

Hauptdiplomklausur Informatik Februar 2003: 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 (**22** 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	12	
3	13	
4	7	
5	21	
6	6	
7	21	
Summe	100	

Aufgabe 1: Kompressionsalgorithmen [20 Punkte]

(a) [2+3+2+2+2+4=15 Punkte] Huffman-Kodierung

Gegeben sei ein Alphabet $\Sigma = \{A, B, C, D, E, F\}$ und die folgende Zuordnung der Zeichen des Alphabets zu Huffman-Codes:

A	B	C	D	E	F
10	00	0101	11	0100	011

(i) [2 Punkte] Erstellen Sie auf der Grundlage dieser Zuordnung einen Dekodierbaum.

(ii) [3 Punkte] Bei der Erzeugung des Dekodierbaums wurden Auftrittswahrscheinlichkeiten für jedes Zeichen des Alphabets zugrunde gelegt. Geben Sie eine gültige Wahrscheinlichkeitsverteilung an.

- (iii) [2 Punkte] Welche Bitlänge erwarten Sie für einen zu kodierenden Text mit 2000 Zeichen, deren Auftretshäufigkeiten Ihren Annahmen aus ii) entsprechen?
- (iv) [2 Punkte] Neben einem Dekodierbaum besteht noch die Möglichkeit, eine Dekodiertabelle zu verwenden. Erzeugen Sie die Tabelle für die gegebenen Huffman-Codes.

(v) [2 Punkte] Vergleichen Sie die beiden Verfahren zur Dekodierung von Huffman-Codes (Dekodierbaum oder Dekodiertabelle). Nennen Sie Vorteile und Nachteile beider Verfahren.

(vi) [4 Punkte] Nennen Sie in Stichpunkten Vorteile der Huffman-Codierung im Vergleich zur:

- Lempel-Zif-Codierung
- Lauflängenkodierung
- Kompression von JPEG-Bildern

(b) [5 Punkte] Kompression

Sie wollen eine Datenbank mit Bildern erzeugen, in denen Firmenlogos gespeichert werden. Alle Logos enthalten maximal zwei Farben und bestehen vorwiegend aus Linien und/oder monochromen Flächen. Da die Logos verlustfrei komprimiert und schnell dekodiert werden sollen, entscheiden Sie sich keine DCT- oder Wavelet-basierten Verfahren zu verwenden.

Beschreiben Sie ein Verfahren, mit dem besonders effizient Logos komprimiert werden können. Gehen Sie dabei auf die besonderen Bildeigenschaften von Firmenlogos ein.

Aufgabe 2: Transformation [12 Punkte]

(a) [1+2+6+3=12 Punkte] Transformationskodierung

Nachdem ein Bild aufgenommen wurde, liegt es im Ortsraum vor. Nach einer Fouriertransformation erhält man das gleiche Bild im Frequenzraum.

(i) [1 Punkt] Ist es möglich, anhand bestimmter Koeffizienten einer Frequenzdarstellung abzulesen, was ein Signal an einer bestimmten Stelle macht? Begründen Sie Ihre Antwort.

(ii) [2 Punkte] Warum hat ein Waveletkoeffizient Auswirkungen sowohl auf den Orts- wie auf den Frequenzraum?

(iii) [6 Punkte]

Gegeben sei folgendes Signal: 2 3 6 1 4 5 4 4

Zerlegen Sie das Signal zwei Stufen weit mit dem Haar Filter.

Hochpassfilter: -1 / +1

Tiefpassfilter: +0,5 / +0,5

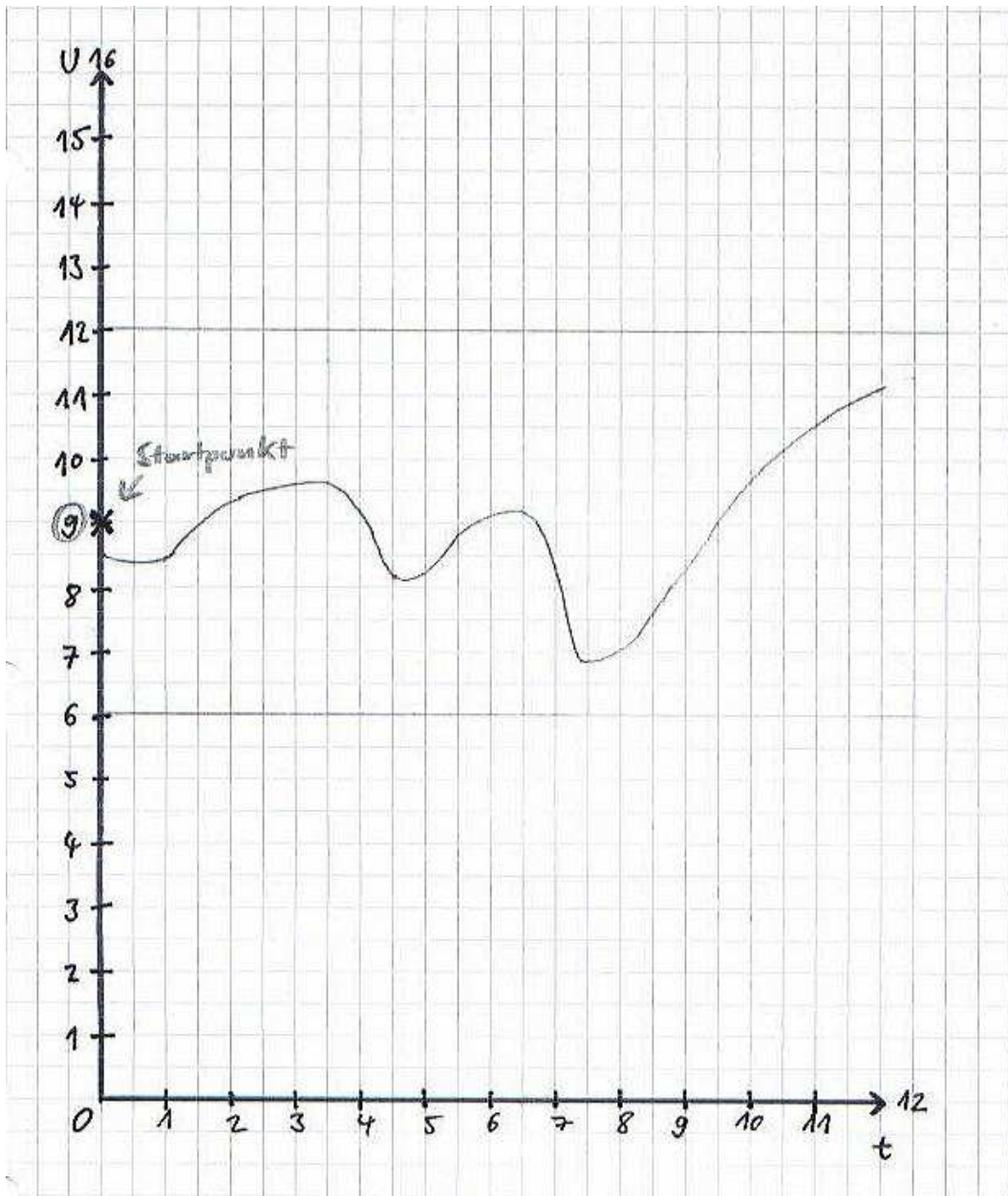
(iv) [3 Punkte]

Im obigen Beispiel enthält der Hochpassfilter unterschiedliche Vorzeichen, der Tiefpassfilter jedoch nur gleiche. Ist es grundsätzlich möglich, einen Waveletfilter zu konstruieren, bei dem dies umgekehrt ist? (Kurze Antwort)

Aufgabe 3: Audio [13 Punkte]

(a) [8 Punkte] Audiosignal

Ein Audiosignal werde zur Digitalisierung durch ein Mikrofon in ein analoges Signal umgewandelt, welches durch 16 Intervalle quantisiert wird. Die kleinste Einheit des digitalen Signals soll 1V betragen.



(i) [1 Punkt] Wieviele Bits werden zur Codierung einer einzelnen Abtastung bei PCM benötigt?

(ii) [1 Punkt] Wie viele Bits werden bei der Deltamodulation verwendet?

(iii) [4 Punkte] Zeichnen Sie den Verlauf des mit der PCM-Kodierung und des mit der Deltamodulation erzeugten Signals ein.
Wie lautet die jeweilige Wertereihe?

(iv) [2 Punkte] Bei der Delta Modulation können durch sich schnell ändernde Signale Kodierungsfehler auftreten.
Geben Sie eine Kodierung *speziell für dieses Signal* an, welches mit einer minimalen Anzahl von Bits auskommt und geben Sie die entsprechende Wertetabelle an.

(b) [3 Punkte] Signalanalyse, DFT, Formel

(i) [2 Punkte] Erklären Sie Ziel und Methode der Signalanalyse mit DFT. Errechnen Sie aus folgenden Daten, die Anzahl der zu betrachtenden Frames: Musiklänge $M = 4$ min, Betrachtungsintervall $N = 20$ ms, bei einer Überlappung von $o = 5$ ms, Anzahl der Frames $f = ?$

(ii) [1 Punkt] Was besagt folgende Formel:

$$\text{sign}(s(n)) = \begin{cases} 1: & s(n) \geq 0 \\ -1: & s(n) < 0 \end{cases}$$

$$Z_s(m) = \frac{1}{N} \sum_{n=m-N+1}^m \frac{\text{sign}(s(n)) - \text{sign}(s(n+1))}{2}$$

Wie wirken sich niedrige Frequenzen auf diese Formel aus?

(c) [2 Punkte] Silence-Detection, MIDI-Datenbanken

(i) [1 Punkt] Erläutern Sie anhand einer kleinen Skizze das Konzept der "Silence Detection".

- (ii) [1 Punkt] Wie lautet der Suchstring, der diesem Teil einer Melodie aus Mozarts Zauberflöte entspricht?
(* = start, S = same tone, U= up, D= down)



Aufgabe 4: Animationen [7 Punkte]

(a) [4 Punkte] Computeranimation

Beschreiben Sie ausführlich die *4 Schritte*, die zur Erstellung von Computeranimationen notwendig sind.

(b) [1 Punkt] Double-Buffering

Erläutern Sie kurz das Konzept des *Double Buffering*

(c) [2 Punkte] Computeranimation

Welche beiden Arten der Repräsentation gibt es bei der *Übertragung von Animationen* und worin unterscheiden sie sich im Wesentlichen?

Aufgabe 5: Bildkompression [21 Punkte]

(a) [4 Punkte] YUV-Farbmodell

Farbwerte aus dem RGB-Farbmodell können mittels folgender Gleichungen in das YUV-Farbmodell umgerechnet werden:

$$y = 0,299r + 0,587g + 0,144b$$

$$u = b - 0,565y$$

$$v = r - 0,713y$$

$$r, g, b \in [0, 1]$$

(i) [1 Punkt] Welchen Vorteil hat das YUV-Farbmodell gegenüber dem RGB-Modell? Wann würde man ein im RGB-Modell gespeichertes Bild in das YUV-Modell umrechnen?

(ii) [3 Punkte] Welche Farbe ist durch $(y=0,85; u=0,03; v=0,30)$ charakterisiert? Berechnen Sie zunächst die Rot-, Grün- und Blauintensitäten und beschreiben Sie dann den Farbton mit wenigen Worten. Geben Sie den Rechenweg an, runden Sie dabei stets auf drei Nachkommastellen.

(b) [11 Punkte] Color Cell Compression

Gegeben sei ein Bild mit 4x4 Pixeln. Die Farbwerte der einzelnen Pixel sind in der unten stehenden Tabelle angegeben.

Rot r=1 g=0 b=0	Gelb r=1 g=1 b=0	Grün r=0 g=1 b=0	Cyan r=0 g=1 b=1
Gelb r=1 g=1 b=0	Grün r=0 g=1 b=0	Cyan r=0 g=1 b=1	Blau r=0 g=0 b=1
Grün r=0 g=1 b=0	Cyan r=0 g=1 b=1	Blau r=0 g=0 b=1	Magenta r=1 g=0 b=1
Cyan r=0 g=1 b=1	Blau r=0 g=0 b=1	Magenta r=1 g=0 b=1	Schwarz r=0 g=0 b=0

- (i) [7 Punkte] Führen Sie anhand dieses Bildes den CCC (Color Cell Compression) Algorithmus vor. Die Blockgröße ist dabei identisch mit der Bildgröße. Schreiben Sie einen detaillierten und kommentierten Rechenweg auf und geben Sie die resultierenden, zu speichernden Daten an. Runden Sie wenn nötig stets auf jeweils drei Nachkommastellen.
Hinweis: Farbwerte werden mit jeweils drei Bytes gespeichert (ein Byte pro Farbkanal).

- (ii) [1 Punkt] Wie groß ist das komprimierte Bild im Vergleich zum Original (in Prozent)?
- (iii) [3 Punkte] Nennen Sie eine aus der Vorlesung bekannte Verfeinerung des Color Cell Compression Algorithmus und beschreiben Sie diese.

(c) [6 Punkte] Fraktale

(i) [1 Punkt] Erläutern Sie kurz die Idee der Fraktalen Bildkompression.

(ii) [2 Punkte]

Begründen Sie kurz, ob das fraktale Komprimieren oder Dekompimieren von Bildern aufwendig ist (Begründung).

(iii) [3 Punkte] Wie könnte man die Idee der fraktalen Kompression auf die Videokodierung erweitern? Gibt es hier Parallelen zu bestehenden Verfahren?

Aufgabe 6: Optische Medien [6 Punkte]

(a) [3 Punkte] CLV

CLV (constant linear velocity) und CAV (constant angular velocity) sind zwei Verfahren, mit denen in Abhängigkeit zur Position des Lesekopfes die Rotationsgeschwindigkeit von Datenplatten bei Schreib/Lesezugriff bestimmt wird. Welches dieser beiden Verfahren wird bei CD-Playern nach dem Red Book Standard (CD-DA, 1983) angewendet? Beschreiben sie dieses Verfahren und begründen Sie, warum es für diesen Einsatz gewählt wurde.

(b) [3 Punkte] CD-ROM

Einige Jahre nachdem die Audio-CD auf den Markt gekommen ist, wurden Standards entwickelt, um die optischen Speichermedien auch für Computerdaten und Video verwenden zu können. Welche Erweiterungen waren nötig, um auf den ursprünglich nur zur Speicherung digitaler Audiodaten vorgesehenen CDs auch diskrete Computerdaten (Bilder, Texte, Programme etc.) speichern zu können? Kurze Beschreibungen genügen.

Aufgabe 7: Inhaltsanalyse [6+6+9=21 Punkte]

(a) [6 Punkte] Farbsegmentierung

Gegeben sei ein Bild mit Helligkeitswerten wie unten dargestellt. Auf dieses Bild wird ein Region-Growing Algorithmus angewendet, wobei zwei Regionen als homogen angesehen werden, wenn die Helligkeitsdifferenz ≤ 1 beträgt.

```
5 5 5 0 0 0
5 5 5 0 0 0
5 4 3 2 1 0
5 5 5 0 0 0
5 5 5 0 0 0
```

(i) [2 Punkte] Welches Problem wird bei dem angegebenen Bild entstehen?

(ii) [3 Punkte] Schlagen Sie einen verbesserten Algorithmus vor.

(iii) [1 Punkt] Was versteht man unter Übersegmentierung und Untersegmentierung?

(b) [6 Punkte] Szenenwechsel-Erkennung

(i) [3 Punkte] Beschreiben Sie einen einfachen Algorithmus zur Detektion von harten Schnitten in Videosequenzen (natürlichsprachlich oder Pseudocode).

(ii) [3 Punkte] Beschreiben Sie zwei Fälle, in denen Ihr beschriebener Algorithmus nicht korrekt funktionieren wird. Wenn Sie der Meinung sind, dass Ihr Algorithmus perfekt funktioniert, so begründen Sie auch dies.

(c) [9 Punkte] Kantenerkennung

- (i) [6 Punkte] Zur Detektion von vertikalen Kanten soll ein Ableitungsoperator verwendet werden. Als Diskretisierung wird dazu die Filtermaske $[-\frac{1}{2}; 0; \frac{1}{2}]$ verwendet. Implementieren Sie eine Funktion in C, Java, oder einem vernünftigen Pseudocode, welche die Filterantwort für eine Bildzeile `zeile[0..N-1]` berechnet und die Filterantwort in dem gleichen Array speichert. Die Ränder `zeile[0]` und `zeile[N-1]` müssen dabei nicht beachtet werden. Versuchen Sie mit so wenig zusätzlichem Speicher wie möglich auszukommen.

```
int  zeile[];          // Index laeuft von 0 bis N-1

void FilterRow()
{

}

}
```

- (ii) [3 Punkte] Wie müßte man obigen Ansatz zur Kantendetektion erweitern, um am Ende ein binäres Kantenbild zu erhalten? Beschreiben Sie alle wesentlichen Schritte des Algorithmus, beginnend bei einem Graustufenbild als Eingabe bis hin zum binären Kantenbild.

