

Simulation diskreter Prozesse: Simulation(?)

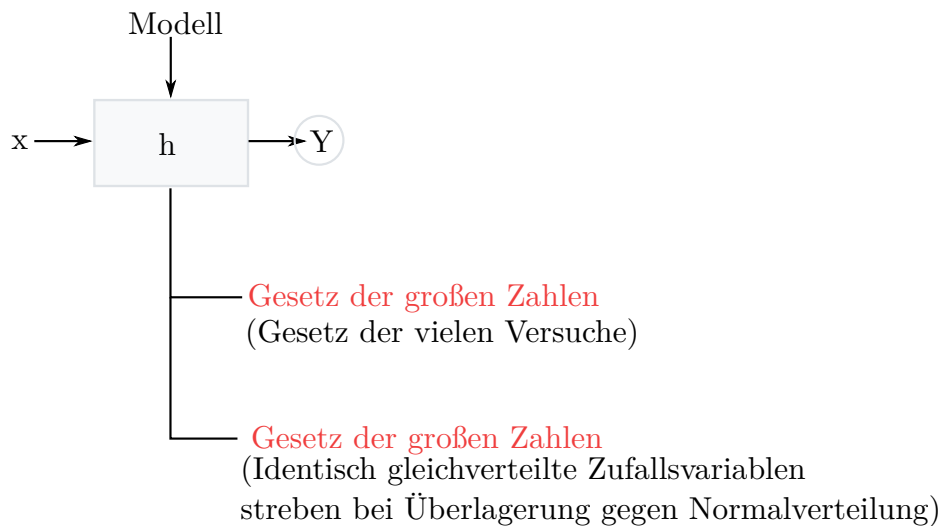
R. Grünert
17. März 2021

1 Simulation

Zufallsvariablen Y

Funktion h

Inputs $\vec{x} = (x_1, \dots, x_n) \rightarrow$ Zufallsvektor, Verteilung von x ist meist bekannt



Aus Y (Output) lassen sich dann statistische Kenngrößen, wie Mittelwert, Standardabweichung, etc. ermitteln.

2 Zufallszahlen mit Matlab

Mit Matlab soll das Gesetz der großen Zahlen überprüft werden. Es wird zum Vergleich eine Normalverteilung über die Funktion

$$F(x) =$$

generiert und grafisch ausgegeben.

Danach wird eine Gleichverteilung mit dem *rand*-Befehl erzeugt und in einem Histogramm dargestellt. Diese Gleichverteilung ist nur gut für eine große Anzahl an zufälligen Werten.

Nun werden mehrere Gleichverteilungen überlagert mithilfe eines *Averaging-Verfahrens* über eine einfache for-Schleife.

Beispiel: Viele gleichverteilte Rauschprozesse überlagern sich → Normalverteilung. ROT: Bei mehr als 30 Überlagerungen kann man Tests auf Normalverteilungen anwenden.

3

4 Zustand eines diskreten dynamischen Systems

Zustandsänderungen nur zu diskreten Zeitpunkten möglich (innerhalb eines vorgegebenen Zeitrasters).

BILD EINFÜGEN

Zustand: Ist die Menge der prinzipiell möglichen Zustände kontinuierlich, hat das System einen **kontinuierlichen Zustandsraum**. Sonst: **Diskreter oder endlicher Zustandsraum**.

5 Ereignisse und Aktivitäten

→ (sprunghafte) Änderung eines Systems. → Änderung ist ein Ereignis (event). Der Systemzustand ändert sich nur, wenn ein bestimmtes Ereignis (Zustandsänderung) stattfindet.

Ereignis: ist ein Geschehen, das keine *Realzeit* (Simulationszeit) in Anspruch nimmt (in der betrachteten Zeitebene), aber *Rechenzeit* beansprucht!

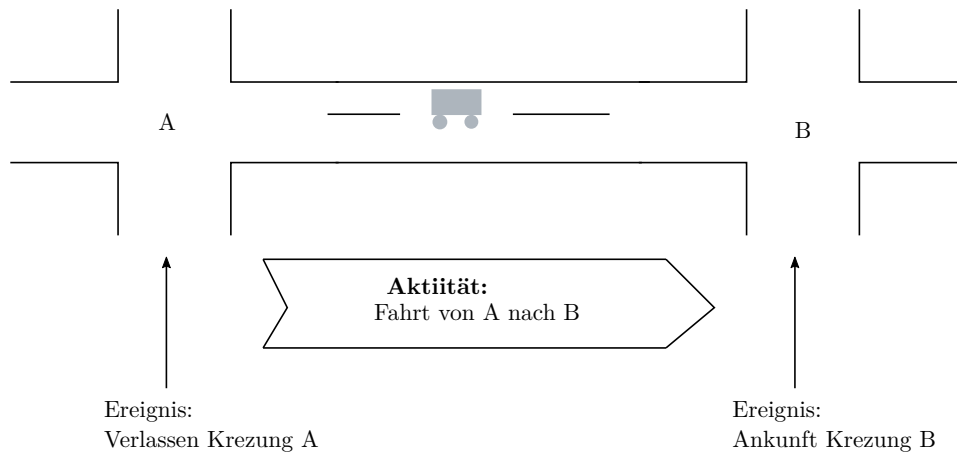
Simulationszeit: Die bei der Simulation eines Modells im Rechner durch die Software abgebildete Realzeit.

Ein Ereignis tritt in einem Zeitpunkt ein. Diesem Zeitpunkt kann man das Ereignis zuordnen → *Zeitstempel* des Ereignisses.

Bei der Simulation eines Modells im Rechner durch die Software abgebildete Realzeit wird als Simulationszeit bezeichnet.

Aktivität (activity): Ein Vorgang, der zwischen einem Anfangsereignis und einem später folgenden Endereignis abläuft.

Die Aktivität beansprucht **Realzeit** (da Zeitdauer vergeht). Sie ändert den Zustand eines Systems nicht.



Rechenzeit: Zeitaufwand für die Ausführung eines Simulationsprogramms.

Ereignisse benötigen *Rechenzeit* (Zustand wird geändert, Neuberechnung des Systemzustands).

Aktivität: Keine Änderung des Zustandes (keine Rechenleistung erforderlich, Zeiten werden nur zugeordnet).

	Realzeit==Simulationszeit	Rechenzeit
Ereignisse	Nein	Ja
Aktivitäten	Ja	Nein

Aktivitäten sind *deterministisch*, falls ihre Dauern *vorgegeben* sind. Sie sind *stochastisch*, wenn das Ende der Aktivität vom *Zufall* abhängt.

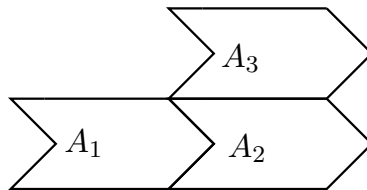
Fahrt Auto von A nach B: stochastische Aktivität (abhängig von Wetter, Verkehrsdichte(t), ...)

Transport Werkstück auf Fließband mit $v = \text{const.}$: deterministische Aktivität

6 Nebenläufigkeit von Aktivitäten

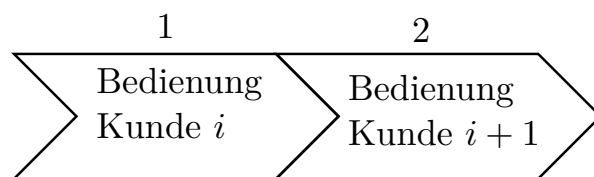
Aktivitäten können zumindest teilweise gleichzeitig stattfinden → **parallele Aktivitäten**.

Besteht kein kausaler Zusammenhang, d.h. die Aktivitäten beeinflussen sich nicht gegenseitig, spricht man von **nebenläufigen Aktivitäten** (können parallel sein (immer nebenläufig) oder sequentiell).



7 Abhängige und unabhängige Ereignisse

Kausale Abhängigkeit



Abhängiges Ereignis (conditional event): Wenn sein Eintrittszeitpunkt vom Eintreffen eines anderen Ereignisses abhängt (das im gleichen Zeitpunkt stattfindet). Sonst: unabhängiges Ereignis (unconditional event).

8 Prozesse

Prozesse: Ein Prozess ist ein **dynamisches System**, das mit einer **Ablauflogik** ausgestattet ist. Die Ablauflogik bestimmt die Menge der möglichen Verläufe der Prozessinstanzen. Spielt dabei der Zufall eine Rolle → stochastischer Prozess.

Kreuzung: Ablauflogik: Rechts vor Links.

