J 8. Übung

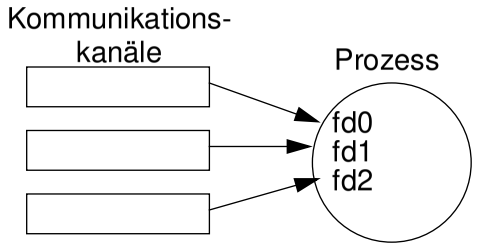
J.1 Überblick

- Besprechung 6. Aufgabe (timed)
  (die 5. Aufgabe wird erst in der nächsten Woche besprochen)
- select
- Shared Memory
- Semaphore

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

J.2 select

- Prozesse die mit Pipes und Sockets arbeiten, müssen oft von verschiedenen Filedeskriptoren lesen bzw. schreiben



- diese Lese- bzw. Schreiboperationen können blockieren
- Lösungsmöglichkeiten
  - Angabe von **`O_NOBLOCK`** bei open; Problem: aktives Warten
  - fork eines Prozesses pro Filedeskriptor; Problem: teuer
  - Verwenden von **`select()`**

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

J.2 select

- Prototyp

```
#include <sys/time.h>
#include <sys/types.h>
#include <unistd.h>

int select(int nfds, fd_set *readfds, fd_set *writefds,
           fd_set *errorfds, struct timeval *timeout);

void FD_CLR(int fd, fd_set *fdset);
int FD_ISSET(int fd, fd_set *fdset);
void FD_SET(int fd, fd_set *fdset);
void FD_ZERO(fd_set *fdset);
```

- blockiert so lange, bis einer der Filedeskriptoren bereit ist oder bis die timeout-Zeit abgelaufen ist
- timeout kann auch **NULL** sein (endlos warten)

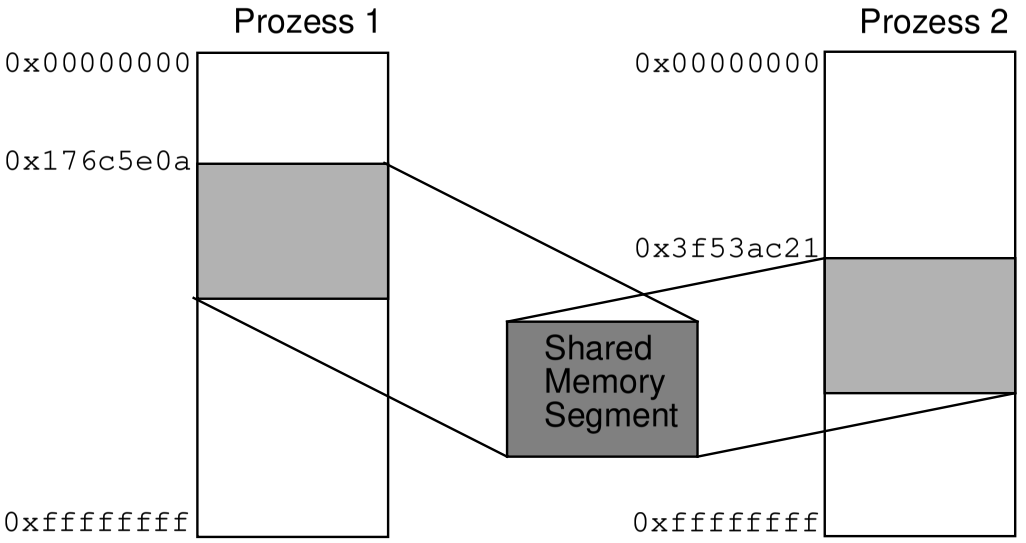
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

J.2 select

- select markiert FD als lesbar aber read gibt 0 zurück?
  - ◆ andere Seite hat die Verbindung geschlossen

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

J.3 Shared Memory



Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

1 Anlegen des Segments: shmget

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/ipc.h>
#include <sys/shm.h>
  ...
key_t  key;  /* Schlüssel */
int  shmflg; /* Flags */
int  shmid;  /* ID des Speichersegments */
int  size;   /* Größe des Speichersegments */
  ...
key = ftok("/etc/passwd", 42);
if (key == (key_t)-1) { /* Fehlerbehandlung */ }
size = 4096;
shmflg = 0666 | IPC_CREAT; /* Lesen/Schreiben für alle */
if ((shmid = shmget (key, size, shmflg)) == -1) {
    /* Fehlerbehandlung */
}

printf("shmget: id=%d\n", shmid);
```


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

1 shmget

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/ipc.h>
#include <sys/shm.h>

int shmget(key_t key, size_t size, int shmflg);
```

- Schlüssel=**IPC_PRIVATE**: Segment ist prozesslokal
- Flags enthält **IPC_CREAT**: Segment wird erzeugt, falls es noch nicht existiert
- **IPC_CREAT | IPC_EXCL**: Segment wird neu erzeugt, liefert Fehler (**errno=EEXIST**), falls Segment schon existiert

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

2 Mappen des Segments in Datensegment des Prozesses (attach): shmat

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/shm.h>

void * shmat(int shmid, const void * shmaddr, int shmflg);
```

- shmaddr=0: System wählt Adresse aus
- shmflg:
  - SHM_RDONLY: Segment nur lesbar attached
- Rückgabewert: Startadresse des Segments

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

3 Freigeben des Segments (detach): shmdt

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/shm.h>

int shmdt(const void * shmaddr);
```

- Rückgabewert:
  - 0 im Erfolgsfall, -1 im Fehlerfall

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

4 Kontrolle des Segments: shmctl

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

- **SHM_LOCK**: Sperren des Speichersegments im Speicher (Superuser)
- **SHM_UNLOCK**: Freigeben (Superuser)
- **IPC_STAT**: Status Informationen abfragen (Leserecht erforderlich)
- **IPC_SET**: Benutzer/Gruppenkennzeichnung, Zugriffsrechte des Segments setzen (nur erlaubt für Besitzer, Erzeuger oder Superuser)
- **IPC_RMID**: Löschen des Segments (nur erlaubt für Besitzer, Erzeuger oder Superuser)
  - Falls Prozesse das Segment noch attached haben, wird das Segment erst beim letzten Detach freigegeben. Neue Attachments sind nicht mehr erlaubt.

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

5 Shared Memory und Zeiger

- Segmente liegen in den einzelnen Prozessen möglicherweise an verschiedenen virtuellen Adressen (evtl. auch mehrfach innerhalb eines Prozesses)
- Daten dürfen in diesem Fall nicht absolut verzeigert werden
- mögliche Lösungen:
  - ➤ Zeiger relativ zum Segmentanfang
  - ➤ Struktur für shm-Aufbau definieren und Struktur-Zeiger auf Segmentanfang legen

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

6 Beispiel

```
struct shm_s {
  char message[128];
};
```

```
int main(int argc, char *argv[]) {
  int  shmid;
  struct shm_s *shm;
  char msg[128];
  key_t key;

  key = ftok("/etc/passwd", 42); /* Fehlerbehandlung */
  if ((shmid = shmget(key, sizeof(struct shm_s), 0666 | IPC_CREAT | IPC_EXCL)) == -1){
     /* Fehlerbehandlung */
  }
  shm = (struct shm_s*) shmat(shmid, 0, 0); /* Fehlerbehandlung */
  for(;;) {
    fgets(msg, 128, stdin);
    sprintf(shm->message, "%s", msg);
  }
}
```

Erzeuger

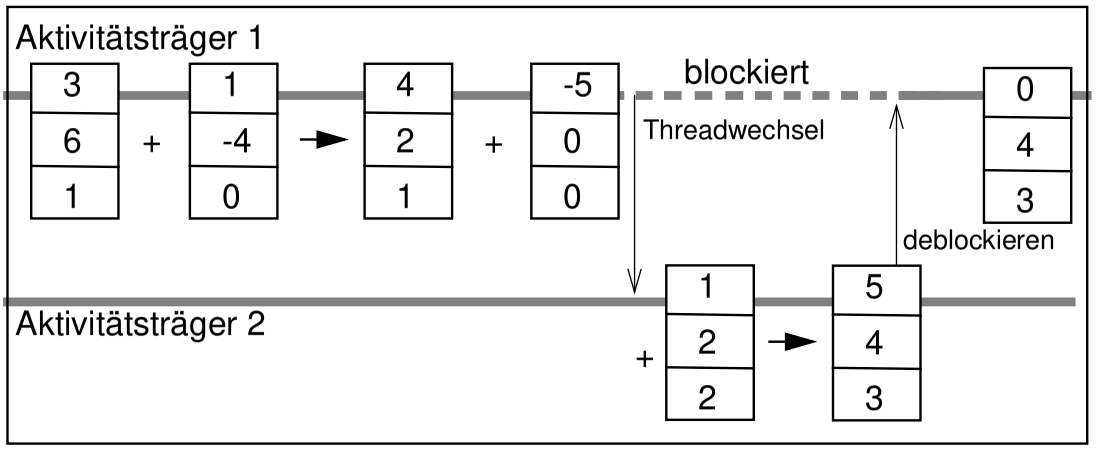
```
int main(int argc, char *argv[]) {
  int  shmid;
  struct shm_s *shm;

  if ((shmid = shmget (ftok("/etc/passwd", 42), sizeof(struct shm_s), 0)) == -1) {
     /* Fehlerbehandlung */
  }

  shm = (struct shm_s*) shmat(shmid, 0, 0); /* Fehlerbehandlung */

  for(;;) {
    printf("%.128s\n", shm->message);
  }
}
```

Verbraucher

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

J.4 Semaphore

- Einfache P/V-Semaphore: zwei atomare Operationen:
  - P: blockiere, wenn Semaphorwert gleich 0, sonst erniedrige um 1
  - V: erhöhe Semaphorwert um 1 und evtl. wecke einen an der Semaphore blockierten Aktivitätsträger auf
- allgemeiner: Vektoradditionssystem



Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

1 Erzeugen von Semaphoren

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/ipc.h>
#include <sys/sem.h>

int semget(key_t key, int nsems, int semflg);
```

- **key**: Schlüssel ähnlich Shared Memory
- **nsems**: Größe des Semaphor-Vektors
- **semflg**: Flags ähnlich Shared Memory

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

2 Semaphore-Operationen: semop

```
int semop(int semid, struct sembuf *sops, size_t nsops);
```

- **`struct sembuf`** enthält Parameter einer Semaphor-Einzeloperation:

```
struct sembuf {
    short sem_num;     /* Nummer der Semaphore */
    short sem_op;      /* Operation */
    short sem_flg;     /* Flags */
}
```

- **`nsops`** gibt an, wie viele Operationen ausgeführt werden sollen
- die **`semop`**-Operation blockiert, wenn mindestens eine der Einzeloperationen blockieren würde (**`semop`** ist atomar!)
- eine Einzeloperation blockiert:
  - ➤ bei **`sem_op`** < 0: wenn Wert der einzelnen Semaphore dadurch < 0 würde
  - ➤ bei **`sem_op`** = 0: wenn der Wert der einzelnen Semaphore ungleich 0 ist (soll dagegen Wert einer einzelnen Sem. nicht verändert werden, wird für diese Semaphore einfach keine **`sembuf`**-Struktur bei **`semop`** übergeben)

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

3 Kontrolle der Semaphoren: semctl

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/ipc.h>
#include <sys/sem.h>

int semctl(int semid, int semnum, int cmd, . . .);
```

- Beispiele
  - ◆ **`IPC_RMID`**: Löschen des Semaphorenvektors

```
semctl(semid, 0, IPC_RMID);
```

  - ◆ **`GETVAL`**: Abfragen des Wertes einer Semaphore
  - ◆ **`SETVAL`**: Setzen einer Semaphore
  - ◆ **`GETALL`**: Abfragen der Werte aller Semaphoren
  - ◆ **`SETALL`**: Setzen aller Semaphoren

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

4 Semaphore erzeugen, initialisieren, Operation

```
int main(int argc, char *argv[]) {
  int semid;
  ushort vals[3];
  struct sembuf sops[2];
  key_t key;
  union semun {
    int val;
    struct semid_ds *buf;
    ushort *array;
  } arg;

  key = ftok("/etc/passwd", 42);
  if ((semid = semget (key, 3, 0666 | IPC_CREAT | IPC_EXCL)) == -1) {
    perror("semget");
    exit(EXIT_FAILURE);
  }

  vals[0] = 3;
  vals[1] = 4;
  vals[2] = 1;
  arg.array = vals;

  if (semctl(semid, 0, SETALL, arg)==-1) {
    perror("semctl");
    exit(1);
  }

  sops[0].sem_num = 1;
  sops[0].sem_op = -5; /* dieser Wert führt zur Blockierung */
  sops[0].sem_flg = 0;

  sops[1].sem_num = 0;
  sops[1].sem_op =  1;
  sops[1].sem_flg = 0;

  if (semop(semid, sops, 2)==-1) {
    perror("semop"); /* Fehlerbehandlung, z.B.: errno==EINTR -> Wiederaufsetzen von semop */
    exit(1);
  }
}
```


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

5 Semaphore: anfordern, Operation

```
int main(int argc, char *argv[]) {
  int semid;
  struct sembuf sops[2];
  key_t key;

  key = ftok("/etc/passwd", 42);
  if ((semid = semget (key, 3, 0)) == -1) {
     exit(EXIT_FAILURE);
  }

  sops[0].sem_num = 1;
  sops[0].sem_op =  1;
  sops[0].sem_flg = 0;

  if (semop(semid, sops, 1)==-1) {
    perror("semop");
    exit(1);
  }
}
```


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

6 Semaphore: Wert ermitteln

```
int main(int argc, char *argv[]) {
  int semid;
  key_t key;
  ushort vals[3];
  union semun {
    int val;
    struct semid_ds *buf;
    ushort *array;
  } arg;
  int i;


  key = ftok("/etc/passwd", 42);
  if (key==-1) { perror("ftok"); exit(EXIT_FAILURE);}
  if ((semid = semget (key, 3, 0)) == -1) {
    perror("semget");
    exit(EXIT_FAILURE);
  }

  arg.array = vals;

  if (semctl(semid, 0, GETALL, arg)==-1) {
    perror("semctl");
    exit(1);
  }

  for(i=0;i<3;i++) {
    printf("%d: %d\n", i, vals[i]);
  }
}
```

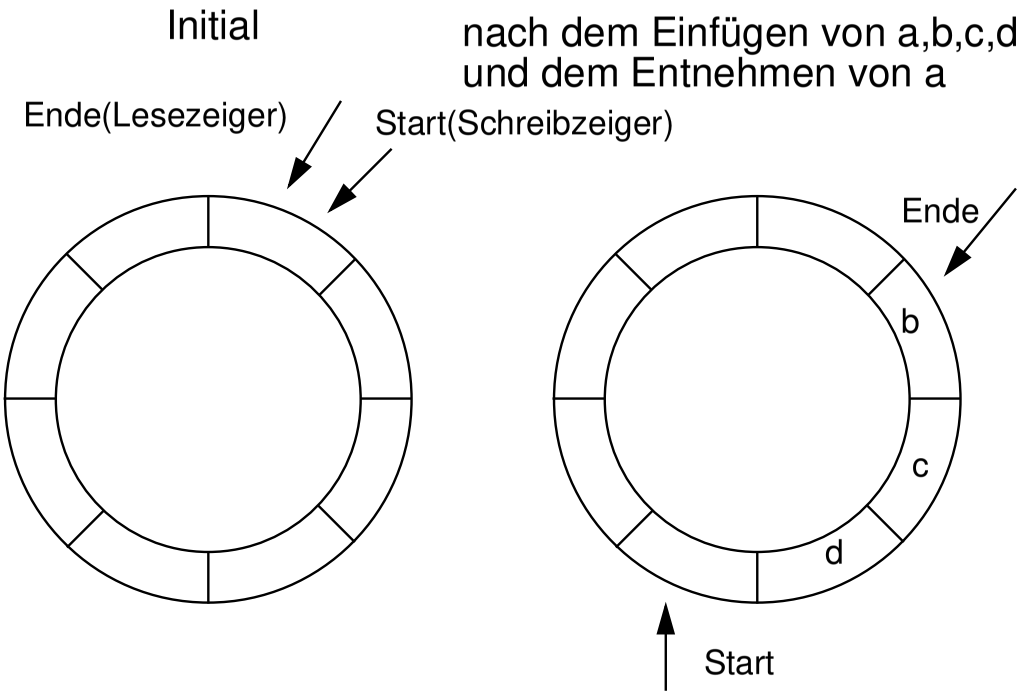

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

J.5 Nützliche Programme für IPC

- **`ipcs`**: Anzeige des Status von IPC Ressourcen (Message Queues, Shared Memory, Semaphore)
- **`ipcrm`**: Entfernen von IPC Ressourcen
  - z.B. **`ipcrm -m <shmid>`**

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

J.6 Der Ringpuffer



© Jürgen Kleinöder • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2004
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.