Асинхронный ввод/вывод

Системные вызовы и библиотеки Unix SVR4

Иртегов Д.В.

ФФ/ФИТ НГУ

Электронный лекционный курс подготовлен в рамках реализации

Программы развития НИУ-НГУ на 2009-2018 г.г.

Зачем нужен асинхронный в/в

- Создавать нить на каждую операцию ввода/вывода дорого
- Порядок исполнения нитей не гарантируется
- Некоторые устройства передают данные только после явного запроса (select/poll не подходит)
- Задержки при работе с такими устройствами чувствительны для приложений жесткого реального времени

Асинхронный ввод/вывод

- Две реализации
  - POSIX 1b
  - Solaris AIO

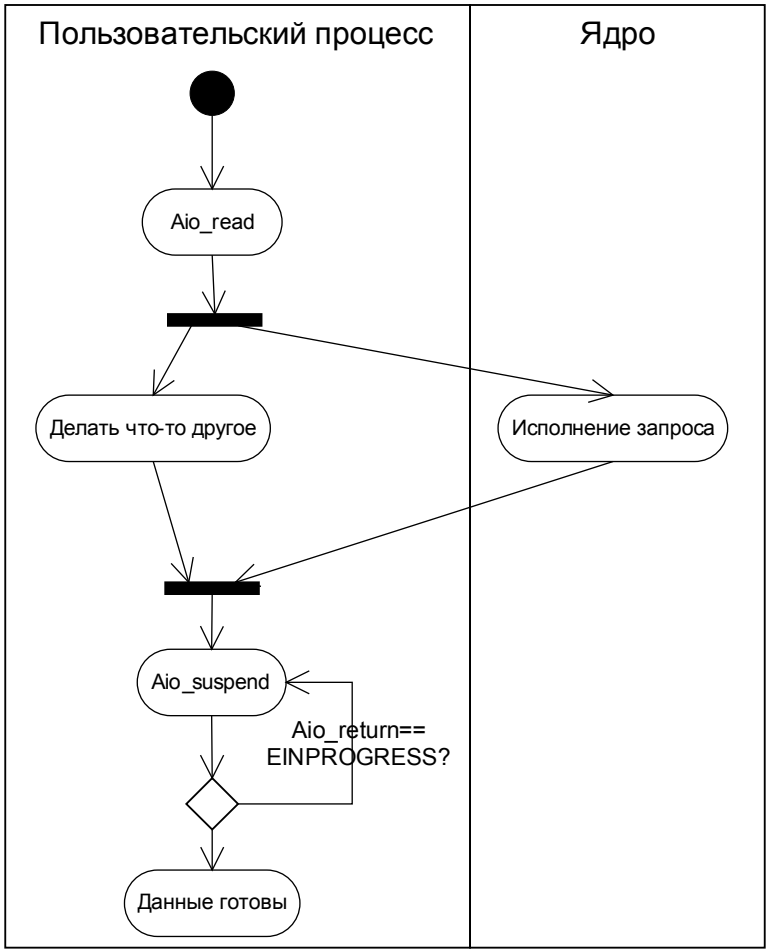
Реализация POSIX 1b

- aio_read, aio_write, aio_suspend
- Используют структуру aiocb
- Размещены в библиотеке librt.so
  - Компилировать с ключом –lrt
- Поддерживаются в Linux

Solaris AIO

- aioread, aiowrite
- Нестандартные
- Размещены в библиотеке libaio
  - Компилировать с ключом -laio

Схема асинхронного ввода



aio_read/write(3RT)

```
cc [ flag... ] file... -lrt [ library... ]
#include <aio.h>

int aio_write(struct aiocb *aiocbp);
int aio_read(struct aiocb *aiocbp);
```

ВОЗВРАЩАЕМОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Успех/неуспех

struct aiocb

```
int             aio_fildes; // file descriptor
off_t           aio_offset; // file offset
volatile void* aio_buf;    // location of buffer
size_t          aio_nbytes; // length of transfer
int             aio_reqprio;
          // request priority offset
struct sigevent aio_sigevent;
          // signal number and value
int           aio_lio_opcode;
          // operation to be performed
```

lio_listio(3RT)

```
cc [ flag... ] file... -lrt [ library... ]
#include <aio.h>

int  lio_listio(int  mode,
  struct  aiocb  *restrict const list[],
  int nent, struct sigevent *restrict sig);
```

aio_suspend(3RT)

```
cc [ flag... ] file... -lrt [ library... ]
#include <aio.h>

int aio_suspend(
  const struct aiocb * const list[],
  int nent,
  const struct timespec *timeout);
```

aio_return(3RT)

```
cc [ flag... ] file... -lrt [ library... ]
#include <aio.h>

ssize_t aio_return(struct aiocb *aiocbp);
```

ВОЗВРАЩАЕМОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Количество прочитанных байт, если запрос завершился успешно

-1, если запрос завершился ошибкой или еще не завершился.

Если запрос еще не завершился, errno==EINPROGRESS

aio_error(3RT)

```
cc [ flag... ] file... -lrt [ library... ]
#include <aio.h>

int aio_error(const struct aiocb *aiocbp);
```

Пример использования

```
const char req[]="GET / HTTP/1.0\r\n\r\n";
int main() {
    int s;
    static struct aiocb readrq;
    static const struct aiocb *readrqv[2]={&readrq, NULL};
/* Открыть сокет […] */
    memset(&readrq, 0, sizeof readrq);
    readrq.aio_fildes=s;
    readrq.aio_buf=buf;
    readrq.aio_nbytes=sizeof buf;
    if (aio_read(&readrq))  /* … */

    write(s, req, (sizeof req)-1);
    while(1) {
     aio_suspend(readrqv, 1, NULL);
     size=aio_return(&readrq);
     if (size>0) {
          write(1, buf, size);
          aio_read(&readrq);
     } else if (size==0) {
          break;
     } else if (errno!=EINPROGRESS) {
          perror("reading from socket");
     }
    }
}
```

Асинхронный ввод с сигналами

- При формировании запроса aio можно указать номер сигнала и параметры, которые следует передать обработчику
- При завершении запроса будет послан этот сигнал
- Solaris AIO использует SIGIO
- С POSIX AIO используют SIGIO, SIGPOLL, SIGUSR1/2, SIGRTXXX

Почему именно сигнал?

- Сигнал прерывает блокирующиеся системные вызовы

Установка обработчика сигнала с параметрами

```
void sigiohandler(int signo, siginfo_t *info,
                                  void *context);
struct sigaction sigiohandleraction;

memset(&sigiohandleraction, 0,
        sizeof sigiohandleraction);
sigiohandleraction.sa_sigaction=sigiohandler;
sigiohandleraction.sa_flags=SA_SIGINFO;
sigiohandleraction.sa_mask=set;
sigaction(SIGIO, &sigiohandleraction, NULL);

readrq.aio_sigevent.sigev_notify=SIGEV_SIGNAL;
readrq.aio_sigevent.sigev_signo=SIGIO;
readrq.aio_sigevent.sigev_value.sival_ptr=&readrq;
```

sigaction(2)

```
#include <signal.h>

int sigaction(int sig,
  const struct sigaction *restrict act,
  struct sigaction *restrict oact);
```

- struct sigaction

```
void      (*sa_handler)();
void      (*sa_sigaction)(int, siginfo_t *, void *);
sigset_t  sa_mask;
int       sa_flags;
```

sigpause(3C)

```
#include <signal.h>
int sigpause(int sig);
```

- Удаляет сигнал sig из маски и входит в pause(2)

Sigsetjmp/siglongjmp

```
#include <setjmp.h>

int sigsetjmp(sigjmp_buf env, int savemask);
void siglongjmp(sigjmp_buf env, int val);
```

- Siglongjmp сообщает среде исполнения, что мы вышли из обработчика сигнала (простой longjmp этого не делает).
- При выходе из обработчика сигнала восстанавливается маска сигналов процесса
- Используя параметр savemask, можно восстанавливать маску сигналов на момент sigsetjmp либо на момент прихода сигнала

Зачем использовать sigsetjmp/siglongjmp?

- Защита от ошибки потерянного пробуждения

```
aio_read(readrq);
```

<<< прилетает сигнал

```
pause();
```

Асинхронный ввод на сигналах (main)

```
if (aio_read(&readrq)) {
    perror("aio_read");
    exit(1);
}

/* Everything is ready, send HTTP request */
write(s, req, (sizeof req)-1);

/* main loop :) */
if (!sigsetjmp(toexit, 1)) {
          while(1) sigpause(SIGIO);
}
write(2, "That's all, folks\n", 18);
```

Асинхронный ввод на сигналах (обработчик)

```
sigjmp_buf toexit;

void sigiohandler(int signo, siginfo_t *info, void *context) {
   struct aiocb * req;
   if (signo!=SIGIO || info->si_signo!=SIGIO) return;

   req=(struct aiocb *)info->si_value.sival_ptr;
   if (aio_error(req)==0) {
       /* it's complete!!! */
    size_t size;
    size=aio_return(req);
    if (size==0) {
           /* EOF */
           siglongjmp(toexit, 1);
    }
    write(1, req->aio_buf, size);
    /* schedule next read */
    aio_read(req);
   }
}
```