

Script generated by TTT

Title: Grundlagen_Betriebssysteme (04.11.2015)

Date: Wed Nov 04 13:17:50 CET 2015

Duration: 44:03 min

Pages: 14

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 Petri-Netz

Nebenläufigkeit

Eigenschaften von Netzen

Generated by Targeteam



Definition: Petri-Netz



Ein Petri-Netz ist ein Tripel (S, T, F) mit

S ist eine endliche Menge von **Stellen** (engl. place)

T ist eine endliche Menge von **Transitionen** (engl. transition) und es gilt: $S \cap T = \emptyset$ d.h. Stellen und Transitionen sind disjunkt.

F ist die **Flussrelation** mit $F \subseteq (S \times T) \cup (T \times S)$

Für einen Knoten $x \in (S \cup T)$ gilt:

$\cdot x = \{y \mid y F x\}$ den Vorbereich von x

$x \cdot = \{y \mid x F y\}$ den Nachbereich von x

Mit obiger Definition ist die statische Struktur eines Netzes formal erfasst.

Für das Beispiel Materialverwaltung gilt beispielsweise:

$\cdot \text{Bestellaufnahme} = \{\text{Bestellung}\}$

$\text{Bestellaufnahme} \cdot = \{\text{Produktionsauftrag, Lieferauftrag}\}$

Verfeinerung

Generated by Targeteam



Definition: Petri-Netz



Ein Petri-Netz ist ein Tripel (S, T, F) mit

S ist eine endliche Menge von **Stellen** (engl. place)

T ist eine endliche Menge von **Transitionen** (engl. transition) und es gilt: $S \cap T = \emptyset$ d.h. Stellen und Transitionen sind disjunkt.

F ist die **Flussrelation** mit $F \subseteq (S \times T) \cup (T \times S)$

Für einen Knoten $x \in (S \cup T)$ gilt:

$\cdot x = \{y \mid y F x\}$ den Vorbereich von x

$x \cdot = \{y \mid x F y\}$ den Nachbereich von x

Mit obiger Definition ist die statische Struktur eines Netzes formal erfasst.

Für das Beispiel Materialverwaltung gilt beispielsweise:

$\cdot \text{Bestellaufnahme} = \{\text{Bestellung}\}$

$\text{Bestellaufnahme} \cdot = \{\text{Produktionsauftrag, Lieferauftrag}\}$

Verfeinerung

Generated by Targeteam



Schaltregeln



Das Verhalten eines Netzes wird durch Schaltvorgänge beschrieben. Gegeben sei ein Petri-Netz (S, T, F) , die Funktionen c, w und eine Anfangsmarkierung M_0 .

Ein Zustandsübergang erfolgt durch das Schalten von Transitionen, wobei gilt: Eine Transition $t \in T$ **kann schalten** (ist transitionsbereit), wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

$$\text{Für alle } s \in \cdot t \text{ gilt: } M(s) \geq w((s,t))$$

$$\text{Für alle } s \in t \cdot \text{ gilt: } M(s) \leq c(s) - w((t,s))$$

Durch das Schalten von t wird eine Folgemarkierung M' zu M erzeugt, mit

$$\text{Für alle } s \in \cdot t \setminus t \cdot \text{ gilt: } M'(s) = M(s) - w((s,t))$$

$$\text{Für alle } s' \in t \cdot \setminus t \text{ gilt: } M'(s') = M(s') + w((t,s'))$$

$$\text{Für alle } s'' \in (t \cap t \cdot) \text{ gilt: } M'(s'') = M(s'') - w((s'',t)) + w((t,s''))$$

$$\text{Sonst: } M'(s) = M(s)$$

Schalten benötigt keine Zeit.

[Beispiel: Schalten einer Transition](#)

[Beispiel: Schalten mit Kantengewicht](#)

[Beispiel: nichtschaltbare Transition](#)

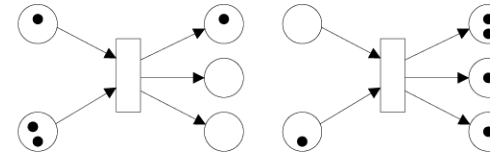


Beispiel: Schalten einer Transition



Gegeben sei eine Kantengewichtungsfunktion w , die jede Kante mit 1 gewichtet, also

$$w: F \rightarrow 1$$



vor dem Schalten

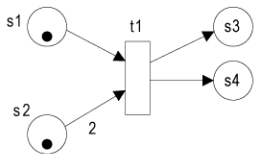
nach dem Schalten

Generated by Targem

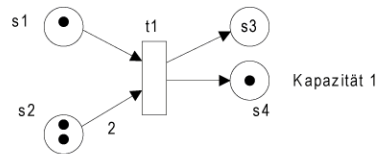
Generated by Targem



Beispiel: nichtschaltbare Transition



Markenmangel



Markenüberfluss bei s4

Generated by Targem



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

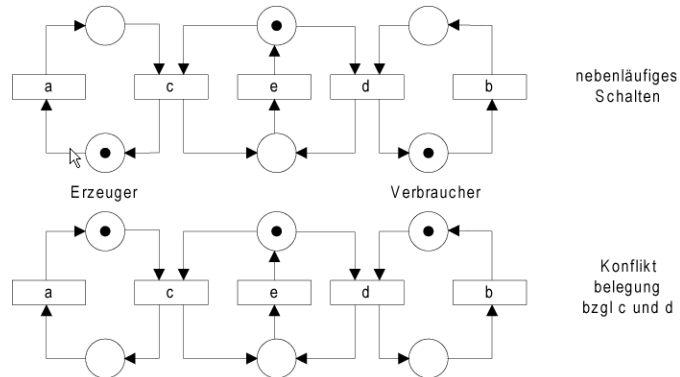
Generated by Targem



Zwei Transitionen t1 und t2 sind **im Konflikt**, wenn sie gemeinsame Eingangs- und Ausgangsstellen besitzen, die so markiert sind, dass nur eine von beidem Transitionen schalten kann. Es erfolgt eine **nichtdeterministische** Auswahl.

Beispiel

Erzeuger/Verbraucher mit Konfliktbelegung. Nach dem nebenläufigen Schalten der Transitionen a und b des Netzes (siehe Situation oben) ergibt sich eine Konfliktbelegung (siehe Situation unten), in der nur entweder die Transition c oder die Transition d schalten kann.



Generated by Targeteam



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

Generated by Targeteam



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.

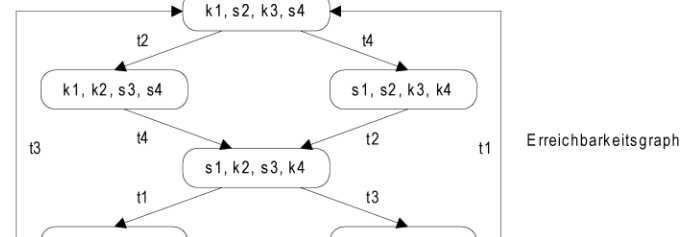
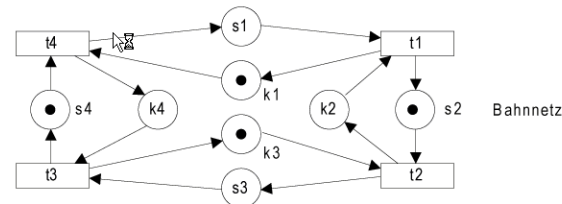
Generated by Targeteam



Vier Städte sind durch Bahngleise, die nur in einer Richtung befahrbar sind, im Kreis verbunden. Zwei Züge fahren auf der Strecke.

Aufgabe: Das System ist so zu konstruieren, dass sich niemals beide Züge auf derselben Strecke befinden.

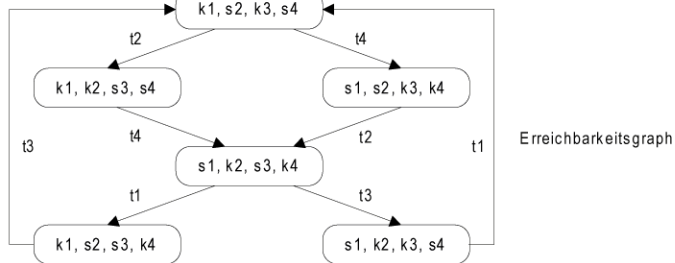
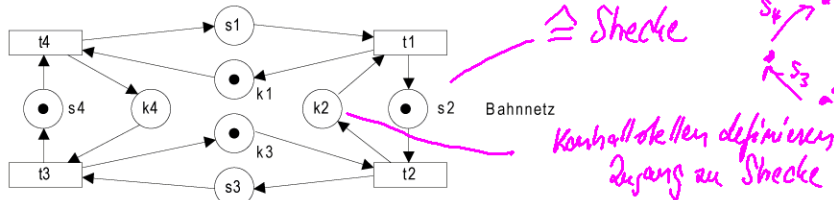
Lösung: Die Strecken werden mit Stellen s1, ..., s4 modelliert. Eine Marke auf der Stelle si bedeutet, dass ein Zug auf der i-ten Strecke fährt. Durch die zusätzlichen Kontrollstellen k1, ..., k4 soll garantiert werden, dass in keiner erreichbaren Markierung mehr als eine Marke auf einer der Stellen si liegt. ki kontrolliert den Zugang zur Strecke si (Stelle).





Aufgabe: Das System ist so zu konstruieren, dass sich niemals beide Züge auf derselben Strecke befinden.

Lösung: Die Strecken werden mit Stellen s_1, \dots, s_4 modelliert. Eine Marke auf der Stelle s_i bedeutet, dass ein Zug auf der i -ten Strecke fährt. Durch die zusätzlichen Kontrollstellen k_1, \dots, k_4 soll garantiert werden, dass in keiner erreichbaren Markierung mehr als eine Marke auf einer der Stellen s_i liegt. k_i kontrolliert den Zugang zur Strecke s_i (Stelle).



Generated by Targem



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

Generated by Targem



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.

Generated by Targem