Лекция 23
Каналы

Перенаправление ввода/вывода

- Для перенаправление ввода или вывода после fork() необходимо открыть нужный файл и потом скопировать его файловый дескриптор в стандартные файловые дескрипторы 0, 1 или 2.
- Копирование файлового дескриптора: dup2
  - int dup2(int oldfd, int newfd);

- Пример: redir.c

Соответствие с флагами open

- [n]> FILE
  - fd = open(FILE, O_WRONLY | O_CREAT | O_TRUNC, 0666); dup2(fd, n); close(fd);
- [n]>>FILE
  - fd = open(FILE, O_WRONLY | O_CREAT | O_APPEND, 0666); dup2(fd, n); close(fd);
- [n]<FILE
  - fd = open(FILE, O_RDONLY, 0); dup2(fd, n); close(fd);
- [n]>&[m]
  - dup2(m, n);

Неименованные каналы

- Канал — механизм синхронной однонаправленной потоковой передачи данных между процессами
  - Синхронной — процесс-писатель и процесс-читатель могут синхронизировать работу по write/read
  - Потоковой — при передаче в канале не сохраняются границы записанных блоков, последовательность данных, записанных несколькими write, может быть прочитана за один read

Передача данных

- Посылка данных — write
- Прием данных — read
- Read и write могут быть не синхронизированы по времени — в ядре ОС находится буфер для временного хранения данных
- Буфер имеет **ограниченный** и **фиксированный** размер
- Например, Linux — 64 KiB. Пример: pipesize.c

Создание канала

int pipe(int fds[2]);

- Создаются два связанных файловых дескриптора, которые возвращаются в массиве fds
- fds[0] — файловый дескриптор для чтения из канала
- fds[1] — файловый дескриптор для записи в канал

Запись в канал: write

- Если все ф. д. чтения из канала закрыты, при попытке записи процессу посылается SIGPIPE и write возвращает код ошибки EPIPE
- Если размер данных <=PIPE_BUF
  - Если в канале достаточно места, данные записываются в канал атомарно
  - Если в канале места недостаточно, записывающий процесс блокируется либо до освобождения места, либо до закрытия всех ф. д. чтения
- Если размер данных > PIPE_BUF, атомарность записи не гарантируется

Чтение из канала: read

- Если в канале нет данных и все ф. д. записи в канал закрыты, read возвращает 0 — признак конца файла
- Если в канале есть данные, то read завершается немедленно и возвращает минимум из запрошенного и имеющегося в канале размера
- Если в канале нет данных, процесс блокируется до наступления одного из первых двух условий

Взаимная блокировка, тупик (deadlock)

- Проблема синхронизации процессов, когда ни один из взаимодействующих процессов не может продолжить выполнение, так как ожидает выполнения действия другим процессом

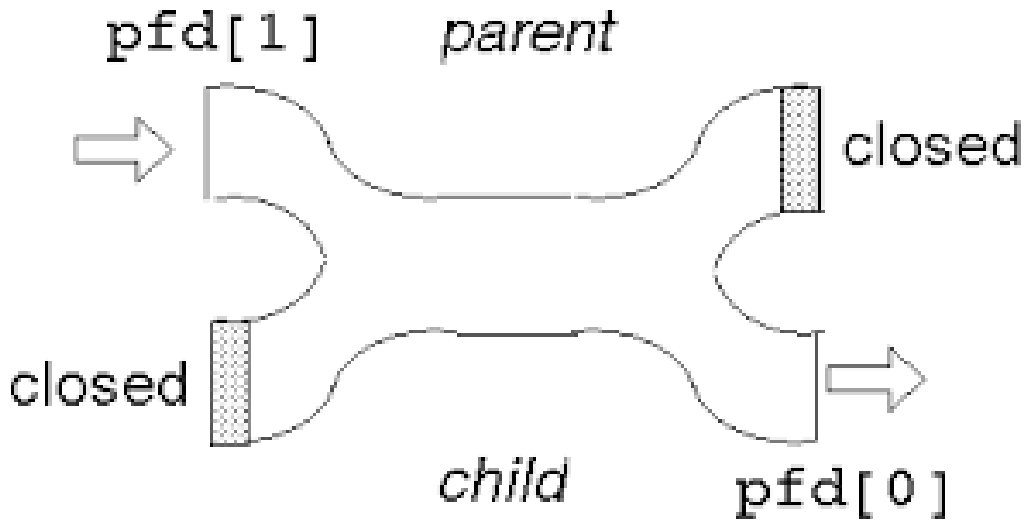
```
int fds1[2], fds2[2];
pipe(fds1);
pipe(fds2);
```

```
read(fds1[0],b,sizeof(b));
write(fds2[1],b,sizeof(b));
```

```
read(fds2[0],b,sizeof(b));
write(fds1[1],b,sizeof(b));
```

Использование каналов для конвейера (pipeline.c)

```
int main(void)
{
  pipe(pfd);
  if (!(pid1 = fork())) {
    dup2(pfd[1], 1); close(pfd[1]);
    execlp("/bin/ls","/bin/ls", "-l", NULL);
  }
  if (!(pid1 = fork())) {
    dup2(pfd[0], 0);
    close(pfd[0]);
    execlp("/usr/bin/wc",
      "/usr/bin/wc", "-l", NU
  }
  wait(0); wait(0);
  return 0;
}
```



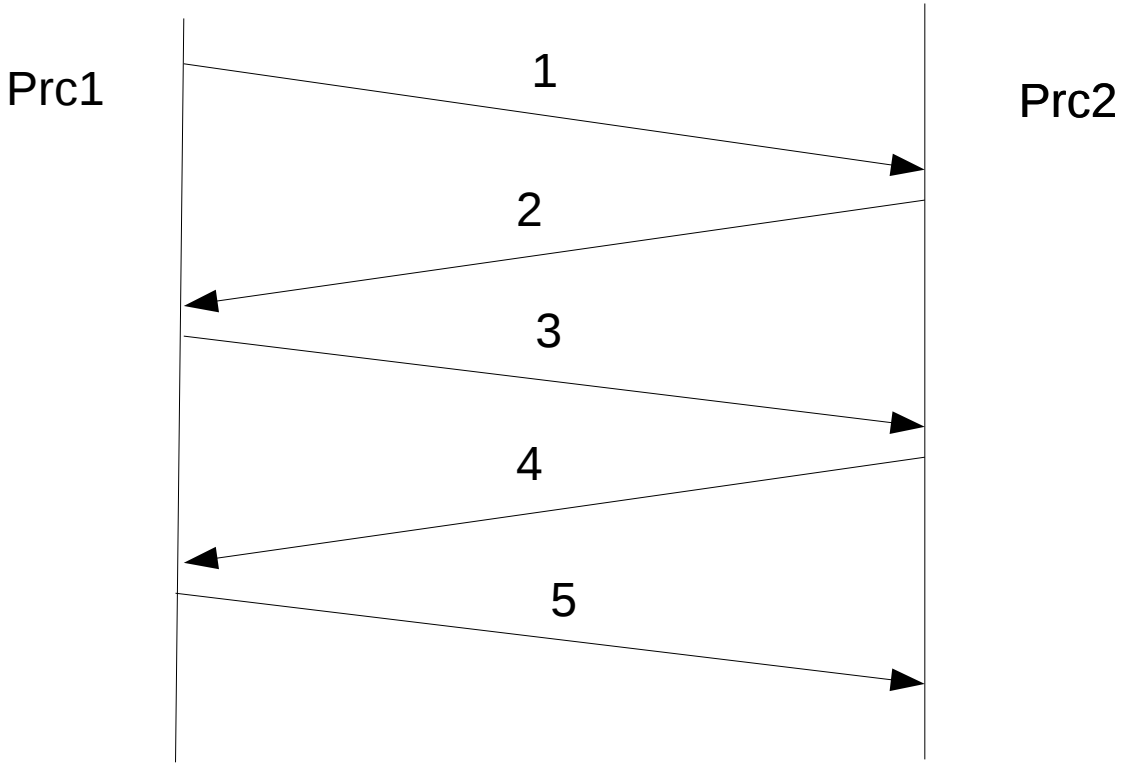
Использование каналов для конвейера

```
int main(void)
{
  pipe(pfd);
  if (!(pid1 = fork())) {
    dup2(pfd[1], 1); close(pfd[1]); close(pfd[0]);
    execlp("/bin/ls","/bin/ls", "-l", NULL);
  }
  if (!(pid1 = fork())) {
    dup2(pfd[0], 0); close(pfd[0]); close(pfd[1]);
    execlp("/usr/bin/wc","/usr/bin/wc", "-l", NULL);
  }
  close(pfd[0]); close(pfd[1]);
  wait(0); wait(0);
  return 0;
}
```

Все ненужные файловые дескрипторы должны быть закрыты!

Задача ping-pong

- Модельная задача взаимодействия двух процессов
- Поочередный обмен сообщениями между процессами



Ping-pong

- Чтобы данные процессов не перемешивались, два варианта
  - Использовать два pipe:
    - (1) от первого процесса ко второму,
    - (2) от второго процесса первому
  - Использовать один pipe, но арбитрировать доступ к pipe другими средствами
- Пример: pingpong.c

Низкоуровневый и высокоуровневый ввод-вывод (C)

- fdopen — создает структуру FILE по файловому дескриптору

  FILE *fdopen(int fd, const char *mode);
- fileno — получить файловый дескриптор по структуре FILE
  int fileno(FILE *f);
- Если из pipe создать FILE *, то он по умолчанию будет **полностью буферизован**
- Пример: fdopen.c