7. Übungsblatt zu Computersimulationen
SS 2006

Zu programmieren ist der zellulare Automat zur Beschreibung des Verkehrsflusses (nach Nagel und Schreckenberg).

Das Modell

- eindimensional mit periodischen Randbedingungen (Kreis)
- die Länge der Straße ist L Zellen
- die Anzahl der Autos wird über eine Wahrscheinlichkeit $0 < p < 1$ zufällig auf der Strasse verteilt, wobei mit steigenden Werten von p eine immer größere Fahrzeugdichte generiert wird. Es kann aber auch eine feste Zahl von Autos vorgeben werden, welche entweder zufällig über die Strasse verteilt werden, oder an festen Startpunkten plaziert werden.
- ganzzahlige Geschwindigkeiten zwischen 0 und v_{max}
- leere Zellen bekommen den Wert -1, besetzte Zellen den jeweiligen Wert der aktuellen Geschwindigkeit, welche auch Null sein kann. (Stau!)
- der Abstand d zwischen zwei Autos ist definiert als die Anzahl leerer Zellen zwischen diesen Autos
- die Dynamik des Verkehrsflusses ist durch die Dichte $\rho = N/L < 1$, die Anfangsverteilung der Autos, und durch die Wahrscheinlichkeit $0 < p_b < 1$ für zufälliges Bremsen bestimmt.

Update-Regeln

1. **Beschleunigen:** Ist die Geschwindigkeit v kleiner als v_{max} und der Abstand d zum nächsten Auto größer als $v + 1$, so wird die Geschwindigkeit um 1 erhöht ($v \to v + 1$).
2. **Bremsen:** Ist $d \leq v$, so wird die Geschwindigkeit auf $d - 1$ reduziert ($v \to d - 1$).
3. **zufälliges Bremsen:** Es wird eine gleichverteilte Zufallszahl $r \in (0, 1)$ gezogen. Ist $r \leq p_b$ so wird die Geschwindigkeit jedes Autos mit Geschwindigkeit $v > 0$ um eins reduziert ($v \to v - 1$).
4. **Bewegen:** Jedes Auto wird um v Zellen nach vorne bewegt (periodische Randbedingungen!).

Anmerkungen

- Die Zellen sind in einer $L \times N_{\text{time}}$-Matrix zu speichern. (N_{time} ist die Zahl der Zeitschritte.)
- Eine sehr effective Methode zur Darstellung des Ergebnisses ergibt sich aus der Verwendung des MATLAB Befehls: `imagesc`, es kann aber auch die bereitgestellte Funktion `traffic_pl(vel)` verwendet werden (langsam!).
- Es soll die mittlere Geschwindigkeit $\langle v \rangle$ gemessen und mit der von "wechselwirkungsfreien" Autos ($\langle v \rangle_{\text{th}} = v_{\max} - p_b$) verglichen werden.
- Für "wechselwirkende" Autos ohne zufälligem Bremsen kann man die maximal erreichbare, mittlere Geschwindigkeit abschätzen: $v^*_{\max} \sim \frac{1-\rho}{\rho}$, wobei ρ die Autodichte ist.