

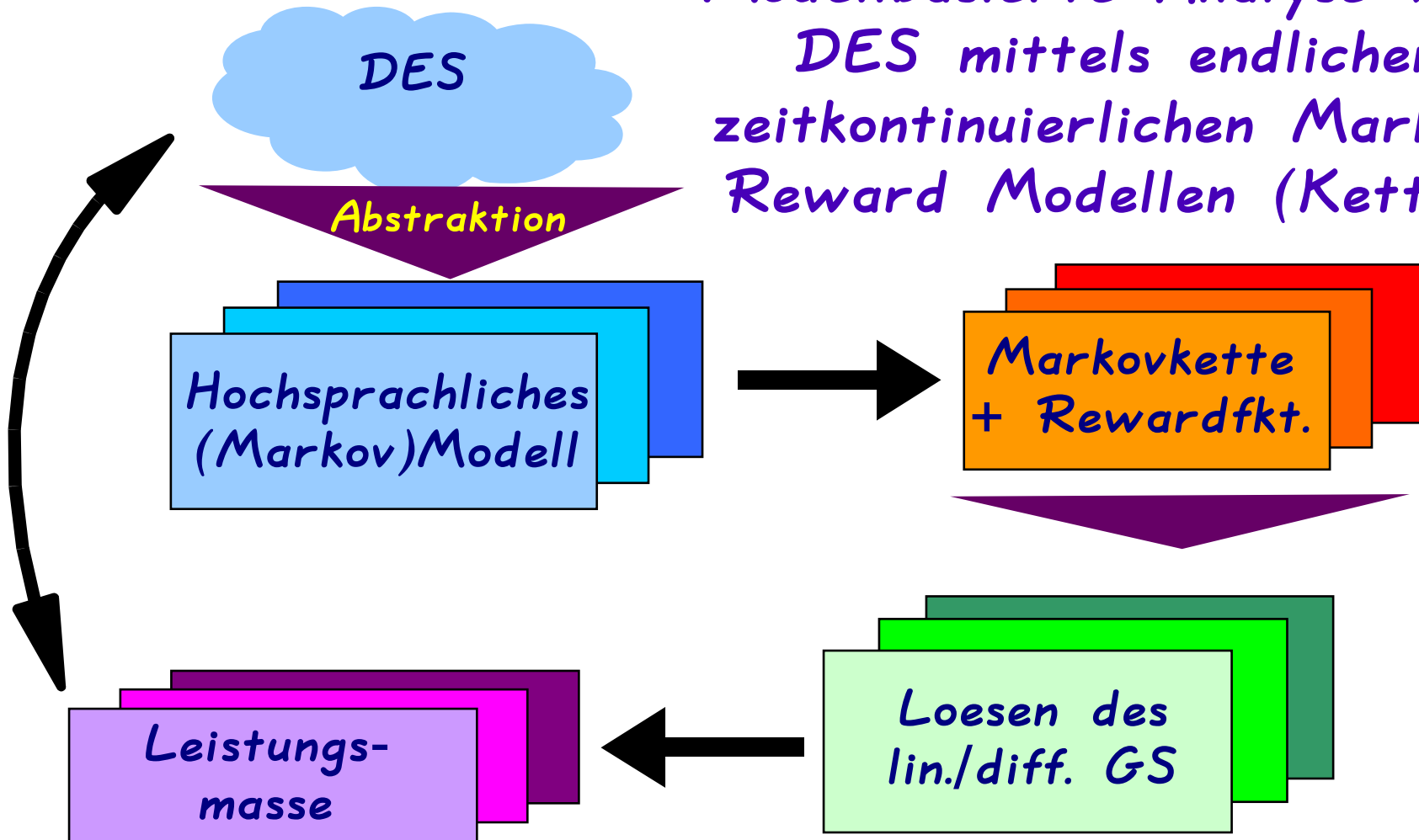
Analyse von DES mit endlichen Markov-Reward Modellen und symbolischen Datentypen

Kai Lampka (lampka@tik.ee.ethz.ch)

Performance Analysis Group at the Computer Engineering and Networks Laboratory (Prof. Thiele)



Modellbasierte Analyse von DES mittels endlichen zeitkontinuierlichen Markov-Reward Modellen (Ketten)



Hochsprachliche Modellspezifikation

Verschiedene Formalismen:

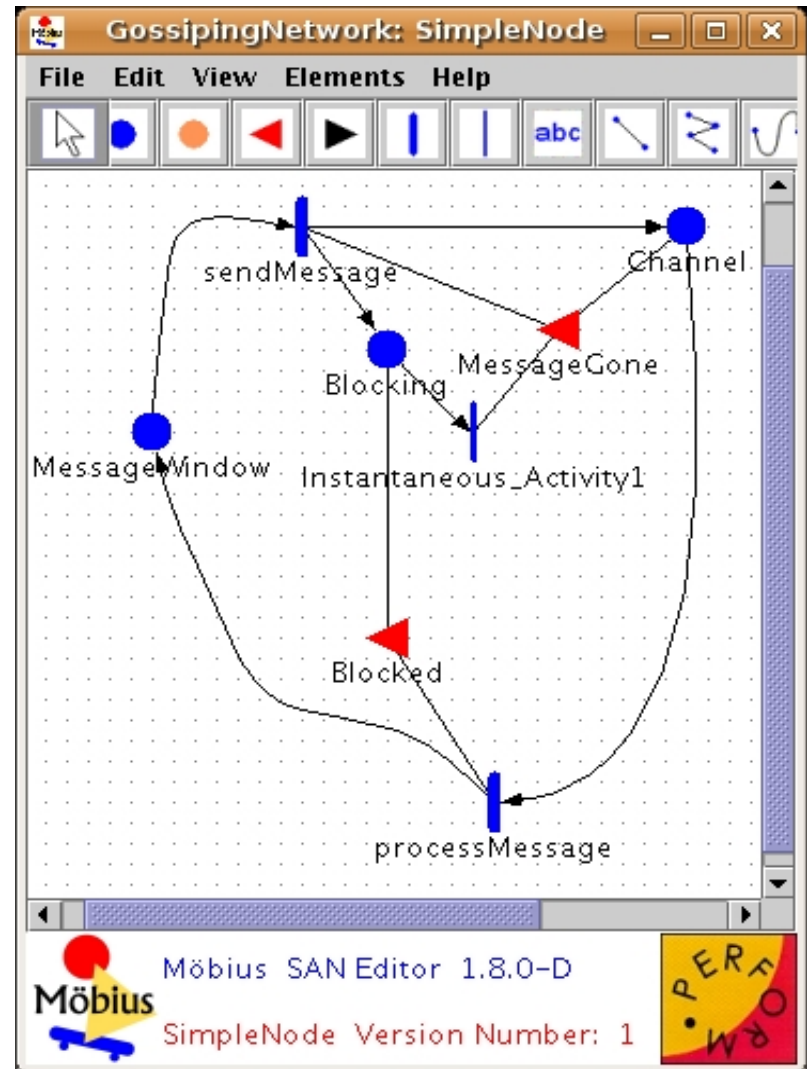
SPA, GSPNs, State-Charts, etc.

Bestandteile:

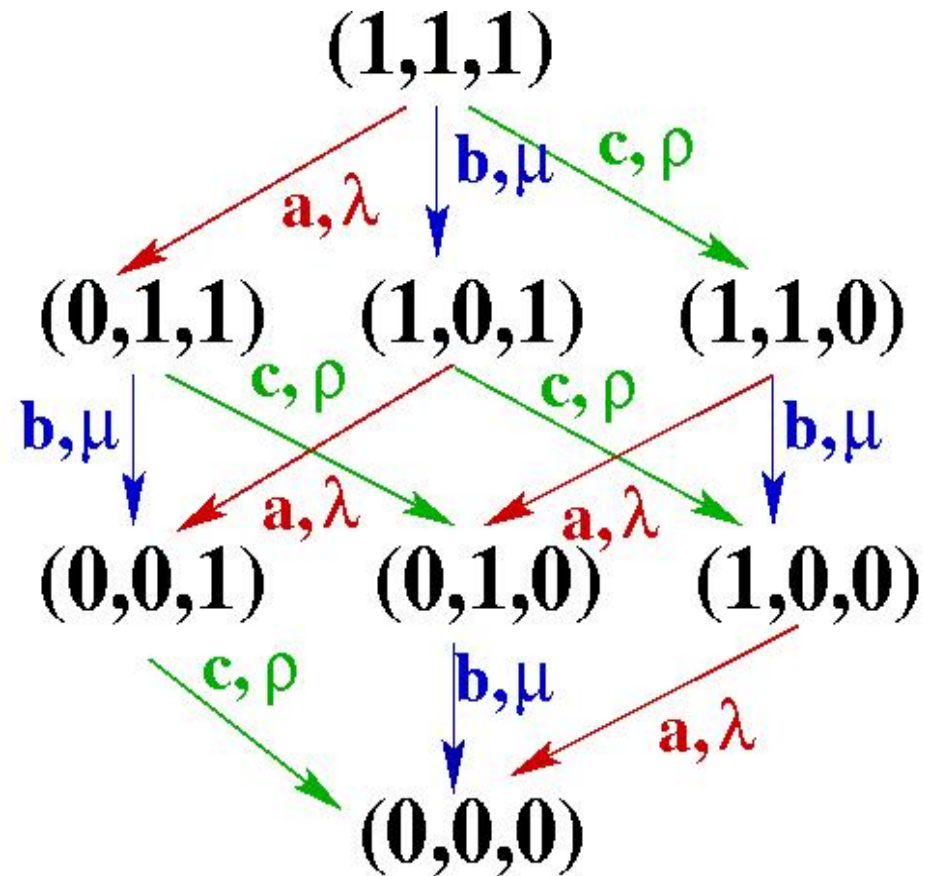
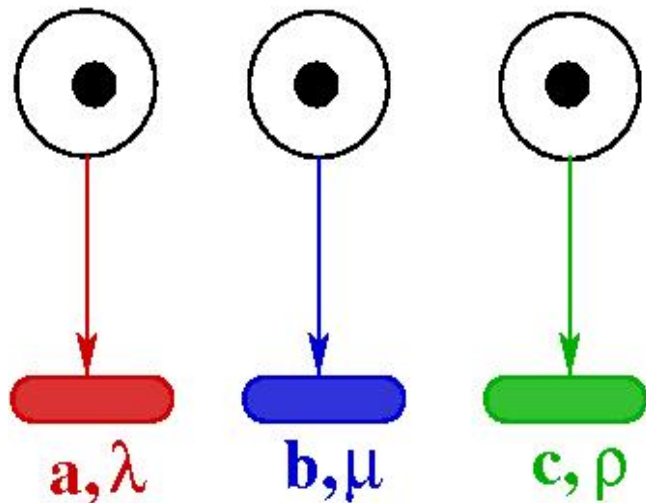
- ★ zeitl. verzögerte Aktivitaeten
- ★ instantane Aktivitaeten
- ★ Stellen bzw. Variablen
- ★ Aktivitaeten haben Guards
(Predikatfkt. auf den Variablen)

Dynamisches Verhalten:

- ★ Guards steuern d. Aktivitaeten
- ★ Ausfuehrung der aktivierten
Aktivitaeten
=> Veränderung der Variablen



Generieren der zeit.-kont. Markovkette



Rewards auf Ebene der hochspr. Modelle

Fkt. um Systemverhalten zu bewerten

★ **Rate Rewards** (zustandsbedingt)

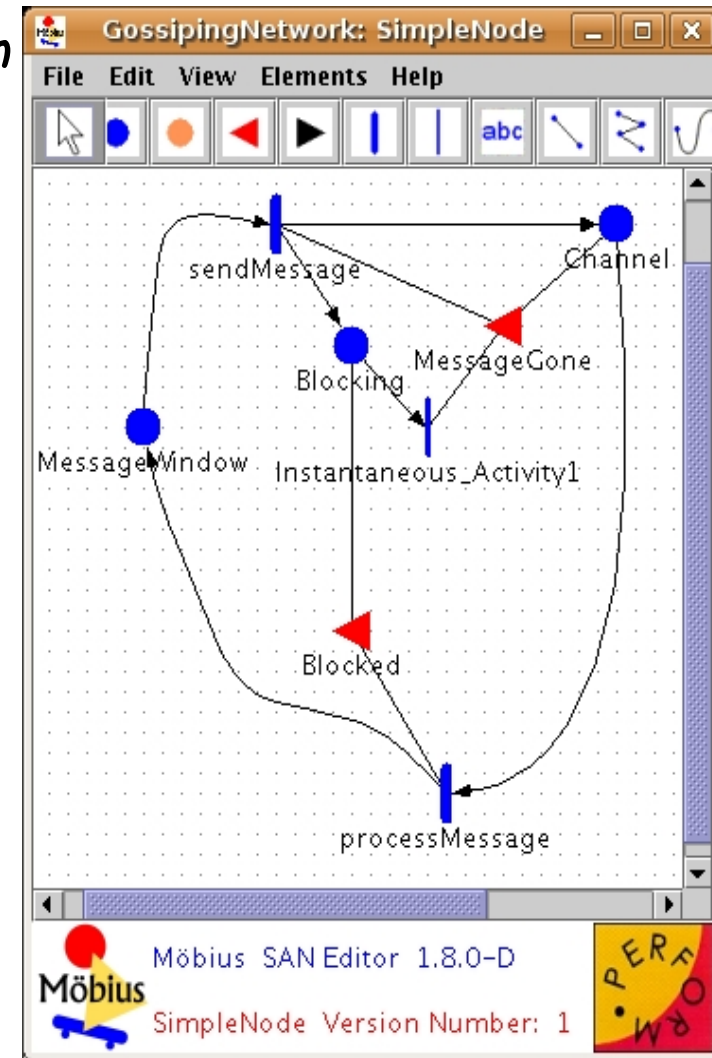
Verfügbarkeit des Kanals?

```
if (Channel->Mark() == 0)
    return 1;
else return 0;
```

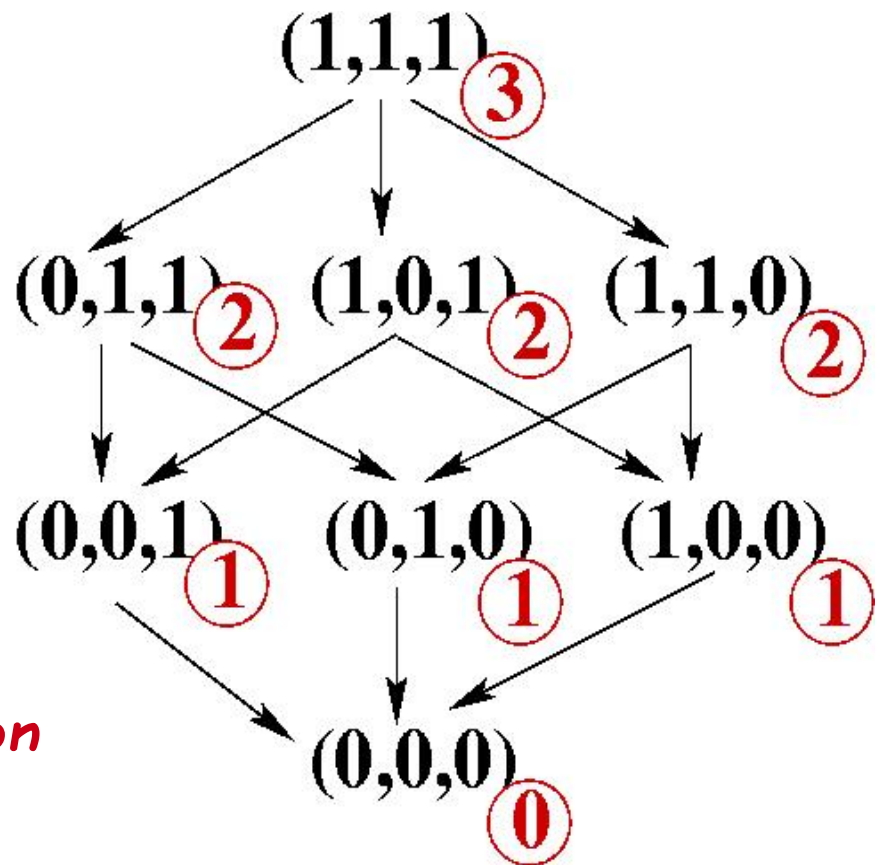
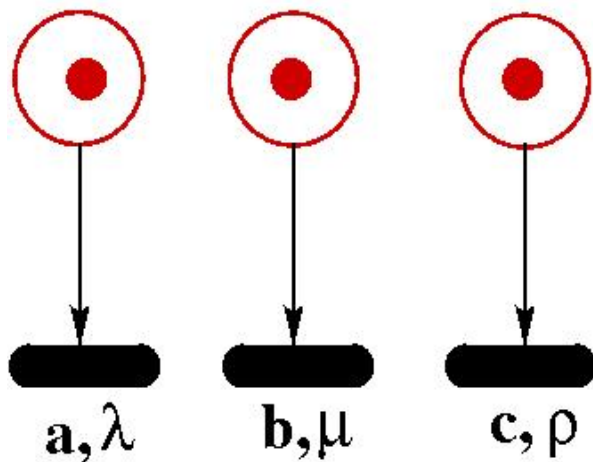
★ **Impulse Reward** (assoziiert mit Aktivität, Wert u .U zustandsbed.)

Durchsatz?

```
if (sendMessage->Enabled())
    return 1;
```



Reward-annotierten Markovkette

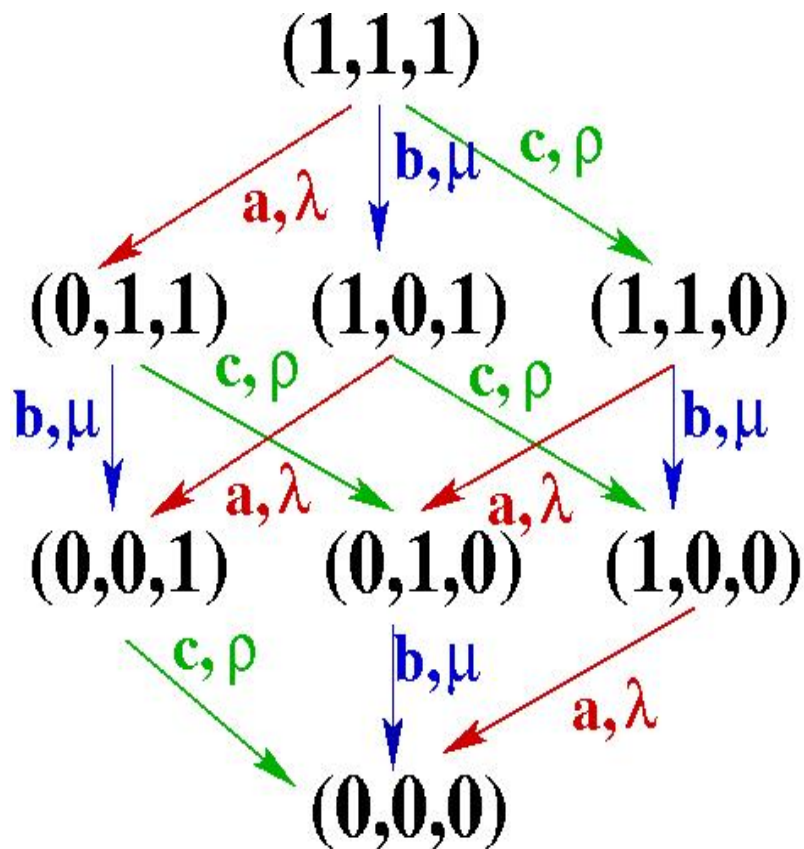


Durchschnittliche Anzahl von Marken in den Plaetzen?

$$E(R_k) := \sum_{i \in S} R_k(i) * \pi_i \text{ mit}$$

$$R_k := \sum_{j \in \text{Plaetze}} \text{Contents}(j)$$

Symbolische Darstellung von Markovketten (1)

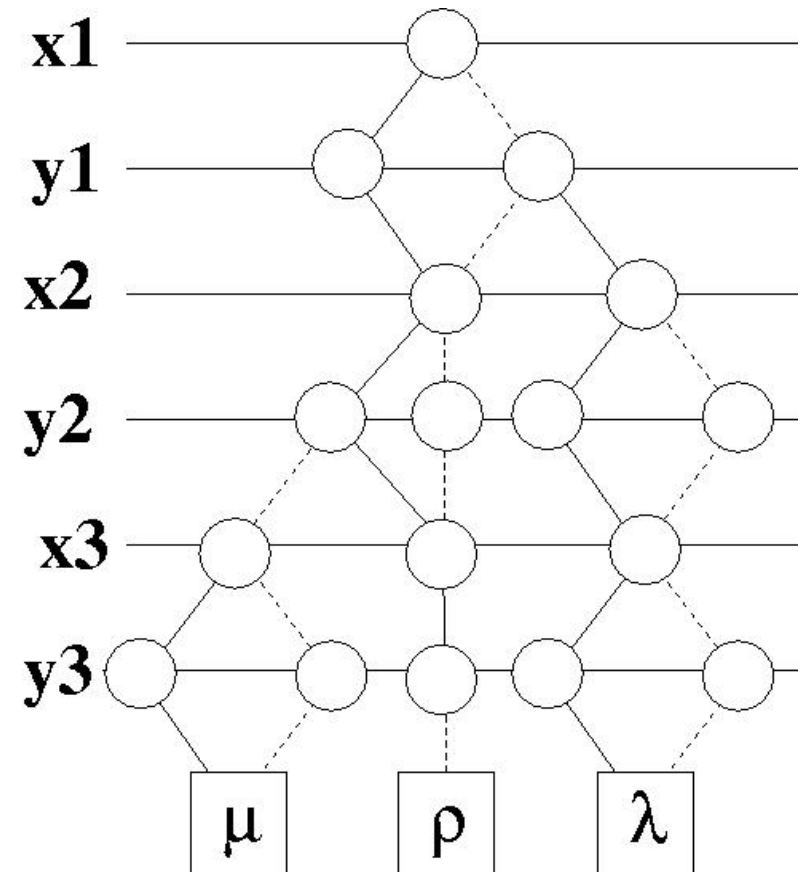

 $f:$

Akt. label	Quellzustand			Zielzustand			Trans.-rate
	x1	x2	x3	y1	y2	y3	Fkt.-wert
a	1	1	1	0	1	1	λ
a	1	1	0	0	1	0	λ
a	1	0	1	0	0	1	λ
a	1	0	0	0	0	0	λ
b	1	1	1	1	0	1	μ
b	1	1	0	1	0	0	μ
b	0	1	1	0	0	1	μ
b	0	1	0	0	0	0	μ
c	1	1	1	1	1	0	ρ
c	1	0	1	1	0	0	ρ

$$f: B^n \rightarrow \mathbb{R}$$

Symbolische Darstellung von Markovketten (2)

Akt. label	Quellzustand			Zielzustand			Trans.-rate
	x1	x2	x3	y1	y2	y3	Fkt.-wert
a	1	1	1	0	1	1	λ
a	1	1	0	0	1	0	λ
a	1	0	1	0	0	1	λ
a	1	0	0	0	0	0	λ
b	1	1	1	1	0	1	μ
b	1	1	0	1	0	0	μ
b	0	1	1	0	0	1	μ
b	0	1	0	0	0	0	μ
c	1	1	1	1	1	0	ρ
c	1	0	1	1	0	0	ρ



Berechnen der Zustandswahrscheinlichkeiten

- ★ Das Entscheidungsdiagramm kann direkt als Transitionsratenmatrix interpretiert werden.
- ★ *Loese das Chapmann/Kolmogoroff System von*
 - (a) Differentialgleichungen
(transiente Zustandswahrscheinlichkeiten)
 - (b) Lineargleichungen
(Gleichgewichts Zustandswahrscheinlichkeiten)
- ★ *Bekannte Standardverfahren:*
Uniformization, Jacobi, Gauss/Seidel, etc.

Offene Arbeiten (1)

★ **Aktivitäts-lokaler Ansatz:**
Darstellung der Markovkette mittels
(0-suppressed, multi-terminalen)
Entscheidungsdiagramm [Lam03,Lam06]

- x *instantane Aktivitäten werden bisher nicht berücksichtigt (SA)*
- x *Symbolische Erreichbarkeitsanalyse kann verbessert werden (SA)*
- x *Ausnutzung von Symmetrien \Rightarrow Reduktion der Markovkette (DA)*

Offene Arbeiten (2)



Out-of-core Lösungsmethoden:

Teile des Iterationsvektors muessen evtl. auf Platte ausgelagert werden:

- x Aus der Struktur des hochsprachlichen Modells soll eine entsprechende Auslagerungsstrategie abgeleitet werden. (DA)*

- ★ Werkzeug(*weiter*)entwicklung fuer die modellbasierte Analyse von DES mittels endlicher zeitkont. Markov-Reward Ketten, repraesentiert durch symbolischen Datentypen
- ★ Kooperationen mit anderen Institutionen; Forschungsaufenthalte im Ausland moeglich



ILLINOIS
UNIVERSITY OF ILLINOIS AT URBANA-CHAMPAIGN



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

der Bundeswehr
Universität  München