

# Modellierung und Analyse eingebetteter und verteilter Systeme

## Übungsblatt 4

**Ausgabe:** 11. November, **Abgabe:** 25. November

*Hinweis: Die Besprechung findet am 29.11.2013 statt.*

### **Aufgabe 4.1** (6 Punkte) **Markov-Ketten**

Betrachten Sie noch einmal das Wetter-Beispiel aus der Vorlesung. Es gibt die Wettertage *regnerisch*, *bewölkt* und *sonnig*. Sei  $X_k$  das Wetter am  $k$ -ten Tag (für  $k = 1, 2, 3, \dots$ ). Für die Veränderung des Wetters sind die Wahrscheinlichkeiten in folgender Matrix angegeben:

$$P = \begin{bmatrix} 0,4 & 0,4 & 0,2 \\ 0,5 & 0,3 & 0,2 \\ 0,1 & 0,5 & 0,4 \end{bmatrix}.$$

- Zeichnen Sie ein Transitionsdiagramm für diese Kette.
- Angenommen, das heutige Wetter ist bewölkt; Wie ist die Wettervorhersage für die nächsten 2 Tage?
- Wenn heute ein sonniger Tag ist, wie viele Tage muss man durchschnittlich warten, bis wieder die Sonne scheint?

### **Aufgabe 4.2** (6 Punkte) **Markov-Ketten**

Das Brutverhalten der Gemeinen Brüll-Amsel, einer Vogelart, ist wie folgt:

- Ein Paar kann pro Jahr ein Gelege (1 oder 2 Eier) ausbrüten.
- Wenn am Jahresende kein Küken im Nest ist, so brüten die Vögel zu 50% wieder im nächsten Jahr.
- Ist ein Küken im Nest, so verringert sich die Chance auf ein weiteres Ei für das nächste Jahr auf 40%.
- Sitzen schon zwei Küken im Nest, so fällt die Chance auf nur 10% für Nachfahren im nächsten Jahr.
- Besitzt das Paar schon 3 Küken, so stoppt der Brüten-Prozess.

- Die Vögel bebrüten normalerweise nur ein Ei, die Chance auf zwei Eier gleichzeitig (also Zwillinge) liegt bei 2% pro Jahr.

Übrigens: Trotz ihres mehr als auffälligen Verhaltens sind die Brüll-Amseln sehr erfolgreiche Eltern; aus jedem Ei schlüpft auch ein Küken. Die kleinen Vögel sind jedoch ewige Nesthocker, im Beobachtungszeitraum wird keines flügge und verlässt das Nest oder wird von Raubtieren erlegt.

Sei  $X_k$  die Anzahl der Nachkommen eines Pärchens im  $k$ -ten Jahr. Es gilt zu Anfang  $X_k = 0$ .

- a) Welchen Zustandsraum hat diese Kette? Zeichnen Sie das Transitionsdiagramm.
- b) Ermitteln Sie die Transitionswahrscheinlichkeit für  $P(X_2 = j | X_1 = i)$  für alle möglichen Werte von  $i$  und  $j$ .
- c) Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit, dass das Pärchen ein Küken am Ende des zweiten Jahres hat.

*Hinweis:* Maximale Anzahl von Küken im Nest ist vier (zwei Küken im Nest, Eltern bekommen Zwillinge).