

## Übungsblatt 9

### Aufgabe 1 (Interprozesskommunikation)

1. Beschreiben Sie, was ein kritischer Abschnitt ist.
2. Beschreiben Sie, was eine Race Condition ist.
3. Beschreiben Sie, warum Race Conditions schwierig zu lokalisieren und zu beheben sind.
4. Nennen Sie eine Möglichkeit, um Race Conditions zu vermeiden.

### Aufgabe 2 (Synchronisation)

1. Welchen Vorteil hat Signalisieren und Warten gegenüber aktivem Warten (Warteschleife)?
2. Welche beiden Probleme können durch Blockieren entstehen?
3. Was ist der Unterschied zwischen Signalisieren und Blockieren?
4. Kreuzen Sie vier Bedingungen an, die gleichzeitig erfüllt sein müssen, damit ein Deadlock entstehen kann?

|  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Rekursive Funktionsaufrufe          | <input type="checkbox"/> Anforderung weiterer Betriebsmittel        |
| <input type="checkbox"/> Wechselseitiger Ausschluss          | <input type="checkbox"/> > 128 Prozesse im Zustand <b>blockiert</b> |
| <input type="checkbox"/> Häufige Funktionsaufrufe            | <input type="checkbox"/> Iterative Programmierung                   |
| <input type="checkbox"/> Geschachtelte <b>for</b> -Schleifen | <input type="checkbox"/> Zyklische Wartebedingung                   |
| <input type="checkbox"/> Ununterbrechbarkeit                 | <input type="checkbox"/> Warteschlangen                             |
5. Kommt es zum Deadlock?  
*Führen Sie die Deadlock-Erkennung mit Matrizen durch.*

$$\text{Ressourcenvektor} = ( 8 \ 6 \ 7 \ 5 )$$

$$\text{Belegungsmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 1 & 0 & 4 \\ 0 & 2 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{Anforderungsmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 2 & 4 & 5 \\ 1 & 1 & 2 & 0 \\ 4 & 3 & 5 & 4 \end{bmatrix}$$

## Aufgabe 3 (Kommunikation von Prozessen)

1. Was ist bei Interprozesskommunikation über gemeinsame Speichersegmente (Shared Memory) zu beachten?
2. Welche Aufgabe hat die Shared Memory Tabelle im Linux-Kernel?
3. Kreuzen Sie an, welche Auswirkungen ein Neustart (Reboot) des Betriebssystems auf die bestehenden gemeinsamen Speichersegmente (Shared Memory) hat.  
(Nur eine Antwort ist korrekt!)
  - Die gemeinsamen Speichersegmente werden beim Neustart erneut angelegt und die Inhalte werden wieder hergestellt.
  - Die gemeinsamen Speichersegmente werden beim Neustart erneut angelegt, bleiben aber leer. Nur die Inhalte sind also verloren.
  - Die gemeinsamen Speichersegmente und deren Inhalte sind verloren.
  - Nur die gemeinsamen Speichersegmente sind verloren. Die Inhalte speichert das Betriebssystem in temporären Dateien im Ordner `\tmp`.
4. Nach welchem Prinzip arbeiten Nachrichtenwarteschlangen (Message Queues)?  
(Nur eine Antwort ist korrekt!)
  - Round Robin
  - LIFO
  - FIFO
  - SJF
  - LJF
5. Wie viele Prozesse können über eine Pipe miteinander kommunizieren?
6. Was passiert, wenn ein Prozess in eine volle Pipe schreiben will?
7. Was passiert, wenn ein Prozess aus einer leeren Pipe lesen will?
8. Welche zwei Arten Pipes existieren?
9. Welche zwei Arten Sockets existieren?
10. Kommunikation via Pipes funktioniert...  
(Nur eine Antwort ist korrekt!)
  - speicherbasiert
  - nachrichtenbasiert
11. Kommunikation via Nachrichtenwarteschlangen funktioniert...  
(Nur eine Antwort ist korrekt!)
  - speicherbasiert
  - nachrichtenbasiert
12. Kommunikation via gemeinsamen Speichersegmenten funktioniert...  
(Nur eine Antwort ist korrekt!)
  - speicherbasiert
  - nachrichtenbasiert

13. Kommunikation via Sockets funktioniert...  
(Nur eine Antwort ist korrekt!)
- speicherbasiert                       nachrichtenbasiert
14. Welche zwei Formen der Interprozesskommunikation funktionieren bidirektional?
- Gemeinsame Speichersegmente                       Nachrichtenwarteschlangen  
 Anonyme Pipes                       Benannte Pipes  
 Sockets
15. Welche Form der Interprozesskommunikation funktioniert nur zwischen Prozessen die eng verwandt sind?
- Gemeinsame Speichersegmente                       Nachrichtenwarteschlangen  
 Anonyme Pipes                       Benannte Pipes  
 Sockets
16. Welche Form der Interprozesskommunikation funktioniert über Rechnergrenzen?
- Gemeinsame Speichersegmente                       Nachrichtenwarteschlangen  
 Anonyme Pipes                       Benannte Pipes  
 Sockets
17. Bei welchen Formen der Interprozesskommunikation bleiben die Daten auch ohne gebundenen Prozess erhalten?
- Gemeinsame Speichersegmente                       Nachrichtenwarteschlangen  
 Anonyme Pipes                       Benannte Pipes  
 Sockets
18. Bei welcher Form der Interprozesskommunikation garantiert das Betriebssystem nicht die Synchronisierung?
- Gemeinsame Speichersegmente                       Nachrichtenwarteschlangen  
 Anonyme Pipes                       Benannte Pipes  
 Sockets

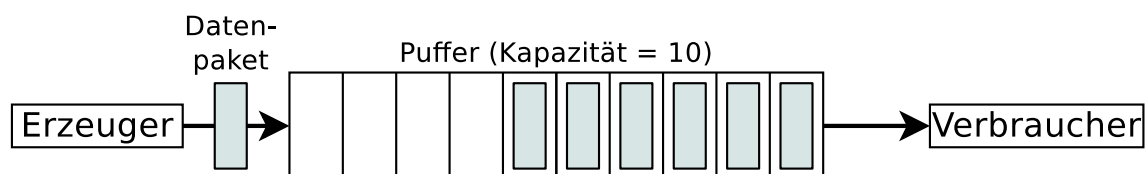
## Aufgabe 4 (Kooperation von Prozessen)

1. Was ist eine Semaphore und was ist ihr Einsatzzweck?
2. Welche beiden Operationen werden bei Semaphoren verwendet?  
*Gesucht sind die Bezeichnungen und eine (kurze) Beschreibung der Funktionsweise.*
3. Was ist der Unterschied zwischen Semaphoren und Blockieren (Sperrern und Freigeben)?

4. Was ist eine binäre Semaphore?
5. Was ist ein Mutex und was ist sein Einsatzzweck?
6. Welche Form der Semaphoren hat die gleiche Funktionalität wie der Mutex?
7. Welche Zustände kann ein Mutex annehmen?
8. Welches Linux/UNIX-Kommando liefert Informationen zu bestehenden gemeinsamen Speichersegmenten, Nachrichtenwarteschlangen und Semaphoren?
9. Welches Linux/UNIX-Kommando ermöglicht es, bestehende gemeinsame Speichersegmente, Nachrichtenwarteschlangen und Semaphoren zu löschen?

## Aufgabe 5 (Erzeuger/Verbraucher-Szenario)

Ein Erzeuger soll Daten an einen Verbraucher schicken. Ein endlicher Zwischenspeicher (Puffer) soll die Wartezeiten des Verbrauchers minimieren. Daten werden vom Erzeuger in den Puffer gelegt und vom Verbraucher aus diesem entfernt. Gegenseitiger Ausschluss ist nötig, um Inkonsistenzen zu vermeiden. Ist der Puffer voll, muss der Erzeuger blockieren. Ist der Puffer leer, muss der Verbraucher blockieren.



Synchronisieren Sie die beiden Prozesse, indem Sie die nötigen Semaphoren erzeugen, diese mit Startwerten versehen und Semaphore-Operationen einfügen.

```
typedef int semaphore;

void erzeuger (void) {
    int daten;
    while (TRUE) {          // Endlosschleife
        erzeugeDatenpaket(daten); // erzeuge Datenpaket

        einfüegenDatenpaket(daten); // Datenpaket in Puffer schreiben

    }
}

void verbraucher (void) {
    int daten;
    while (TRUE) {          // Endlosschleife

        entferneDatenpaket(daten); // Datenpaket aus Puffer holen

        verbraucheDatenpaket(daten); // Datenpaket nutzen
    }
}
```

## Aufgabe 6 (Semaphoren)

In einer Lagerhalle werden ständig Pakete von einem Lieferanten angeliefert und von zwei Auslieferern abgeholt. Der Lieferant und die Auslieferer müssen dafür ein Tor durchfahren. Das Tor kann immer nur von einer Person durchfahren werden. Der Lieferant bringt mit jeder Lieferung 3 Pakete zum Wareneingang. An der Ausgabe holt ein Auslieferer jeweils 2 Pakete ab, der andere Auslieferer 1 Paket.

```
Lieferant                Auslieferer_X            Auslieferer_Y
{                          {                          {
  while (TRUE)            while (TRUE)             while (TRUE)
  {                        {                          {

    <Tor durchfahren>;    <Tor durchfahren>;      <Tor durchfahren>;

                                <Wareneingang betreten>; <Warenausgabe betreten>;

                                <3 Pakete entladen>;    <2 Pakete aufladen>;    <1 Paket aufladen>;

                                <Wareneingang verlassen>; <Warenausgabe verlassen>; <Warenausgabe verlassen>;

                                <Tor durchfahren>;    <Tor durchfahren>;    <Tor durchfahren>;
  }                        }                          }
}                          }                          }
```

Es existiert genau ein Prozess `Lieferant`, ein Prozess `Auslieferer_X` und ein Prozess `Auslieferer_Y`.

Synchronisieren Sie die beiden Prozesse, indem Sie die nötigen Semaphoren erzeugen, diese mit Startwerten versehen und Semaphore-Operationen einfügen.

Folgende Bedingungen müssen erfüllt sein:

- Es darf immer nur ein Prozess das Tor durchfahren.
- Es darf immer nur einer der beiden Auslieferer die Warenausgabe betreten.
- Es soll möglich sein, dass der Lieferant und ein Auslieferer gleichzeitig Waren entladen bzw. aufladen.
- Die Lagerhalle kann maximal 10 Pakete aufnehmen.
- Es dürfen keine Verklemmungen auftreten.
- Zu Beginn sind keine Pakete in der Lagerhalle vorrätig und das Tor, der Wareneingang und die Warenausgabe sind frei.

Quelle: TU-München, Übungen zur Einführung in die Informatik III, WS01/02

## Aufgabe 7 (Interprozesskommunikation)

Entwickeln Sie einen Teil eines Echtzeitsystems, das aus vier Prozessen besteht:

1. **Conv**. Dieser Prozess liest Messwerte von A/D-Konvertern (Analog/Digital) ein. Er prüft die Messwerte auf Plausibilität und konvertiert sie gegebenenfalls. Wir lassen Conv in Ermangelung eines physischen A/D-Konverters Zufallszahlen erzeugen. Diese müssen in einem bestimmten Bereich liegen, um einen A/D-Konverter zu simulieren.
2. **Log**. Dieser Prozess liest die Messwerte des A/D-Konverters (Conv) aus und schreibt sie in eine lokale Datei.
3. **Stat**. Dieser Prozess liest die Messwerte des A/D-Konverters (Conv) aus und berechnet statistische Daten, unter anderem Mittelwert und Summe.
4. **Report**. Dieser Prozess greift auf die Ergebnisse von Stat zu und gibt die statistischen Daten in der Shell aus.

Bezüglich der Daten in den gemeinsamen Speicherbereichen gelten als Synchronisationsbedingungen:

- **Conv** muss erst Messwerte schreiben, bevor **Log** und **Stat** Messwerte auslesen können.
- **Stat** muss erst Statistikdaten schreiben, bevor **Report** Statistikdaten auslesen kann.

Entwerfen und implementieren Sie das Echtzeitsystem in C mit den entsprechenden Systemaufrufen und realisieren Sie den Datenaustausch zwischen den vier Prozessen einmal mit **Pipes**, **Message Queues** und **Shared Memory mit Semaphore**. Am Ende der praktischen Übung müssen drei Implementierungsvarianten des Programms existieren. Der Quellcode soll durch Kommentare verständlich sein.

### Vorgehensweise

Die Prozesse Conv, Log, Stat, und Report sind parallele Endlosprozesse. Schreiben Sie ein Gerüst zum Start der Endlosprozesse mit dem Systemaufruf `fork`. Überwachen Sie mit geeigneten Kommandos wie `top`, `ps` und `pstree` Ihre parallelen Prozesse und stellen Sie die Vater-Kindbeziehungen fest.

Das Programm kann mit der Tastenkombination `Ctrl-C` abgebrochen werden. Dazu müssen Sie einen Signalhandler für das Signal `SIGINT` implementieren. Beachten Sie bitte, dass beim Abbruch des Programms alle von den Prozessen belegten Betriebsmittel (Pipes, Message Queues, gemeinsame Speicherbereiche, Semaphore) freigegeben werden.

Entwickeln und implementieren Sie die drei Varianten, bei denen der Datenaustausch zwischen den vier Prozessen einmal mit **Pipes**, **Message Queues** und **Shared Memory mit Semaphore** funktioniert.

Überwachen Sie die Message Queues, Shared Memory Bereiche und Semaphoren mit dem Kommando `ipcs`. Mit `ipcrm` können Sie Message Queues, Shared Memory Bereiche und Semaphoren wieder freigeben, wenn Ihr Programm dieses bei einer inkorrekten Beendigung versäumt hat.

## Aufgabe 8 (Shell-Skripte, Datenkompression)

1. Schreiben Sie ein Shell-Skript, das eine Datei `testdaten.txt` erzeugt.
  - Die Datei soll mit Nullen gefüllt werden.
  - Die Nullen liefert die virtuelle Gerätedatei `/dev/zero`.  
(Beispiel: `dd if=/dev/zero of=/pfad/zur/datei bs=512 count=1`)
  - Die Dateigröße soll mindestens 128 und maximal 512 kB sein.
  - Wie groß die Datei wird, soll mit `RANDOM` zufällig festgelegt werden.
2. Schreiben Sie ein Shell-Skript, das als Kommandozeilenargument einen Dateinamen einliest.
  - Die Datei soll das Shell-Skript dahingehend untersuchen, ob es sich um eine Datei, einen Link oder ein Verzeichnis handelt.
  - Wenn es sich um eine Datei handelt, soll der Benutzer mit Hilfe von `select` folgende Auswahlmöglichkeiten haben:
    - 1) ZIP
    - 2) ARJ
    - 3) RAR
    - 4) GZ
    - 5) BZ2
    - 6) Alle
    - 7) Beenden
  - Wählt der Benutzer einen Kompressionsalgorithmus, soll mit diesem die Datei komprimiert werden und der Dateiname entsprechend angepasst werden. Die Dateigröße der originalen und der komprimierten Datei soll das Skript zum Vergleich ausgeben. z.B:  

|                                |                                 |
|--------------------------------|---------------------------------|
| <code>Testdatei.txt</code>     | <code>&lt;Dateigröße&gt;</code> |
| <code>Testdatei.txt.rar</code> | <code>&lt;Dateigröße&gt;</code> |



- Wählt der Benutzer die Auswahlmöglichkeit (**A11e**), soll das Skript die Datei mit allen Kompressionsalgorithmen komprimieren und die Dateigrößen der originalen und der komprimierten Dateien zum Vergleich ausgeben.

```
Testdatei.txt           <Dateigröße>
Testdatei.txt.zip       <Dateigröße>
Testdatei.txt.arj       <Dateigröße>
Testdatei.txt.rar       <Dateigröße>
Testdatei.txt.gz        <Dateigröße>
Testdatei.txt.bz2      <Dateigröße>
```

3. Testen Sie das Shell-Skript mit der generierten Datei `testdaten.txt`. Was ist das Ergebnis?

## Aufgabe 9 (Shell-Skripte, Datei-Browser)

Schreiben Sie ein Shell-Skript, das via `select` einen Datei-Browser realisiert.

- Die Liste der Dateien und Verzeichnisse im aktuellen Verzeichnis soll ausgegeben und die einzelnen Einträge sollen auswählbar sein.
- Wird eine Datei ausgewählt, soll der Dateiname mit Endung, die Anzahl der Zeichen, Wörter und Zeilen sowie eine Information über den Inhalt der Datei ausgegeben werden. z.B:

```
<Dateiname>.<Dateiendung>
Zeichen: <Anzahl>
Zeilen:  <Anzahl>
Wörter:  <Anzahl>
Inhalt:  <Angabe>
```

*Informationen zur Anzahl der Zeichen, Wörter und Zeilen einer Datei liefert das Kommando `wc`. Information über den Inhalt einer Datei liefert das Kommando `file`.*

- Wird ein Verzeichnis ausgewählt, soll das Skript in dieses Verzeichnis wechseln und die Dateien und Verzeichnisse im Verzeichnis ausgeben.
- Es soll auch möglich sein, im Verzeichnisbaum nach oben zu gehen (`cd ..`).