

# Modellierung und Analyse eingebetteter und verteilter Systeme

## Übungsblatt 7

**Ausgabe:** 4. Dezember, **Abgabe:** 11. Dezember

*Hinweis: Die Besprechung findet am 11.12.2015 statt.*

### Aufgabe 7.1 Begriffe/Verständnisfragen

Erläutern Sie folgende Begriffe:

- absorbierende, transiente, rekurrente Zustände
- zeitdiskrete/zeitkontinuierliche Markov-Ketten
- Gedächtnislosigkeit
- stationäres Verhalten
- Zeithomogenität
- Globale Flussgleichung

1. Welche Eigenschaften hat die Ratenmatrix (Generatormatrix) einer CTMC?
2. Welche Eigenschaften hat die Transitionsmatrix einer DTMC?
3. Was ist der Unterschied zwischen transienter und stationärer Analyse? Geben Sie Beispiele für Fragestellungen, die mit einer transienten Analyse behandelt werden können.

### Aufgabe 7.2 (4 Punkte) Kontinuierliche Markov-Prozesse

Betrachten Sie die Markov-Kette  $\{X(t)\}_{t \geq 0}^{\infty}$  mit Zustandsraum  $S = \{1, 2, 3, 4, 5\}$  und Transitionsratenmatrix  $Q$

$$Q = \begin{bmatrix} -\lambda & \lambda & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -(\lambda + \mu_1) & \lambda & \mu_1 & 0 \\ 0 & 0 & -\mu_1 & 0 & \mu_1 \\ \mu_2 & 0 & 0 & -(\lambda + \mu_2) & \lambda \\ 0 & \mu_2 & 0 & 0 & -\mu_2 \end{bmatrix}.$$

- a) Zeichnen Sie das Transitionsratendiagramm.

- b) Ermitteln Sie stationären Zustandswahrscheinlichkeiten (wenn sie existieren) für  $\lambda = 1$ ,  $\mu_1 = \frac{3}{2}$  und  $\mu_2 = \frac{7}{4}$ .

**Aufgabe 7.3 (4 Punkte) Markov-Kette für ein Defekt-Intakt-System**

Ein Glühweinautomat und ein Weihnachtspunschautomat sind hin und wieder außer Betrieb. Die Zeit zwischen zwei Ausfällen sei exponentialverteilt mit Erwartungswerten  $e_G$  bzw.  $e_P$ . Die Instandsetzungszeiten für die beiden Geräte seien ebenfalls exponentialverteilt mit Erwartungswerten  $e_{IG}$  bzw.  $e_{IP}$ .

- a) Stellen Sie für dieses System den Zustandsübergangsgraphen auf.
- b) Ermitteln Sie für die Parameter  $e_G = 20$ ,  $e_P = 10$ ,  $e_{IG} = 5$ ,  $e_{IP} = 4$  die stationären Zustandswahrscheinlichkeiten.
- c) Mit welcher Wahrscheinlichkeit ist mindestens ein Gerät defekt?

**Aufgabe 7.4 (4 Punkte) Markov-Ketten**

Benutzen Sie die Methode der Uniformisierung, um eine zeitdiskrete Markov-Kette für  $\{X(t)\}_{t \in \mathbb{N}_0}$  aus der Aufgabe 7.2 abzuleiten. Ermitteln Sie die stationären Zustandswahrscheinlichkeiten (falls sie existieren). Vergleichen Sie Ihre Ergebnisse mit dem Teil b) der Aufgabe 7.2.