

## Hauptdiplomklausur Informatik März 99: 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 (**23** 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	20	
2	10	
3	20	
4	15	
5	15	
6	20	
Summe	100	

## Aufgabe 1: Kompressionsalgorithmen [15+5=20 Punkte]

In Palundien wurden bislang Buschtrommeln zur Weitverkehrskommunikation eingesetzt. Nach einem Lotteriegewinn des Häuptlings soll jetzt auf digitale Übertragung der Trommelsignale umgestellt werden. Nachrichten bestehen dabei aus der Abfolge von Schlägen auf fünf unterschiedlichen Trommeln (A, B, C, D und E), deren relative Häufigkeit 50% (A), 35% (B) und 5% (C,D und E) beträgt.

(a) [5+1+3+4+2=15 Punkte] Verlustfreie Kompression

(i) [5 Punkte] Kodieren Sie die Abfolge ABAABCAB optimal nach dem Huffman-Verfahren. Geben Sie dazu auch den vollständigen Kodierbaum an.

- (ii) [1 Punkte] Welche Bitlänge erwarten Sie für eine Nachricht aus eintausend Trommelschlägen?
- (iii) [3 Punkte] Ein weiteres Kodierverfahren ist die (statische) arithmetische Kodierung. Skizzieren Sie kurz den Algorithmus. Worin besteht der Vorteil im Vergleich zur Kodierung nach Huffman?

(iv) [4 Punkte] Geben Sie die Kodierungsintervalle für die ersten drei Schritte bei der Kodierung der obigen Abfolge an.

(v) [2 Punkte] Welche Bitlänge erwarten Sie für eine Nachricht aus eintausend Trommelschlägen bei arithmetischer Kodierung?

(b) [3+1+1=5 Punkte] Verlustbehaftete Kompression

Neben der Reihenfolge der unterschiedlichen Trommelschläge trägt auch deren zeitliche Abfolge Information. Das menschliche Gehör kann dabei kurze Zeitabstände genauer unterscheiden als lange.

- (i) [3 Punkte] Skizzieren Sie kurz die einzelnen Arbeitsschritte eines verlustbehafteten Kompressionsverfahrens für „Buschtrommel“-Nachrichten. Beginnen Sie dabei mit dem analogen Signal wie es beispielsweise von einem Mikrofon abgegeben wird.

- (ii) [1 Punkte] Spezifizieren Sie ein psychoakustisches Model für Ihr Verfahren und wenden Sie es auf die Quantisierung folgender Zeitintervalle an: 1ms, 10ms, 100ms, 1000ms.
- (iii) [1 Punkte] Um die räumliche Lage verschiedener Trommeln wiederzugeben soll in Stereo aufgezeichnet werden. Welche Probleme können auftreten, wenn die beiden Kanäle getrennt kodiert werden?

## **Aufgabe 2: Routingalgorithmen [3+3+1+3=10 Punkte]**

Die Wüstenbewohner Zarkotiens leben verstreut in Oasen. Da Reisende nicht in der Wüste übernachten können, müssen sie allabendlich eine Oase erreichen. Da die Oasen außerdem weit verstreut liegen, können sie in einem Tagesmarsch nur bis zu genau einer anderen Oase reisen. Die Oasen, die von A aus in einer Tagesreise erreicht werden können, heißen Nachbarn von A.

- (a) [3 Punkte] Erläutern Sie kurz, wie die örtlichen Verkehrsämter nur durch Absprache mit ihren jeweiligen Nachbarn in einem iterativen Prozeß kürzeste Reiserouten zu allen Zarkotischen Oasen ermitteln können. Lehnen Sie sich dabei an einen in der Vorlesung behandelten Routing-Algorithmus an. Wie heißt dieser Algorithmus?

Am Königshof Zarkotiens werden alljährlich den verdientesten Bewohnern, einem aus jeder Oase, Ehrenorden verliehen. Zum Empfang der Orden reisen die Ausgezeichneten jeweils auf dem kürzesten Weg zum Königshof. In jeder Oase auf ihrem Weg, werden diese Reisenden mit großer Ehre empfangen. Die Tore, durch die solche Reisenden eine Oase erreichen, heißen daher „Tore der Ehre“. Die Tore, durch die die Reisenden am nächsten Tag Richtung Königshof weiterreisen, heißen „Königstore“.

(b) [3 Punkte] Durch welches der folgenden Verfahren können Botschaften des Königs optimal an sein Volk verbreitet werden? Kreuzen Sie genau eine Alternative an!

1. Kopien eintreffender Botschaften werden an alle Nachbaroasen weiter gesandt, außer zu derjenigen von der man die Botschaft gerade erhalten hat.
2. Boten mit Kopien der Nachrichten werden über die Wege zu Nachbaroasen weiter gesandt, die nicht durch Königstore führen.
3. Boten mit Kopien der Nachrichten werden über die Wege zu Nachbaroasen weiter gesandt, die durch Tore der Ehre führen.
4. Boten mit Kopien der Nachrichten werden über die Wege zu Nachbaroasen weiter gesandt, die durch Königstore, aber nicht durch Tore der Ehre führen.
5. Um überflüssige Botengänge zu vermeiden, müssen sich die Nachbaroasen absprechen, wer die Botschaften weiter verbreiten soll.
6. Der Königshof selbst muß die Verbreitung der Botschaften regeln, da die Oasen alleine keine optimale, vollständige Verbreitung erreichen können.

(c) [1 Punkte] Entspricht das unter (b) ausgewählte Verfahren einem im Internet angewandten Routing-Algorithmus? Falls ja, wie heißt dieses?



- (d) [3 Punkte] Welche Probleme kommen auf die örtlichen Verkehrsämter Zarkotiens zu, wenn man das bisherige Verfahren der Wegewahl für Reisen in Oasen anderer Reiche beibehält? Welche Lösung könnte man, in Anlehnung an das Routing im Internet, einführen? Erläutern Sie dieses kurz.

### Aufgabe 3: Audio-Inhaltsanalyse [13+5+2=20 Punkte]

(a) [13 Punkte] Lautstärkemaße

Ein Audiosignal bestehe aus einer Folge dreier Sinustöne der Frequenzen  $f_1 = 250 \text{ Hz}$ ,  $f_2 = 1000 \text{ Hz}$  und  $f_3 = 4000 \text{ Hz}$  mit den Intensitäten  $I_1 = 10^{-8} \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$ ,  $I_2 = 10^{-6} \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$  und  $I_3 = 10^{-4} \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$ .

(i) [3 Punkte] Berechnen Sie den Schalldruckpegel [dB] dieser drei Töne. Was besagt der Schalldruckpegel?

(ii) [4 Punkte] Berechnen Sie mit Hilfe der In Abbildung 1 gegebenen Isophone den Lautstärkepegel [phon] der drei Töne. Was besagt der Lautstärkepegel? Was besagen also die drei berechneten Werte?

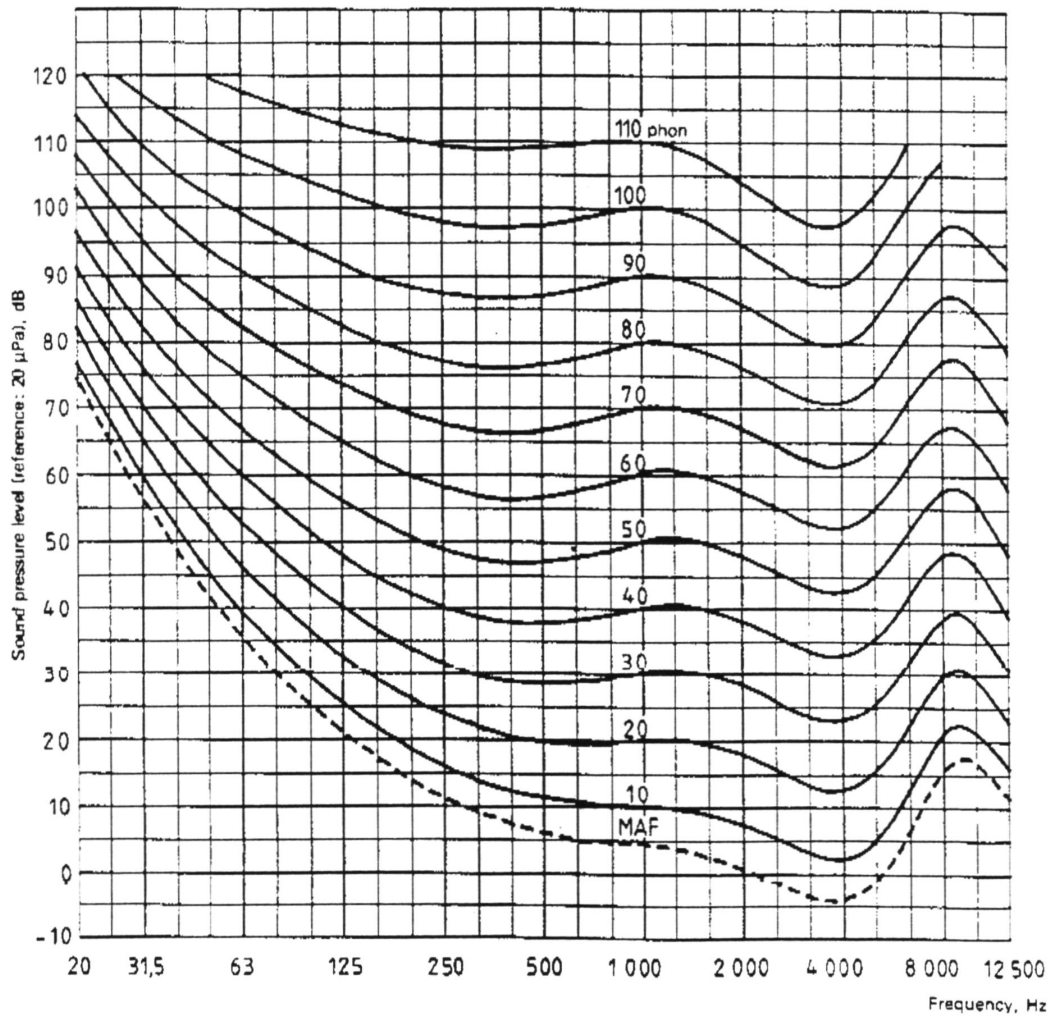


Abbildung 1: Isophone nach ISO

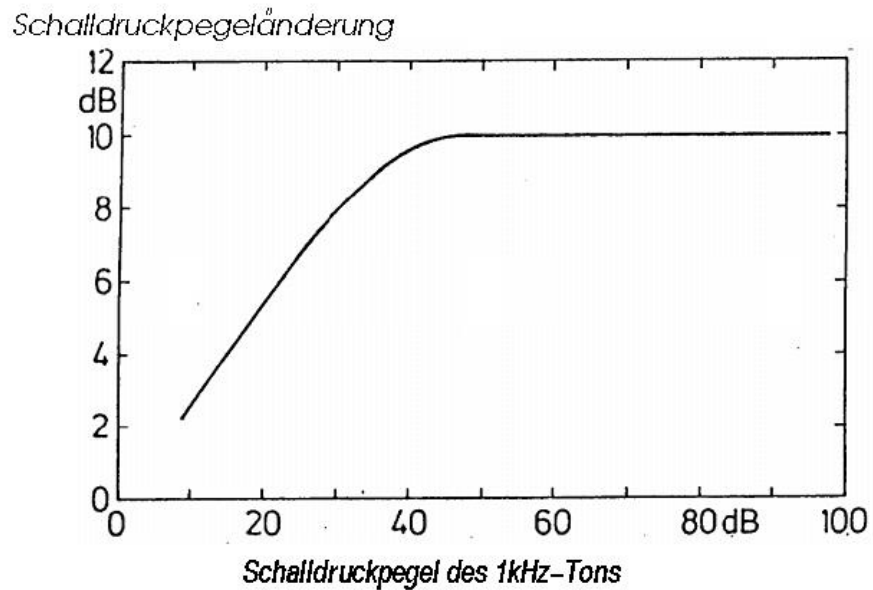


Abbildung 2: Notwendige Schalldruckpegeländerungen zur Verdoppelung der Lautheit

- (iii) [6 Punkte] Berechnen Sie mit Hilfe der in Abbildung 2 gegebenen Pegeländerungskurve für die drei Töne die Lautheit [sone]. Gehen Sie dabei davon aus, daß ein 1000 Hz-Ton mit 40 dB Schalldruckpegel per Definition eine Lautheit von 1 sone hat. Was besagt die Lautheit? Was besagen also die drei berechneten Werte?

(b) [5 Punkte] Frequenztransformation

Das in Abbildung 3 gegebene Spektrum sei das Ergebnis einer idealisierten Diskreten Fouriertransformation eines Audiosignals, das mit einer Abtastrate von  $f_a = 10 \text{ Hz}$  abgetastet wurde.

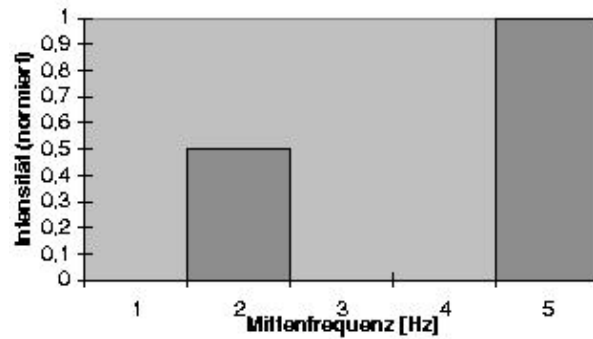


Abbildung 3: Spektrum eines Audiosignals

- (i) [2 Punkte] Das Signal setzt sich aus Sinusfrequenzen zusammen. Geben Sie das untersuchte Ausgangssignal als Formel an.

(ii) [3 Punkte] Geben Sie folgende Randbedingungen der Diskreten Fouriertransformation an:

1. die obere Grenzfrequenz des Signals  $f_o$ .
2. die DFT-Länge  $N$ .
3. die zeitliche Auflösung der DFT  $T$ .

(c) [2 Punkte] Grundfrequenz

Es seien drei Sinussignale gegeben:

- $x_1(t) = \sin(300 \cdot 2\pi t)$
- $x_2(t) = 0,5 \cdot \sin(400 \cdot 2\pi t)$
- $x_3(t) = 0,25 \cdot \sin(600 \cdot 2\pi t)$

Welches ist die den Signalen gemeinsame Grundfrequenz, die vom Menschen bei der Überlagerung dieser drei Signale wahrgenommen wird? Begründen Sie!

## Aufgabe 4: Video-Inhaltsanalyse [3+12=15 Punkte]

Das Video einer Teleteaching-Sitzung sieht in der Regel folgendermaßen aus: Vor einem statischen Hintergrund befindet sich ein Sprecher/eine Sprecherin.

Zur Kompression der Videodaten für die Übertragung via Internet ist es daher sinnvoll ein Bildsegmentierungsverfahren einzusetzen, welches das sich bewegende Objekt (der Sprecher/die Sprecherin) vom Hintergrund trennt. Somit kann der sich nicht verändernde Hintergrund in großen zeitlichen Abständen versendet werden, während der Sprecher/die Sprecherin mit voller Bildrate übertragen wird.

Folgendes Segmentierungsverfahren wird vorgeschlagen: Bezeichnen  $F_0$  und  $F_1$  zwei aufeinanderfolgende Grauwert-Bilder (Größe  $n \times m$ ) der Videosequenz, so wird mit

$$\Delta F(x, y) = \text{abs}(F_0(x, y) - F_1(x, y)) \quad \forall x \in \{1, \dots, n\}, y \in \{1, \dots, m\}$$

die pixelweise Differenz der beiden Bilder berechnet. Dabei gibt  $F_0(x, y)$  bzw.  $F_1(x, y)$  den Grauwert des Bildpunkts an der Position  $(x, y)$  im Bild  $F_0$  bzw.  $F_1$  an.

Der Bildpunkt an der Position  $(i, j)$  wird dann als zum Objekt zugehörig klassifiziert, wenn  $\Delta F(i, j)$  einen Schwellwert  $T$  überschreitet. Ansonsten wird der Bildpunkt dem Hintergrund zugeordnet.

- (a) [3 Punkte] Welche Annahme liegt dem Verfahren zugrunde?

- (b) [12 Punkte] Beurteilen Sie, wie gut das Verfahren funktioniert. Beschreiben Sie dazu ausführlich wie sich der Algorithmus in verschiedenen Situation bzw. Bildteilen verhält.



## **Aufgabe 5: Betriebssystemunterstützung für Multimedia [11+4=15 Punkte]**

(a) [4+5+2=11 Punkte] Scheduling-Verfahren

- (i) [4 Punkte] Nennen Sie die vier in der Vorlesung erwähnten Scheduling-Verfahren. Beschreiben Sie jeweils (kurz!), was sich hinter den Begriffen verbirgt.

(ii) [5 Punkte] Zeigen Sie für die beiden in der Vorlesung ausführlich behandelten Scheduling-Verfahren Vor- und Nachteile auf.

(iii) [2 Punkte] Was versteht man unter *Preemptive Scheduling* und was unter *Non-Preemptive Scheduling*?

(b) [4 Punkte] Geräteverwaltung

Nennen Sie 4 Arten von Devices, die an einen Computer angeschlossen sein können. Geben Sie jeweils an, ob Echtzeitfähigkeit erwünscht ist oder nicht.

## Aufgabe 6: Multimedia-Datenspeicher [5+15=20 Punkte]

(a) [3+2=5 Punkte] Optische Speicher

(i) [3 Punkte] Erklären Sie *kurz*, warum es in der Regel möglich ist, mehrere **beliebige** Dateien mit kontinuierlichen Daten gleichzeitig von einer Festplatte abzuspielen, aber nicht von einer CD-ROM.

(ii) [2 Punkte] Welches Verfahren kann man beim Schreiben der Daten auf den Datenträger nutzen, um auch von einer CD-ROM mehrere **bestimmte** Dateien mit kontinuierlichen Daten abzuspielen?

(b) [15 Punkte] Disk Scheduling für kontinuierliche Datenströme

Betrachtet wird ein vereinfachter Video-on-demand Server, der drei MPEG-I Videos (Video A, B und C) auf einer Festplatte verschränkt gespeichert hat. Abbildung 4 stellt den relevanten Ausschnitt der Festplatte mit den zu den Vi-

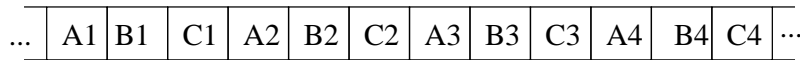


Abbildung 4: Positionierung der Videodaten der Videos A, B und C.

deos gehörenden Blöcken dar. Die Blockgröße für jeden dieser Blöcke beträgt dabei 1 Mbit ( $10^6$  bit). Für jeden der drei Videoströme steht ein Ringpuffer mit jeweils einer Kapazität von 1,8 Mbit zur Verfügung, in den die Daten von der Festplatte geschrieben werden, und von dem jeweils mit CTL Strategie (*constant time length*) im Abstand von einer Sekunde ein Block von einer Sekunde Videodaten gelesen wird (der darauf folglich im Puffer überschrieben werden kann).

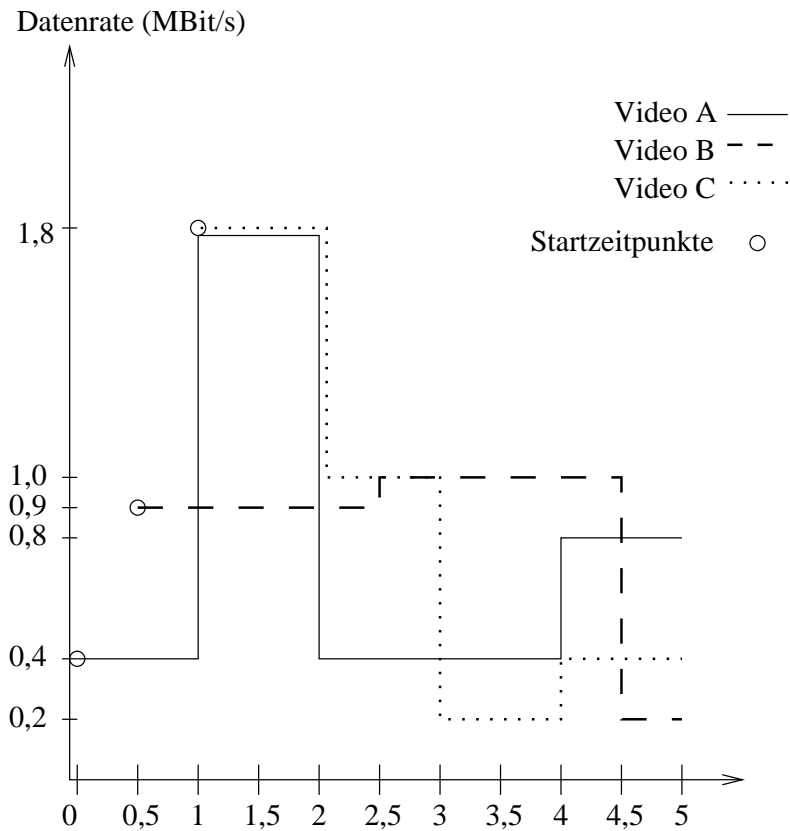


Abbildung 5: Datenrate der Video A, B und C in den ersten fünf Sekunden.

Abbildung 5 zeigt die Datenrate der Videos A, B und C im Zeitverlauf. Hier sollen nur die ersten fünf Sekunden der Übertragung betrachtet werden (Beachte die unterschiedlichen Startzeitpunkte der Videos).

- Bestimmen Sie die ideale Lesereihenfolge der Blöcke, so daß *die Bewegung des Festplattenkopfes minimal ist*, unter Berücksichtigung der sich aus den Angaben ergebenden Deadlines. Machen Sie den Lösungsweg deutlich.

Anmerkungen und Hinweise:

- Nehmen Sie zur Vereinfachung an, daß der Zeitbedarf zum Lesen eines Blocks (inklusive Positionierung) und zum Füllen des Puffers mit diesem Block gleich Null ist.
- Beachten Sie, daß ein Pufferbereich erst wieder überschrieben werden kann, nachdem der vorherige Inhalt vollständig gelesen wurde.
- Die Position des Lesekopfes im Zeitpunkt 0 ist A1.
- Beim Speichern der Daten wurde die CDL Strategie (*constant data length*) verwendet, d.h. alle Datenblöcke beinhalten genau 1 Mbit an Videodaten.
- Überlegen Sie sich als erstes, wie die Belegung der einzelnen Blöcke auf der Festplatte aussieht.

