

Hauptdiplomklausur Multimedia Technology Februar 2005

Name: _____

Matrikel-Nr. (*Mat. No.*): _____ Semester: _____

Fach (*Major*): _____

Hinweise (Instructions):

1. Bitte füllen Sie sofort den Kopf des Deckblattes aus!
Please fill in the header of the cover sheet immediately!
2. Unterschreiben Sie die Klausur auf der letzten Seite!
Sign the examination sheets on the last page!
3. Überprüfen Sie bitte Ihr Klausurexemplar auf Vollständigkeit: **19** Seiten!
*Please make sure your copy of the examination sheets is complete: **19** pages!*
4. Tragen Sie die Lösungen — soweit möglich — direkt in die Klausur ein.
Whenever possible, write your answers directly into the examination sheets.
5. Zugelassene Hilfsmittel: nicht programmierbarer Taschenrechner
Items allowed: non-programmable calculator
6. Bearbeitungszeit: 100 Minuten
Time: 100 minutes

Aufgabe (<i>Question</i>)	max. Punktzahl (<i>max. number of points</i>)	Punkte (<i>Points</i>)
1	5	
2	16	
3	18	
4	16	
5	21	
6	24	
Summe (<i>Total</i>)	100	

Aufgabe (Question) 1

5 Punkte (points)

Aufwärmfragen (Warm Up)

(a) [1 point] **Kompression (Compression)**

Nennen Sie einen verlustlosen Kompressions-Algorithmus, bei dem *keine* Codetabelle übertragen wird.

(Name an algorithm for lossless compression that does not require the use of a code table.)

(b) [2 points] **Bild-Kompression (Image Compression)**

Bitte ankreuzen. Welche dieser Bildkompressionsverfahren arbeiten verlustlos / können verlustlos arbeiten / sind immer verlustbehaftet?

(Check: Which of these image compression methods works lossless / can work lossless / are always lossy?)

Algorithmus <i>Algorithm</i>	immer verlustlos <i>always lossless</i>	kann verlustlos sein <i>can be lossless</i>	immer verlustbehaftet <i>always lossy</i>
Fax Group 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Block Truncation Coding	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
JPEG	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
JPEG 2000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(c) [1 point] **Audio-Digitalisierung (Audio A/D-Conversion)**

Nennen Sie die beiden Parameter, die bei der Audio-Digitalisierung wesentlich die "Originaltreue" des digitalen Signals beeinflussen.

(Name the two parameters mainly responsible for the similarity of the digitized audio signal to the analog original.)

(d) [1 point] **Netzwerkprotokolle** (*Network Layer Protocols*)

Im Wesentlichen gibt es zwei grundsätzliche Arten, in der Netzwerkschicht Pakete zu routen: *Datagram*-Verfahren und *Virtual Circuits*. Welches der beiden ist grundsätzlich besser für Quality-of-Service-Anwendungen geeignet und warum?

(On the network layer, two fundamental methods can be used to route packets: 'virtual circuit' and 'datagram'. Which one is better suited for Quality-of-Service applications and why?)

Aufgabe (Question) 2

Lempel-Ziv-Welch

16 Punkte (points)

(a) [7 points] **Beispiel (Example)**

Codieren Sie die Zeichenkette **KAKAOPULVER** mit dem Lempel-Ziv-Welch-Algorithmus.

Verwenden Sie dabei folgende Code-Tabelle (dictionary):

*(Encode the string **KAKAOPULVER** using the Lempel-Ziv-Welch algorithm. When encoding the string, build up the following code table (dictionary):)*

Alphabet $X = \{A, E, K, L, O, P, R, U, V\}$

Message = KAKAOPULVER

index	entry
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

(b) [2 points] **Nachrichtenübertragung (*Message Transmission*)**

Gegeben seien zwei Stationen *A* und *B*, die durch einen Kommunikationskanal miteinander verbunden sind. *A* möchte die oben codierte Nachricht an *B* senden. Welche Informationen werden dann übertragen?

(Consider two stations A and B linked by a communication channel. A would like to send the encoded message above to B. What information will be transmitted?)

(c) [3 points] **Komprimierungsfaktor (*Compression Factor*)**

Nehmen Sie eine maximale Größe der Code-Tabelle von 32 Einträgen an. Berechnen Sie den Komprimierungsfaktor der übertragenen Nachricht. (Ein nicht codiertes Zeichen benötigt 8 Bit.)

$$\text{Komprimierungsfaktor} = \frac{\text{Gesamtzahl an Bits ohne Komprimierung}}{\text{Gesamtzahl an Bits mit LZW-Komprimierung}}$$

(Assuming a maximum code table size of 32 entries, calculate the compression factor of the transmitted message. (8 bits are required for an uncoded character.))

$$\text{compression factor} = \frac{\text{total number of bits without using compression}}{\text{total number of bits using LZW compression}}$$

(d) [4 points] **Komprimierungsfaktor (*Compression Factor*)**

Betrachten Sie ein Alphabet bestehend aus nur einem Zeichen "A". Geben Sie eine beliebige Nachricht an, so dass der Komprimierungsfaktor größer als oder gleich 2,5 ist. Geben Sie den Komprimierungsfaktor mit an. (Nehmen Sie weiterhin eine maximale Größe der Code-Tabelle von 32 Einträgen an. Nicht codierte Zeichen benötigen 8 Bit.)

(Consider an alphabet with just one character "A". Find an arbitrary message such that the resulting compression factor is greater than or equal to 2.5. Determine the compression factor. (Further assume a maximum code table size of 32 entries. An uncoded character needs 8 bit.)

Aufgabe (Question) 3
JPEG

18 Punkte (points)

(a) [6 points] **Grundlagen (Basics)**

Nennen und beschreiben Sie die vier Hauptschritte in JPEG.

(Name and describe the four main steps in JPEG.)

(b) [2 points] **Eigenschaften (Characteristics)**

Welche der vier Schritte sind verlustfrei und welche nicht? Geben Sie eine kurze Begründung an.

(Which of the four steps are lossless and which not? Give a short explanation.)

(c) [7 points] **DCT**

JPEG verwendet die DCT getrennt für jeden 8x8 Pixelblock. Die Formel zur Berechnung der Koeffizienten ist gegeben durch (1), wobei s_{xy} dem Wert des Pixels (x, y) im Zeitbereich und S_{uv} dem Wert des Koeffizienten im Frequenzbereich entspricht.

Schreiben Sie eine Funktion in Pseudo-Code (oder einer anderen Programmiersprache), die die DCT für einen gegebenen 8x8 Pixelblock *effizient* implementiert.

(JPEG uses the DCT for each 8x8 pixel block separately. The formula for calculating the coefficients is given by (1), where s_{xy} is the value of pixel (x, y) in the time domain and S_{uv} the value of the coefficient in the frequency domain.

Write a function in pseudo code (or any other programming language) that implements the DCT for a given 8x8 pixel block efficiently.)

$$S_{uv} = \frac{1}{4} c_u c_v \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 s_{xy} \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{16}$$
$$\text{with } c_u, c_v = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & u = 0 \text{ resp. } v = 0 \\ 1 & \text{else} \end{cases} \quad (1)$$

(d) [3 points] **Koeffizienten (Coefficients)**

Beschreiben Sie die Unterschiede zwischen dem DC- und den AC-Koeffizienten. Welche Teile des DCT-transformierten Pixelblocks repräsentieren niedrige, welche hohe Frequenzen? Erklären Sie die Bedeutung dieser Frequenzen in Bezug zum Bild.

(Describe the differences between the DC coefficient and the AC coefficients. Which parts of the DCT-transformed pixel block represent low resp. high frequencies? Explain the meaning of these frequencies w.r.t. the image.)

Aufgabe (Question) 4

16 Punkte (points)

Inhaltsanalyse (Content Analysis)

(a) [3 points] **Objekterkennung (Object Recognition)**

Nennen Sie drei Verfahren, mit deren Hilfe Objekte in Bildern segmentiert werden können. Beschreiben Sie die Funktionsweise eines der Verfahren stichpunktartig.

(Name three algorithms for the segmentation of objects in images. Select one algorithm and give a short description.)

(b) [4 points] **Signalglättung (Signal Smoothing)**

Gegeben ist das eindimensionale Signal S . Sie wollen das Signal glätten, um das Rauschen in dem Signal zu reduzieren. Beschreiben Sie ein Verfahren zur Glättung eines Signals. Wenden Sie die Glättung konkret für die Daten des folgenden Signals S an und tragen Sie die Werte in die Tabelle ein.

Hinweis: Für die Positionen $x = 0$ und $x = 6$ soll das Signal nicht geglättet werden.

(The one-dimensional signal S is smoothed to remove noise. Describe an algorithm to smooth this signal. Use this algorithm to smooth the values in the following table.

Hint: The signal need not be smoothed at the positions $x = 0$ and $x = 6$.)

x	0	1	2	3	4	5	6
$S(x)$	0	4	8	10	23	11	10
geglättetes Signal (smoothed signal)	0						10

(c) [3 points] **Krümmungsbasierter Skalenraum (1) (*Curvature Scale Space (1)*)**

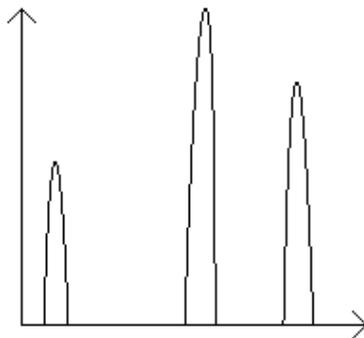
Das Verfahren des krümmungsbasierten Skalenraumes (curvature scale space) ermöglicht es, charakteristische Merkmale für Konturen zu ermitteln. Beschreiben Sie detailliert den Ablauf des Verfahrens.

(Characteristic features of shapes are detected with the curvature scale space approach. Give a detailed description of this approach.)

(d) [6 points] **Krümmungsbasierter Skalenraum (2) (*Curvature Scale Space (2)*)**

In folgender Abbildung sehen Sie ein krümmungsbasiertes Skalenraumdiagramm (curvature scale space diagram).

(A curvature scale space image is depicted in the following figure:)



1. Was ist auf den Achsen des Diagramms abgetragen? Erläutern Sie, welche Bedeutung ein Bogen in dem Diagramm hat. (4 Punkte)

(What is the meaning of the axes of this figure? Describe the meaning of an arc in the diagram. (4 points))

2. Skizzieren Sie grob eine Kontur, aus der das abgebildete Skalenraumdiagramm erzeugt worden sein könnte. (2 Punkte)

(Sketch a shape that would create the scale diagram image in the figure. (2 points))

Aufgabe (Question) 5

21 Punkte (points)

K-Means

(a) [6 points] **Beschreibung (Description)**

Was geschieht innerhalb des K-Means-Verfahrens? Notieren und beschreiben Sie kurz die wesentlichen Schritte. Nehmen Sie dabei an, dass eine zweidimensionale Punktwolke in drei Cluster eingeteilt werden soll.

(Describe the major steps in the K-means algorithm. A set of points in a two-dimensional plane shall be split into three clusters.)

(b) [1 point] **Ergebnisse (Results)**

Welche Informationen liefert der K-Means-Algorithmus, wenn er terminiert?

(What information is available when the K-means algorithm terminates?)

(c) [2 points] **Einsatzmöglichkeiten (Applications)**

Geben Sie Einsatzmöglichkeiten für den K-Means-Algorithmus an.

(Describe some fields of application of the K-means algorithm.)

(d) [3 points] **Anzahl an Clustern (Number of Cluster)**

Wann werden weniger als die gewünschte Anzahl an Clustern erzeugt? Gibt es Möglichkeiten, das zu verhindern?

(It is possible that less than the expected number of clusters are created when the algorithm terminates? Describe possibilities to avoid this problem.)

(e) [4 points] **Bild-Cluster (Image Cluster)**

Das K-Means-Verfahren kann nicht nur verwendet werden, um Punkte innerhalb eines Bildes zusammenzufassen, sondern es können auch ganze Bilder mit dem K-Means-Verfahren gruppiert werden. Ein Bild wird dabei als ein Merkmalsvektor interpretiert. Ähnliche Bilder sollen mit Hilfe des K-Means-Verfahrens zu ähnliche Gruppen (Clustern) zusammengefasst werden. Sie stellen fest, dass dabei folgendes Problem auftritt:

- Sehr unterschiedliche Bilder werden einem gemeinsamen Cluster zugeordnet.

Wie können Sie den K-Means-Algorithmus so verbessern, dass die Wahl von K automatisch optimiert wird?

(The K-means algorithm can be used to cluster points within an image. Additionally, the algorithm can be applied to cluster a collection of images. Each image is interpreted as a feature vector. The K-means algorithm shall group similar images to similar clusters. However, the following problem occurs:

- *Very different images are stored in the same cluster.*

How can you improve the K-means algorithm such that the choice of K is optimized automatically?

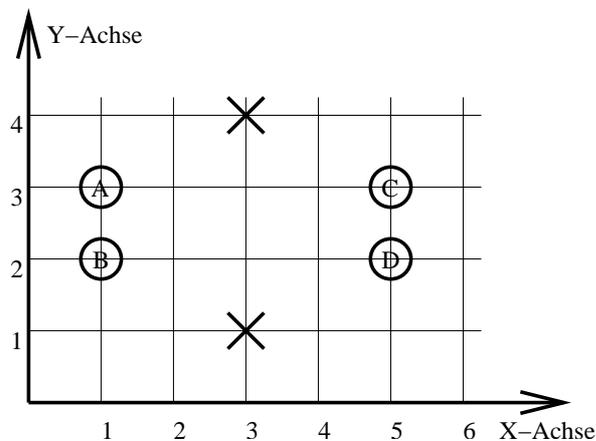
(f) [5 points] **Beispiel (Example)**

In der folgenden Abbildung ist ein Cluster von vier Punkten A,...,D mit $A=(1,3)$ usw. gegeben. Für die Initialisierung wurden die Schwerpunkte $(3,4)$ und $(3,1)$ vorgesehen.

- Führen Sie den Algorithmus solange durch, bis er terminiert. Der Verlauf sollte in jedem Schritt nachvollzogen werden können.
- Warum ist in diesem Beispiel die Initialisierung besonders ungünstig gewählt?

(A cluster with four points A,...,D with $A=(1,3)$ etc. is depicted in the following figure. The cluster centers are initialized at the positions $(3,4)$ and $(3,1)$.)

- *Simulate the K-means clustering algorithm until it terminates and explain each step.*
- *The initialization was not selected very well. Why?)*



Aufgabe (Question) 6

24 Punkte (points)

Medien-Server (Media Servers)

(a) [2 points] **Eigenschaften (Characteristics)**

Nennen Sie zwei wesentliche Unterschiede zwischen einem Medien-Server und einem Datei-Server.

(Name two important differences between a media server and a file server.)

(b) **Festplatten-Organisation (Harddisk Organization)**

Eine bekannte Klasse von Verfahren zur Festplattenorganisation ist RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks).

(A frequently-used class of methods for hard disk organization is RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks).)

- i. [3 points] Nennen Sie drei grundsätzliche Ziele, die man mit deren Einsatz verfolgt.

(Name three fundamental goals tackled by its use.)

- ii. [5 points] Sie sollen einen Medien-Server mit einem Platz-Bedarf von 300 Gigabyte (300×10^9 Bytes) mit einem RAID-System implementieren. Sie haben Festplatten mit je 100 Gigabyte zur Verfügung. Nennen Sie eine mögliche Plattenkonfiguration für die RAID-Level 0, 1 und 4 und berechnen sie das Verhältnis der eingesetzten Kapazität zu der verfügbaren.

(You are appointed the task of installing a media server with a storage capacity of 300 Gigabyte (300×10^9 Bytes). Describe a hard disk configuration for the RAID-Levels 0, 1, and 4 and calculate the respective ratios of capacity used to capacity available. Assume that 100 Gigabyte drives are available.)

(c) Festplatten-Scheduling (Disk Scheduling)

- i. [3 points] Nennen Sie die grundsätzliche Zielsetzung bezüglich Durchsatz und Antwortverhalten für Festplatten bei Multimedia-Systemen *und* bei traditionellen Systemen. Diskutieren Sie kurz die Unterschiede.

(Name and discuss the fundamental goals regarding throughput and response time of hard disks for multimedia systems as opposed to traditional systems.)

- ii. [1 point] Nennen Sie und erklären Sie kurz eine Methode, mit der man das Festplatten-Verhalten für Multimedia-Anwendungen verbessern kann, wenn man keinen Zugriff auf den Scheduling-Algorithmus hat.

(Name and describe a method to increase hard disk performance for multimedia applications under the constraint of not having access to the scheduling algorithm.)

- iii. [10 points] Im folgenden (große Tabelle) sind sieben Lese-Anfragen an ein Dateisystem mit der entsprechenden Track-Nummer und einer Deadline aufgelistet. Die Anfragen-Puffer-Länge ist drei. Der Pufferinhalt nach Ankunft des Leseauftrages 1 befindet sich in der kleinen Tabelle. Der Lesekopf befindet sich auf Track 20; die Richtung ist aufwärts.

Tragen Sie in die u.a. Tabelle die Reihenfolge der Track-Nummern ein, wie sie vom Dateisystem nach dem jeweiligen Algorithmus gelesen werden. **Hinweis: Gehen Sie bei der Aufgabenlösung wie in der Vorlesung vor.**

(In the following (large) table you find seven read requests issued to the file system. The re-arrangement queue length is three. Its state after the arrival of request 1 is depicted in the small table. Please fill in the request processing order of the corresponding disk scheduling algorithm. Before time 1, the disk head is at track 20; its direction is upwards. (Hint: Use the same solution strategy as presented in the lecture.)

Buffer-Status ($t = 1$):

Track / Deadline	12/1	40/2	22/1
------------------	------	------	------

Time	1	2	3	4	5	6	7
Track / Deadline	12/1	45/1	42/2	50/3	16/2	30/3	24/3
First-Come First-Serve							
Shortest Seek-Time First							
C-SCAN							
SCAN EDF							