Universität Mannheim
Fakultät für Mathematik und Informatik
Lehrstuhl für Praktische Informatik IV
Professor Dr. W. Effelsberg

Hauptdiplomklausur Informatik
Oktober 2001: 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 (**12** 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	5	
2	8	
3	20	
4	10	
5	19	
6	4	
7	15	
8	19	
Summe	100	

Aufgabe 1: Grundlagen der Datenkompression *[5 Punkte]*

(a) [1 Punkt] Erklären Sie das Prinzip der Lauflängenkodierung (*Run Length Encoding*).

(b) [1 Punkt] Kodieren Sie die folgenden Eingabedaten mit Lauflängenkodierung:

`AAABBBBBBAACCCCCBBBBBBBBAAAA`

(c) [1 Punkt] Wie müssen Daten beschaffen sein, damit die Lauflängenkodierung eine gute Komprimierung bewirkt? Eignet sie sich für die Kompression von Text?

(d) [2 Punkte] Nennen Sie ein Verfahren, mit dem lauflängenkodierte Daten noch weiter komprimiert werden können. Welcher Sachverhalt wird hier zur weiteren Reduktion der Datenmenge ausgenutzt?

Aufgabe 2: Kompression mit Wavelets *[8 Punkte]*

(a) [3 Punkte] Haar–Transformation

Wie sehen Analyse– und Synthesefilter der Haar–Wavelettransformation aus?

(b) [3 Punkte] Beispiel

Bearbeiten Sie das Signal

20	40	160	70	15	95	260	80

mit dem Haar–Waveletfilter bis zur Iterationsstufe 2. Berechnen Sie dazu jeweils die Approximationen und die Details.

(c) [2 Punkte] Mehrere Dimensionen

Was ist zu beachten, wenn man mehrdimensionale Signale (z.B Standbilder) Wavelet–transformieren möchte? Erläutern Sie das Vorgehen am Beispiel eines Standbildes.

Aufgabe 3: Videoinhaltsanalyse *[20 Punkte]*

(a) [Teilaufgabe gesamt: 10 Punkte] Bildverarbeitungsoperatoren

Gegeben sei ein zweidimensionales Bild I, welches ausschliesslich schwarze und weisse Pixel enthält (Pixelwert 0 = schwarz, Pixelwert 255 = weiss). Dieses Bild sei durch die Anwendung eines Kantendetektors entstanden, der Kantenpixel als weiss markiert und alle anderen Pixel auf schwarz gesetzt hat.

Desweiteren sei folgender Bildverarbeitungsoperator *Operator(S,D)* gegeben (S bezeichnet dabei das Eingabebild, D das Ergebnisbild):

proc *Operator* (**var** S : *Image*, **var** D : *Image*)
  foreach *pixel* $p \in S$ **do**
    $D(p) = \max\{S(q) : q \in N_G(p) \cup p\}$
  od
end

Hinweise:

- Über $S(p)$ erhält man den Grauwert des Pixels p im Eingabebild S. Analog wird über $D(p)$ der Grauwert im Ergebnisbild D an der Position p gesetzt.
- N_G bezeichnet die Nachbarschaft eines Pixels bezüglich eines gewählten Gitters. $N_G(p)$ liefert die Menge der zu p benachbarten Bildpunkte. Verwenden Sie hier als Gitter die 8er-Nachbarschaft.

Aufgaben:

(i) [6 Punkte] Welches Ergebnis liefert der Operator angewendet auf das Bild I? Begründen Sie Ihre Antwort und geben Sie ein einfaches Beispiel (Bild) an.

(ii) [4 Punkte] Nennen Sie ein in der Vorlesung behandeltes Verfahren aus der Videoinhaltsanalyse, in dem dieser Operator eingesetzt wird. Erläutern Sie, warum dieser Einsatz erforderlich ist.

(b) [Teilaufgabe gesamt: 10 Punkte] Applikationen

Im Rahmen einer Teleteaching-Veranstaltung soll ein Modul eingesetzt werden, welches die Kamera automatisch den Bewegungen des Dozenten nachführt. Ihre Aufgabe ist es, ein solches Modul zu entwickeln.

Gehen Sie davon aus, dass zu Beginn einer Veranstaltung die Kamera einmal auf den Kopf des Dozenten ausgerichtet wird. Nehmen Sie desweiteren an, dass der Steuerungsmotor der Kamera Anweisungen wie „10 Pixel nach links“ umsetzen kann.

(i) [5 Punkte] Geben Sie ein Verfahren an, mit dem Bewegungen des Dozenten festgestellt und berechnet werden können, und erläutern Sie dieses kurz. Wie ermitteln Sie aus diesen Bewegungen die Nachführung der Kamera?

(ii) [5 Punkte] Was versteht man unter dem Blendenproblem? In welcher Art und Weise kann dieses Problem im gegebenen Szenario auftreten? Geben Sie ein Beispiel an und erläutern Sie, wie Sie dieses Problem in Ihrem Ansatz berücksichtigen.

Aufgabe 4: Multicast *[10 Punkte]*

(a) [Teilaufgabe gesamt: 5 Punkte] Grundlagen

(i) [2 Punkte] Was versteht man unter *Multicast*– im Gegensatz zu *Point-to-Point*– und *Broadcast*–„Verbindungen“ ?

(ii) [3 Punkte] Wieso ist Multicast gerade in Verbindung mit der Übertragung multimedialer Daten von großem Nutzen (Beispiel und Skizze)? Welches Prinzip führt zu diesem Nutzen?

(b) [3 Punkte] Für die Unterstützung von Multicast im Internet sind in der IP-Schicht verschiedene Routing-Algorithmen denkbar, um jeden Empfänger zu erreichen. Gegeben sei nun das in Abbildung 1 skizzierte Netz mit 6 Routing-Knoten. Knoten `A` stellt den Sender da, die anderen Knoten seien Router, an denen jeweils ein LAN mit Empfängern angeschlossen ist. Skizzieren Sie den Versand eines Multicast-Paketes an alle Ziel-LANs nach dem vollständigen *Reverse Path Broadcasting*-Algorithmus. Tragen sie den Paketfluss als Pfeile in die Abbildung 1 ein. Die Routingtabelle der einzelnen Knoten ergibt sich aus Tabelle 1.

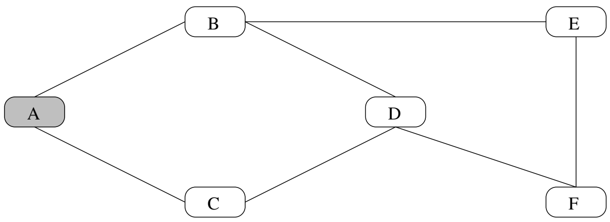

Abbildung 1: Netztopologie für Multicast-Routing

	Zielknoten					
Ausgangsknoten ⇓	A	B	C	D	E	F
A	···	B	C	C	B	C
B	A	···	A	D	E	D
C	A	A	···	D	A	D
D	C	B	C	···	F	F
E	B	B	B	F	···	F
F	D	D	D	D	E	···

Tabelle 1: Routingtabelle der einzelnen Netzknoten

(c) [2 Punkte] Erklären Sie kurz, wie bei *Truncated Reverse Path Broadcasting* bzw. *Reverse Path Multicasting* die unnötige Netzbelastung weiter reduziert wird.

Aufgabe 5: Kompressionsverfahren für MPEG–Video *[19 Punkte]*

(a) [Teilaufgabe gesamt: 8 Punkte] Frametypen in MPEG–1

(i) [5 Punkte] Nennen Sie die wesentlichen Techniken bei der Codierung von B–, D–, I– und P–Frames in MPEG–1 Videos.

Hinweis: Unter einem Frame versteht man ein Einzelbild eines MPEG-Videos.

(ii) [1 Punkt] D–Frames spielen eine Sonderrolle bei der Codierung. Für welches Einsatzgebiet sind D–Frames ausschließlich vorgesehen?

(iii) [2 Punkte] Welcher der drei Frametypen (B, I, P) liefert die beste Kompressionrate? Erläutern Sie, warum die Kompressionsrate bei diesem Typ höher ist als bei den anderen.

(b) [Teilaufgabe gesamt: 3 Punkte] Group of Pictures (GOP)

(i) [1 Punkt] Geben Sie eine typische Struktur einer Group Of Pictures (GOP) der Länge 12 Frames an. Verwenden sie alle drei Frametypen.

(ii) [2 Punkte] Damit manche Frames dekodiert werden können, müssen andere Frames zuvor dekodiert worden sein. Stellen Sie alle Abhängigkeiten der Frames für Ihre GOP–Struktur durch Pfeile zwischen den Frames dar.

(c) [Teilaufgabe gesamt: 8 Punkte] Kurzfragen

(i) [1 Punkt] Was versteht man unter einem *YUV*–Farbraum?

(ii) [1 Punkt] Warum verwendet man bei MPEG den YUV–Farbraum anstatt des technisch naheliegenderen RGB–Farbraums?

(iii) [1 Punkt] Erklären Sie kurz eine Methode zur Berechnung der Motion–Vektoren im Encoder.

(iv) [1 Punkt] Was versteht man unter *Profiles* und *Levels* in MPEG?

(v) [1 Punkt] Im Simple-Profile von MPEG-2 ist die Verwendung von B-Frames nicht erlaubt. Welcher Vorteil ergibt sich daraus?

(vi) [1 Punkt] Was ist der Grundgedanke von *Scalability* in MPEG–2?

(vii) [1 Punkt] Nennen Sie ein typisches Anwendungsgebiet von *Spatial Scalability*.

(viii) [1 Punkt] Nennen Sie eine wesentliche Neuerung bei der Codierung gemäß dem MPEG–4 Standard gegenüber MPEG–2.

Aufgabe 6: Betriebssystemunterstützung *[4 Punkte]*

(a) [1 Punkt] Threads

Was versteht man unter einem Thread? Was muss man bzgl. Zugriffsschutz für einen Thread beachten?

(b) [1 Punkt] Abgrenzung

Worin bestehen Unterschiede der Echtzeit–Prozessverwaltung für Multimedia im Vergleich zu traditionellen Echtzeitsystemen?

(c) [2 Punkte] Scheduler und Dispatcher

Grenzen Sie Scheduler und Dispatcher voneinender ab.

Aufgabe 7: Multimedia–Datenspeicher *[15 Punkte]*

(a) [Teilaufgabe gesamt: 6 Punkte] Optischer Speicher

Erläutern Sie das allgemeine Prinzip eines optischen Speichers. Dazu:

(i) [2 Punkte] Welchen Aufbau hat ein optischer Speicher?

(ii) [2 Punkte] Wie ist das Prinzip des optischen Lesens?

(iii) [2 Punkte] Welche Vorteile hat ein optische Speicher gegenüber magnetischen Speichermedien?

(b) [2 Punkte] Audio–Kodierung

Wie wird digitales Audio kodiert? Welche Quantisierung und Abtastrate werden bei einer Audio–CD gewählt?

(c) [Teilaufgabe gesamt: 7 Punkte] CD–ROM

(i) [2 Punkte] Welche Ziele hatte die Einführung von CD–ROM?

(ii) [5 Punkte] Nennen Sie die wichtigsten Strukturen, um diese Ziele zu erreichen.

Aufgabe 8: Kodierung *[19 Punkte]*

(a) [2 Punkte] Begriffe

Die Begriff *CODEC* und *MODEM* sind Kunstwörter. Wie sind diese zusammengesetzt? In welcher Weise werden Signale bei einem *CODEC* bzw. *MODEM* umgesetzt?

(b) [Teilaufgabe gesamt: 10 Punkte] Messwerterfassung

Der Wasserstand eines Flusses soll einmal pro Stunde gemessen werden. Aus bestimmten Gründen sind nur fünf Intervalle von jeweils 40 cm Größe von Interesse, die Messung erfolgt also sehr grob. Es ist auch bereits die Wahrscheinlichkeit bekannt, mit der der Wasserstand des Flusses in einem bestimmten Intervall liegt:

Höhe des Wasserstandes	Wahrscheinlichkeit
[80 cm, 120 cm)	15%
[120 cm, 160 cm)	45%
[160 cm, 200 cm)	20%
[200 cm, 240 cm)	12%
[240 cm, 280 cm)	8%

(i) [1 Punkt] Wieviel Bits müssen bei der einfachen binären Codierung verwendet werden, um einen Messwert zu speichern?

(ii) [6 Punkte] Erfinden Sie einen anderen Code, der im Mittel 2.5 Bit pro Sample oder weniger benötigt und geben Sie den mittleren Bitbedarf Ihres Codes pro Sample gleich an.

(iii) [3 Punkte] Nun sei weiterhin bekannt, daß der Fluß seinen Wasserstand um max. 5 cm pro Stunde verändert. Geben Sie eine neue Codierungsvorschrift an, die noch sparsamer als die obige ist. Wieviele Bits pro Sample werden bei dieser Vorschrift maximal benötigt?

(c) [Teilaufgabe gesamt: 7 Punkte] Audiokompression

In der Standbildkompression wurde die Diskrete Cosinus Transformation (DCT) besprochen. Diese könnte man auch auf Audiodaten anwenden. Nehmen wir an, es liegen Rohdaten vor, die mit 16 kHz gesampelt wurden. Innerhalb der DCT werden jeweils 1000 Samples mittels DCT transformiert.

(i) [3 Punkte] Nach der Quantisierung und Rücktransformation können zwei Arten von Fehlern entstehen. Welche sind dies und wodurch werden sie erzeugt?

(ii) [4 Punkte] Warum kann man von einem der beiden Fehlerarten bereits eine zu erwartende, dominante Grundfrequenz angeben und wie hoch wird diese in Hz sein?