Система межпроцессного взаимодействия IPC

Общие концепции

Необходимые заголовочные файлы и прототип

#include <sys/types.h>

#include <sys/ipc.h>

key_t ftok (char * filename, char proj)

Параметры

filename — строка, содержащая имя файла

proj — добавочный символ

Общие концепции

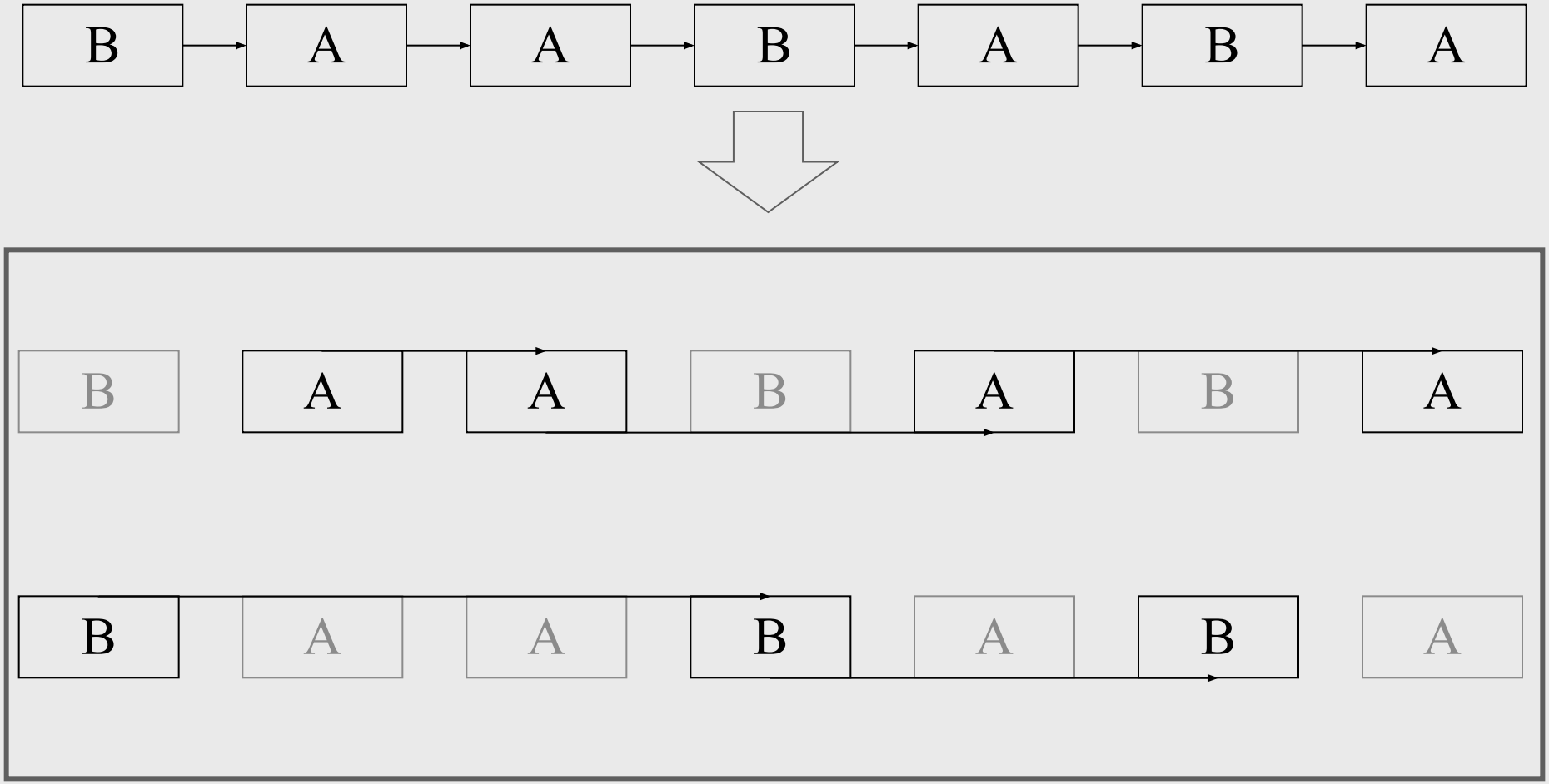
- **<ResName>get** (key, …, flags) — создание/подключение
- Флаги создания/подключения:
  - **IPC_PRIVATE** (доступность только породившему процессу)
  - **IPC_CREAT** (создать новый или подключиться к существующему)
  - **IPC_EXCL** (+ IPC_CREAT создание только нового)
  - **…**

IPC: очередь сообщений

1. Общие концепции
2. Создание/доступ к очереди сообщений
3. Отправка сообщений
4. Получение сообщений
5. Управление очередью сообщений
6. Пример. Использование очереди сообщений
7. Пример. Очередь сообщений .Модель «клиент-сервер»

Очередь сообщений

- Организация очереди сообщений по принципу **FIFO**
- Использование типов сообщений



Создание/доступ к очереди сообщений

Необходимые заголовочные файлы и прототип

#include <sys/types.h>

#include <sys/ipc.h>

#include <sys/message.h>

int msgget (key_t key, int msgflag)

Параметры

key — ключ

msgflag — флаги, управляющие поведением вызова

Возвращаемое значение

В случае успеха возвращается положительный дескриптор очереди, в случае неудачи возвращается –1.

Отправка сообщений

Необходимые заголовочные файлы и прототип

#include <sys/types.h>

#include <sys/ipc.h>

#include <sys/msg.h>

int msgsnd (int msqid, const void * msgp, size_t msgsz, int msgflg)

Параметры

msqid — дескриптор очереди, полученный в результате вызова msgget()

msgp — указатель на буфер:

- **long msgtype —**тип сообщения
- **char msgtext[] —** данные (тело сообщения)

Отправка сообщений

Необходимые заголовочные файлы и прототип

#include <sys/types.h>

#include <sys/ipc.h>

#include <sys/msg.h>

int msgsnd (int msqid, const void * msgp, size_t msgsz, int msgflg)

Параметры

msgsz — размер тела сообщения

msgflg

- 0 процесс блокируется, если для посылки сообщения недостаточно системных ресурсов
- **IPC_NOWAIT** – работа без блокировки (возврат –1)

Получение сообщений

Необходимые заголовочные файлы и прототип

#include <sys/types.h>

#include <sys/ipc.h>

#include <sys/msg.h>

int msgrcv (int msqid, void * msgp, size_t msgsz, long msgtyp, int msgflg)

Параметры

msqid — дескриптор очереди

msgp — указатель на буфер

msgsz — размер тела сообщения

msgtyp — тип сообщения, которое процесс желает получить

Получение сообщений

Необходимые заголовочные файлы и прототип

#include <sys/types.h>

#include <sys/ipc.h>

#include <sys/msg.h>

int msgrcv (int msqid, void * msgp, size_t msgsz, long msgtyp, int msgflg)

Параметры

msgflg — побитовое сложение флагов

- IPC_NOWAIT — если сообщения в очереди нет, то возврат –1
- MSG_NOERROR — разрешение получать сообщение, даже если его длина превышает емкость буфера

Возвращаемое значение

В случае успеха возвращает количество прочитанных байтов в теле сообщения.

Управление очередью сообщений

Необходимые заголовочные файлы и прототип

#include <sys/types.h>

#include <sys/ipc.h>

#include <sys/msg.h>

int msgctl (int msqid, int cmd, struct msgid_ds * buf)

Параметры

msgid — дескриптор очереди

cmd — команда

- **IPC_STAT** — скопировать структуру, описывающую управляющие параметры очереди по адресу, указанному в параметре **buf**
- **IPC_SET** — заменить структуру, описывающую управляющие параметры очереди, на структуру, находящуюся по адресу, указанному в параметре **buf**
- **IPC_RMID** — удалить очередь

Управление очередью сообщений

Необходимые заголовочные файлы и прототип

#include <sys/types.h>

#include <sys/ipc.h>

#include <sys/msg.h>

int msgctl (int msqid, int cmd, struct msgid_ds *buf)

Параметры

buf — структура, описывающая параметры очереди.

Тип **msgid_ds** описан в заголовочном файле <sys/message.h>, и представляет собой структуру, в полях которой хранятся права доступа к очереди, статистика обращений к очереди, ее размер и т.п.

Возвращаемое значение

В случае успеха возвращается 0.

Использование очереди сообщений

Основной процесс

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/ipc.h>
#include <sys/message.h>
#include <stdio.h>
struct
{
    long mtype ;
    char Data [ 256 ] ;
} Message ;
```

```
int main ( int argc, char ** argv )
{
    key_t key;
    int msgid;
    char str [ 256 ] ;

    key = ftok ( "/usr/mash", ‘s’ ) ;
    msgid = msgget ( key, 0666 |
        IPC_CREAT | IPC_EXCL ) ;
    for ( ; ; )
    {
        gets ( str ) ;
        strcpy ( Message . Data, str ) ;
        ...
```

Использование очереди сообщений

Основной процесс

```
…
switch ( str [ 0 ] ) {
      case ‘a’ : case ‘A’ :
            Message . mtype = 1 ;
            msgsnd ( msgid, ( struct
                  msgbuf * ) ( &
Message ),                    strlen (
str ) + 1, 0 ) ;
            break ;
      case ‘b’ : case ‘B’ :
            Message . mtype = 2 ;
            msgsnd(msgid, ( struct
                  msgbuf * ) ( &
Message ),                    strlen (
str ) + 1, 0 ) ;
            break ;
      case ‘q’ : case ‘Q’ :
            Message . mtype = 1 ;
            msgsnd ( msgid, ( struct msgbuf * )
                  ( & Message ), strlen ( str ) + 1,
                  0 ) ;
            Message . mtype = 2 ;
            msgsnd ( msgid, ( struct msgbuf * )
                  ( & Message ), strlen ( str ) + 1,
                  0 ) ;
            sleep ( 10 ) ;
            msgctl ( msgid, IPC_RMID, NULL
                  ) ;
            exit ( 0 ) ;
      default :
            break ;
}
```

Использование очереди сообщений

Процесс-приемник А

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/ipc.h>
#include <sys/message.h>
#include <stdio.h>
struct {
    long mtype ;
    char Data [ 256 ] ;
} Message ;

int main ( int argc, char ** argv )
{
    key_t key ;
    int msgid ;
    key = ftok ( "/usr/mash", ‘s’ ) ;
    msgid = msgget ( key, 0666 ) ;
    for ( ; ; ) {
     msgrcv ( msgid, ( struct msgbuf * )
          ( & Message ), 256, 1, 0 ) ;
     printf ( "%s", Message . Data ) ;
     if ( Message . Data [ 0 ] == ‘q’ || Message .
     Data [ 0 ] == ‘Q’ )
          break ;
    }
    exit () ; }
```

Пример: «Клиент-сервер»

Сервер

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/ipc.h>
#include <sys/msg.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
int main ( int argc, char ** argv )
{   struct {
      long mestype ;
      char mes [ 100 ] ;
    } messageto ;
    struct {
        long mestype ;
        long mes ;
     } messagefrom ;
    key_t key ;
    int mesid ;
    key = ftok ( "example", 'r' ) ;
    mesid = msgget ( key, 0666 | IPC_CREAT |
          IPC_EXCL ) ;
    while ( 1 )
    {
          msgrcv ( mesid, & messagefrom, sizeof (
          messagefrom ) – sizeof ( long ), 1, 0 ) ;
          messageto . mestype = messagefrom . mes ;
          strcpy ( messageto . mes, "Message for client"
          ) ;
          msgsnd ( mesid, & messageto, sizeof
          (messageto ) – sizeof ( long ),  0 ) ;
    }
    return 0 ;
    }
```

Пример: «Клиент-сервер»

Клиент

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/ipc.h>
#include <sys/msg.h>
int main ( int argc, char ** argv )
{
    struct {
      long mestype;
      long mes;
    } messageto;
    struct {
        long mestype;
        char mes[100];
    } messagefrom;
    key_t key;
    int mesid;
    long pid = getpid () ;
    key = ftok ( "example", ‘r’ ) ;
    mesid = msgget ( key, 0666 ) ;
    messageto . mestype = 1 ;
    messageto . mes = pid ;
    msgsnd (mesid, & messageto, sizeof
    (messageto) – sizeof ( long ), 0 ) ;
    msgrcv ( mesid, & messagefrom, sizeof (
    messagefrom ) – sizeof ( long ), pid, 0 ) ;
    printf ( "%s", messagefrom . mes ) ;
    return 0 ;
}
```

IPC: разделяемая память

Создание общей памяти

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/ipc.h>
#include <sys/shm.h>
int shmget ( key_t key, int size, int shmflg )
```

Параметры

key — ключ для доступа к разделяемой памяти

size — размер области памяти

shmflg — флаги управляющие поведением вызова

Возвращаемое значение

дескриптор области памяти, в случае неудачи — –1.

Доступ к разделяемой памяти

Необходимые заголовочные файлы и прототип

#include <sys/types.h>

#include <sys/ipc.h>

#include <sys/shm.h>

char * shmat (int shmid, char * shmaddr, int shmflg)

Параметры

shmid — дескриптор области памяти

shmaddr — «адрес подключения» - адрес, начиная с которого необходимо подсоединить разделяемую память (>0 или =0)

shmflg — флаги, например, **SHM_RDONLY** подсоединяемая область будет использоваться только для чтения

Возвращаемое значение

Возвращает адрес, начиная с которого будет отображаться присоединяемая разделяемая память. При неудаче возвращается –1.

Отключение от разделяемой памяти

Необходимые заголовочные файлы и прототип

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/ipc.h>
#include <sys/shm.h>
int shmdt ( char * shmaddr )
```

Параметры

shmaddr — адрес прикрепленной к процессу памяти, который был получен при вызове shmat()

Возвращаемое значение

В случае успешного выполнения функция возвращает 0, в случае неудачи — –1.

Управление разделяемой памятью

Необходимые заголовочные файлы и прототип

#include <sys/types.h>

#include <sys/ipc.h>

#include <sys/shm.h>

int shmctl (int shmid, int cmd, struct shmid_ds * buf)

Параметры

shmid — дескриптор области памяти

cmd:

- **IPC_STAT** — скопировать структуру, описывающую управляющие параметры области памяти
- **IPC_SET** — заменить структуру, описывающую управляющие параметры области памяти, на структуру, находящуюся по адресу, указанному в параметре **buf**.
- **IPC_RMID** удалить
- **SHM_LOCK, SHM_UNLOCK** — блокировать или разблокировать область памяти.

buf — структура, описывающая управляющие параметры области памяти.

Пример. Работа с общей памятью в рамках одного процесса

```
int main ( int argc, char ** argv )
{
    key_t key;
    char * shmaddr ;

    key = ftok ( “/tmp/ter”, ’S’ ) ;
    shmid = shmget ( key, 100, 0666 | IPC_CREAT | IPC_EXCL ) ;
    shmaddr = shmat ( shmid, NULL, 0 ) ;
    putm ( shmaddr ) ;
    ..........................
    shmctl ( shmid, IPC_RMID, NULL ) ;
    exit () ;
}
```

IPC: массив семафоров

Создание/доступ к семафору

Необходимые заголовочные файлы и прототип

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/ipc.h>
#include <sys/sem.h>
int semget ( key_t key, int nsems, int semflag )
```

Параметры

key — уникальный идентификатор ресурса

nsems — количество семафоров

semflag — флаги

Возвращаемое значение

Возвращает целочисленный дескриптор созданного разделяемого ресурса, либо -1, если ресурс не удалось создать.

Операции над семафором

Необходимые заголовочные файлы и прототип

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/ipc.h>
#include <sys/sem.h>
int semop ( int semid, struct sembuf  *cmd_buf , size_t
    nops )
```

Параметры

semid — дескриптор ресурса

cmd_buf — массив из элементов типа **sembuf**

nops — количество элементов в массиве **cmd_buf**

Операции над семафором

Значение семафора с номером **num** равно **val**.

```
struct sembuf
{    short sem_num ;  /* номер семафора    */
     short sem_op ;   /* операция          */
     short sem_flg ;  /* флаги операции    */
}
```

Если sem_op ≠ 0 **то**

пока (val+sem_op < 0) [процесс блокирован]

val=val+sem_op

Если sem_op = 0 **то**

пока (val ≠ 0) [процесс блокирован]

[возврат из вызова]

Управление массивом семафоров

Необходимые заголовочные файлы и прототип

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/ipc.h>
#include <sys/sem.h>
int semctl (int semid, int num, int cmd, union  semun arg)
```

Параметры

semid — дескриптор массива семафоров

num — номер семафора в массиве

cmd — операция

- **IPC_SET** изменить значение, параметры семафора
- **IPC_RMID** удалить массив семафоров
- и др.

arg — управляющие параметры

Возвращаемое значение

Возвращает значение, соответствующее выполнявшейся операции (по умолчанию 0), в случае неудачи — –1

Управление массивом семафоров

Необходимые заголовочные файлы и прототип

#include <sys/types.h>

#include <sys/ipc.h>

#include <sys/sem.h>

int semctl (int semid, int num, int cmd, union semun arg)

```
<sys/sem.h>
union semun
{
   int val ;  /* значение одного семафора */
   struct semid_ds * buf ; /* параметры массива семафоров в
        целом  (количество, права доступа, статистика доступа)*/
   unsigned short * array ;     /* массив значений семафоров */
}
```

Пример. Использование разделяемой памяти и семафоров

Использование разделяемой памяти и семафоров

1-ый процесс

```
#include <stdio.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/ipc.h>
#include <sys/sem.h>
#include <string.h>
#define NMAX 256

int main ( int argc, char ** argv )
{
        key_t key;
        int semid, shmid ;
        struct sembuf sops ;
        char * shmaddr ;
        char str [ NMAX ] ;

        key = ftok ( “/usr/ter/exmpl”, ’S’ ) ;
        semid = semget ( key, 1, 0666 | IPC_CREAT
        | IPC_EXCL ) ;
        shmid = shmget ( key, NMAX, 0666 |
        IPC_CREAT | IPC_EXCL ) ;
        shmaddr = shmat(shmid, NULL, 0 ) ;
```

Использование разделяемой памяти и семафоров

1-ый процесс

```
…
semctl ( semid, 0, SETVAL, (int) 0 ) ;
sops . sem_num = 0 ;
sops . sem_flg = 0 ;
do
{
        printf( “Введите строку:” ) ;
        if ( fgets ( str, NMAX, stdin ) ==
        NULL )     strcpy ( str, “Q” ) ;
        strcpy ( shmaddr, str ) ;
        sops . sem_op = 3 ;
        semop ( semid, & sops, 1 ) ;
        sops . sem_op = 0 ;
        semop ( semid, & sops, 1 ) ;
}
while ( str [ 0 ] != ‘Q’ ) ;
shmdt ( shmaddr ) ;
shmctl ( shmid, IPC_RMID,     NULL);
semctl ( semid, 0, IPC_RMID, (int) 0) ;
return 0 ;
}
```

Использование разделяемой памяти и семафоров

2-ой процесс

```
#include <stdio.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/ipc.h>
#include <sys/sem.h>
#include <string.h>
#define NMAX 256

int main ( int argc, char ** argv )
{
        key_t key ;
        int semid, shmid ;
        struct sembuf sops ;
        char * shmaddr ;
        char str [ NMAX ] ;

        key = ftok ( "/usr/ter/exmpl", 'S' ) ;
        semid = semget ( key, 1, 0666 ) ;
        shmid = shmget ( key, NMAX, 0666 ) ;
        shmaddr = shmat ( shmid, NULL, 0 ) ;
        sops.sem_num = 0 ;
```

Использование разделяемой памяти и семафоров

2-ой процесс

```
    sops.sem_flg = 0;
    do     {
      printf ( “Waiting… \n” ) ;
      sops . sem_op = –2 ;
      semop ( semid, & sops, 1 ) ;
      strcpy ( str, shmaddr ) ;
      if ( str [ 0 ] == ‘Q’ )
            shmdt ( shmaddr ) ;
      sops . sem_op = –1 ;
      semop ( semid, & sops, 1 ) ;
      printf ( “Read from shared memory: %s\n”, str ) ;
    } while ( str [ 0 ] != ‘Q’ ) ;
    return 0 ;
}
```