

## Hauptdiplomklausur Informatik Februar 2004: 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 (**10** Seiten).
3. Tragen Sie die Lösungen – soweit möglich – direkt in die Klausur ein.
4. Zugelassene Hilfsmittel: nicht programmierbarer Taschenrechner
5. Bearbeitungszeit: 100 Minuten.
6. Unterschreiben Sie die Klausur bitte auf der letzten Seite.

Aufgabe	max. Punktzahl	Punkte
1	21	
2	28	
3	14	
4	5	
5	6	
6	18	
7	8	
Summe	100	

## Aufgabe 1: Multimedia Inhaltsanalyse [21 Punkte]

(a) [Teilaufgabe insgesamt: 7 Punkte] Color Coherence Vectors (CCV)

- (i) [2 Punkte] Was beschreibt ein Color Coherence Vector (CCV)?
- (ii) [2 Punkte] Welche Rückschlüsse kann man (wenn möglich) von einem CCV auf ein Histogramm ziehen bzw. umgekehrt?
- (iii) [3 Punkte] Was bedeutet der Begriff der Nachbarschaft in diesem Zusammenhang und welchen Einfluss haben unterschiedliche Definitionen der Nachbarschaft auf den CCV?

(b) [Teilaufgabe insgesamt: 3 Punkte] Gradienten

Gegeben sei ein Urbild mit Grauwerten. Von diesem werde ein Gradientenbild abgeleitet, in dem die Beträge der Gradienten eingetragen werden.

- (i) [1 Punkt] Welche Grauwertverteilung im Urbild erzeugt große Werte im Gradientenbild, welche kleine?
- (ii) [2 Punkte] Welche Änderungen beobachtet man im Gradientenbild, wenn man die Grauwerte im Urbild invertiert? Wie kommt dieses Phänomen zustande?

(c) [Teilaufgabe insgesamt: 11 Punkte] Time-Warping

Gegeben seien folgende beiden Signale:

Signal 1:	7	1	4	8	3
Signal 2:	6	8	5	0	4

- (i) [5 Punkte] Führen Sie das Time-Warping Verfahren (das Sie aus der Vorlesung für den Vergleich von Audio-Signalen kennen) für die oben angegebenen beiden Signale durch. Man sollte erkennen, welche Werte des ersten Signales welchen Werten des zweiten Signales zugeordnet werden.
- (ii) [1 Punkt] Welche Bedeutung hat der Kostenwert rechts unten in der Time-Warping-Tabelle?
- (iii) [2 Punkte] Geben Sie ein geeignetes Maß an, welches die Stärke der Verzerrung der Signale gegeneinander widerspiegelt.
- (iv) [3 Punkte] Die Tabellen für das Time-Warping können je nach Länge des Signales sehr groß werden. Wie könnte man Speicherplatz sparen, wenn nur der finale Kostenwert, nicht aber der optimale Weg durch die Tabelle von Interesse ist?

## Aufgabe 2: Video- und Audiokodierung [28 Punkte]

(a) [Teilaufgabe insgesamt: 16 Punkte] MPEG-Kodierung

- (i) [2 Punkte] Nennen Sie die vorhandenen Frametypen in MPEG-2. Welche Informationen werden benötigt, damit der jeweilige Frametyp dekodiert werden kann?
- (ii) [3 Punkte] Wie werden die einzelnen Frametypen komprimiert? Welche Schritte sind verlustbehaftet?
- (iii) [3 Punkte] Nennen Sie wesentliche Verbesserungen von MPEG-2 im Vergleich zu MPEG-1.
- (iv) [2 Punkte] Was versteht man unter Profiles und Levels in MPEG-2? Geben Sie ein Beispiel an.
- (v) [6 Punkte] Zeichnen Sie ein Blockschaltbild eines MPEG-Encoders, das mindestens aus den folgenden Komponenten besteht: IDCT, DCT, Entropy Encoder, Quantizer, Inverse Quantizer, Motion Estimation, Motion Compensation und zwei Bildspeichern.

(b) [Teilaufgabe insgesamt: 12 Punkte] Audio-Kodierung

- (i) [1 Punkt] Was versteht man unter Quantisierung?
- (ii) [2 Punkte] Alle  $100\mu\text{s}$  (1 Mikrosekunde sind  $10^{-6}$  Sekunden) wird ein Stereosignal abgetastet. Dabei sollen 1024 unterschiedliche äquidistante PCM-Quantisierungsstufen möglich sein. Welches ist die maximale Frequenz, die aus dem Signal ermittelt werden kann? Wieviele Bytes werden zum Aufzeichnen eines Signals einer Länge von 5 Sekunden benötigt?

- (iii) [9 Punkte] Es soll ein Programm entwickelt werden, das ein abgetastetes Audiosignal neu quantisiert und dabei die Abtastrate reduziert. Die ursprünglichen Samples sind als Fließkommawerte im Feld *source* abgelegt, die quantisierten Samples sollen als ganze Zahlen im Feld *dest* gespeichert werden. *freq\_source* ist die Frequenz, mit der das ursprüngliche Signal abgetastet wurde. Die Abtastfrequenz im quantisierten Signal ist *freq\_dest*. Die Werte der Amplitude des Ursprungsignals liegen als Gleitkommawerte im Intervall  $[-A;A]$ . Die linear quantisierten Werte sind ganze Zahlen im Intervall  $[0;T]$ . Der Zugriff auf das *i*-te Sample erfolgt über *source[i]* bzw. *dest[i]*.

Beispiel:

```
N           = 1000; // Anzahl der Samples in source
freq_source = 44100; // Samplerate von source in Hz
freq_dest   = 8000; // gewünschte Samplerate von dest in Hz
A           = 3;    // Amplitude liegt zwischen -3V und 3V
T           = 255; // die quantisierten Werte liegen
                // zwischen 0 und 255
```

Entwerfen Sie einen Algorithmus in C, Java oder Pseudocode, der die Quantisierung eines Signals durchführt. Eine Verringerung der Abtastrate von *freq\_source* nach *freq\_dest* soll dabei möglich sein.

```
const int N = 1000;
void Quantization (double *source, int *dest,
                  double freq_source, double freq_dest,
                  double A, int T)
{
```

### Aufgabe 3: Multimediakommunikation [14 Punkte]

(a) [3 Punkte] Erklären Sie die Begriffe Unicast, Multicast und Broadcast

(b) [Teilaufgabe insgesamt: 11 Punkte] Multicast-Verbindung

Gegeben sei das in Abbildung 1 dargestellte Netzwerk. Die Kosten im Netzwerk ergeben sich durch die Anzahl der Hops. Es gelten folgende Eigenschaften: *Alle* Knoten erfüllen die Funktion eines Routers. Der Knoten S arbeitet außerdem als Sender, die Knoten K, L und M sind Empfänger.

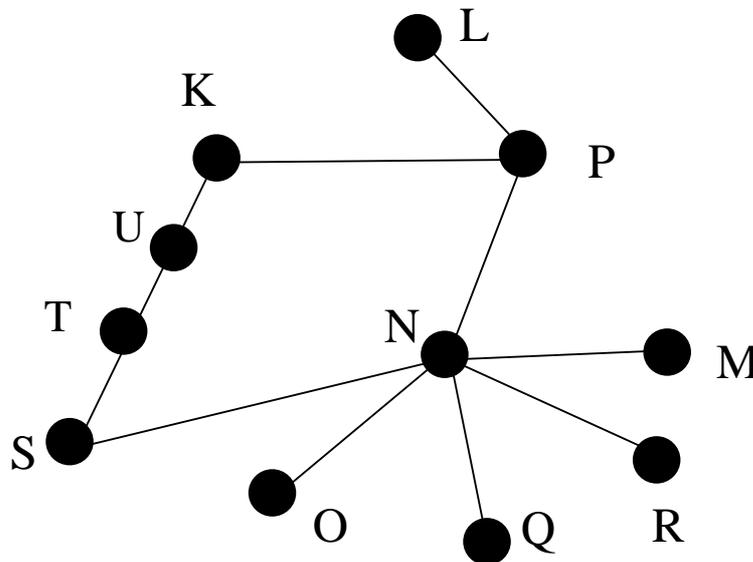


Abbildung 1: Multicast-Netzwerk

Der hop-counter ist auf 5 eingestellt. Der Sender sendet mit jeder Runde ein Paket zu den Empfängern, beginnend mit der ersten Runde. Insgesamt dauert die Übertragung 10 Runden.

(i) [5 Punkte] Flooding

Das Multicast-Netz wird im Flooding-Betrieb benutzt. Wieviele Pakete empfängt Knoten K? Wieviele Pakete kommen bei Knoten N an?

(ii) [6 Punkte] Reverse Path Multicast (RPM)

Der Netzwerkverwalter ist über die hohe Netzlast entsetzt und beschliesst nun den Reverse Path Multicast Algorithmus (RPM) einzusetzen. Die "Prune"-Nachrichten werden nun alle 2 Runden versendet, beginnend mit der ersten Runde. Wieviele Pakete (inkl. etwaiger Prune-Nachrichten) erhält nun der Knoten K? Wieviele Pakete (inkl. etwaiger Prune-Nachrichten) empfängt

der Knoten N? War der Wechsel des Verfahrens unter dem Aspekt der Netzlast sinnvoll? Begründen Sie Ihre Entscheidung, nennen Sie hierzu insbesondere Beurteilungskriterien und wenden Sie diese auf den Sachverhalt an.

## **Aufgabe 4: Optischer Speicher [2+3=5 Punkte]**

(a) [2 Punkte] Channel-Bit-Codierung

Gegeben sei folgende Pit/Land-Sequenz auf einer CD-Rom: PLLLLPPLLLLPP, das der Sequenz vorhergehende Symbol war ein Pit. Wie lautet die dazu passende Bit-Sequenz, wenn man von einer Eight-to-Fourteen Modulation ausgeht?

(b) [3 Punkte] Fehlerkorrektur auf einer CD-Rom

Erklären Sie verbal, basierend auf der CD-Struktur, wie die Fehlerkorrektur einer Daten-CD-Rom aufgebaut ist. Nennen Sie die verwendeten Verfahren.

## **Aufgabe 5: Scheduling-Algorithmen [6 Punkte]**

(a) [6 Punkte] First Come, First Serve (FCFS), Shortest Seektime First (SSTF)

Ein Festplatten-Server steht im Moment auf Position 57, die Laufrichtung zeigt in Richtung der höheren Blocknummern. Das Laufwerk ist in der Lage, drei Anforderungen gleichzeitig zu speichern. Es kommen nun nacheinander Anforderungen, die folgenden Blöcke zu lesen:

74, 57, 41, 69, 49, 54, 56, 78, 27, 45.

In welcher Reihenfolge werden die Blöcke bei folgenden Zugriffsverfahren abgearbeitet: First Come, First Serve? Shortest Seektime First?

## Aufgabe 6: Verlustfreie Kompression [6+8+4=18 Punkte]

Die DNA - Grundbauplan aller Lebewesen - ist aus 4 verschiedenen, etwa gleichhäufig auftretenden Aminosäuren aufgebaut, die mit "G", "A", "T" und "C" abgekürzt werden. Um mit diesen vier Buchstaben die menschliche DNA abzubilden, sind als ASCII-Datei ca. 2 Gigabyte an Daten notwendig - das ist zu aufwendig.

- (a) [Teilaufgabe insgesamt: 6 Punkte] Vorüberlegungen
- (i) [2 Punkte] Überlegen Sie, warum die reine Huffman-Kodierung für die hier angeführte Anwendung nicht sinnvoll wäre; begründen Sie ihre Antwort.
  - (ii) [4 Punkte] Erklären Sie grob, wie Lempel-Ziv-Welch-Kompression und Dekompression funktioniert und welchen entscheidenden Vorteil sie gegenüber den meisten anderen Kompressionsverfahren hat.
- (b) [8 Punkte] Führen Sie den Lempel-Ziv-Welch-Algorithmus beispielhaft an der unten aufgeführten Gen-Sequenz aus. Die Codetabelle ist zu Beginn der Kompression mit den 4 Grundzeichen initialisiert, wie in der Tabelle dargestellt; die restlichen Zellen sind von Ihnen zu füllen (zu beachten: einige Zellen könnten nach Beendigung des Algorithmus leer bleiben). Schreiben Sie auch die auszugehenden Indizes, durch Kommata getrennt, in eine Zeile.

gccccgcagggcagccccccacccgcccgcctcctgcaccgag

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
g	a	t	c												
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

- (c) [4 Punkte] Würden die aus Aufgabenteil (b) resultierenden Zahlenwerte als normale Integer-Werte (jeweils 2 oder 4 Byte) gespeichert werden, wäre die Kompression suboptimal. Entwickeln Sie einen Weg, die Codes möglichst optimal zu speichern und beschreiben Sie diesen ausführlich. Berücksichtigen Sie dabei, dass der resultierende Bitstrom vom Dekodierer wieder fehlerfrei einlesbar sein muss. Sie können einige Zeichen der Eingabesequenz aus Aufgabe (b) zur Veranschaulichung verwenden.

Hinweis: Gehen Sie davon aus, dass Ihnen Methoden zur Verfügung stehen, die Zahlenwerte unter Angabe einer dafür zu verwendenden Bitlänge in einen Bitstrom schreiben und wieder einlesen können.

## Aufgabe 7: Block Truncation Coding (BTC) [8 Punkte]

Formeln für BTC:

$$\mu = \frac{1}{NM} \sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^M Y_{y,x} \quad \sigma = \sqrt{\frac{1}{NM} \sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^M (Y_{y,x} - \mu)^2} \quad (1)$$

$$a = \mu - \sigma \sqrt{p/q} \quad b = \mu + \sigma \sqrt{q/p} \quad (2)$$

$p$  bezeichnet die Anzahl der helleren Pixel und  $q$  die Anzahl der dunkleren Pixel.

- (a) [2 Punkte] Funktionsweise

Beschreiben Sie kurz die Funktionsweise des BTC Verfahrens.

- (b) [6 Punkte] Erhaltung des Mittelwertes

Zeigen Sie, dass die Grauwerte  $a$  und  $b$  für das komprimierte Bild gerade so gewählt wurden, dass der mittlere Grauwert aus dem originalen Bild erhalten bleibt (schreiben Sie ggfs. wenigstens den aus der Übung bekannten Ansatz auf).