

## Übungsblatt 12

4. Februar 2009

**Hinweis:** Soweit nicht anders angegeben, gibt es für jede korrekt bearbeitete Teilaufgabe einen Punkt. Die Abgabe der Hausübungen ist bis spätestens zum Beginn der nächsten Vorlesung möglich – entweder persönlich direkt vor der Vorlesung oder per Einwurf in den Briefkasten des Instituts (Informatikzentrum, zweiter Stock, vor Raum 238).

### Aufgabe 26 (PageRank)

- a) Wir betrachten einen Webgraphen mit den drei Knoten 1, 2 und 3 und den Kanten  $1 \rightarrow 2$ ,  $3 \rightarrow 2$ ,  $2 \rightarrow 1$  sowie  $2 \rightarrow 3$ . Bestimmen Sie zu den folgenden Teleport-Wahrscheinlichkeiten jeweils die Übergangsmatrix  $T$  für das Random-Surfer-Modell:  $\lambda = 0$ ,  $\lambda = 0,5$  und  $\lambda = 1$ . (2 Punkte)
- b) Bestimmen Sie für die drei Übergangsmatrizen aus dem vorherigen Aufgabenteil jeweils die stationären Zustandswahrscheinlichkeiten (sofern diese existieren). (2 Punkte)
- c) Zeigen Sie, daß der PageRank einer Webseite stets mindestens den Wert  $\frac{\lambda}{n}$  hat, wobei  $\lambda$  die Teleport-Wahrscheinlichkeit und  $n$  die Anzahl der Knoten im Webgraphen bezeichnet.
- d) Viele Benutzer des Webs verwenden beim Surfen regelmäßig den Zurück-Button ihres Browsers, um auf die unmittelbar zuvor besuchte Webseite zurückzukehren. Im Random-Surfer-Modell wird dieses Verhalten nicht abgebildet. Daher soll in einem erweiterten Random-Surfer-Modell bei dem in jedem Schritt (wie bisher) mit Wahrscheinlichkeit  $\lambda$  eine zufällige Seite besucht werden (Teleport), mit Wahrscheinlichkeit  $\gamma$  zur vorher besuchten Seite zurückgekehrt werden und mit Wahrscheinlichkeit  $1 - \lambda - \gamma$  einem zufälligen Out-Link gefolgt werden (ist kein Out-Link vorhanden, so soll mit Wahrscheinlichkeit  $1 - \lambda$  zur vorherigen Seite zurückgekehrt werden). Stellen Sie eine entsprechende Markovkette für den Webgraphen aus dem ersten Aufgabenteil auf und bestimmen Sie die stationäre Zustandsverteilung. Wählen Sie  $\lambda = 0.2$  und  $\gamma = 0.1$ . (2 Punkte)
- e) Geben Sie ein Beispiel für eine Markovkette an, die keine stationäre Zustandsverteilung besitzt und begründen Sie, warum diese Eigenschaft in Ihrem Beispiel gilt.