

## Teil1 Das Werkzeug TimeNET

### Installation

- Hardware: Sun5-System (SunOS 5.3 und 5.4)
  - SparcStation...
  - nicht: Sun4 (außer X-Terminal) (SunOS 4.1.x)
- Installation in eigener Umgebung (entweder als Applikation oder in Datei .cshrc):
  - Environmentvariable TNETHOME einstellen:
 

```
setenv TNETHOME \
/home/pdv/pdv/timenet/TimeNET
```
  - Environmentvariable MODELDIR einstellen (Bsp.):
 

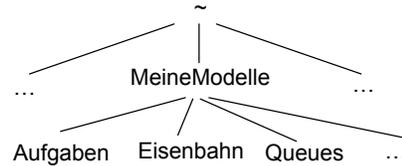
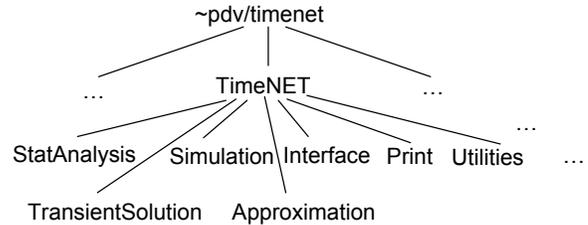
```
setenv MODELDIR ~/MeineModelle
```
  - Pfadvariable aktualisieren:
 

```
set path = ($path \
$TNETHOME/Agnes/bin)
```
  - alle Änderungen in aktuelle Shell übernehmen
 

```
source .cshrc
```
  - Konfigurationsdatei kopieren:
 

```
cp /home/pdv/pdv/timenet/Beispiel_.TimeNET
-/.TimeNET
```
- Programmstart:
  - in X-Umgebung: TimeNET &

- Dateistruktur:



- allgemeine Hinweise
  - Oberfläche: X-Windows
  - Fenster mit Hilfetexten
  - linke Maustaste: Aktion
  - rechte Maustaste: Abbruch der Aktion
  - Netzbeschreibung: <Name>.TN
  - Beispielmodelle in ~pdv/timenet/Modelle/

### Komponenten (objects)

- Stellen 
  - Marken (initial)
- zeitlose Transitionen 
  - „Schaltzeit“:
    - Schaltwahrscheinlichkeiten bei Konflikten
  - Prioritäten ( $\pi_1 \dots \pi_n$ ): Vermeidung von Konflikten
- exponentielle Transitionen 
  - Schaltzeit:
    - Schaltzeit (delay) ist  $1/\lambda$
    - $\lambda$  ist  $E(X)$  der zugehörigen Exponentialverteilung
    - markierungsabhängige Schaltzeiten möglich
  - immer Priorität  $\pi_0$
- deterministische Transitionen 
  - Schaltzeit: deterministische Schaltverzögerung
    - markierungsabhängige Schaltzeiten möglich
  - immer Priorität  $\pi_0$

- allgemeine Transitionen 
  - Schaltzeit: beliebig verteilte Zufallsvariable
  - über Editor angebar
  - immer Priorität  $\pi_0$
- Kanten (arc)
  - Eingabekanten
  - Ausgabekanten
  - hemmende Kanten
  - Gewichte (multiplicity) möglich
- initiale Markenverteilung (marking)
  - Markierungsparameter möglich
- Schaltzeiten (delay)
  - markierungsabhängig  $\Rightarrow$  Help
  - Schaltzeitparameter möglich
- Bezeichner (tag)
  - Stellen: initial P oder selbst definiert
  - Transitionen: initial t bzw. T oder selbst definiert

**Aktionen (commands)**

- add, move, delete, change, show

**Funktionen**

- Dateidienste
  - File: Load Net, Save Net, Save Net as, Remove
  - Buffer: Switch, Print, Clear, Redraw, Rescale, Grid
- Validierung (Validate)
  - Tokengame
  - Invariants
  - ECS

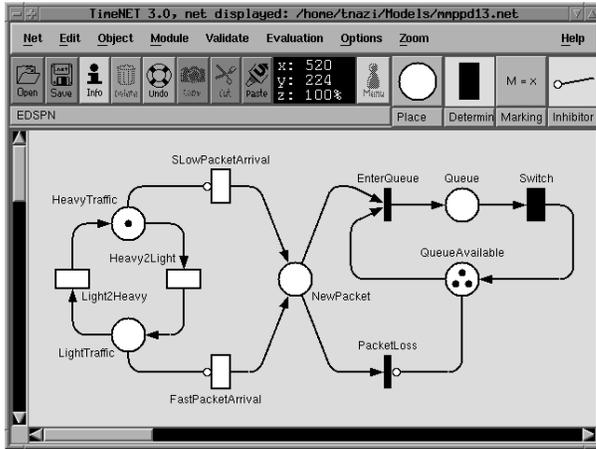
- Auswertung (Evaluation)
  - Reward Measures: Editor  $\Rightarrow$  Help, Manual
  - transiente Lösung (transient analysis)
    - Ermittlung der „Einschwingcharakteristik“
    - Schrittweitensteuerung
  - stationäre Lösung (stationary analysis)
    - Verfahren: direktes oder iteratives Lösen der linearen Gleichungssysteme
    - Vorgabe: direkt (kleinere Modelle)
  - Approximation (stationary approximation)
    - DSPN mit nebenläufig aktivierten deterministischen Transitionen
  - Transiente Simulation (transient simulation)
    - bestimmt simulativ die Leistungsmaße in einer Einschwingphase
  - Stationäre Simulation (stationary simulation)
    - Schätzungen für definierte Leistungsmaße nach der Einschwingphase

- Besonderheiten
  - Transitionen mit  $n > 1$  Marken in der Eingabestelle
    - einfache Bedienung (single server): Schaltzeiten sequentiell
    - mehrfache Bedienung (infinite server): Schaltzeiten parallel
  - Help in vielen Untermenüs
  - BNF-Notationen für spezielle Grammatiken unter Help
    - Definition von markierungsabhängigen Schaltzeiten
    - Definition von Leistungsmaßen
  - Drucken direkt, es wird keine Datei erzeugt (Unix-Environment-Variable PRINTER wird benutzt) oder: Drucken in Postscriptdatei:
    - ~/Models/.../<model>.graph.ps
    - ~/Models/.../<model>.text.ps

Drucken: lpr -Pfr2518 <name>

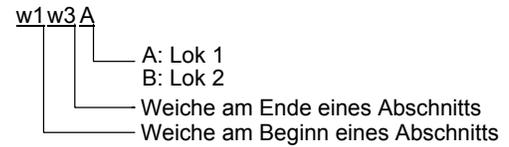
**Klassen von Petri-Netzen**

- GSPN (Generalized Stochastic Petri Nets)
  - zeitlose und exponentielle Transitionen
- DTPN (Deterministic Transitions Petri Nets)
  - zeitlose und deterministische Transitionen
- DSPN (Deterministic and Stochastic Petri Nets)
  - zeitlose, exponentielle und deterministische Transitionen
  - Einschränkung für numerische Analyse: in jeder Markierung höchstens eine deterministische Transition schaltfähig
- CDSPN (Concurrent DSPN)
  - DSPN mit nebenläufig aktivierten deterministischen Transitionen
- EDSPN (Extended Deterministic and Stochastic Petri Nets)
  - zeitlose, exponentielle und deterministische und allgemeine Transitionen
  - Einschränkung für numerische Analyse: in jeder Markierung höchstens eine nicht-exponentielle Transition schaltfähig

**Teil2 Die Aufgaben****Aufgabe P1**

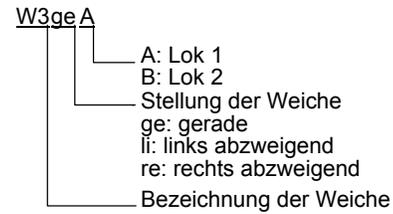
Vorgabe: vollständiger Eisenbahnkurs mit folgenden Namen

## • Strecke



W: Aufenthalt der Lok im betreffenden Abschnitt (Fahrt)  
w: eventuell Halt der Lok am Ende des betreffenden Abschnitts

## • Weiche

**Die Aufgaben****Reduzieren des Netzes**

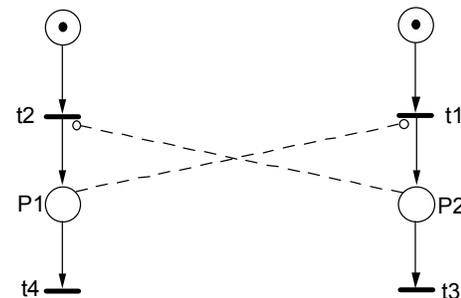
- Kurs (Fahrplan) für jede Lok
- kein Ausweichen

**Ermittlung der Verknüpfungen**

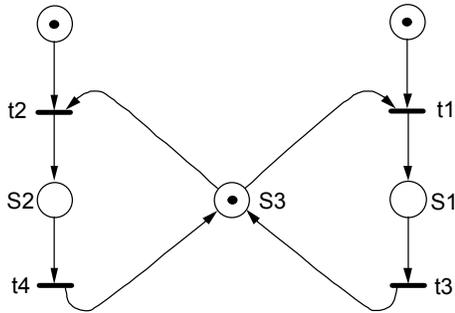
- Planung ähnlich Aufgabe E1
- zentrale Fragen:
  1. Was kann wann passieren?
  2. Welche der Ereignisse sind für Kollisionsfreiheit unzulässig?
- Bedingungen auflisten

**Die Aufgaben****Implementierung**

- zwei Möglichkeiten, logische Bedingungen im Modell auszudrücken
- hemmende Kanten



- Semaphorstelle



- nicht jedes Verfahren ist in jeder Situation gleich gut geeignet
- es existieren logische Verknüpfungen, die nicht allein durch zusätzliche Stellen realisiert werden können

**Aufgaben P2 und P3**

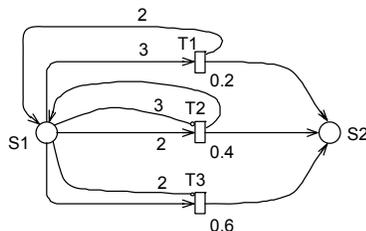
- Vorlesungsstoff und -beispiele beachten
- Experimentierserien für Kurven
  - im Menüpunkt Evaluation – Experiment:
    - veränderliche Schaltzeit eintragen
    - Ober- und Untergrenze, Schrittweite eintragen
    - Ergebnisse stehen in <name>.CURVES

**Spezielle Grammatiken in TimeNET**

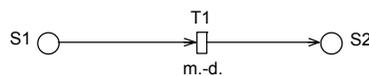
**Markierungsabhängige Schaltzeiten**

- Schaltzeiten von zeitbehafteten Transitionen und Gewichtungen von zeitlosen Transitionen können von der augenblicklichen Markierung des SPN abhängig sein
- sinnvolle Ergänzung zur Modellierung dynamisch veränderlicher Prozeßparameter
- Möglichkeit zur Aggregation von Teilnetzen durch eine oder mehrere Transitionen

- Beispiel



ist äquivalent zu:



wenn folgende markierungsabhängige Schaltzeit für T1 definiert wird:

IF #S1 = 1 : 0.6 ;    oder    (4 - #S1) \* 0.2 ;  
 IF #S1 = 2 : 0.4 ;  
 ELSE 0.2 ;

**Ergebnisparameter**

- Ergebnisparameter können
  - über die Wahrscheinlichkeit von Markenverteilungen und
  - über das Markenflußgesetz berechnet werden

**Bezeichnungen**

- mittlere Anzahl Marken in Stelle S:  $E\{\#S\}$
- Wahrscheinlichkeit für  $n$  Marken in Stelle S:  $P\{\#S = n\}$
- Wahrscheinlichkeit für  $n$  Marken in Stelle S1 und  $m$  Marken in Stelle S2:  $P\{\#S1 = n \text{ AND } \#S2 = m\}$

**Markenflußgesetz:**

- In einem (Teil-) System ist (im stationären Fall) der Ankunftsstrom gleich dem Abgangsstrom
- als Strom wird hier der Markenfluß aufgefaßt
- Beispiele: siehe Vorlesung