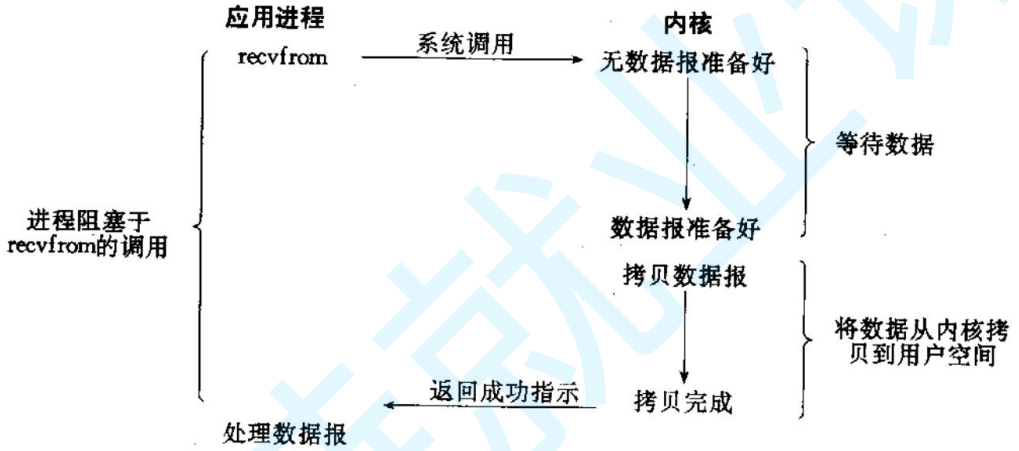
11 五种 IO 模型与阻塞 IO

五种 IO 模型

[钓鱼例子]

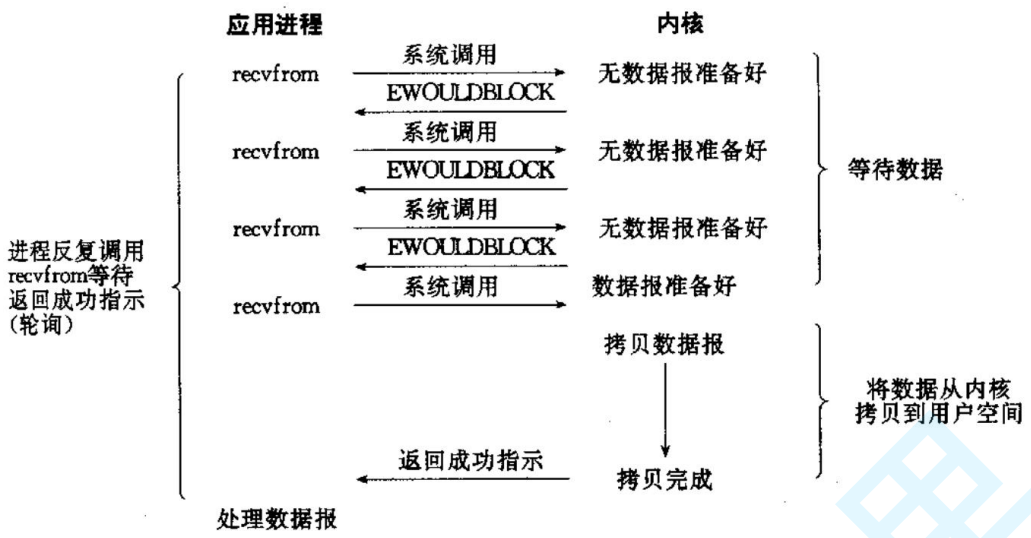
> • 阻塞 IO: 在内核将数据准备好之前, 系统调用会一直等待. 所有的套接字, 默认都是阻塞方式.

阻塞 IO 是最常见的 IO 模型.

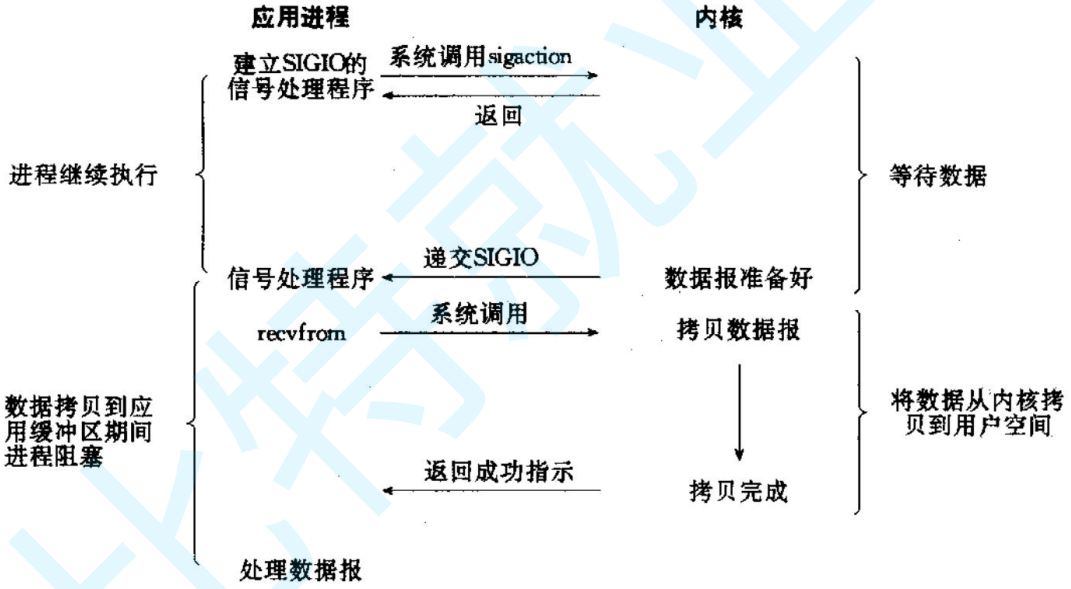


> • 非阻塞 IO: 如果内核还未将数据准备好, 系统调用仍然会直接返回, 并且返回 EWOULDBLOCK 错误码.

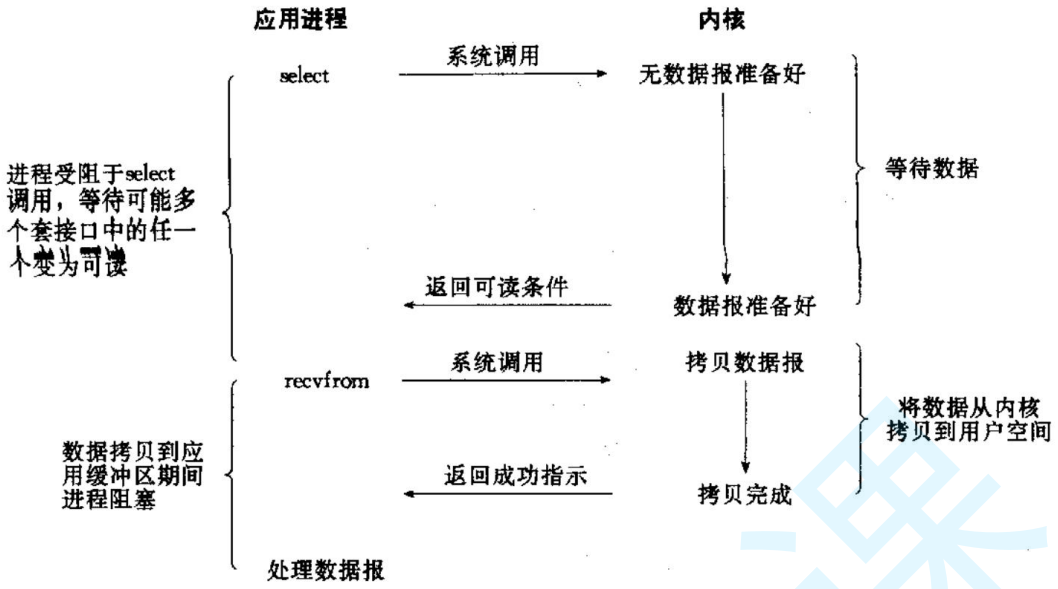
非阻塞 IO 往往需要程序员循环的方式反复尝试读写文件描述符, 这个过程称为**轮询**. 这对 CPU 来说是较大的浪费, 一般只有特定场景下才使用.



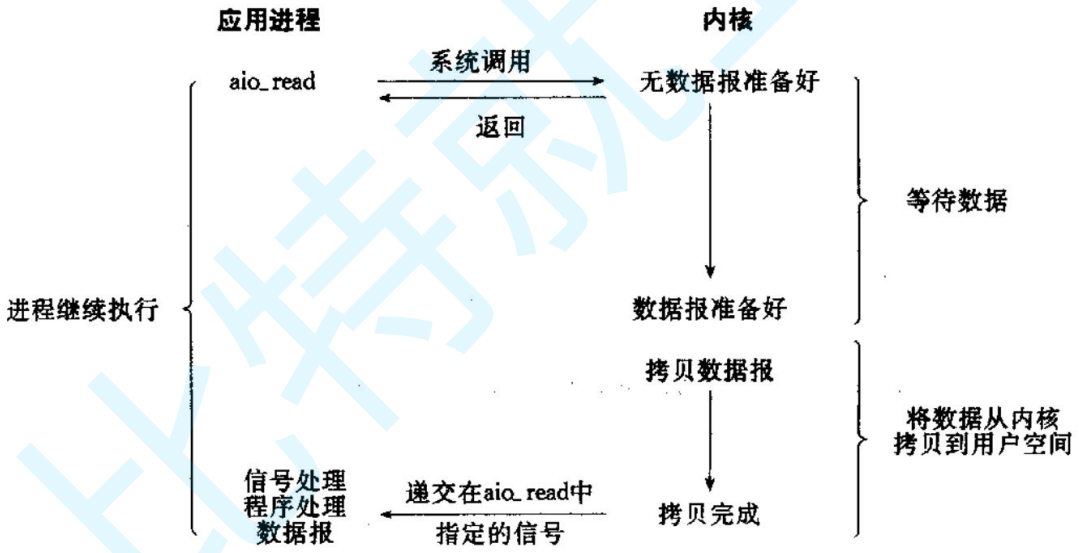
- 信号驱动 IO: 内核将数据准备好的时候, 使用 SIGIO 信号通知应用程序进行 IO 操作.



- IO 多路转接: 虽然从流程图上看起来和阻塞 IO 类似. 实际上最核心在于 IO 多路转接能够同时等待多个文件描述符的就绪状态.



- 异步 IO: 由内核在数据拷贝完成时, 通知应用程序(而信号驱动是告诉应用程序何时可以开始拷贝数据).



小结

- 任何 IO 过程中, 都包含两个步骤. 第一是**等待**, 第二是**拷贝**. 而且在实际的应用场景中, 等待消耗的时间往往都远远高于拷贝的时间. 让 IO 更高效, 最核心的办法就是让等待的时间尽量少.

高级 IO 重要概念

在这里, 我们要强调几个概念

同步通信 vs 异步通信(synchronous communication/ asynchronous communication)

同步和异步关注的是消息通信机制.

- 所谓同步，就是在发出一个**调用**时，在没有得到结果之前，该**调用**就不返回. 但是一旦调用返回，就得到返回值了; 换句话说，就是由**调用者**主动等待这个**调用**的结果;
- 异步则是相反，**调用**在发出之后，这个调用就直接返回了，所以没有返回结果; 换句话说，当一个异步过程调用发出后，调用者不会立刻得到结果; 而是在**调用**发出后，**被调用者**通过状态、通知来通知调用者，或通过回调函数处理这个调用.

另外, 我们回忆在讲多进程多线程的时候, 也提到同步和互斥. 这里的同步通信和进程之间的同步是完全不相干的概念.

- 进程/线程同步也是进程/线程之间直接的制约关系
- 是为完成某种任务而建立的两个或多个线程，这个线程需要在某些位置上协调他们的工作次序而等待、传递信息所产生的制约关系. 尤其是在访问临界资源的时候.

同学们以后在看到 "同步" 这个词, 一定要先搞清楚大背景是什么. 这个同步, 是同步通信异步通信的同步, 还是同步与互斥的同步.

阻塞 vs 非阻塞

阻塞和非阻塞关注的是程序在等待调用结果（消息，返回值）时的状态.

- 阻塞调用是指调用结果返回之前，当前线程会被挂起. 调用线程只有在得到结果之后才会返回.
- 非阻塞调用指在不能立刻得到结果之前，该调用不会阻塞当前线程.

理解这四者的关系

[妖怪蒸唐僧的例子]

其他高级 IO

非阻塞 IO，纪录锁，系统 V 流机制，I/O 多路转接（也叫 I/O 多路复用）,readv 和 writev 函数以及存储映射 IO（mmap），这些统称为高级 IO.

我们此处重点讨论的是 I/O 多路转接

非阻塞 IO

fcntl

一个文件描述符, 默认都是阻塞 IO.

函数原型如下.

```
C
#include <unistd.h>
#include <fcntl.h>

int fcntl(int fd, int cmd, ... /* arg */ );
```

传入的 cmd 的值不同, 后面追加的参数也不相同.

fcntl 函数有 5 种功能:

- 复制一个现有的描述符（cmd=F_DUPFD）.
- 获得/设置文件描述符标记(cmd=F_GETFD 或 F_SETFD).
- 获得/设置文件状态标记(cmd=F_GETFL 或 F_SETFL).
- 获得/设置异步 I/O 所有权(cmd=F_GETOWN 或 F_SETOWN).
- 获得/设置记录锁(cmd=F_GETLK,F_SETLK 或 F_SETLKW).

我们此处只是用第三种功能, 获取/设置文件状态标记, 就可以将一个文件描述符设置为非阻塞.

实现函数 SetNoBlock

基于 fcntl, 我们实现一个 SetNoBlock 函数, 将文件描述符设置为非阻塞.

```
C
void SetNoBlock(int fd) {
    int fl = fcntl(fd, F_GETFL);
    if (fl < 0) {
        perror("fcntl");
        return;
    }
    fcntl(fd, F_SETFL, fl | O_NONBLOCK);
}
```

- 使用 F_GETFL 将当前的文件描述符的属性取出来(这是一个位图).
- 然后再使用 F_SETFL 将文件描述符设置回去. 设置回去的同时, 加上一个 O_NONBLOCK 参数.

轮询方式读取标准输入

```c
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <fcntl.h>

void SetNoBlock(int fd) {
  int fl = fcntl(fd, F_GETFL);
  if (fl < 0) {
    perror("fcntl");
    return;
  }
  fcntl(fd, F_SETFL, fl | O_NONBLOCK);
}

int main() {
  SetNoBlock(0);
  while (1) {
    char buf[1024] = {0};
    ssize_t read_size = read(0, buf, sizeof(buf) - 1);
    if (read_size < 0) {
      perror("read");
      sleep(1);
      continue;
    }
    printf("input:%s\n", buf);
  }
  return 0;
}
```