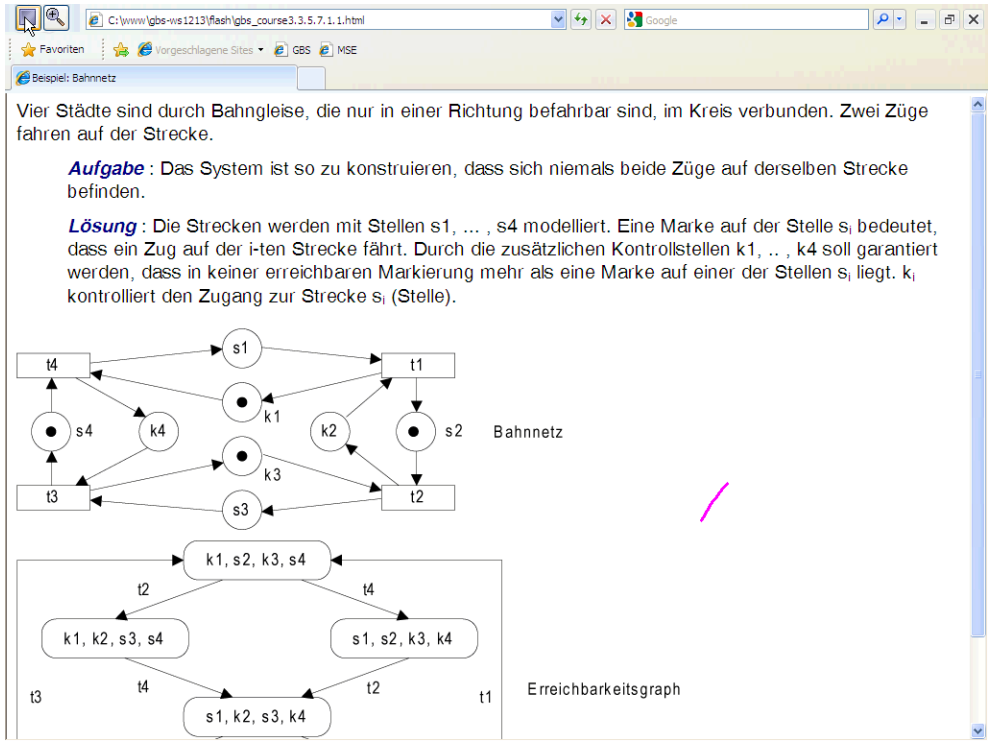
Script **generated by TTT**

Title: Grundlagen_Betriebssysteme (09.11.2012)

Date: Fri Nov 09 08:31:12 CET 2012

Duration: 90:07 min

Pages: 34



Eigenschaften von Netzen

Ausgehend von einer Anfangsmarkierung können Eigenschaften wie Erreichbarkeit und Lebendigkeit eines Netzes bestimmt werden.

Erreichbarkeit

Lebendigkeitseigenschaften

Weitere Eigenschaften

Weitere interessante Eigenschaften - nur ganz informell - sind

Fairness

Gegeben sei ein Netz N mit Anfangsmarkierung M. Das Netz ist ***unfair*** für eine Transition t, wenn es eine unendliche Sequenz gibt, in der t nur endlich oft auftritt, obwohl t unendlich oft transitionsbereit ist.

Verhungern

t verhungert (engl. Starvation): Es gibt eine unendliche Sequenz, in der die Transition t ***niemals*** auftritt.

Man ist daran interessiert zu erkennen, ob es in einem System zu Blockierungen kommen kann, so dass Teile des Systems blockiert sind oder der gesamte Ablauf zum Stillstand kommt.

Netzdarstellung

aktive Systemelemente als Transitionen (Prozessor, Maschine, etc.)

passive Systemteile als Stellen (Speicher, Lager, etc.)

veränderliche Objekte als Marken

Für Lebendigkeitsuntersuchungen sind Netzteile interessant, die niemals markiert werden oder die niemals ihre Marken verlieren.

Definition

Beispiel: Lebendiges Netz

Beispiel: Verklemmung

Gegeben sei ein Petri-Netz (S, T, F) mit der Anfangsmarkierung M0.

Das Netz heißt ***lebendig*** , wenn für jede erreichbare Markierung M und für jede Transition t ∈ T eine Markierung M' existiert, die aus M erreichbar ist und in der t transitionsbereit ist.

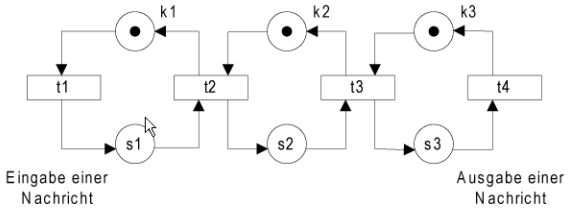
Die von M0 aus erreichbare Markierung M beschreibt eine ***vollständige Verklemmung*** (eng. deadlock), wenn es keine Transition t ∈ T gibt, die unter M schalten kann.

Die von M0 aus erreichbare Markierung M beschreibt eine ***lokale Verklemmung*** , wenn es eine Transition t ∈ T gibt, so dass ausgehend von M keine Folgemarkierung M' erreichbar ist, in der t transitionsbereit ist.

Ist (S, T, F) mit Anfangsmarkierung M0 lebendig, dann ist es auch verklemmungsfrei.

Aufgabe : Modellierung eines FIFO-Puffers mit Kapazität 3.

Lösung : Das System besteht aus 3 Zellen, die jeweils eine Nachricht aufnehmen können (die Stellen repräsentieren die Speicherzellen). Die Transition t1 modelliert das Eingeben einer neuen Nachricht und die Transition t4 modelliert die Ausgabe der Nachricht. Mit den Transitionen t_i werden die Nachrichten von Zelle s_{i-1} zur Zelle s_i weitergereicht. Voraussetzung ist, dass die entsprechende Zelle leer ist. Der Zustand "Zelle s_i ist leer", wird durch die markierte Stelle k_i modelliert.



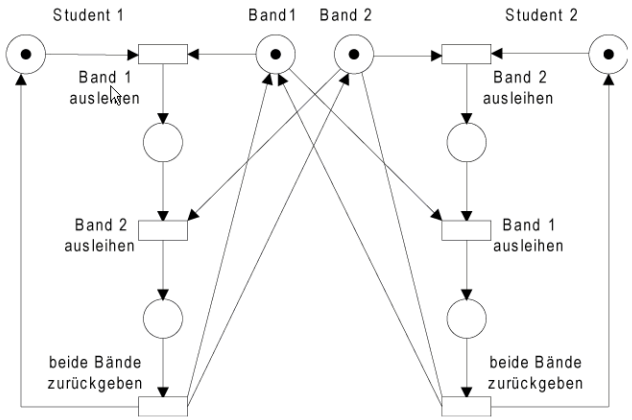
Beispiel: Verklemmung

2 Studenten benötigen ein 2-bändiges Lehrbuch. Student 1 leiht sich zunächst nur Band 1 aus und Student 2 leiht sich vorsorglich den noch vorhandenen Band 2 aus. Bevor Student 1 seinen ersten Band zurückgibt, möchte er noch den zweiten ausleihen. Auch Student 2 gibt seinen ausgeliehenen Band nicht zurück, sondern versucht, den ersten Band auszuleihen.

Vor der Ausleihe

Nach der Ausleihe

Anfangszustand des Netzes vor der Ausleihe.



Eigenschaften von Netzen

Ausgehend von einer Anfangsmarkierung können Eigenschaften wie Erreichbarkeit und Lebendigkeit eines Netzes bestimmt werden.

Erreichbarkeit

Lebendigkeitseigenschaften

Weitere Eigenschaften

Weitere interessante Eigenschaften - nur ganz informell - sind

Fairness

Gegeben sei ein Netz N mit Anfangsmarkierung M. Das Netz ist ***unfair*** für eine Transition t, wenn es eine unendliche Sequenz gibt, in der t nur endlich oft auftritt, obwohl t unendlich oft transitionsbereit ist.

Verhungern

t verhungert (engl. Starvation): Es gibt eine unendliche Sequenz, in der die Transition t ***niemals*** auftritt.

Petri-Netze

Im folgenden werden Petri-Netze vorgestellt, die eine graphen-orientierte Beschreibung verteilter Systeme und deren Abläufen ermöglicht.

Allgemeines

Definition: Petri-Netz

Markierung und Schaltregeln

Zur Erfassung des dynamischen Verhaltens erweitern wir die Definition eines Petri-Netzes zunächst um Markierungen und geben dann die Schaltregeln an.

Markierung

Schaltregeln

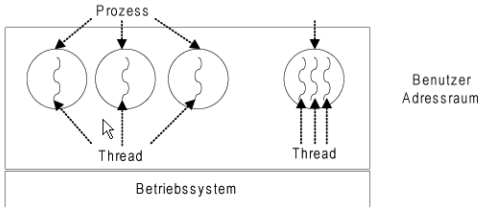
Animation Petrinetz

Nebenläufigkeit

Eigenschaften von Netzen

Thread-Konzept

Threads sind ein BS-Konzept für die Modellierung und Realisierung von nebenläufigen Aktionen in einem Rechensystem.



Charakterisierung von Threads

Threads in Java

Aus BS-Sicht ist ein Prozess definiert

durch einen Adressraum.

eine darin gespeicherte Handlungsvorschrift in Form eines sequentiellen Programms (Programmcode).

einen oder mehreren Aktivitätsträgern, die dynamisch die Handlungsvorschrift ausführen ⇒ Threads.

Motivation

Ein Thread ist die Abstraktion eines physischen Prozessors; er ist ein Träger einer sequentiellen Aktivität. Gründe für die Einführung von Threads:

mehrere Threads ermöglichen Parallelität innerhalb eines Prozesses unter Nutzung des gemeinsamen Adressraums.

Aufwand für Erzeugen und Löschen von Threads ist geringer als für Prozesse.

Verbesserung der Performanz der Applikationsausführung durch Nutzung mehrerer Threads.

Threads ermöglichen bei einem Multiprozessor-Rechensystem echte Parallelität innerhalb einer Applikation.

Prozess vs. Thread

Beispiel: Web-Server

Prozesse und Threads haben unterschiedliche Zielsetzungen:

Prozesse gruppieren Ressourcen,

Threads sind Aktivitätsträger, die zur Ausführung einer CPU zugeteilt werden.

Threadspezifische Information

Jeder Thread umfasst eine Reihe von Informationen, die seinen aktuellen Zustand charakterisieren:

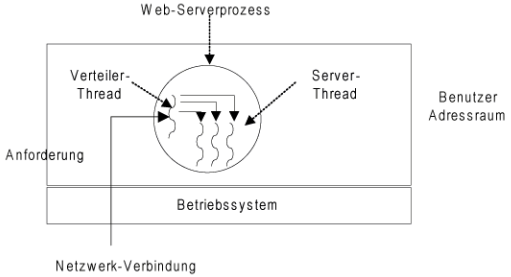
Befehlszähler, aktuelle Registerwerte, Keller, Ablaufzustand des Thread.

Prozessspezifische Information

Die nachfolgende Information/Ressourcen wird von allen Threads eines Prozesses geteilt. Jeder Thread des Prozesses kann sie verwenden bzw. darauf zugreifen.

Adressraum, globale Variable, offene Dateien, Kindprozesse (z.B. erzeugt mit fork), eingetroffene Alarme bzw. Interrupts, Verwaltungsinformation

Ein Prozess kann mehrere Threads umfassen, die unterschiedliche Aufgaben übernehmen. Beispielsweise kann ein Web-Server einen Verteiler-Thread ("dispatcher") und mehrere Server-Threads ("worker-thread") umfassen.



Der Verteiler-Thread dient zur Annahme von Service-Anforderungen und gibt sie weiter an einen der Server-Threads zur Bearbeitung.

Alle Server-Threads nutzen den gemeinsamen Web-Cache.

Java unterstützt die Programmierung mit Threads, um nebenläufige Abläufe innerhalb einer Applikation zu ermöglichen. Java Threads können sowohl in Java-Programmen als auch in Java-Applets verwendet werden.

Definition

Threads können durch Implementierung der Schnittstelle `Runnable` realisiert werden.

Thread Implementierungen überschreiben die run-Methode der Schnittstelle Runnable.

```
public class CallbackDigest implements Runnable {
   ....
   public void run() { .... }
}
```

Thread Instanzen werden durch den Aufruf der start-Methode der Schnittstelle Runnable gestartet.

```
public static void main(String[] args) {
   ....
   CallbackDigest cb = new CallbackDigest(...);
   Thread t = new Thread(cb);
   t.start();
}
```

Die Anweisung `t.start()` ruft die run-Methode der Klasse CallbackDigest auf.

Ergebnisrückgabe

Ergebnisrückgabe

Der Ablauf der Threads ist asynchron, d.h. die Ausführungsreihenfolge einer Menge von Threads ist nicht fest vordefiniert. Dies ist insbesondere bei kooperierenden Threads von Bedeutung, z.B. bei der Ergebnisrückgabe eines Thread an einen anderen Thread.

Direkter Ansatz

Callback Ansatz

Direkter Ansatz

Angenommen jeder Thread liest eine Datei und erzeugt daraus die zugehörige Hash-Information (z.B. verwendet für verschlüsselte Datenübertragung).

```
public class ReturnDigest implements Runnable {
    private File input;
    private byte[] digest;
    public ReturnDigest(File input) { this.input = input; }
    public void run() {
        ......
        digest = .......
    }
    public byte[] getDigest() { return digest; }

}

public class ReturnDigestUserInterface {

    ......
    public static void main(String[] args) {
        ......
        for (int i = 0; i < args.length; i++) {
            File f = new File(args[i]);
            ReturnDigest dr = new ReturnDigest(f);
            Thread t = new Thread(dr); t.start();
```

Direkter Ansatz

```
    private File input;
    private byte[] digest;
    public ReturnDigest(File input) { this.input = input; }
    public void run() {
        ......
        digest = .......
    }
    public byte[] getDigest() { return digest; }

}

public class ReturnDigestUserInterface {

    ......
    public static void main(String[] args) {
        ......
        for (int i = 0; i < args.length; i++) {
            File f = new File(args[i]);
            ReturnDigest dr = new ReturnDigest(f);
            Thread t = new Thread(dr); t.start();
            .....
            byte[] digest = dr.getDigest();
            ....
```

erzeugt hash-code von Datei

Direkter Ansatz

```
    public byte[] getDigest() { return digest; }

}

public class ReturnDigestUserInterface {

    ......
    public static void main(String[] args) {
        ......
        for (int i = 0; i < args.length; i++) {
            File f = new File(args[i]);
            ReturnDigest dr = new ReturnDigest(f);
            Thread t = new Thread(dr); t.start();
            .....
            byte[] digest = dr.getDigest();
            ....
        }
    }

}
```

jeweils neuer Thread für jede Datei

Die Ausführung führt zu dem Fehler

```
Exception in thread "main" java.lang.NullPointerException at
ReturnDigestUserInterface.main.
```

Callback Ansatz

Nicht das main-Programm holt die Ergebnisse ab, sondern die aufgerufenen Threads rufen jeweils eine Methode des main-Programms auf, um die Ergebnisse zu übergeben ⇒ ***Callback*** .

```
public class CallbackDigest implements Runnable {
    private File input;
    public CallbackDigest(File input) { this.input = input; }
    public void run() {
        ......
        byte[] digest = ........;
        CallbackDigestUserInterface.receiveDigest(digest);
    }
    public byte[] getDigest() { return digest; }

}

public class CallbackDigestUserInterface {

    ......
    public static void receiveDigest(byte[] digest) {
        .....
    }
    public static void main(String[] args) {
        ......
        for (int i = 0; i < args.length; i++) {
```

Callback Ansatz

```
    public void run() {
        ......
        byte[] digest = ........;
        CallbackDigestUserInterface.receiveDigest(digest);
    }
    public byte[] getDigest() { return digest; }
}
public class CallbackDigestUserInterface {
    ......
    public static void receiveDigest(byte[] digest) {
        .....
    }
    public static void main(String[] args) {
        ......
        for (int i = 0; i < args.length; i++) {
            File f = new File(args[i]);
            CallbackDigest dr = new CallbackDigest(f);
            Thread t = new Thread(dr); t.start();
        }
    }
```

erzeugen des Hash Codes

übergeben des Ergebnisse

main thread

Threads in Java

Java unterstützt die Programmierung mit Threads, um nebenläufige Abläufe innerhalb einer Applikation zu ermöglichen. Java Threads können sowohl in Java-Programmen als auch in Java-Applets verwendet werden.

Definition

Threads können durch Implementierung der Schnittstelle `Runnable` realisiert werden.

Thread Implementierungen überschreiben die run-Methode der Schnittstelle Runnable.

```
public class CallbackDigest implements Runnable {
    ....
    public void run() { .... }
}
```

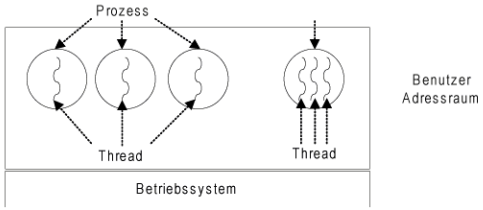
Thread Instanzen werden durch den Aufruf der start-Methode der Schnittstelle Runnable gestartet.

```
public static void main(String[] args) {
    ....
    CallbackDigest cb = new CallbackDigest(...);
    Thread t = new Thread(cb);
    t.start();
}
```

Die Anweisung `t.start()` ruft die run-Methode der Klasse CallbackDigest auf.

Ergebnisrückgabe

Threads sind ein BS-Konzept für die Modellierung und Realisierung von nebenläufigen Aktionen in einem Rechensystem.



Charakterisierung von Threads

Threads in Java

Synchronisation

Eine wichtige Systemeigenschaft betrifft die Synchronisation paralleler Ereignisse. Mehrere Prozesse konkurrieren um eine gemeinsame Ressource (CPU), oder greifen auf gemeinsame Daten zu.

Beispiele

Die beiden Beispiele basieren auf der speicherbasierten Prozessinteraktion, d.h. Prozesse (oder auch Threads) interagieren über gemeinsam zugreifbare Speicherzellen.

Beispiel: gemeinsame Daten

Erzeuger-Verbraucher-Problem

Definition: Wechselseitiger Ausschluss

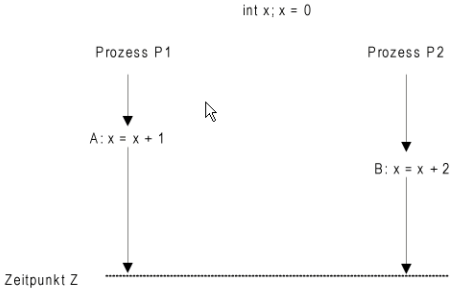
Modellierung

Synchronisierungskonzepte

Semaphore

Synchronisierung von Java Threads

P1 und P2 sind nebenläufige Prozesse, die in einem Multiprozessorsystem parallel ablaufen. Die Variable x ist gemeinsame Variable. Prozess P1 läuft auf CPU 0 mit Prozess P2 auf CPU 1 gleichzeitig ab.



Das Ergebnis ist vom zeitlichen Ablauf abhängig. Es sind folgende Fälle möglich:

Fall 1

P1 liest x = 0, erhöht, speichert x = 1;

P2 liest x = 1, erhöht, speichert x = 3; => Wert von x = 3

Fall 2

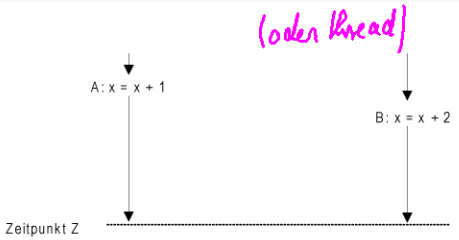
P2 liest x = 0, erhöht, speichert x = 2;

P1 liest x = 2, erhöht, speichert x = 3; => Wert von x = 3

Fall 3

Beispiel: gemeinsame Daten

(oder thread)



Das Ergebnis ist vom zeitlichen Ablauf abhängig. Es sind folgende Fälle möglich:

Fall 1

P1 liest x = 0, erhöht, speichert x = 1;

P2 liest x = 1, erhöht, speichert x = 3; => Wert von x = 3

Fall 2

P2 liest x = 0, erhöht, speichert x = 2;

P1 liest x = 2, erhöht, speichert x = 3; => Wert von x = 3

Fall 3

P1 und P2 lesen x = 0;

P1 erhöht, speichert x = 1;

P2 erhöht, speichert x = 2; => Wert von x = 2

Fall 4

Beispiel: gemeinsame Daten

(oder thread)

Das Ergebnis ist vom zeitlichen Ablauf abhängig. Es sind folgende Fälle möglich:

Fall 1 $P_1 < P_2$

P1 liest x = 0, erhöht, speichert x = 1;

P2 liest x = 1, erhöht, speichert x = 3; => Wert von x = 3

Fall 2 $P_2 < P_1$

P2 liest x = 0, erhöht, speichert x = 2;

P1 liest x = 2, erhöht, speichert x = 3; => Wert von x = 3

Fall 3

P1 und P2 lesen x = 0;

P1 erhöht, speichert x = 1;

P2 erhöht, speichert x = 2; => Wert von x = 2

P_1 liest, P_1 erhöht, P_2 liest

$P_1 \parallel P_2$

Fall 4

P1 und P2 lesen x = 0;

P2 erhöht, speichert x = 2;

P1 erhöht, speichert x = 1; => Wert von x = 1

Verhinderung des Nichtdeterminismus nur dadurch möglich, dass man garantiert, dass die Veränderung von x in den beiden Prozessen unter wechselseitigem Ausschluss (engl. mutual exclusion) erfolgt.

Synchronisation

Eine wichtige Systemeigenschaft betrifft die Synchronisation paralleler Ereignisse. Mehrere Prozesse konkurrieren um eine gemeinsame Ressource (CPU), oder greifen auf gemeinsame Daten zu.

Beispiele

Die beiden Beispiele basieren auf der speicherbasierten Prozessinteraktion, d.h. Prozesse (oder auch Threads) interagieren über gemeinsam zugreifbare Speicherzellen.

Definition: Wechselseitiger Ausschluss

Gegeben sei ein Petri-Netz (S, T, F) und eine Anfangsmarkierung M0. Wenn zwei Transitionen t1, t2 ∈ T ***wechselseitig ausgeschlossen*** sind, dann ist keine Markierung M' erreichbar, so dass t1 und t2 unter dieser Markierung gleichzeitig transaktionsbereit sind. Wir sagen, dass Transitionen, die wechselseitig ausgeschlossen auszuführen sind, ***kritische Abschnitte*** (engl critical section, critical region) eines Systemablaufs modellieren.

Beispiel: gemeinsame Daten

Der Zugriff auf gemeinsame Ressourcen, z.B. auf gemeinsame Variable, muss koordiniert werden. Bei exklusiven Ressourcen wird die Nutzung sequentialisiert.

```
Prozess P1:                Prozess P2:
main () {                  main () {
    .....                      .....
    region x do                region x do
        x = x + 1:                 x = x + 2:
    end region                 end region
    .....                      .....
}                          }
```

Generated by Targeteam

Eine wichtige Systemeigenschaft betrifft die Synchronisation paralleler Ereignisse. Mehrere Prozesse konkurrieren um eine gemeinsame Ressource (CPU), oder greifen auf gemeinsame Daten zu.

Beispiele

Die beiden Beispiele basieren auf der speicherbasierten Prozessinteraktion, d.h. Prozesse (oder auch Threads) interagieren über gemeinsam zugreifbare Speicherzellen.

Beispiel: gemeinsame Daten

Erzeuger-Verbraucher-Problem

Definition: Wechselseitiger Ausschluss

Modellierung

Synchronisierungskonzepte

Semaphore

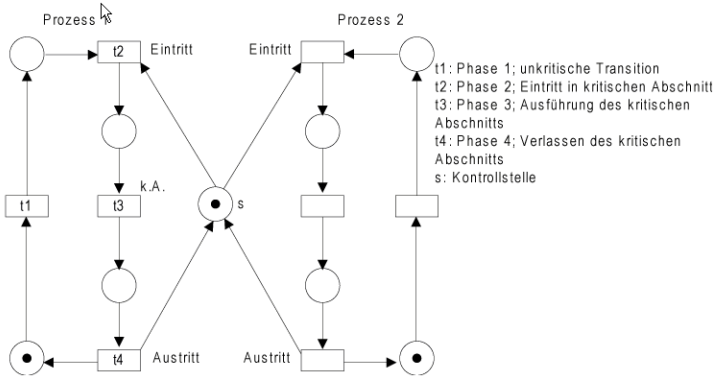
Synchronisierung von Java Threads

Generated by Targeteam

Modelliert man parallele Einheiten, die kritische Abschnitte besitzen, durch Petri-Netze, so sind vier Phasen dieser parallelen Aktivitäten von Interesse:

1. Ausführen unkritischer Abschnitte/Transaktionen
2. Betreten eines kritischen Abschnitts
3. Ausführen der Transaktion(en) des kritischen Abschnitts
4. Verlassen des kritischen Abschnitts.

Modellierung jeder Phase durch eine Transition; Koordinierung des wechselseitigen Ausschluss durch Kontrollstelle s.



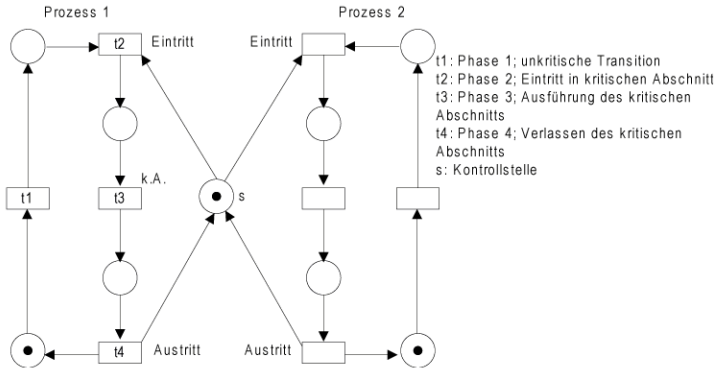
Beispiel: Leser-Schreiber-Problem

Modellierung

Modelliert man parallele Einheiten, die kritische Abschnitte besitzen, durch Petri-Netze, so sind vier Phasen dieser parallelen Aktivitäten von Interesse:

1. Ausführen unkritischer Abschnitte/Transaktionen
2. Betreten eines kritischen Abschnitts
3. Ausführen der Transaktion(en) des kritischen Abschnitts
4. Verlassen des kritischen Abschnitts.

Modellierung jeder Phase durch eine Transition; Koordinierung des wechselseitigen Ausschluss durch Kontrollstelle s.



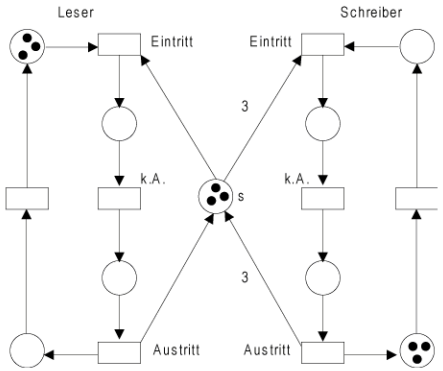
Beispiel: Leser-Schreiber-Problem

Beispiel: Leser-Schreiber-Problem

Das System umfasst ***Lese-Aktivitäten*** , die in ihrem kritischen Abschnitt lesend auf eine gemeinsame Ressource zugreifen und ***Schreib-Aktivitäten*** , die in ihrem kritischen Abschnitt schreibend auf die gemeinsame Ressource zugreifen. Wir fordern:

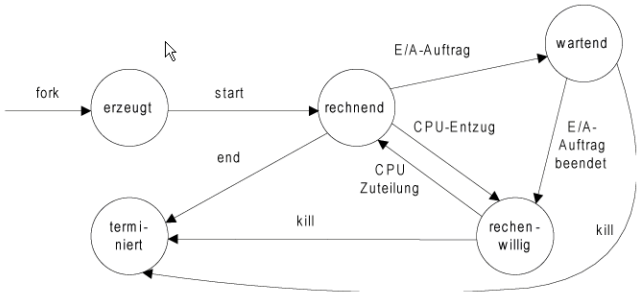
1. Lese-Aktionen im kritischen Abschnitt können parallel stattfinden, wobei die Anzahl der parallelen Leser begrenzt sei, z.B. auf drei.
2. Lese- und Schreib-Aktionen sind wechselseitig ausgeschlossen.
3. auch Schreib-Aktionen sind untereinander wechselseitig ausgeschlossen.

Die Abbildung zeigt eine mögliche Modellierung mittels eines Petri-Netzes mit drei Lesern und drei Schreibern.



Prozess - Konkretisierung

Prozess = Ablauf eines Programms in einem Rechensystem; unterschiedliche Zustände eines Prozesses.



Ziel : Einführung wichtiger Realisierungskonzepte zur Synchronisierung paralleler Abläufe. Dazu Konkretisierung des Prozessbegriffs.

Prozess - Konkretisierung

Konzepte für wechselseitigen Ausschluss

Die Netz-Modellierung hat bereits gezeigt, dass man zur Synchronisation von Prozessen spezifische ***Kontrollkomponenten*** benötigt (z.B. zusätzliche Stellen im Petri-Netz, oder Kapazitätsbeschränkungen, die implizit durch die abstrakte Kontrollkomponente, die die Transitionsbereitschaft von Transitionen prüft, kontrolliert werden).

Anforderungen

Jede Realisierung des w.A. benötigt eine Basis, mit festgelegten ***atomaren*** , d.h. nicht teilbaren Operationen.

Unterbrechungssperre

Test-and-Set Operationen

Dienste mit passivem Warten

Semaphor-Konzept

Das Semaphor-Konzept ermöglicht die Realisierung des w.A. auf einem höheren Abstraktionslevel als die bereits angesprochenen Hardwareoperationen.

Monitor-Konzept