

Hauptdiplomklausur Informatik März 2002: 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 (**20** 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	11	
2	22	
3	15	
4	20	
5	18	
6	14	
Summe	100	

Aufgabe 1: Kompression [11 Punkte]

- (a) [Teilaufgabe gesamt: 4 Punkte] Entropie-Codierung
- (i) [2 Punkte] Bestimmen Sie einen optimalen Huffman-Code für die Zeichen der Zeichenfolge 'E','F','F','E','L','S','B','E','R','G'. Die Häufigkeiten entsprechen dabei genau den tatsächlichen Vorkommen in diesem String.
- (ii) [2 Punkte] Nennen Sie je einen wesentlichen Vorteil und Nachteil der Arithmetischen Codierung im Vergleich zur Huffman-Codierung.

(b) [2 Punkte] MPEG–Decoder

Zeichnen Sie ein Blockschaltbild eines MPEG–Decoders, das mindestens aus den folgenden Teilen besteht: IDCT, Entropy–Decoder, Motion–Compensation, Inverse Quantisierung, und zwei Bildspeichern.

(c) [Teilaufgabe gesamt: 5 Punkte] Vermischtes

- (i) [1 Punkt] Warum werden häufig verlustbehaftete Kompressionsverfahren verwendet (im Gegensatz zu verlustfreien Verfahren)?

- (ii) [1 Punkt] Warum beträgt die Abtastrate bei Audio–CDs in etwa 40 kHz?

- (iii) [1 Punkt] Warum ordnet man bei JPEG und MPEG die DCT–Koeffizienten in Zig–Zag Reihenfolge an und nicht zeilenweise von oben nach unten?

- (iv) [2 Punkte] Beschreiben Sie zwei typische Probleme bei der Delta–Modulation (Tip: konstantes Eingangssignal, hohe Frequenzen).

Aufgabe 2: Transformationen [22 Punkte]

- (a) [Teilaufgabe gesamt: 10 Punkte] Diskrete Cosinus-Transformation (DCT)

Die eindimensionale 8-Punkt-DCT ist definiert als

$$S(u) = \frac{C(u)}{2} \sum_{x=0}^7 s(x) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{16}\right)$$

mit $C(0) = 1/\sqrt{2}$ und $C(u) = 1$ für $u > 0$. Gegeben sei ein Eingabevektor $s(x)$ mit $s(0) = s(7) = 1$ und $s(x) = 0$ sonst.

- (i) [3 Punkte] Welche Koeffizienten $S(u)$ haben den Wert 0?
Hinweis: Beachten Sie, daß der Eingabevektor symmetrisch ist und $\cos(x) = \cos(2\pi - x)$, sowie $\cos(x) = -\cos(\pi - x)$ gilt.

- (ii) [3 Punkte] Bestimmen sie alle DCT-Koeffizienten für $u < 4$. Wurzel- und Cosinusterme brauchen nicht numerisch berechnet zu werden, sollen aber so weit wie möglich vereinfacht werden.

(iii) [4 Punkte] Ein 8×1 bzw. 8×8 Block eines Signals wird mittels der DCT transformiert. Sind folgende Aussagen wahr oder falsch? Begründen Sie Ihr Urteil jeweils kurz (d.h., mit einem Satz oder Beispiel oder Bild).

(Hinweis: Aufgrund der diskreten Implementierung wird der Cosinus an den Samplepunkten nie Null).

- Es läßt sich (mindestens) ein Pixel finden, das keinen DCT–Koeffizienten beeinflusst.

- Es gibt (mindestens) einen DCT–Koeffizienten, der keinen Pixel beeinflusst.

- Es gibt (mindestens) einen DCT–Koeffizienten, der von (mindestens) einem Pixel unabhängig ist.

- Es gibt (mindestens) einen DCT–Koeffizienten, der höchstens ein Pixel beeinflusst.

(b) [Teilaufgabe gesamt: 12 Punkte] Wavelet–Transformation

(i) [5 Punkte] Ein Signal wird nun mit Hilfe des Haar–Wavelets transformiert. Sind folgende Aussagen wahr oder falsch? Begründen Sie Ihr Urteil jeweils kurz (d.h., mit einem Satz oder Beispiel oder Bild).

- Es gibt Pixel, die (mindestens) einen Wavelet–Koeffizienten nicht beeinflussen.
- Mindestens ein Pixel beeinflusst überhaupt keinen Wavelet–Koeffizienten.
- Es gibt Wavelet–Koeffizienten, die höchstens zwei Pixel beeinflussen.
- Wenigstens ein Wavelet–Koeffizient beeinflusst überhaupt kein Pixel.
- (Mindestens) ein Wavelet–Koeffizient beeinflusst (mindestens) ein Pixel nicht.

Aufgabe 3: Dienstgüte (Quality of Service) [15 Punkte]

(a) [2 Punkte] QoS-Definition

Was versteht man allgemein unter *Quality of Service (QoS)*?

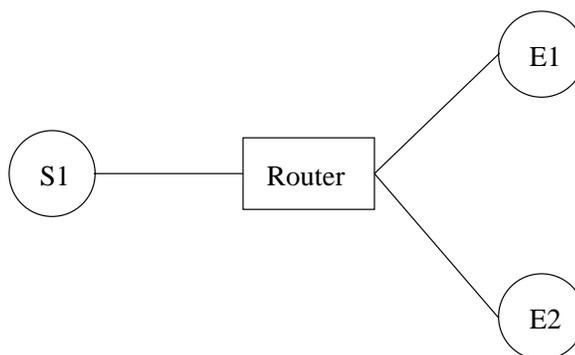
(b) [3 Punkte] QoS-Parameter

Erläutern Sie die QoS-Parameter *delay*, *delay jitter* und *throughput*.

(c) [Teilaufgabe gesamt: 10 Punkte] QoS–Architekturen

Beim Einsatz von QoS–Maßnahmen werden im Allgemeinen zwei Phasen unterschieden: (1) die Initialisierungsphase (*setup phase*) und (2) die Datenphase (*data processing phase*). Im Folgenden betrachten wir die *IntServ/RSVP*– und die *DiffServ*–Architektur am Beispiel einer Videoübertragung von einem Sender S_1 zu zwei Empfängern E_1 und E_2 (Multicast).

- (i) [5 Punkte] Betrachten Sie die *IntServ/RSVP*–Architektur. Beschreiben Sie die Initialisierungs- und Datenphase innerhalb dieser Architektur anhand des oben genannten Beispiels. Erläutern Sie dabei die Begriffe *soft state* und *receiver-initiated reservation*. Tragen Sie die während der Initialisierungsphase versendeten Nachrichten in untenstehende Topologie ein.



- (ii) [3 Punkte] Betrachten Sie die *DiffServ*-Architektur. Beschreiben Sie die Initialisierungs- und Datenphase innerhalb dieser Architektur anhand des oben genannten Beispiels.
- (iii) [2 Punkte] Nennen Sie jeweils ein zentrales Problem des *IntServ/RSVP*- und des *DiffServ*-Ansatzes.

Aufgabe 4: Multimedia-Kommunikation [20 Punkte]

(a) [Teilaufgabe gesamt: 10 Punkte] Netzwerk-Technologie

(i) [3 Punkte] Routing

Welcher Routing-Algorithmus ist im Internet am häufigsten verbreitet? Erläutern Sie die Funktionsweise dieses Algorithmus.

(ii) [7 Punkte] Adressierung

Für die Adressierung im Internet werden in IP Nummern verwendet der Art 134 . 155 . 48 . 19.

- Erklären Sie, wie diese Bezeichnung vom Rechner interpretiert wird. [2 Punkte]

- Welches ist die größtmögliche Dezimalzahl x in einer solchen Darstellung 134.155.48. x ? [1 Punkt]

- Erläutern Sie das Konzept der verschiedenen *Klassen* der IP-Adressen.
[3 Punkte]

- Welche Klasse hat die Universität Mannheim (134.155.x.y)? [1 Punkt]

(b) [Teilaufgabe gesamt: 10 Punkte] Medienskalierung

Für die Verteilung von Videoströmen in einen heterogenen Netzwerk wird seit einiger Zeit intensiv an Skalierungsverfahren geforscht.

- (i) [3 Punkte] Welche Vorteile haben skalierte Videoströme in Vergleich zu konventionell kodiertem Video? Nennen Sie zwei Beispiele.

- (ii) [4 Punkte] Welche (nicht-hybriden) Haupttechniken der Videoskalierung gibt es? (In der Vorlesung wurden zwei genannt, mit Nachdenken findet man noch mindestens zwei weitere)
- (iii) [3 Punkte] Für das digitale Fernsehen soll ein skalierbarer Encoder geschrieben werden mit drei Qualitätsstufen: *normal-qualitatives TV*, *hoch-qualitatives TV* und *hochfrequentes TV*. Welche beiden Haupttechniken werden hier jeweils für welche Schicht verwendet?

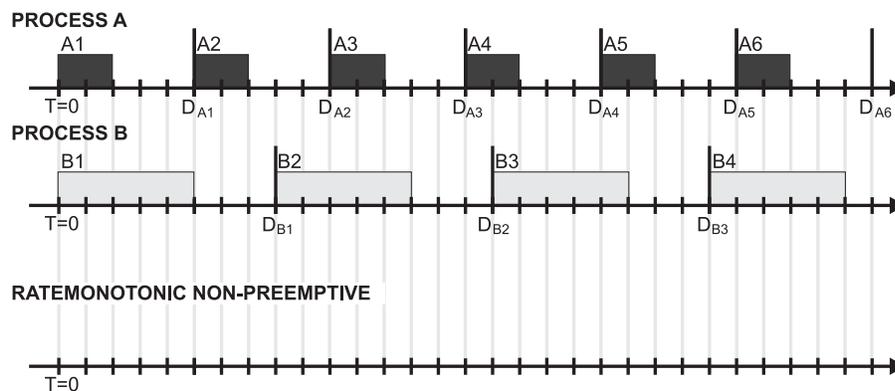
Aufgabe 5: Betriebssysteme / Datenspeicher [18 Punkte]

(a) [Teilaufgabe gesamt: 13 Punkte] Scheduling-Algorithmen

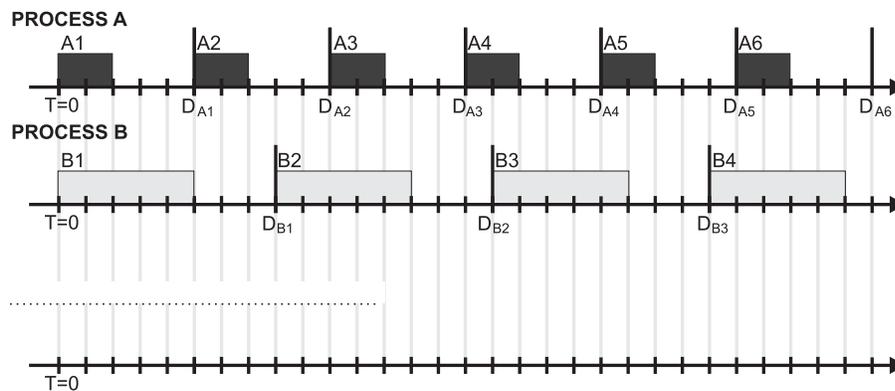
(i) [2 Punkte] Nennen Sie den Unterschied zwischen preemptivem und nicht-preemptivem Scheduling. Wann ist nicht-preemptives Scheduling in der Regel vorzuziehen?

(ii) [4 Punkte] Zeichnen Sie in den unten stehenden Zeitverlauf den Prozessplan ein, den ein Scheduler errechnen würde, wenn er sich nach dem nicht-preemptiven ratenmonotonen Schedulingalgorithmus richtet. Die beiden zur Zeit laufenden Prozesse sind in den oberen beiden Zeitverläufen skizziert mit Ankunftszeiten, Länge und Deadline der zu betrachtenden Prozesspakete.

An welcher Stelle kommt es zu einem Problem?



- (iii) [5 Punkte] Verwenden Sie einen anderen, aus der Vorlesung bekannten Algorithmus, um einen Plan zu erstellen, der innerhalb des skizzierten Zeitbereichs keine Probleme hat, die Prozesse fristgerecht zu behandeln. Nennen Sie diesen Algorithmus und zeichnen Sie den Plan wiederum in den unteren Zeitverlauf ein.



- (iv) [2 Punkte] Könnte der obige Algorithmus (aus Teilaufgabe iii) die beiden Prozesse auch *auf lange Sicht* fristgerecht zuordnen? Warum?

(b) [Teilaufgabe gesamt: 5 Punkte] RAID

(i) [1 Punkt] Wofür steht die Abkürzung „RAID“?

(ii) [2 Punkte] Nennen Sie die Ziele, die mit dem Einsatz von RAID verfolgt werden.

(iii) [2 Punkte] Was versteht man unter „Striping“? Zeigen Sie am Beispiel eines RAID-Levels, wie Striping hier eingesetzt wird.

Aufgabe 6: Inhaltsanalyse [14 Punkte]

- (a) [Teilaufgabe gesamt: 3 Punkte] Berechnung von Histogrammen

Gegeben ist ein Graustufenbild der Größe 100×100 Pixel. Die Helligkeitswerte können 256 unterschiedliche Werte im Bereich von $0 \dots 255$ annehmen. Das Feld $histogramm[i]$ mit $i \in [0..N - 1]$ soll die Histogrammwerte für das gegebene Bild speichern.

- (i) [1 Punkt] Welche Größe hat das Feld $histogramm$ im obigen Beispiel, d. h. welchen Wert hat N ? Begründen Sie ihre Antwort.

- (ii) [2 Punkte] Geben Sie ein Programm in Java, C oder Pseudocode an, das das Histogramm für das obige Beispielbild berechnet. Auf den Wert w eines Pixel kann mit

$$w = image(x, y)$$

zugegriffen werden. Dabei gibt $x, y \in [0 \dots 99]$ die Position des Pixel im Bild an.

(b) [Teilaufgabe gesamt: 5 Punkte] Vergleich von Histogrammen

(i) [2 Punkte] Geben Sie eine Formel an, mit der die Ähnlichkeit zweier Histogramme ($histogramm_1[i], histogramm_2[i]$) berechnet werden kann.

(ii) [1 Punkt] Erläutern Sie kurz, wie Histogrammdifferenzen zur Erkennung von harten Schnitten in digitalen Filmen verwendet werden können.

(iii) [2 Punkte] Ist es möglich, dass Bilder, die ein Mensch als sehr unterschiedlich klassifizieren würde, identische Histogramme besitzen? Geben Sie ein Beispiel an und begründen Sie Ihre Antwort.

(c) [Teilaufgabe gesamt: 4 Punkte] Filter

Gegeben sei ein eindimensionales Signal S , welches Werte im Bereich von $0 \dots 255$ enthält.

Desweiteren sei folgender Operator $Operator(S,D)$ gegeben (S bezeichnet dabei das Eingangssignal, D das Ergebnissignal):

```
proc Operator (var  $S$  : Signal, var  $D$  : Signal)
  for (index  $w = 1$ ;  $w < N - 1$ ;  $w = w + 1$ ) do
     $D[w] = \frac{1}{2} * S[w] + \frac{1}{4} * (S[w - 1] + S[w + 1])$ 
  od
end
```

Hinweise:

- Über $S[w]$ kann auf den w -ten Wert im Eingangssignal S zugegriffen werden. Analog erfolgt über $D[w]$ der Zugriff auf das Ergebnissignal D an der Position w .
- N definiert die Länge des Signals. Der Index zum Zugriff auf Signalelemente liegt im Bereich von $[0 \dots N - 1]$.

(i) [2 Punkte] Wie verändert der Operator ein gegebenes Signal?

(ii) [2 Punkte] Gegeben sei folgendes Signal:

...	10	4	14	20	6	8	...
XXX	XXX					XXX	XXX

Tragen Sie die Signalwerte in die freien Stellen der Tabelle ein, die sich nach Anwendung des Operators ergeben.

(d) [2 Punkte] Panoramabilder

Sie wollen ein Bild des Mannheimer Wasserturms erstellen. Er passt wegen der Höhe nicht auf ein einziges Foto. Deshalb machen Sie mehrere Fotos und wollen diese zusammensetzen. Welchen Typ von Algorithmus zur Erstellung von Panoramabildern würden Sie benutzen (sphärisch, full-perspective oder zylindrisch)? Begründen Sie Ihre Wahl.