

## Hauptdiplomklausur Informatik September 98: Multimedia-Technik

Name: ..... Vorname: .....

Matrikel-Nr.: ..... Semester: ..... Fach: .....

*Hinweise:*

1. Bitte füllen Sie sofort den Kopf des Deckblattes aus.
2. Überprüfen Sie bitte Ihr Klausurexemplar auf Vollständigkeit (7 Seiten).
3. Tragen Sie die Lösungen – soweit möglich – direkt in die Klausur ein.
4. Zugelassene Hilfsmittel: nicht programmierbarer Taschenrechner
5. Bearbeitungszeit: 100 Minuten.

Aufgabe	max. Punktzahl	Punkte
1	23	
2	16	
3	14	
4	17	
5	30	
Summe	100	

# Aufgabe 1: Audio-Digitalisierung [2+8+3+4+6=23 Punkte]

Zu seiner Bearbeitung im Computer wird ein analoges Audiosignal digitalisiert. Dazu wird das Signal zunächst in diskreten Zeitabständen abgetastet.

- (a) [2 Punkte] Was besagt das Theorem von Shannon für diese Zeitdiskretisierung?
- (b) [8 Punkte] Welche Auswirkungen hat eine Nicht-Einhaltung des Theorems von Shannon auf das digitalisierte Signal? Führen Sie dazu zunächst für das in der Abbildung gegebene Signal zwei Abtastungen durch mit den Frequenzen  $f_1 = 5 \text{ Hz}$  und  $f_2 = 10 \text{ Hz}$  und tragen Sie diese in die beiden nachfolgenden Abbildungen ein. Die Signalperiode ist  $1 \text{ s}$ . Die erste Abtastung findet bei  $t = 0,1 \text{ s}$  statt. Ziehen Sie anschließend ihre Schlüsse aus dem Ergebnis.
- (c) [3 Punkte] Nach der Diskretisierung der Zeit wird eine Diskretisierung der Amplitude durchgeführt. Diese Quantisierung kann, wie die Zeitdiskretisierung, durch äquidistante Stufen vorgenommen werden. Was sind die Nachteile dabei?
- (d) [4 Punkte] Beschreiben Sie detailliert eine andere Ihnen aus der Vorlesung bekannte Möglichkeit der Signaldiskretisierung.
- (e) [6 Punkte] Als letzte Stufe der Digitalisierung wird den diskreten Signalstufen ein binärer Code zugeordnet. Welche Arten der Audio-Codierung kennen Sie? Geben Sie mindestens 3 an und beschreiben Sie kurz ihr Prinzip.

## Aufgabe 2: Kompression [10+6=16 Punkte]

(a) [10 Punkte] Statische arithmetische Kodierung

- (i) [5 Punkte] Bei der arithmetischen Kodierung wird eine Nachricht als Gleitkommazahl aus dem Intervall  $[0; 1)$  kodiert. Dieses Intervall wird dabei in Teilintervalle unterteilt, die sukzessive wiederum zerlegt werden.

Entwickeln Sie die beiden Formeln für die Berechnung der Unter- bzw. Obergrenze ( $U_n$  bzw.  $O_n$ ) des Kodierungsintervalls bezüglich des  $n$ -ten Zeichens. Es gilt  $U_0 = 0$  und  $O_0 = 1$ .

*Beispiel:* Sind die Zeichen  $a, b$  mit den Wahrscheinlichkeiten  $p(a) = 0,4$  und  $p(b) = 0,6$  gegeben, und es wird die Zeichenkette  $ab$  kodiert, so ergibt sich für das 1. Zeichen ( $a$ ) das Kodierungsintervall  $[U_1; O_1) = [0; 0,4)$ .

- (ii) [5 Punkte] Kodieren Sie nun die Zeichenkette  $bca$  mittels statischer arithmetischer Kodierung. Die zugehörigen Wahrscheinlichkeiten  $p(\cdot)$  sind  $p(a) = 0,3$ ,  $p(b) = 0,3$  und  $p(c) = 0,4$ .

Verwenden Sie für das Eintragen Ihrer Ergebnisse untenstehende Tabelle und wählen Sie ein geeignetes Endergebnis aus.

Schritt	Zeichen	Kodierungsintervall
0	-	$[0; 1)$
1	b	
2	c	
3	a	

(b) [6 Punkte] Videokompression

Die komprimierten Videoströme  $V_{MPEG}$  und  $V_{M-JPEG}$  werden über ein paketorientiertes Netzwerk übertragen. Der Videostrom  $V_{MPEG}$  wurde mit dem MPEG-Kompressionsverfahren, der Videostrom  $V_{M-JPEG}$  mittels Motion-JPEG kodiert. Ein Paket innerhalb der Übertragung besteht aus einem Teilbereich eines einzelnen Bildes (*frame*) des jeweiligen komprimierten Videos.

Wie beeinträchtigen Paketverluste die Darstellung der verschiedenen Videoströme auf der Empfängerseite? Begründen Sie Ihre Antwort!

*Hinweis:* Motion-JPEG bedeutet, daß die Einzelbilder des Videostromes unabhängig voneinander mittels des JPEG-Verfahrens komprimiert werden.

### **Aufgabe 3: Media-Scaling [5+9=14 Punkte]**

- (a) [5 Punkte] Was versteht man unter hierarchischer Kodierung, was unter Medien-Filterung? Wie hängen die beiden Begriffe zusammen?
- (b) [9 Punkte] In der Übung haben wir die folgenden 3 Formen der hierarchischen Kodierung von Video unterschieden:
- zeitliche Hierarchisierung
  - räumliche Hierarchisierung
  - Hierarchisierung der Frequenzen

Geben Sie für jede Form der Hierarchisierung ein Beispiel an!

# Aufgabe 4: Kommunikationsunterstützung [5+8+4=17 Punkte]

Betrachten Sie das folgende Beispielnetzwerk:

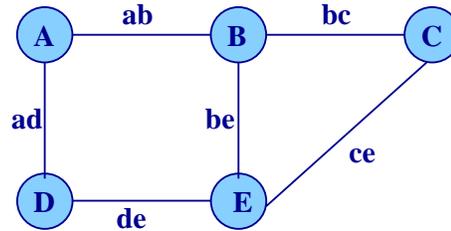


Abbildung 1: Beispielnetzwerk

(a) [5 Punkte] Routing mit Distanz-Vektoren

Internet-Routing-Protokolle arbeiten häufig mit Distanzvektoren; d.h. jeder Knoten im Netz verwaltet lediglich eine Tabelle, in der die Entfernung und die zu wählenden Links zu allen anderen Knoten im Netz eingetragen sind.

Füllen Sie die fehlenden Einträge der Routing-Tabelle im Beispielnetzwerk in Abbildung 2 aus!

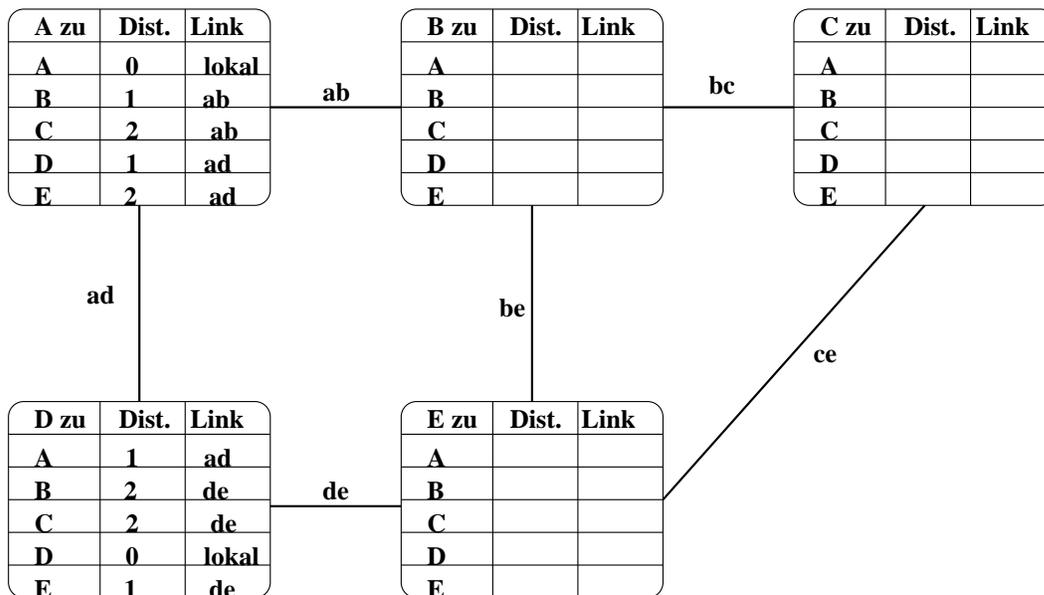


Abbildung 2: Routing mit Distanz-Vektoren

(b) [8 Punkte] Routing Update Messages

Im Routing Protocol (RIP) des Internet tauschen die einzelnen Knoten im Netz regelmäßig Routing-Update Messages aus. Betrachten Sie nun die Abbildung 3, in der die beiden Links *ab* und *de* ausgefallen sind.

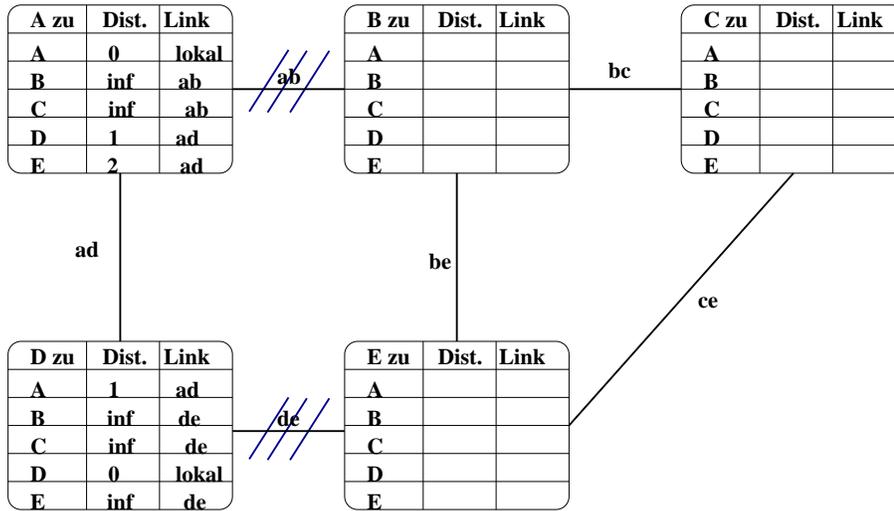


Abbildung 3: Routing Tabellen von A und D nach Ausfall der Links *ab* und *de*.

Tabelle 1 stellt die Routing Update Message dar, die von Knoten A an Knoten D gesendet wird.

**Tragen sie die fehlenden Entfernungswerte ein!**

Entfernung von A zu:	A=	B=	C=	D=	E=
----------------------	----	----	----	----	----

Tabelle 1: Routing Update Message von Knoten A

**Welches Problem entsteht, wenn A seine Tabelle als erster an D versendet?**

**Tip:** Zeichnen Sie die aktualisierte Routing-Tabelle von Knoten D sowie die daraus resultierende Routing Update Message, die von D an A gesendet wird.

(c) [4 Punkte] Wie kann man dieses Problem lösen?

## Aufgabe 5: Inhaltsanalyse [6+10+5+9=30 Punkte]

(a) [6 Punkte] Lautstärkemaße

Erklären Sie die Begriffe Schalldruckpegel, Lautstärkepegel und Lautheit.

(b) [10 Punkte] Frequenztransformation

Das von Ihnen in Aufgabe 1 digitalisierte Signal setzt sich aus zwei Sinussignalen zusammen:  $x(t) = \sin(2 * \pi * t) + \sin(4 * 2 * \pi * t)$ . Es sei mit  $f_a = 8 \text{ Hz}$  abgetastet worden. Wie sieht idealerweise das mit einer Fourier Transformation (FT) erzeugte Spektrum dieses Signals aus, wenn Sie die FT auf einem Fenster von 8 Abtastwerten berechnen? Tragen Sie das Ergebnis in einem Achsenkreuz ab, in dem die x-Achse die Frequenzen anzeigt und die y-Achse die Amplitude. Geben Sie insbesondere die Achsenbeschriftungen wieder und wie sie darauf kommen.

(c) [5 Punkte] Grundfrequenz

Geben Sie einen Algorithmus an, der Ihnen für 3 gegebenen Frequenzwerten angibt, ob diese eine gemeinsame Grundfrequenz besitzen. Falls ja, soll er diese ausgeben. Es seien dazu eine Funktion  $ggt(x, y)$  gegeben, die für zwei Integerwerte ihren größten gemeinsamen Teiler berechnet.

(d) [9 Punkte] Bildverarbeitung

Gegeben sei ein zweidimensionales Grauwertbild  $I$ . Welches Ergebnis liefert untenstehender Bildverarbeitungsoperator *Operator*? Begründen Sie Ihre Antwort mittels einfacher Beispiele.

**proc** *Operator* (**var**  $S : \text{Image}$ , **var**  $D : \text{Image}$ )

**foreach** *pixel*  $p \in S$  **do**  
         $D(p) \leftarrow \max\{S(q) : q \in N_G(p) \cup p\} - \min\{S(q) : q \in N_G(p) \cup p\}$   
    **od**  
**end**

*Hinweise:*

1. Über  $I(p)$  erhält man den Grauwert des Pixels  $p$ . Je größer der Grauwert, desto heller ist das Pixel.
2.  $N_G$  bezeichnet die Nachbarschaft eines Pixels bezüglich eines gewählten Gitters.  $N_G(p)$  liefert die Menge der zu  $p$  benachbarten Bildpunkte. Verwenden Sie hier als Gitter die 8er-Nachbarschaft.