

## 12. Tafelübung

- Shared Memory
- Semaphoren

SP I

Übung zu Systemprogrammierung I

© Michael Goltm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

2000-02-03 17.37 / Tafelübung 12

128

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

## 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);
```

SP I

Übung zu Systemprogrammierung I

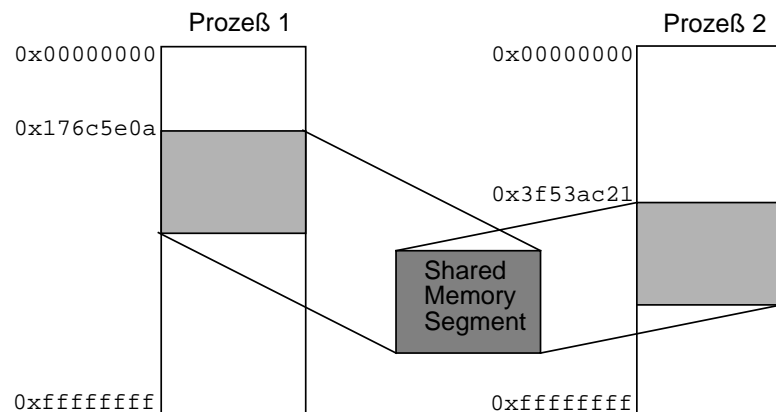
© Michael Goltm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

2000-02-03 17.37 / Tafelübung 12

130

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

## Shared Memory



SP I

Übung zu Systemprogrammierung I

© Michael Goltm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

2000-02-03 17.37 / Tafelübung 12

129

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

## 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

SP I

Übung zu Systemprogrammierung I

© Michael Goltm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

2000-02-03 17.37 / Tafelübung 12

131

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

## 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

SP I

### Übung zu Systemprogrammierung I

© Michael Gollm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

2000-02-03 17.37 / Tafelübung 12

132

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

## Kontrolle des Segments: shmctl

```
int shmctl(int shmid, int cmd, struct shmids *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.

SP I

### Übung zu Systemprogrammierung I

© Michael Gollm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

2000-02-03 17.37 / Tafelübung 12

134

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

## 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

SP I

### Übung zu Systemprogrammierung I

© Michael Gollm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

2000-02-03 17.37 / Tafelübung 12

133

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

## 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 Lösung: Zeiger relativ zum Segmentanfang

SP I

### Übung zu Systemprogrammierung I

© Michael Gollm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

2000-02-03 17.37 / Tafelübung 12

135

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

## 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

SP I

Übung zu Systemprogrammierung I

© Michael Goltm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

2000-02-03 17.37 / Tafelübung 12

136

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

## 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

SP I

Übung zu Systemprogrammierung I

© Michael Goltm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

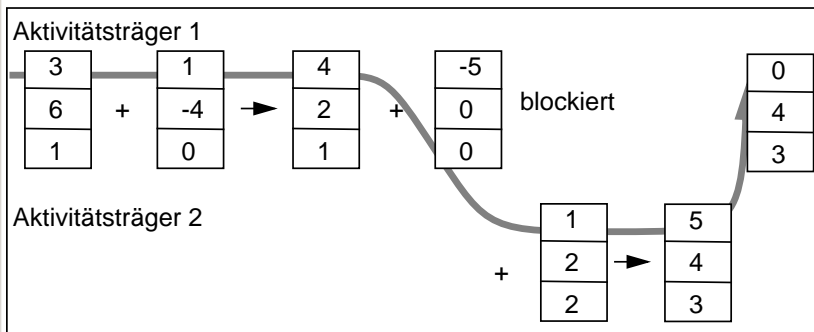
2000-02-03 17.37 / Tafelübung 12

138

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

## Semaphoren

- 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



SP I

Übung zu Systemprogrammierung I

© Michael Goltm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

2000-02-03 17.37 / Tafelübung 12

137

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

## Semaphore-Operationen: semop

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

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 Operation blockiert, wenn mindestens eine der Einzeloperationen blockieren würde (**semop** ist atomar!)
- **sem\_op < 0**: P-Operation
- **sem\_op > 0**: V-Operation
- **sem\_op = 0**: Test auf 0

SP I

Übung zu Systemprogrammierung I

© Michael Goltm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

2000-02-03 17.37 / Tafelübung 12

139

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

## 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

SP I

### Übung zu Systemprogrammierung I

© Michael Goltm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

2000-02-03 17.37 / Tafelübung 12

140

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

## 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);
    }
}
```

SP I

### Übung zu Systemprogrammierung I

© Michael Goltm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

2000-02-03 17.37 / Tafelübung 12

142

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

## 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>

SP I

### Übung zu Systemprogrammierung I

© Michael Goltm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

2000-02-03 17.37 / Tafelübung 12

141

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

## 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);
    }
}
```

SP I

### Übung zu Systemprogrammierung I

© Michael Goltm, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD 4, 1999/2000

2000-02-03 17.37 / Tafelübung 12

143

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

## 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]);
    }
}
```

## Der Ringpuffer

