

## Hauptdiplomklausur Informatik September 1999: 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 (**9** 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	15	
2	13	
3	20	
4	16	
5	18	
6	18	
Summe	100	

# Aufgabe 1: Verlustfreie Kompression [5+10=15 Punkte]

(a) [5 Punkte]

Gegeben sei ein Alphabet  $\Sigma = \{A, B, C, D\}$  und eine Information  $S = (A, B, A, B, C, D, A, A)$ , die aus den Zeichen des Alphabetes besteht. Berechnen Sie einen optimalen Huffman-Code für jedes Zeichen  $c$  des Alphabetes und codieren Sie die Information  $S$  mit Hilfe Ihres Huffman-Codes.

(b) [4+4+1+1=10 Punkte]

Sie benötigen nun eine schnelle Implementierung eines Huffman-Decoders für Huffman-codierte Informationen. Sie haben sich dazu entschlossen, mit Hilfe von Lookup-Tables zu arbeiten. Die Lookup-Table enthält für jeden Huffman-Code das entsprechende Zeichen sowie die Länge des Codes in Bits.

Betrachten Sie folgendes Beispiel:

Gegeben sei ein Huffman-Code für die vier Zeichen  $\{A, B, C, D\}$ :

Zeichen	Huffman-Code
A	0
B	10
C	110
D	111

Die zu dieser Codierung gehörende Lookup-Table sieht folgendermaßen aus:

Huffman-Code	Anzahl-Bits	Zeichen
000	1	A
001	1	A
010	1	A
011	1	A
100	2	B
101	2	B
110	3	C
111	2	D

- (i) [4 Punkte] Geben Sie eine Konstruktionsvorschrift für eine solche Lookup-Table in Pseudocode an.
- (ii) [4 Punkte] Geben Sie einen Algorithmus zum Dekodieren einer codierten Information in Pseudocode an.
- (iii) [1 Punkt] Wie verhält sich die Dekodierungszeit der einzelnen Huffman-Codes? Begründen Sie Ihre Antwort!
- (iv) [1 Punkt] Wie verhält sich der Speicherbedarf der Lookup-Table in Abhängigkeit von der Länge  $L$  des Codewortes, welches am seltensten vorkommt? Begründen Sie Ihre Antwort!

## **Aufgabe 2: Verlustbehaftete Kompression [4+4+2+2+1=13 Punkte]**

- (a) [4 Punkte] Beschreiben Sie kurz und stichpunktartig die verschiedenen Arbeitsschritte für die JPEG-Kompression (encoding).
- (b) [4 Punkte]  
Erläutern Sie, in welchem Arbeitsschritt des JPEG-Verfahrens die eigentliche Kompression erfolgt! Welche wahrnehmungspsychologischen Erkenntnisse nutzt dieser Schritt aus?
- (c) [2 Punkte]
- (i) [1 Punkt] Für welche Art von Bilddaten eignet sich JPEG besonders? Warum?
  - (ii) [1 Punkt] Für welche Bilddaten ist JPEG ungeeignet? Warum?
- (d) [2 Punkte]
- (i) [1 Punkt] Durch einen Übertragungsfehler wird ein DC-Koeffizient eines Helligkeitswertes verändert. Beschreiben Sie den entstehenden Bildfehler.
  - (ii) [1 Punkt] Durch einen Übertragungsfehler wird der letzte AC-Koeffizient eines Blocks für die Helligkeitswerte verändert. Beschreiben Sie den entstehenden Bildfehler.
- (e) [1 Punkt] Durch welche Verfahren erreicht man bei MPEG eine höhere Kompression als bei M-JPEG? Welche Eigenschaft von Videos (im Vergleich zu Einzelbildern) wird dabei genutzt?

## Aufgabe 3: Dienstgütemerkmale [5+15=20 Punkte]

(a) [5 Punkte] Beantworten Sie bitte kurz folgende Fragen:

1. Wodurch kann es zu Delayjitter im LAN bzw. im WAN kommen?
2. Welche Maßnahme kann der Empfänger eines multimedialen Datenstroms treffen, um Delayjitter auszugleichen?
3. Welcher andere QoS Parameter muß dafür etwas einbüßen?

(b) [15 Punkte] Sprachübertragung:

Bei der Übertragung von multimedialen Daten, insbesondere bei der Übertragung von Sprache in Echtzeit, spielt der QoS Parameter *delay* eine wesentliche Rolle. Auf dem Übertragungsweg von Sender zu Empfänger kann *delay* an verschiedenen Teilstücken auftreten. Um das Ende-zu-Ende *delay* der übertragenen Sprache möglichst gering zu halten, sind Dienstgüteanforderungen an das Netz zu stellen.

Im folgenden nehmen wir an, daß das für die Übertragung benutzte WAN Dienstgütegarantien bzgl. der zu übertragenden minimalen Datenrate und des maximalen Delays unterstützt. Das Netzscenario ist vereinfacht in Abbildung 1 dargestellt.

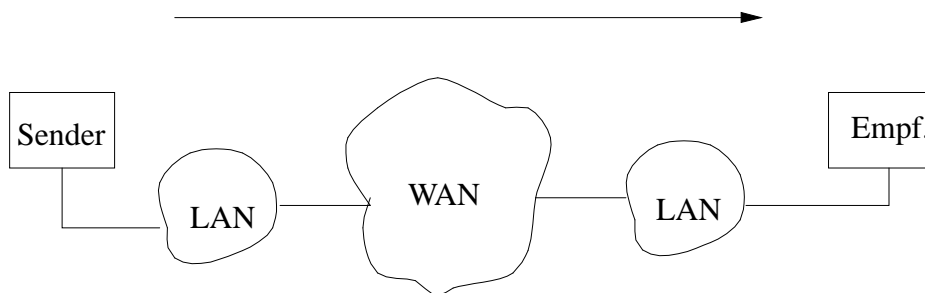


Abbildung 1: Vereinfachtes Netzscenario.

Zur Vereinfachung nehmen wir desweiteren an, daß die PCM Soundkarten der Endsysteme kein Delay erzeugen und daß durch Prozeßscheduling in den Betriebssystemen der Endsysteme zusammen pro übertragenem Paket ein durchschnittliches Delay von 1 ms anfällt. Desweiteren komme durchschnittlich pro übertragenem Paket für Medium Access Control in den LANs bei Sender und Empfänger zusammen 1 ms delay hinzu.

Nehmen Sie weiterhin an, daß die Paketgröße eines Audiopaketes 64 bytes beträgt (*Hinweis: beachten Sie das daraus resultierende Paketdelay !*).

Weiteres Delay, soweit im folgenden nicht angegeben, kann vernachlässigt werden.

1. Übertragen wird 8kHz PCM Audio mit 8 bit Quantisierung. Welche QoS Anforderung bzgl. *maximales Delay* muß an das WAN gestellt werden, damit das durchschnittliche Ende-zu-Ende Delay den Wert von 200 ms nicht überschreitet?
2. Übertragen wird G.723.1 kodierte Audio mit einer Bitrate von 5300 bps. Für die Kodierung/Dekodierung eines Paketes von PCM Audio zu G.723.1 benötigte der verwendete Hardwarekodierer und -dekodierer zusätzlich jeweils 40 ms. Welche QoS Anforderung (*maximales Delay*) muß nun an das WAN gestellt werden, um ein durchschnittliches Ende-zu-Ende Delay von 200 ms nicht zu überschreiten?
3. Nehmen Sie an, das verwendete WAN kann bestenfalls ein maximales Delay von 50 ms garantieren. Wie groß darf die Paketgröße bei dem obigen G.723.1 Audiostrom dann maximal sein, wenn das durchschnittliche Ende-zu-Ende Delay 200 ms nicht überschreiten soll?

## Aufgabe 4: Layered Encoding [2+1+9+4=16 Punkte]

Im Rahmen einer Teleteaching-Veranstaltung wollen Sie ein MPEG-kodiertes Video vorführen. Das Video soll per Multicast an die verschiedenen Teilnehmer der Veranstaltung übertragen werden. Da die Teilnehmer über unterschiedlich gute Netzanbindungen verfügen, muß das Video in skalierter Form übertragen werden. Der Einfachheit halber entscheiden Sie sich für eine zeitliche Skalierung, um ein „Umkodieren“ des Videos zu vermeiden.

Die Teilnehmer an der Teleteaching-Veranstaltung verfügen über drei unterschiedliche Arten der Netzanbindung, die komplett zur Übertragung des Videos genutzt werden kann:

Gruppe	Netzanbindung
Gruppe A	Local Area Network mit 100MBit/s
Gruppe B	reservierte ATM Verbindung 352kbit/s
Gruppe C	ISDN 128kbit/s

Das zu übertragende MPEG-Video hat folgende Eigenschaften:

Eigenschaft	Wert
GoP Format	IBBPBB IBBPBB IBB...
Anzahl Bilder pro Sekunde	24
max. Größe eines I-Frames	8 KByte
max. Größe eines P-Frames	6 KByte
max. Größe eines B-Frames	5 KByte

- Ein KByte entspricht 1024 Bytes.
- Ein KBit entspricht 1024 Bits.
- Overheads bei der Netzübertragung sind zu vernachlässigen.

(a) [2 Punkte]

Definieren Sie den Begriff der zeitlichen Skalierung sowie drei weitere Formen der Videoskalierung!

(b) [1 Punkt]

Definieren Sie den Begriff „hierarchische Kodierung von Video“!

(c) [9 Punkte]

Ihre Aufgabe ist es nun, eine sinnvolle zeitliche Skalierung des Videos zu finden. Die Skalierung sollte so gewählt werden, daß die Daten einer jeden Schicht unabhängig von höheren Schichten ist (Beachten Sie, daß B-Frames von I- und P-Frames abhängen und P-Frames von I-Frames abhängen).

Weiterhin sollten die einzelnen Schichten (Layers) so gewählt sein, daß die Bandbreiten der Teilnehmer möglichst optimal genutzt werden. Die Anzahl der Schichten sollte dabei möglichst minimal bleiben.

Geben Sie eine Aufteilung des Videos auf verschiedene Layer an!

(d) [4 Punkte]

Unglücklicherweise bietet IP zur Zeit noch keinerlei Verfahren zur intelligenten Filterung von Datenströmen innerhalb des Netzes. D.h. im Falle eines Engpasses werden Pakete zufällig verworfen.

Beschreiben Sie eine Methode, um auch ohne aktive Filterung den von Ihnen entworfenen hierarchisch kodierten Videostrom per Multicast an die Teilnehmer zu versenden.

## **Aufgabe 5: Betriebssysteme/Datenspeicher [4+2+12=18 Punkte]**

(a) [4 Punkte] Reservierung von Betriebsmitteln

Welche Verfahren zur Reservierung von Betriebsmitteln kennen Sie? Beschreiben Sie jeweils kurz ihre Charakteristika.

(b) [2 Punkte] Echtzeit

(i) [1 Punkt] Was versteht man unter einem echtzeitfähigen Prozeß?

(ii) [1 Punkt] Warum stellt man in der Multimediatechnik meist geringere Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Datenübertragung als in „traditionellen“ Systemen?

(c) [12 Punkte] Scheduling-Verfahren

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

(ii) [6 Punkte] Nennen Sie ein Beispiel für einen Prozeß, der bei der Anwendung des Algorithmus *Earliest Deadline First* einen gültigen Ablauf erzeugt während derselbe Prozeß unter *Ratenmonotonem Scheduling* eine „deadline-violation“ hervorruft.

(iii) [4 Punkte] Wie läßt sich das Phänomen von Teilaufgabe (ii) durch eine Formel beschreiben?



## Aufgabe 6: Inhaltsanalyse multimedialer Datenströme [10+8=18 Punkte]

(a) [10 Punkte] Audio-Analyse: Empfindung von Lautstärke

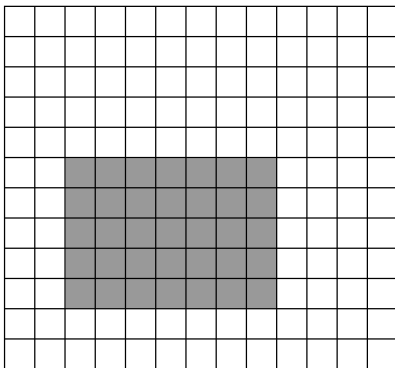
Gegeben seien die Töne  $T_1$  und  $T_2$  mit der Frequenz  $f_1$  bzw.  $f_2$  und der Intensität  $I_1$  bzw.  $I_2$  ( $f_1 \neq f_2, f_1 \neq 1kHz, f_2 \neq 1kHz$ ). Beschreiben Sie die Vorgehensweise zur Ermittlung des empfindungsbezogenen Lautheitsunterschieds der beiden Töne. Benennen und erklären Sie die unterschiedlichen Maße, die in Ihrer Beschreibung Verwendung finden.

(b) [8 Punkte] Video-Analyse: Optischer Fluß

Untenstehende Abbildung zeigt zwei aufeinanderfolgende Bilder einer Videosequenz in der sich ein graues Rechteck auf weißem Hintergrund von links unten nach rechts oben bewegt. Zum besseren Verständnis ist jeweils das Pixelraster in beiden Bildern angegeben.

Geben Sie an, was man unter optischem Fluß versteht und erläutern Sie anhand des Beispiels die Probleme, die bei dessen Berechnung auftreten.

Zeitpunkt  $T = 0$



Zeitpunkt  $T = 1$

