Technische Universität München
Informatik VIII
Netzarchitekturen und Netzdienste
Prof. Dr.-Ing. Georg Carle

Heiko Niedermayer, Marc Fouquet

Übungen zur Vorlesung Rechnernetze und Verteilte Systeme

Übungsblatt 0, SS 2010

Tutorenübung

Vielen Dank an die Tutoren und ihre Hilfe beim Erstellen und Vorrechnen dieser einführenden Übung.

Viel Spaß und Erfolg bei der Übung!

Aufgabe 1 - Daten per LKW

Um den Animationsfilm in Münchnen zu Fördern wird eine Kooperation zwischen dem Hochleistungsrechenzentrum in Garching und den Bavariafilmstudios geschlossen. Statt einer Leitung sollen LKWs einer Spedition die Daten vom Rechenzentrum in Garching zu den Bavariafilmstudios in Grünwald bringen. Um die Stadt nicht zu sehr zu belasten, fahren die LKWs den Weg zwischen Garching und Grünwald über A9 und A99, was einer Länge von 52 km entspricht. Im Mittel kann ein LKW die Strecke mit 55 km/h befahren.

Der LKW werde mit einer Rate von 12 Festplatten pro Minute beladen und mit einer Rate von 15 Festplatten pro Minute entladen. Die Kapazität des LKWs sei 512 Festplatten. Zur Anwendung kommen Festplatten mit einer Kapazität von 1 TByte.

a) Wie lange dauert das Beladen des LKWs?

b) Wie lange dauert es, bis die Daten beim Filmstudio angekommen und entladen?

c) Welcher Datenrate entspricht dies?

d) Angenommen, es stehen genug LKWs zur Verfügung, so dass nach 2 min Pause bereits der nächste LKW beladen werden kann. Welche Datenrate ist jetzt zu erreichen?

Aufgabe 2 - In der Fabrik

In einer Fabrik wird ein Produkt produziert, welches mehrere Arbeitsschritte erfordert. Es besucht die Maschinen A und B sowie die Testeinheit C. Die Bearbeitungszeiten:

Maschine	Bearbeitungszeit
A	51 s
B	27 s
C	11 s

Ein Roboter wartet jeweils an der bearbeitenden Maschine und bringt dann das Produkt nach Fertigstellung des Arbeitsschritt zur nächsten Maschine. Die Laufwege sind nicht symmetrisch. Die Zeiten sind:

Von	zu Lager	zu A	zu B	zu C
Lager	-	11 s	15 s	9 s
A	21 s	-	6 s	13 s
B	15 s	11 s	-	4 s
C	11 s	11 s	9 s	-

a) Zeichnen Sie ein Weg-Zeit-Diagramm und bestimmen Sie, wie lange das Produkt vom Lager bis zur Fertigstellung an Maschine C braucht.

Die Testeinheit C überprüft am Ende das Produkt. In 40 % der Fälle stellt es einen Fehlerfall fest und veranlasst Nacharbeit bei Maschine B. Die Nacharbeit von Maschine B dauert 15 s.

a) Modifizieren Sie das Weg-Zeit-Diagramm, für den Fall, dass eine Nacharbeit notwendig ist. Wie lang dauert es jetzt?

b) Wie oft muss 3x nachgearbeitet werden? Welche Verteilung liegt dem Zugrunde? Wie oft muss im Mittel nachgearbeitet werden?

c) Nun soll maximal 5x nachgearbeitet werden. Betriebsliche wie technische Gründe könnten dafür ausschlaggebend sein. Wie oft entstehen dann fehlerhafte Produkte, die entsorgt werden müssen?

d) Was müssten Sie tun, um die mittlere Bearbeitungszeit von fehlerhaften wie korrekten Produkten zu berechnen?

Aufgabe 3 - Datenübertragung und Signaldarstellung

In dieser Aufgabe wird die Codierung und Übertragung einer Zeichensequenz untersucht. Der Text „Rechnernetze“ soll ASCII codiert werden, wobei wir ein ASCII Zeichen durch 8 Bit kodieren[1] (siehe Tabelle 1). Anschließend soll die kodierte Nachricht auf einer mehradrigen Leitung übertragen werden.

a) Wie viele unterschiedliche Textzeichen können mit Datenwrtern bestehend aus n Bit dargestellt werden?

b) Geben Sie die zu kodierende Zeichenkette in binärer Schreibweise an.

Die in Teilaufgabe (b) erzeugte binäre Sequenz soll nun über eine vieradrige Leitung übertragen werden. Jede Ader übertragt 1000 Symbole pro Sekunde (Schrittgeschwindigkeit). Die Signalform sei ein idealer Rechteckimpuls wobei eine logische „Null“ durch eine Spannung von $+5$ V und eine logische „Eins“durch -5 V dargestellt werde.

c) Welche Übertragungsrate erwarten Sie unter optimalen Bedingungen?

d) Skizzieren Sie das resultierende Zeitsignal $s(t)$ für alle vier Leitungsadern.

e) Wie wirkt sich eine Erhöhung der Schrittgeschwindigkeit oder eine Vergrößerung der Aderzahl aus? Welche Schwierigkeiten sind zu erwarten?

Bislang wurde die idealisierte Annahme von Rechteckimpulsen getroffen. Es soll nun untersucht werden, weswegen ideale Rechteckimpulse keine gute Wahl darstellen. Dazu betrachten wir den idealisierten Rechteckimpuls $r(t)$, der im Zeitbereich gegeben ist als

$$r(t) = \begin{cases} \frac{1}{T} & -\frac{T}{2} \leq t \leq \frac{T}{2} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases} .$$

Durch bergang in den Frequenzbereich mittels zeitkontinuierlicher Fouriertransformation können die in $r(t)$ enthaltenen Freuqenzanteile bestimmt werden. Dementsprechend ist der Rechteckimpuls im

[1] Die ASCII Kodierung sieht lediglich 7 Bit pro Zeichen vor.

ASCII (hex)	Zeichen	ASCII (hex)	Zeichen	ASCII (hex)	Zeichen	ASCII (hex)	Zeichen
00	NUL	20	SP	40	@	60	‘
01	SOH	21	!	41	A	61	a
02	STX	22	„	42	B	62	b
03	ETX	23	#	43	C	63	c
04	EOT	24	$	44	D	64	d
05	ENQ	25	%	45	E	65	e
06	ACK	26	&	46	F	66	f
07	BEL	27	’	47	G	67	g
08	BS	28	(	48	H	68	h
09	TAB	29	)	49	I	69	i
0A	LF	2A	*	4A	J	6A	j
0B	VT	2B	+	4B	K	6B	k
0C	FF	2C	,	4C	L	6C	l
0D	CR	2D	-	4D	M	6D	m
0E	SO	2E	.	4E	N	6E	n
0F	SI	2F	/	4F	O	6F	o
10	DLE	10	0	50	P	70	p
11	DC1	11	1	51	Q	71	q
12	DC2	12	2	52	R	72	r
13	DC3	13	3	53	S	73	s
14	DC4	14	4	54	T	74	t
15	NAK	15	5	55	U	75	u
16	SYN	16	6	56	V	76	v
17	ETB	17	7	57	W	77	w
18	CAN	18	8	58	X	78	x
19	EM	19	9	59	Y	79	y
1A	SUB	1A	:	5A	Z	7A	z
1B	Esc	1B	;	5B	[	7B	{
1C	FS	1C	<	5C	\	7C	|
1D	GS	1D	=	5D	]	7D	}
1E	RS	1E	>	5E	ˆ	7E	˜
1F	US	1F	?	5F	_	7F	DEL

Tabelle 1: ASCII character set.

Frequenzbereich gegeben als

$$R(f) = \mathcal{F}(r(t)) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-j2\pi ft} \cdot r(t)dt.$$

f) Berechnen Sie $R(f)$.

g) Skizzieren Sie $r(t)$ und $R(f)$ im Intervall $[-4T; 4T]$ fr $T = 1$.

h) Ist das Signal $r(t)$ bandbegrenzt? Worin liegt demnach das Problem?

Im Folgenden geben wir Ihnen ein paar einfache mathematische Hilfsmittel an die Hand, die z.T. hier in den Aufgaben Verwendung finden können und auch später auf anderen Aufgabenblättern von Nutzen sein können.

Geometrische Folge und geometrische Reihe

In einer geometrischen Folge $a_0 = a$, $a_1 = \frac{a}{q}$, $a_2 = \frac{a}{q^2}$, $a_3 = \frac{a}{q^3}$, ... unterscheiden sich nachfolgende Folgenglieder immer um einen festen Quotienten q. Ein Beispiel ist die Folge 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, usw.

Eine geometrische Reihe ist eine Folge, deren Folgeglieder s_i die Summe der Folgeglieder der geometrischen Folge a_0 bis a_i sind.

$s_n = a_0 \sum_{k=0}^{n} q^k = a_0 \frac{q^{n+1}-1}{q-1} = a_0 \frac{1-q^{n+1}}{1-q}$

Interessant ist dann immer der Grenzwert s der geometrischen Reihe. Sofern Konvergenz vorliegt, gilt:

$s = \frac{a_0}{1-q}$

Wahrscheinlichkeiten

Wahrscheinlichkeiten und Zufälle spielen in der Kommunikationstechnik eine nichtzunachlässigende Rolle. Fehler oder Überlastsituationen geschehen nicht geplant, sondern zufällig. Menschen kommunizieren in zufällig erscheinender Weise. In der Vorlesung betrachten wir dazu i.a. nur einfache Situationen.
Nehmen wir an, S sende ein Paket über M an E. Mit $p_1 = 0,3$ Wahrscheinlichkeit (30 %) gehe dies auf dem Weg nach M verloren, d.h. mit Wahrscheinlichkeit $q_1 = 1 - p_1 = 0,7$ kommt dies bei M an ($\rightarrow$ **Wahrscheinlichkeit, dass p nicht eintritt, ist $1 - p$**).

Jetzt soll das Paket aber noch bei E ankommen. Mit Wahrscheinlichkeit $p_2 = 0,2$ (20 %) gehe dies auf dem Weg von M nach E verloren. Mit welcher Wahrscheinlichkeit kommt es an? Dazu müssen zwei Bedingungen erfüllt sein. 1. Es muss bei M ankommen und 2. darf auf dem Weg M nach E nicht verloren gehen ($q_2 = 1 - p_2 = 0,8$). **Wenn mehrere Bedingungen gelten müssen und diese Bedingungen unabhängig voneinander sind (davon gehen wir hier i.a. aus), so werden die Wahrscheinlichkeiten der einzelnen Bedingungen multipliziert.** Ergebnis: Sei p_E die Wahrscheinlichkeit, dass E erreicht wird. $p_E = q_1 * q_2 = 0,7 * 0,8 = 0,56$. Mit 56 % Wahrscheinlichkeit wird E erreicht.

Geometrische Verteilung

Die geometrische Verteilung gibt an, wie oft man etwas versuchen muss, bis ein Erfolg eintritt. Erfolgswahrscheinlichkeit sei p und $q = 1 - q$ die Misserfolgswahrscheinlichkeit. Es gilt dann:
$x(iFehlversuchebisErfolg) = q^i p$

Erwartungswert $E[X] = \frac{q}{1-q}$ und Variation $c_x = \frac{1}{\sqrt{q}}$

Binomialverteilung

Die Binomialverteilung gibt an, wie oft ein Erfolg bei N Versuchen auftritt. Erfolgswahrscheinlichkeit sei p und $q = 1 - q$ die Misserfolgswahrscheinlichkeit. Es gilt dann:
$x(i, N) = \binom{N}{i} p^i q^{N-i}$

Erwartungswert $E[X, N] = Np$ und Variation $c_x = \sqrt{\frac{q}{Np}}$