Handelshochschule
Stockholm

OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

INF
FAKULTÄT FÜR
INFORMATIK

Simulation, Animation und Simulationsprojekt

Thema 4:

Zufallszahlen und empirische Verteilungen

Dr. Henry Herper – Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg – SS 2019

Stochastische und deterministische Modelle

deterministisch Modelle:

Keine Benutzung von Zufallsvariablen, jeder Faktor ist eindeutig bestimmt, sobald die Faktoren bestimmt sind, mit denen er in Beziehung steht.

stochastisch Modelle:

Mindestens eine Modellvariable ist von Zufallszahlen beeinflusst.

Beispiele für Anwendung stochastischer Größen:

generate Mittelwert, Abweichung

advance Mittelwert,Abweichung

goto Sprungziel,Wahrscheinlichkeit

Verteilung der Zufallsgrößen: Gleichverteilung, alle Anweisungen verwenden den Zufallszahlengenerator rn1

Zufallszahlenfolgen

Für WinGPSS stehen **8 unabhängige Zufallszahlenfolgen** zur Verfügung.

In den Blockanweisungen wird standardmäßig nur die **erste Zufallszahlenfolge** genutzt. Diese Zufallszahlen, die in der ersten Zufallszahlenfolge erzeugt werden, beziehen sich auf das numerische Standardsymbol RN1.

Zur stochastischen Entkopplung von Prozessen ist die Verwendung der Zufallszahlenfolgen rn2 .. rn8 möglich.

Beispiel:

advance 25,5 entspricht advance 20+rn1*10

Gleichverteilungen

Bisher haben wir bei allen GENERATE- und ADVANCE-Blöcken zur Berechnung der Zeiten eine Verteilung genutzt, die Werte gleich häufig zwischen einer unteren und oberen Grenze lieferte. Diese wird als **Gleichverteilung** bezeichnet.

Das ist häufig eine abstrakte und unrealistische Annahme.

• viele reale Verteilungen sind nicht symmetrisch, sondern eher verzerrt und

• häufig ist es unrealistisch, solch scharfe Grenzen zu nutzen.

WinGPSS erlaubt die Verwendung von vielen anderen Verteilungen, zusätzlich zur Gleichverteilung.

Empirische Verteilungen

Zur Erfassung von empirischen Daten ist es notwendig, Intervalle zu definieren (Zeitintervalle) und die Prozessdauer für jede einzelne Forderung zu ermitteln. Die ermittelten Häufigkeiten werden den Klassen zugeordnet.

Intervall in Minuten	Anzahl der Beobachtungen
0-10	14
10-20	44
20-30	90
30-40	50
40-50	27
50-60	14
60-70	3
70-80	1

Die Mittelwerte der Klassen werden ermittelt. Ihnen wir die Häufigkeit bei der Funktionsdefinition zugeordnet.

```
 5 14
15 44
25 90
35 50
45 27
55 14
65  3
75  1
```

Empirische Verteilungen

Entsprechend der angegebenen (absoluten) Häufigkeiten werden die angegebenen Stützstellen beim Aufruf der Funktion zugeordnet.

Syntax:

```
time function rn2,r  ! Funktionswerte
5 14
15 44
25 90
35 50
45 27
55 14
65  3
75  1
```

Empirische Verteilungen

In einer Steueranweisung wird eine Funktion definiert (Beispiel:TIME). In der Steueranweisung wird der Name der Funktion, TIME, als erstes angegeben, analog zu einer Adresse. Nach einem oder mehreren Leerzeichen folgt dann die Steueranweisung FUNCTION. Der Operand A gibt an, welche Zufallszahlenfolge zur Auswahl der Werte genutzt werden soll. Im Operand B wird der Funktionstyp (empirische Funktion: r) festgelegt.

Syntax:

name FUNCTION *zz-generator* , *dateiname*

bzw.:

name FUNCTION *zz-generator* , *funktionstyp*

stützstellenliste

Der Aufruf der Funktionswerte erfolgt über FN$*name*.

Beispiel 4.1: Bankfiliale

Die Bankfiliale liegt weit entfernt von der Zentrale. Daraus ergibt sich das Problem. Ist nicht mehr genügend Bargeld vorhanden, so sind zwei Stunden notwendig, um mehr Bargeld aus der Zentrale zu liefern. Die Leitung der Bank sucht deshalb ein Optimum zwischen den Zinsverlusten für das überschüssige Bargeld in der Bankfiliale und die möglichen Verluste an Kunden, weil im Laufe des Tages kein Bargeld vorhanden ist.

Es ist zu entscheiden, wie viel Bargeld an jedem Morgen beim Öffnen der Bankfiliale vorhanden sein soll. Ein gepanzertes Fahrzeug kommt jeden Abend und holt das überschüssige Bargeld ab bzw. bringt zusätzliches Bargeld, damit die Bank an jedem Morgen mit dem gleichen Bargeldbestand öffnen kann.

Das Risiko, dass das Bargeld ausgeht, ist sowohl von der morgendlichen Anfangssumme, als auch von Zahlungen im Laufe des Tages abhängig. Der tägliche Bargeldfluss ist von der Höhe der Einzahlungen und der Auszahlungen abhängig. Im Modell müssen demzufolge die stochastischen Einflüsse für die Einzahlungen und Auszahlungen nachgebildet werden. Es gibt zwei Sorten von Kunden, die einen sind die Einzahler und die anderen möchten Bargeld ausgezahlt bekommen.

Beispiel 4.1: Bankfiliale

Kunden kommen alle 8+-3 Minuten. Davon wollen 70% Geld abheben, 30% Geld einzahlen. Es gibt einen Schalter, an dem die Bedienung zwischen 1 und 9 Minuten dauert. Die Bank ist 8 Stunden geöffnet.

Einzahl-betrag in €	Anteil Kunden in %	Auszahl-betrag in €	Anteil Kunden in %
50	10.1	50	11.2
150	17.2	150	15.3
350	28.0	350	24.2
750	18.5	750	20.6
1500	12.4	1500	11.4
3500	8.7	3500	9.5
7500	4.4	7500	5.6
15000	0.7	15000	1.5
30000	0.0	30000	0.7

Der Geldbestand ist graphisch darzustellen.

Aufgabe 4.1: Tonkrugherstellung

Im Beispiel 6.1, Tonkrugherstellung, ist die Zeit für das Formen eines Topfes (Herstellungszeit) und die Brennzeit gleich verteilt im Intervall 30 +- 5 und 8 +- 2 Minuten. Nehmen wir nun an, das anstelle der Gleichverteilung für die Herstellungszeit und für die Brennzeit eine Verteilung entsprechend der folgenden Tabelle genutzt wird. Alle Angaben sind in Minuten.

Herstel-lungszeit	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Anteil	.01	.03	.05	.10	.18	.26	.18	.10	.05	.03	.01

Brennzeit	6	7	8	9	10
Anteil	.05	.25	.40	.25	.05

Die Verteilungen sind **symmetrisch** und haben ihren Scheitelpunkt bei 30 und 8. Vergleichen Sie die Anzahl der hergestellten Töpfe mit denen des alten Programms für vier, fünf und sechs Mitarbeitern.