

Übungszettel 5

Hinweise

Die Abgabe erfolgt als Ausdruck am Ende der Vorlesung und als E-Mail an *kirsten@tzi.de*. **Auf jeden Fall** sollten alle C-Dateien auch in elektronischer Form (als E-Mail-Attachment) abgegeben werden. Zur vollständigen Lösung der Aufgabe gehören Programm, Test und Dokumentation (in Latex). Der Betreff der E-Mail sollte folgendes Aussehen haben:

BS1 Abgabe x Gruppe y.

Bitte immer die Namen aller Gruppenmitglieder und die Gruppennummer angeben!

Aufgabe 1: Nicht-präemptives priorisiertes User-Space Scheduling

Implementiert eine Scheduler-Bibliothek (*scheduler.c/scheduler.h*) auf Basis von *setjmp()/longjmp()* in C, welche die folgende Funktionen zur Verfügung stellt:

Registrieren eines Threads

```
int schedRegisterUserThread(schedFuncPtr_t func,
                            void *args,
                            unsigned int argsize,
                            char *name,
                            unsigned int prio);
```

Ein neuer User-Thread wird beim Scheduler registriert, indem ein Funktionspointer *func* auf die Thread-Funktion übergeben wird. Ausserdem werden die Parameter als void-Pointer *args* und die Größe dieses Pointers *argsize* benötigt. *name* ist der Name des Threads, der zur Identifizierung dient. *prio* ist eine statische Priorität: Der Scheduler aktiviert die Thread-Funktion in jedem $(prio+1)$ tem Scheduling-Zyklus. *0* ist also die höchste Priorität.

Der Scheduler registriert den Thread, indem er ihn in einer Ringliste abspeichert. In dieser Liste befinden sich ausschließlich Daten der registrierten Threads, nicht des Schedulers selber.

Die Rückgabewerte sind wie folgt:

- -3: nicht genug Speicher vorhanden
- -2: Fehler bei *setjmp()*
- -1: fehlerhafte Parameter
- 0: erfolgreiche Registrierung

Entfernen eines Threads

```
void schedUnregisterUserThread(char *name);
```

Ein Thread kann aus der Ringliste entfernt werden. Dies kann zum einen durch erfolgreiche Beendigung des Threads mit *return* erfolgen (impliziter Aufruf von *schedUnregisterUserThread()*) oder durch einen expliziten Aufruf von *schedUnregisterUserThread()* von aussen. In jedem Fall muss der korrekte Ablauf des Scheduling befolgt werden.

In dieser Funktion werden alle allokierten Speicherbereiche freigegeben und der Thread aus der Ringliste entfernt. Der zu löschende Thread wird mit Hilfe seines Namens *name* identifiziert.

Thread-Aktivierung

```
int schedActivateUserThread();
```

Wird der Scheduler aufgerufen, obwohl keine Threads registriert sind, beendet er sich mit dem Rückgabewert *-1*. Wenn Threads registriert sind, werden sie nach dem oben beschriebenen Prinzip der statischen Priorität gescheduled. Erst wenn alle Threads beendet sind, beendet sich auch der Scheduler mit dem Rückgabewert *0*.

Thread-Terminierung mit return

```
void schedTerminateUserThread();
```

Wenn ein Thread mit *return* terminiert, muss als nächstes der Scheduler laufen. Die Funktion *schedTerminateUserThread()* ist für einen korrekten Kontextwechsel verantwortlich.

Hilfsfunktionen

Freiwillige Abgabe der CPU

```
schedYield();
```

Das Makro *schedYield()* sorgt dafür, dass ein Thread die CPU abgibt. Als nächstes läuft der Scheduler, um einen neuen Thread auszuwählen.

Kontextwechsel zum Scheduler

```
schedSwitch();
```

Das Makro *schedSwitch()* sorgt dafür, dass ein korrekter Kontextwechsel vom Scheduler zum aktivierten Thread stattfindet.

Aufgabe 2: Ringpuffer mit Threads und Scheduling

In dieser Aufgabe sollen der Ringpuffer von Übungsblatt 1 und die Schedulingbibliothek in einem Anwendungsprogramm verwendet werden.

Schreibt einen Prozess, der vier User-Threads $T1$, $T2$, $T3$ und $T4$ mit der Technik von Aufgabe 1 verwendet, die auf folgende Weise miteinander über die Ringpuffer von Übungsblatt 1 kommunizieren (sogenannte Pipeline-Verarbeitung):

$T1 \rightarrow T2 \rightarrow T3 \rightarrow T4$

- $T1$ liest Text-Strings von der Standardeingabe. Wenn eine Sekunde lang nichts eingegeben wird, gibt er die Kontrolle an den Scheduler zurück, andernfalls schreibt er den Eingabepuffer als Textstring in den Ringpuffer $RB12$. Verwendet `select()`, um nicht-blockierendes Lesen von der Standardeingabe zu gewährleisten.
- $T2$ liest den Eingabepuffer $RB12$. Falls Daten vorhanden sind, wandelt er alle Kleinbuchstaben in Großbuchstaben (andere Zeichen bleiben unverändert) und gibt das Resultat in den Ringpuffer $RB23$.
- $T3$ liest den Eingabepuffer $RB23$ und setzt alle Zeichen, die im zuvor erhaltenen Telegramm an derselben Stelle vorhanden waren, auf Leerzeichen. Das Ergebnis schreibt er in den Ringpuffer $RB34$.
- $T4$ liest aus $RB34$ und gibt das Ergebnis auf dem Bildschirm aus.

Alle Threads erfüllen ihre jeweilige Aufgabe permanent in einer while-Schleife. Nach jedem Durchlauf wird die CPU freiwillig abgegeben.

Für die Verwendung der Ringpuffer gilt folgendes:

- Das Schreiben in einen Ringpuffer erfolgt in einer while-Schleife. Wenn ein Fehler auftritt (falsche Parameter, ...), beendet der Thread sich mit `return`. Wenn nicht geschrieben werden kann, weil der Puffer gerade voll ist, wird die CPU freiwillig abgegeben. Wenn das Schreiben erfolgreich war, wird die while-Schleife verlassen.
- Das Lesen aus einem Ringpuffer erfolgt in einer while-Schleife. Wenn ein Fehler auftritt (falsche Parameter, ...), beendet der Thread sich mit `return`. Wenn nicht gelesen werden kann, weil der Puffer gerade leer ist, wird die CPU freiwillig abgegeben. Wenn das Lesen erfolgreich war, wird die while-Schleife verlassen.

Der Prozess (und zuvor seine Threads) sollen bei Auftreten der Signale `SIGTERM` und `SIGINT` beendet werden.