

## Hauptdiplomklausur Informatik Dezember 2007: Multimedia Technology

Name: \_\_\_\_\_

Matrikel-Nr.: \_\_\_\_\_ Semester: \_\_\_\_\_

Studienfach: \_\_\_\_\_

*Anweisungen:*

1. Füllen Sie bitte sofort den Kopf des Deckblattes aus!
2. Unterschreiben Sie die Klausur auf der letzten Seite!
3. Überprüfen Sie bitte Ihr Klausurexemplar auf Vollständigkeit: **16** Seiten!
4. Tragen Sie die Lösungen — soweit möglich — direkt in die Klausur ein!
5. Zugelassene Hilfsmittel: nicht programmierbarer Taschenrechner
6. Bearbeitungszeit: 100 Minuten

Aufgabe	max. Punktzahl	Punkte
1	6	
2	25	
3	16	
4	15	
5	12	
6	8	
7	18	
Summe	100	

## Aufgabe 1

6 Punkte

### Entropiekodierung

- (a) [3 Punkte] Wie unterscheidet sich die Entropiekodierung 0. Ordnung von der 1. Ordnung? Welche Eigenschaft(en) muss ein String von Zeichen haben, um mit dem einen oder dem anderen Verfahren besser komprimierbar zu sein?
- (b) [3 Punkte] Finden Sie ein Beispiel, in dem ein Verfahren 0. Ordnung gut funktioniert, eines 1. Ordnung aber nicht und umgekehrt.

## Aufgabe 2

25 Punkte

### Bildkomprimierung - JPEG

#### (a) Grundlagen

- i. [1 Punkt] Wodurch erreicht JPEG seine hohen Kompressionsraten?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- ii. [1 Punkt] Wofür steht die Abkürzung DCT?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- iii. [1 Punkt] Warum wird überhaupt eine Transformation verwendet? Was wird transformiert und wohin?

#### (b) JPEG Kompression

##### i. [6 Punkte] Bildaufbereitung

Transformieren Sie den folgenden  $2 \times 2$ -Block (angegeben durch eine separate Darstellung der RGB-Komponenten) in den YUV-Farbraum.

0	255	255	0	0	0
255	0	0	255	0	0
R		G		B	

Verwenden Sie hierfür folgende Formel:

$$Y = 0,299R + 0,587G + 0,114B$$

$$U = \frac{1}{1.771}(B - Y) + 128$$

$$V = \frac{1}{1.402}(R - Y) + 128$$

	76
	149

43	
	43

21	
255	

Y                      U                      V

Komprimieren Sie jetzt den YUV-Raum entsprechend dem JPEG-Verfahren (Mittelwertbildung für U und V).


--

--

Y                      U                      V

ii. [8 Punkte] **DCT**

Im Folgenden soll nur der  $2 \times 2$  Y-Block mittels der DCT transformiert werden. Die DCT-Formel bzgl. eines  $2 \times 2$ -Blockes ist wie folgt definiert:

$$S_{uv} = C(u)C(v) \sum_{x=0}^1 \sum_{y=0}^1 s_{xy} \left( \cos \frac{(2x+1)u\pi}{4} \right) \left( \cos \frac{(2y+1)v\pi}{4} \right)$$

$$C(u) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & u = 0 \\ 1 & u \neq 0 \end{cases}$$

$$C(v) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & v = 0 \\ 1 & v \neq 0 \end{cases}$$

$$\cos \frac{\pi}{4} = 0.7071 \quad \cos \frac{3\pi}{4} = -0.7071$$


Y<sub>DCT</sub>

*Hinweis:* Falls Sie die vorherige Aufgabe nicht lösen konnten, verwenden Sie folgenden Y-Block:

151	79
79	151

Y<sup>alt</sup>

iii. [2 Punkte] **Quantisierung**

Für die Quantisierung gehen Sie von folgender Matrix aus:

8	16
16	32

Q

Quantisieren Sie den aus der vorherigen Aufgabe DCT-transformierten  $Y_{DCT}$ -Block.


$Y_q$

*Hinweis:* Falls Sie die vorherige Aufgabe nicht lösen konnten, verwenden Sie folgenden DCT-transformierten  $Y_{DCT}^{alt}$ -Block:

227	0
0	78

$Y_{DCT}^{alt}$

iv. [6 Punkte] **Entropie**

Für die Kodierung des DC-Koeffizienten können Sie folgenden (im Kodierungsprozeß) vorherigen DCT-transformierten  $Y$ -Block verwenden:

26	0
0	2

$Y'_q$

Für die Lauflängenkodierung verwenden Sie die Notation  $\langle \text{Anzahl, Zeichen} \rangle$ . Geben Sie den Ausgabestring der Entropie-Kodierung für den aus der vorherigen Aufgabe quantisierten  $Y_q$ -Block an.

Kodierter DC-Koeffizient:

Laufängerkodierte AC-Koeffizienten:

Betrachten Sie diesen Ausgabestrom jetzt als einen einzelnen String bestehend aus:

DC Anzahl Zeichen Anzahl Zeichen ...

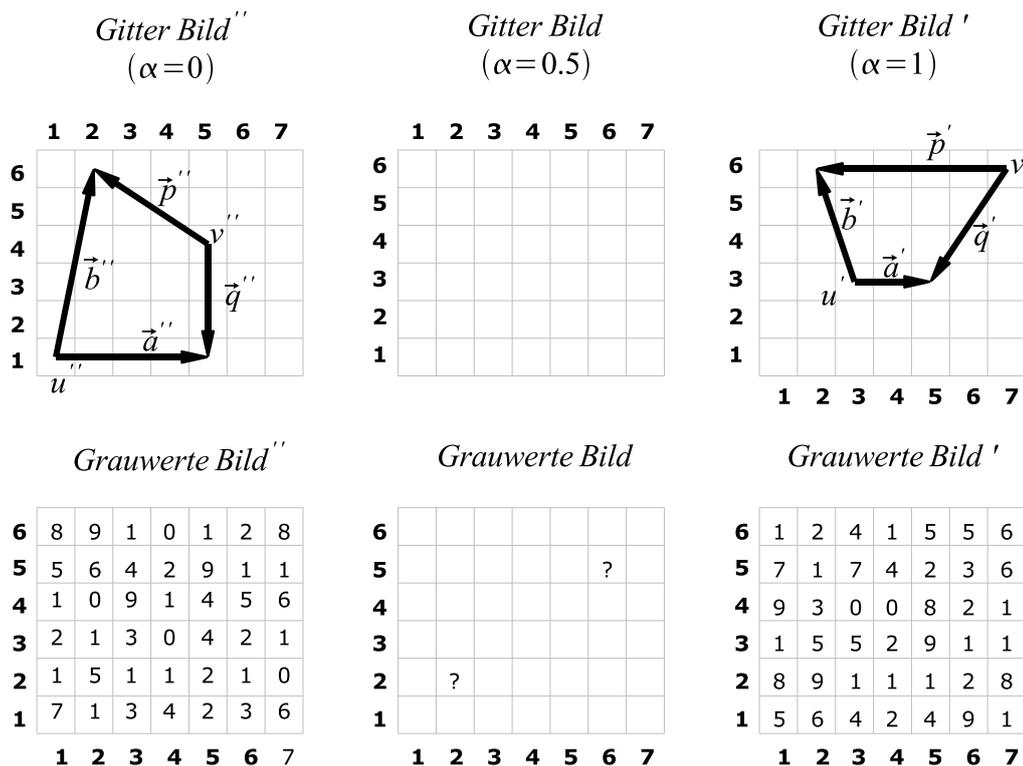
Jede Zahl steht dabei für ein Zeichen des Huffman-Alphabets. Ausgehend von diesem String führen Sie die Huffman-Kodierung durch. Geben Sie hierfür den Huffman-Baum und den Huffman-kodierten Binär-Ausgabestrom an.

# Aufgabe 3

## Image-Morphing

16 Punkte

Es soll eine Metamorphose zwischen einem Bild'' und einem Bild' erstellt werden. Das in der Abbildung leer dargestellte Zwischenbild in der Mitte soll zu 50% aus dem rechten und zu 50% aus dem linken Bild bestehen. Über allen Bildern liegt ein Gitter, das hier aus Gründen der Einfachheit nur aus vier Vektoren besteht. Zusätzlich ist zum Ablesen der Werte ein orthogonales, äquidistantes Bildraster angegeben.



$u'' = (1, 1)$	$u' = (3, 3)$	$u =$
$v'' = (5, 4)$	$v' = (7, 6)$	$v =$
$a'' = (4, 0)$	$a' = (2, 0)$	$a =$
$b'' = (1, 5)$	$b' = (-1, 3)$	$b =$
$p'' = (-3, 2)$	$p' = (-5, 0)$	$p =$
$q'' = (0, -3)$	$q' = (-2, -3)$	$q =$

- (a) i. [6 Punkte] Berechnen Sie alle Vektoren des Zwischenbildes und tragen Sie die Ergebnisse oben in die Tabelle ein. Zeichnen Sie die Vektoren des Gitters in das Zwischenbild ein.
- ii. [4 Punkte] Die Punkte (2,2) und (6,5) des Zwischenbildes sollen nun gesetzt werden. Geben Sie für beide Punkte die Grauwerte an. Lassen Sie in Ihrer Lösung erkennen, auf welcher Grundlage Sie die Grauwerte dieser Punkte setzen.
- (b) [6 Punkte] An welche Stelle des Zwischenbildes wird das Pixel (2,2) aus Bild" projiziert?



- (c) [10 Punkte] Es soll ein eindimensionales k-means Clustering durchgeführt werden. Es sollen  $k=2$  Cluster gefunden werden. Im eindimensionalen Raum sind die Punkte 1, 2, 3, 5, 5, 8, 11, 12, 13, 14 vorgegeben. Als Initialisierung werden die Zentren der Cluster A und B auf 11, bzw. 12 gesetzt.
- Führen Sie die Schritte des k-means Clustering durch, bis die Abbruchbedingung erfüllt ist. Verwenden Sie dazu die untenstehende Tabelle. Tragen Sie in die erste und zweite Spalte die Zentren der Cluster A und B ein. Die dritte und vierte Spalte sollen diejenigen Punkte enthalten, die im jeweiligen Schritt zu Cluster A, bzw. Cluster B gehören.

Zentrum A	Zentrum B	Punkte in Cluster A	Punkte in Cluster B
11	12		

## **Aufgabe 5**

### **Quality of Service**

**12 Punkte**

- (a) [2 Punkte] Geben Sie vier Parameter für Quality of Service an.
- (b) [2 Punkte] Nennen Sie die beiden fundamentalen Konzepte, um QoS bereitzustellen und beschreiben Sie sie kurz:
- (c) [3 Punkte] Nennen Sie die drei Service-Arten der "Differentiated Services Architecture" und geben Sie für jede Service-Art den Zustand der beiden Bits (Flags) an.

(d) [4 Punkte] Skizzieren Sie die Architektur (Warteschlange) der "Differentiated Services Architecture", und bezeichnen Sie die Wege der jeweiligen Services.

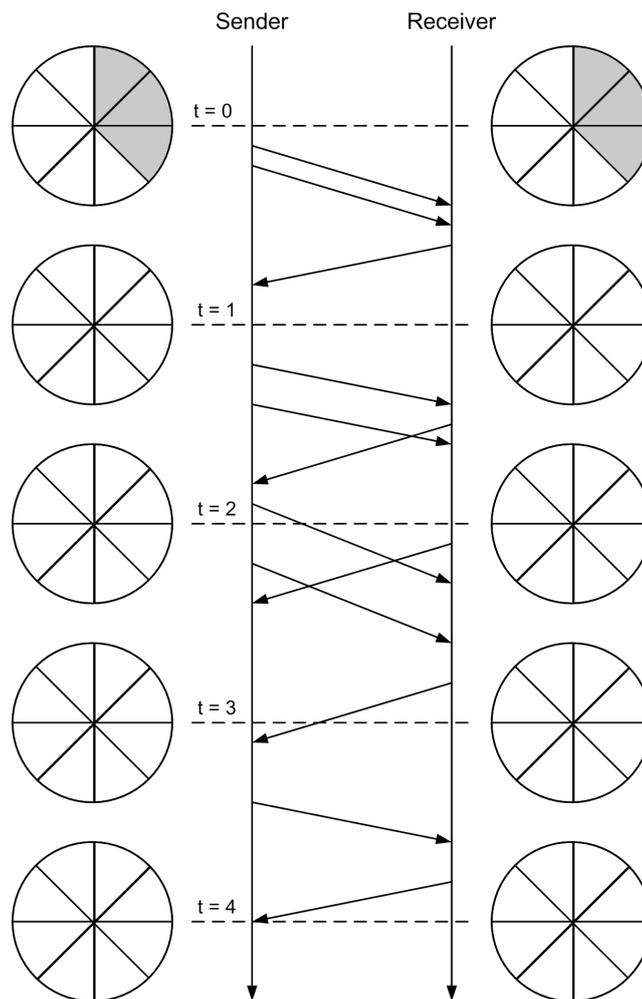
(e) [1 Punkt] Unter welchen beiden Bedingungen wird ein Paket als "out-of-profile" klassifiziert?

# Aufgabe 6

## Schiebefenster

8 Punkte

Nehmen Sie ein Schiebfenster der Größe 3 an und verwenden Sie zur Empfangsbestätigung kumulierte ACKs. Markieren Sie die Zustände des Schiebfensters zu den Zeitpunkten  $t = 1, 2, 3, 4$ . Gehen Sie davon aus, dass der Sender Datenblöcke der Größe 1 schickt und der Empfänger nur Empfangsbestätigungen verschickt.



## **Aufgabe 7**

### **Optische Speichermedien**

**18 Punkte**

- (a) [1 Punkt] Was bedeuten die Abkürzungen CD-DA und CD-ROM?
- (b) [2 Punkte] Auf einer DVD (DLDS) können 16 GB Daten, auf einer CD-ROM nur 650 MB gespeichert werden. Nennen Sie vier Gründe für den großen Unterschied der Speicherkapazität.
- (c) [4 Punkte] Sie wollen MPEG-1 Videos (1,5 MBit/s) auf einer DVD (DLDS) speichern. Wie viele Stunden Video können gespeichert werden?

- (d) [4 Punkte] Sie wollen persönliche Dokumente wie Textdateien, Bilder und Musikstücke (als MP3s) längerfristig auf optischen Speichermedien archivieren. Welche Formate der folgenden Speichermedien halten Sie für geeignet? Geben Sie für jedes Speichermedium eine kurze Begründung an.

Format	Geeignet?	Begründung
SVCD		
CD-ROM (Mode 1)		
CD-ROM (Mode 2)		
CD-ROM/XA (Form 1)		
CD-ROM/XA (Form 2)		
CD-DA		
DVD-RW		
DVD-RAM		

(e) [4 Punkte] Erläutern Sie das Verfahren der Eight-to-Fourteen Modulation. Warum wird dieses verwendet?

(f) [3 Punkte] Um 2048 Datenbytes auf einer CD-ROM (Mode-1) zu speichern, müssen 7203 Channel-Bytes gespeichert werden. Wie kommt es zu einer so starken Erhöhung der Datenmenge?