

Systemprogrammierung

WS 2004/2005

Übungsblatt 3

Abgabe der Lösungen: ab 08.11.2004 in den Übungen

Aufgabe 1 (1+4+4=9 Punkte): Prozesse, Threads

In der Vorlesung haben Sie die grundlegende Konzepte von Prozessen und Threads kennengelernt.

- Beschreiben Sie kurz mit eigenen Worten den Unterschied zwischen Prozessen und Threads.
- Moderne Betriebssysteme ermöglichen einzelnen Prozessen die Ausführung von mehreren Threads. Dieses wird auch *multithreading* genannt. Geben Sie vier Vorteile von Multi-threading-Prozessen gegenüber den traditionellen Prozessen (*single-threaded process*) an.
- Betrachten Sie einen Word-Prozessor. Überlegen Sie zunächst welche Teilaufgaben das Programm erfüllen muss. Überlegen Sie weiter ob man für diese Aufgaben das Multi-threading-Modell sinnvoll verwenden kann. Diskutieren Sie dann die Vor- bzw. Nachteile des verwendeten Modells gegenüber den traditionellen Prozessen.

Aufgabe 2 (1+1=2 Punkte): Ringpuffer

Sollen verschiedene Prozesse in einem parallelen Prozesssystem miteinander kooperieren, muss die Synchronisation der beteiligten Partner sichergestellt werden. Ein einfaches Beispiel dafür haben Sie in Form des *Erzeuger-Verbraucher-Problems* bereits kennengelernt.

- Nennen Sie 3 praktische Beispiele für das Erzeuger-Verbraucher-Problem in einem Rechnersystem.
- Als eine einfache Lösung zur Synchronisation eines Erzeugers und eines Verbrauchers wurde der Ringpuffer eingeführt, der über die Variablen `in` und `out` gesteuert wird. Erklären Sie, wieso beim Übergang auf diese zwei Variablen keine Konsistenzprobleme mehr auftreten können. Gilt das auch, wenn mehr als ein Erzeuger oder Verbraucher im System aktiv sind? Begründen Sie Ihre Aussage.

Aufgabe 3 (3+1+2+1=7 Punkte): Wechselseitiger Ausschluss

Der wechselseitige Ausschluss ist ein Grundproblem bei der Synchronisation nebenläufiger Prozesse. Es muss sichergestellt werden, dass ein Prozess in seinem kritischen Bereich nicht von anderen Prozessen unterbrochen werden kann, weil sonst das Ergebnis der Operation nicht mehr determiniert ist.

Das Problem des wechselseitigen Ausschlusses ist genau dann korrekt gelöst, wenn die drei Bedingungen

- mutual exclusion
- progress requirement und
- bounded waiting

erfüllt sind.

Gegeben seien die folgenden drei Ansätze zu Synchronisation von zwei Prozessen.

- | | |
|--|---|
| 1. P0: repeat
while (turn!=0) do noop;
critical_section(P0);
turn:=1;
remainder_section(P0);
until FALSE; | P1: repeat
while (turn!=1) do noop;
critical_section(P1);
turn:=0;
remainder_section(P1);
until FALSE; |
| 2. P0: flag[0]:=FALSE;
repeat
while (flag[1]) do noop;
flag[0]:=TRUE;
critical_section(P0);
flag[0]:=FALSE;
remainder_section(P0);
until FALSE; | P1: flag[1]:=FALSE;
repeat
while (flag[0]) do noop;
flag[1]:=TRUE;
critical_section(P1);
flag[1]:=FALSE;
remainder_section(P1);
until FALSE; |
| 3. P0: flag[0]:=FALSE;
repeat
flag[0]:=TRUE;
while (flag[1]) do noop;
critical_section(P0);
flag[0]:=FALSE;
remainder_section(P0);
until FALSE; | P1: flag[1]:=FALSE;
repeat
flag[1]:=TRUE;
while (flag[0]) do noop;
critical_section(P1);
flag[1]:=FALSE;
remainder_section(P1);
until FALSE; |

- a) Zeigen Sie für jedes der 3 Verfahren an einem konkreten Beispiel, dass eine der Bedingungen für den wechselseitigen Ausschluss verletzt wird.
- b) Betrachten wir ein Beispiel aus der Praxis: Eine Landstraße verbindet die Orte *A* und *B*, auf halbem Weg befindet sich eine einspurige Brücke. Sie sollen eine Verkehrsregelung für die Brücke schaffen und ziehen folgende Lösungen in Betracht:

- first come, first served: Sie regulieren den Verkehr überhaupt nicht sondern gehen davon aus, dass derjenige zuerst fährt, der zuerst ankommt.
- Sie sperren die Brücke wegen Baufähigkeit.
- Sie bauen an jeder Seite eine Ampel auf, die im Minutentakt umschaltet.
- Sie legen eine Vorrangrichtung fest und stellen die entsprechenden Verkehrsschilder auf.

Der Einfachheit halber wird angenommen, dass die Gelbphase der Ampel so lange dauert, dass ein Auto die gerade befahrene Brücke noch überqueren kann, bevor der Gegenverkehr kommt. Welche der vier Lösungen realisieren den wechselseitigen Ausschluss? Beachten Sie dabei, dass ein Konflikt nur dann auftritt, wenn zwei Autos aus entgegengesetzten Richtungen die Brücke gleichzeitig befahren. Begründen Sie Ihre Aussagen.

- c) Sie haben sich für die Ampeln entschieden. Ihnen gefällt jedoch nicht, dass sie auch bei geringem Verkehr stur nach dem festen Zeittakt geschaltet sind und die Autos oftmals vor der leeren Brücke warten müssen. Sie rüsten die Ampeln daher mit Sensoren für ankommende Fahrzeuge aus. Geben Sie einen Algorithmus (Pseudocode) für die Ampelschaltung mit Sensoren an, der einen wechselseitigen Ausschluss garantiert. Er sollte sowohl für wenig als auch für viel Verkehr gut funktionieren (guter Durchsatz bei viel Verkehr, geringe Wartezeit bei wenig Verkehr). Die oben gemachte Annahme zu der langen Gelbphase ist weiterhin gültig.
- d) Leider stellt sich heraus, dass die Sensoren störanfällig und damit unbrauchbar sind, so dass sie doch mit einem festen Zeittakt arbeiten müssen. Nun wollen Sie die Schaltung wenigstens so einstellen, dass die mittlere Wartezeit für alle Kraftfahrer minimal wird. Im Laufe der Voruntersuchung haben Sie festgestellt, dass vormittags doppelt so viele Autos von A nach B fahren als umgekehrt. Am Nachmittag kehrt sich der Trend um. In welchem Verhältnis sollten die Zeittakte der Grünphasen für die Richtungen $A \rightarrow B$ und $B \rightarrow A$ vormittags und nachmittags stehen?