

arceos应用汇报: yield

# 运行环境

## 文件目录

应用程序 `yield` 源代码存储在目录 `arceos/apps/task/yield/src/main.rs` 下。

## 运行指令

假设在riscv64环境下运行，以单核形式运行，指令为：

```
make A=apps/task/yield ARCH=riscv64 LOG=info NET=y SMP=1 run
```

## 运行配置

不允许抢占发生，即 `feature: preempt` 为 `false`。

# Output

```
Hello, main task!  
Hello, task 0! id = TaskId(4)  
Hello, task 1! id = TaskId(5)  
Hello, task 2! id = TaskId(6)  
Hello, task 3! id = TaskId(7)  
Hello, task 4! id = TaskId(8)  
Hello, task 5! id = TaskId(9)  
Hello, task 6! id = TaskId(10)  
Hello, task 7! id = TaskId(11)  
Hello, task 8! id = TaskId(12)  
Hello, task 9! id = TaskId(13)  
Task yielding tests run OK!
```

# 程序流程

## STEP 1

- OS init
- After executed all initial actions, then arceos call main function in `yield` app.

## STEP2

```
fn main() {  
    for i in 0..NUM_TASKS {  
        task::spawn(move || {  
            println!("Hello, task {}! id = {:?}", i, task::current().id());  
            // 此时已经启动了yield  
            // 因为preempt所需要的依赖libax/sched_rr并没有被包含进去  
            #[cfg(not(feature = "preempt"))]  
            task::yield_now();  
  
            let order = FINISHED_TASKS.fetch_add(1, Ordering::Relaxed);  
            if option_env!("SMP") == Some("1") {  
                assert!(order == i); // FIFO scheduler  
            }  
        });  
    }  
    println!("Hello, main task{}!");  
    while FINISHED_TASKS.load(Ordering::Relaxed) < NUM_TASKS {  
        #[cfg(not(feature = "preempt"))]  
        task::yield_now();  
    }  
    println!("Task yielding tests run OK!");  
}
```

# 运行流程

(大家可以对照自己电脑上的源代码了解大体逻辑。)

1. 进入 `main` 函数, `main task` 执行。
2. 利用 `task::spawn` 循环产生 `NUM_TASKS` 个任务, 类似于线程的思想。
3. 每一个任务执行一个函数。若环境不允许抢占发生, 则自身执行 `yield` 让出CPU。  
当重新运行时, 获取自身运行的顺序, 在单核情况下检查是否符合FIFO调度策略。
4. `main task` 会在输出自身信息后, 等待所有子任务完成。若未完全完成, 则继续 `yield` 等待。

# Flow Chart

```
graph TD;
    T["main task"] --> A["axtask::lib::spawn"];
    A -- "task_i" --> B["axtask::run_queue::AxRunQueue.scheduler.push_back(task_i)"];
    A --> C["RUN_QUEUE.lock()"];
    B -- "repeat n times" --> A;
    B -- "main task" --> D["axtask::lib::yield_now"];
    D --> E["axtask::run_queue::AxRunQueue::resched_inner"];
    E -- "prev" --> F["axtask::run_queue::AxRunQueue.scheduler.push_back(prev)"];
    E -- "next=axtask::run_queue::AxRunQueue.scheduler.pop_front()" --> G["axtask::run_queue::AxRunQueue:: switch_to(prev,next)"];
    G -- "repeat n times" --> D;
    G -- "all n subtask finished" --> H["finished"]
```

# 一些问题

1. 上述为单核运行模式，因此在代码的检测FIFO策略部分，若程序正确运行，则应当是n个子任务依此yield之后，由main task先行输出。故应当满足FIFO顺序。
2. 但若是多核运行模式，则子任务的输出不一定在main task之后。以 `SMP=4` 为例，一个可能输出如下：

```
Hello, task 0! id = TaskId(7)
Hello, main task!
Hello, task 1! id = TaskId(8)
Hello, task 2! id = TaskId(9)
Hello, task 3! id = TaskId(10)
Hello, task 4! id = TaskId(11)
Hello, task 5! id = TaskId(12)
Hello, task 6! id = TaskId(13)
Hello, task 7! id = TaskId(14)
Hello, task 8! id = TaskId(15)
Hello, task 9! id = TaskId(16)
Task yielding tests run OK!
```



## 关于多核输出的解释

问题在于主任务所在核与其他任务所在核的调度关系。经测试，在四核情况下，大多情况下，前两个还是main task 与 task 0，其他后续子任务顺序不变。

多核情况的流图较为复杂，因此不在此给出。

# acreatos源码阅读：了解关于acreatos特权级切换的机制：

- rcore：RustSBI运行在M态，通过切换到内核所在start代码进入S态。内核通过调用 `__restore` 函数转换到U态，运行应用程序。因此应用程序运行在U态，而内核运行在S态。

应用程序通过调用 `ecall` 触发CPU切换到S态，进入 `trap_handler`。

- acreatos：RustSBI运行在M态，通过切换到内核所在start代码进入S态。内核执行应用程序时也未改变 `sstatus`，因此跳转到应用程序之后仍然在S态。给定的应用程序示例(如 `yield` 程序)并未调用 `ecall`，而是直接调用内核的函数接口，故未发生特权级切换。

`exception` 程序的 `ebreak` 并未导致特权级切换，只是触发了一个S态下的异常。

- 为了实现初赛要求的 `syscall`，我们如果想要保证应用程序运行在U态下，需要手动添加类似rcore的 `__restore` 函数进行特权级切换，通过 `ecall` 从应用态进入内核态。

# acreos源码阅读：了解acreos模块组成

acreos的 `crate` 部分实现了许多模块，相比于rcore而言添加了更多Linux下的特性内容，下面举一些作为例子：

1. `allocator` :实现了linux内存三大分配器：引导内存分配器，伙伴分配器，slab分配器
2. `driver_*` :提供了与文件系统交互的接口实现，但看上去并未十分完善
3. `per_cpu` : 多核机制下每一个CPU各自独立的缓存
4. `page_table` : 多级页表机制实现，根据参数可以切换为三级页表或者四级页表，同时支持分配超大页(1GB)、大页(2MB)与一般页面(4KB)
5. `lazy_init` :类似于rust的 `lazy_static` , 提供静态全局定义
6. `spin_lock` : linux的自旋锁实现
7. `kernel_guard` :CPU锁实现，保证内核部分操作不会被中断或者抢占。(linux要求)

# 疑问

1. acreos实现了很多linux的特性内容，但比如 `lazy_init` 的实现与rust自带的 `lazy_static` 有何区别呢，能否直接使用rust自带的语法？
2. 在初赛阶段，我们是只需要根据初赛要求选取arceos的代码进行编程吗，还是说需要和arceos一样实现很多额外的、初赛不要求的特性（如多核、多种页表机制）
3. 老师期望我们的代码与arceos的结合程度有多高呢，可否引入rcore等其他内核的一些内容。
4. 内核实现的功能较多的情况下，当前我们是否需要阅读相关论文呢，还是更加侧重已有的代码实现。同时刚才提到了前面的同学读代码了解接口功能即可，对于内核实现比赛来说，需要了解更加详细的接口实现吗。

## 下周工作

1. 将应用程序移植到用户态中，尝试实现U态和S态的分离
2. 实现简单的一个系统调用，未涉及文件系统等内容，保证可以进行内核与应用程序的隔离。
3. 阅读文件系统接口的功能，了解ft32文件系统的接口功能。