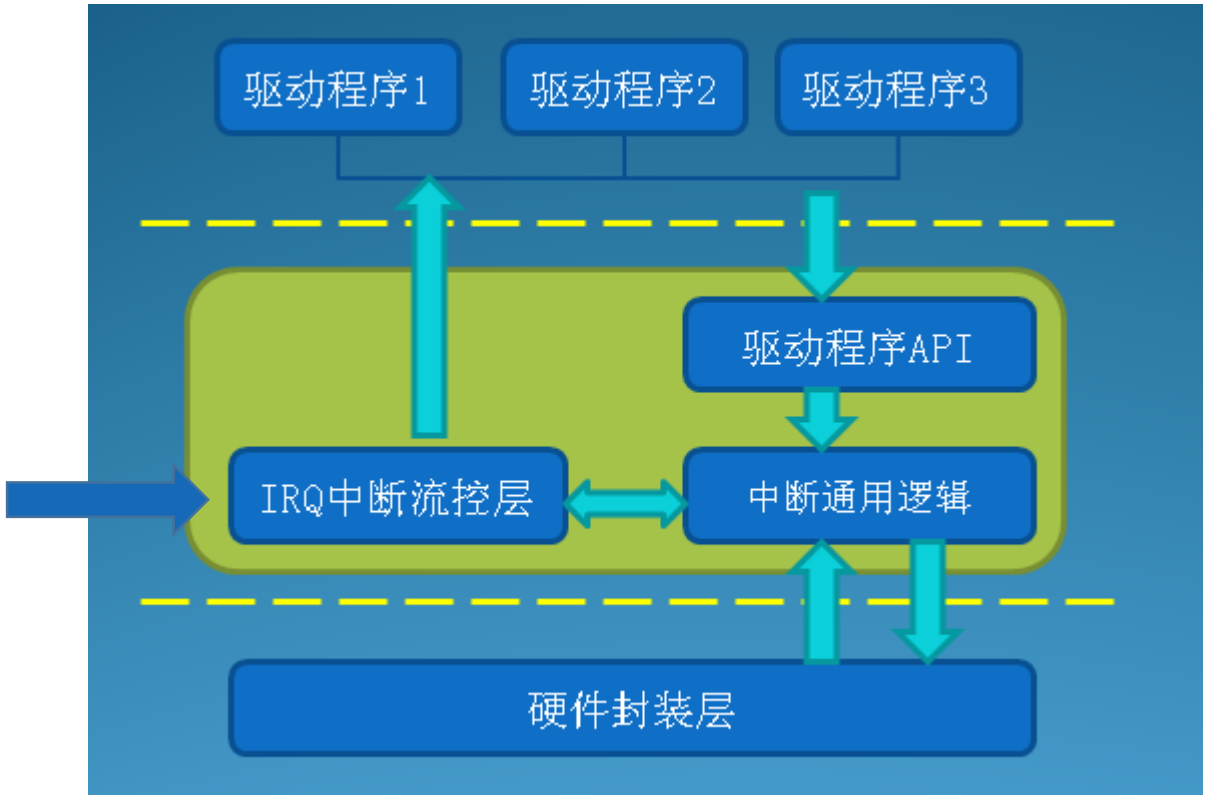


OpenEuler

中断流控处理层

- 何时对中断控制器发出ack回应?
- mask_irq和unmask_irq的处理;
- 中断控制器是否需要eoi回应?
- 何时打开cpu的本地irq中断? 以便允许irq的嵌套;
- 流程的抽象类型irq_flow_handler_t

- linux提供的实现:
- handle_simple_irq 用于简易流控处理;
- handle_level_irq 用于电平触发中断的流控处理;
- handle_edge_irq 用于边沿触发中断的流控处理;
- handle_fasteoi_irq 用于需要响应eoi的中断控制器;
- handle_percpu_irq 用于只在单一cpu响应的中断;
- handle_nested_irq 用于处理使用线程的嵌套中断;

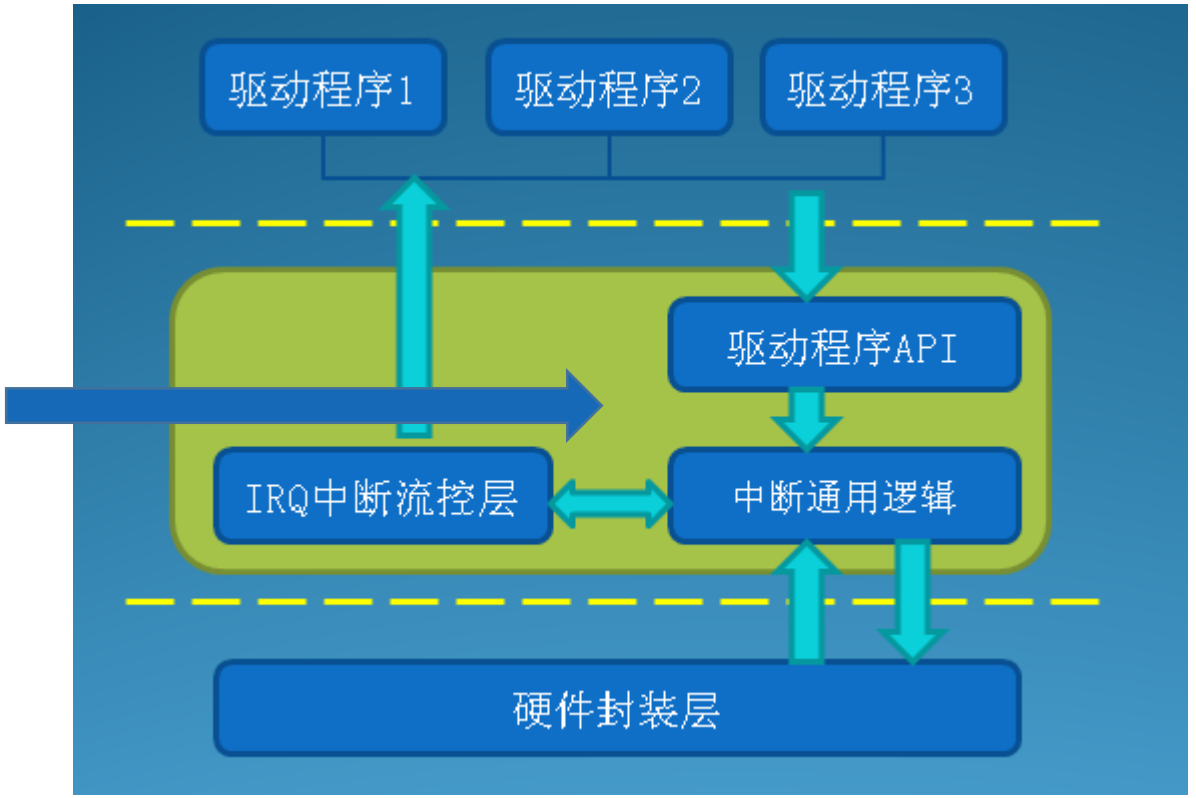


OpenEuler

驱动程序API与中断通用逻辑

- 中断事件的软件抽象 struct irq_desc

- 驱动程序如何申请irq? request_threaded_irq
- 驱动程序如何开关irq? enable_irq & disable_irq
- 驱动程序如何选择irq流程? irq_set_handler
- 驱动程序如何选择irq连接的中断控制器? irq_set_chip



OpenEuler

中断维测信息

- cat /proc/interrupts
- 读取interrupts会依次显示irq编号，每个cpu对该irq的处理次数，中断控制器的名字，irq的名字，以及驱动程序注册该irq时使用的名字，以下是一个例子：

```
cat /proc/interrupts
           CPU0       CPU1
 20:         23          0       s3c-uart        s5pv210-uart
 21:        526          0       s3c-uart        s5pv210-uart
 79:          0          0       GIC             s3c-pl330.1
100:          0          0       GIC             s3c-pl330.2
103:    3426382          0       GIC             mct_tick0_irq
107:          0          0       GIC             s3c2410-wdt
108:        760          0       GIC             s3c2410-rtc             alarm
109:          0          0       GIC             s3c2410-rtc             tick
232:      74455          0       s5pv210-eint    bcmsdh_sdmmc
233:          0          0       s5pv210-eint    bt_wake_irq_handler
235:          0          0       s5pv210-eint    CP_RESET_INT
238:       2847          0       s5pv210-eint    IPC_HOST_WAKEUP
239:     489758          0       s5pv210-eint    qt602240.1
```

✓ openEuler kernel gitee 仓库

源代码仓库

https://gitee.com/openeuler/kernel

欢迎大家多多 Star，多多参与社区开发，多多贡献补丁。

✓ maillist、issue、bugzilla

可以通过邮件列表、issue、bugzilla 参与社区讨论

欢迎大家多多讨论问题，发现问题多提 issue、bugzilla

https://gitee.com/openeuler/kernel/issues

https://bugzilla.openeuler.org

kernel@openeuler.org

✓ openEuler kernel SIG 微信技术交流群

请扫描右方二维码添加小助手微信

或者直接添加小助手微信（微信号：openeuler-kernel）

备注“交流群”或“技术交流”

加入 openEuler kernel SIG 技术交流群

技术交流

OpenEuler

Thank you

OpenEuler