

Verklemmungen

1. Gegeben sei das folgende System paralleler Prozesse (bzw. von Threads innerhalb eines Prozesses); s1 bis s4 bezeichnen dabei binäre Semaphore.

| Prozess A | Prozess B | Prozess C | Prozess D |
|--|--|--|--|
| <pre>while (1) { s1.P(); s2.P(); work(); s2.V(); s1.V(); }</pre> | <pre>while (1) { s1.P(); s3.P(); work(); s3.V(); s1.V(); }</pre> | <pre>while (1) { s4.P(); s1.P(); work(); s1.V(); s4.V(); }</pre> | <pre>while (1) { s3.P(); s4.P(); work(); s4.V(); s3.V(); }</pre> |

- (a) Welches ist die Maximalzahl von Prozessen, die sich gleichzeitig im Zustand `work()` befinden können?
- (b) Was versteht man unter einem Deadlock? Erläutern Sie mit Bezug auf obiges Beispiel die Bedingungen, die im Zusammenhang mit dem Auftreten von Deadlocks stehen. Erklären Sie dabei auch den Begriff Prozess-Betriebsmittel-Graph (BM-Zuteilungsgraph).
- (c) Ist das System verklemmungsfrei? Verwenden Sie zur Untersuchung der Zyklus-Bedingung einen Prozess-Betriebsmittel-Graphen.
- (d) Welche Konsequenzen hat das Vertauschen
- der beiden P-Operationen in Prozess A,
 - der beiden P-Operationen in Prozess B,
 - der beiden V-Operationen in Prozess B?
- (e) Geben Sie einen kurzen Überblick darüber, wie man dem Problem „Verklemmungen“ begegnen kann.
2. Für n Prozesse stehen m gleichartige Exemplare eines Betriebsmittels zur Verfügung, die jeweils nur einzeln reserviert bzw. freigegeben werden können, dabei benötigt jeder Prozess maximal k Exemplare gleichzeitig. Wie viele Betriebsmittel-Exemplare müssen mindestens vorhanden sein, damit keine Verklemmungen auftreten können?

Hinweis: Untersuchen Sie zunächst die beiden Fälle $n = 3$, $k = 2$, $m_1 = 3$, $m_2 = 4$.

3. (a) Beschreiben Sie den Bank-Algorithmus für Betriebsmittel eines Typs. Welche Bedeutung hat in diesem Zusammenhang der Begriff „sicherer Zustand“?
- (b) Betrachten Sie den Bank-Algorithmus in dem folgenden Fall: Vier Prozesse A,...,D bewerben sich um acht Exemplare eines Betriebsmittels. Der Vektor der maximal benötigten Betriebsmittel sei $(6\ 3\ 8\ 4)^T$, der aktuelle Zustand sei $(1\ 2\ 2\ 1)^T$. Untersuchen Sie, inwieweit – jeweils von diesem Zustand ausgehend – die Forderung nach einem Betriebsmittel-Exemplar durch den Prozess A bzw. durch den Prozess C erfüllt werden kann. Diskutieren Sie die Gültigkeit der Aussage: „Der Nachfolgezustand eines sicheren Zustands ist sicher“ und ihrer Umkehrung.
- (c) Erläutern Sie Vor- und Nachteile dieser Vorgehensweise.
4. Betrachtet werde ein sogenanntes SPOOL-System mit einem Eingabeprozess, einem Verarbeitungsprozess und einem Ausgabeprozess, die durch zwei Puffer miteinander verbunden sind. Die Prozesse transferieren Daten in Einheiten gleicher Größe. Dabei entnimmt der Verarbeitungsprozess eine Seite aus dem Puffer (gibt diesen Bereich danach frei), speichert den Seiteninhalt in einem lokalen Puffer und füllt dann den Ausgabepuffer. Die Grenze zwischen Eingabepuffer und Ausgabepuffer ist gleitend in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der Prozesse, einzige Beschränkung ist die Gesamtkapazität des Speichers, in dem die Puffer angelegt sind. Jeder der drei Prozesse arbeitet, solange Eingabedaten für ihn vorhanden sind und Speicherplatz in dem Puffer, den er benötigt, zur Verfügung steht; andernfalls wartet er.
- (a) Zeigen Sie, dass dieses System verklemmen kann.

- (b) Schlagen Sie eine Lösung zur Vermeidung von Verklemmungen vor unter Beibehaltung der gleitenden Grenze zwischen den beiden Puffern.
- (c) Was heißt SPOOL, was bedeutet es?
5. Diskutieren Sie den folgenden Algorithmus unter dem Gesichtspunkt „Maßnahmen gegen Verklemmungen“.
- Die Menge der Betriebsmittel (BM) wird in m Klassen unterteilt. Jede Klasse besteht aus mindestens soviel BM, dass jeder Prozess einzeln fortschreiten kann.
 - Die von einem Prozess benötigten BM aus einer Klasse müssen auf einmal zugeteilt werden.
 - Wenn ein Prozess BM der Klasse i zugeteilt bekommen hat, kann er nur noch BM aus einer höheren Klasse j ($j > i$) anfordern.
 - Die BM der höheren Klassen müssen von jedem Prozess vor den BM der niedrigeren Klasse freigegeben werden.
 - Erst wenn ein Prozess alle BM, die er aus einer gegebenen Klasse erhalten hatte, wieder freigegeben hat, kann er neue BM aus dieser Klasse anfordern.