

Hauptdiplomklausur Informatik März 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 (**11** 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	6	
2	12	
3	17	
4	7	
5	13	
6	11	
7	17	
8	17	
Summe	100	

Aufgabe 1: Grundlagen [1+3+2=6 Punkte]

- (a) [1 Punkt] Warum werden Daten in der Informationstechnologie komprimiert?
- (b) [3 Punkte] Wie groß ist das unkomprimierte Datenvolumen von:
- 1 Seite Text?
 - farbiges Standbild von 512×512 Pixeln?
 - Audio (pro Sek.)?
 - Video (pro Sek.)?

Geben Sie die Ihren Berechnungen zugrunde liegenden Maßeinheiten und Auflösungen an.

- (c) [2 Punkte] Es gibt verlustfreie und verlustbehaftete Kompressionsverfahren. Beschreiben Sie kurz beide Verfahren. Welche Kompressionsraten können bei diesen üblicherweise erzielt werden?

Aufgabe 2: Huffman und arithmetische Codierung [4+1+5+2=12 Punkte]

- (a) [4 Punkte] Beschreiben Sie den Algorithmus zur Erzeugung des Huffman-Baumes verbal.
- (b) [1 Punkt] Was kann man über die Optimalität des Huffman-Codes sagen und warum?
- (c) [5 Punkte] Zeichnen Sie einen Huffman-Baum unter Annahme, dass die Häufigkeiten der Zeichen den Wahrscheinlichkeiten in folgender Tabelle entsprechen. Kodieren Sie anschließend das Wort *PREEMPTIVE* mit Huffman.

Zeichen	Wahrscheinlichkeit
E	44%
I	5%
M	8%
P	20%
R	6%
T	10%
V	7%

- (d) [2 Punkte] Welche Probleme bezüglich Präzision, Fehleranfälligkeit und Effizienz können bei der arithmetischen Kodierung auftreten?

Aufgabe 3: Audiokompression und –analyse [2+5+4+6=17 Punkte]

- (a) [2 Punkte] Gegeben sei die leicht vereinfachte Formel für die 2D-DCT-Kodierung von $n \times n$ Blöcken für Standbilder. $C(u, v)$ bezeichnet die Amplitude der Frequenz (u, v) , $f(x, y)$ bezeichnet den Grauwert an der Stelle (x, y) . Vereinfachen Sie die Transformation so, dass sie sich zur Kodierung von n Audiosamples eignet.

$$C(u, v) = \sum_{y=0}^{n-1} \sum_{x=0}^{n-1} f(x, y) \cdot \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{n}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{n}\right)$$

- (b) [5 Punkte] Mit Hilfe eines Equalizers ist es möglich, gezielt einzelne Frequenzbänder eines Audiosignales zu verstärken oder abzusenken. Sie sollen einen Software-Equalizer bauen. Um Zeit zu sparen, erweitern Sie die vereinfachte Gleichung aus der vorherigen Aufgabe. Erläutern Sie wie die Erweiterung funktioniert und warum sie so simpel aussehen kann.
- (c) [4 Punkte] Zeigen Sie:
Bei der eindimensionalen DCT, die die Grauwertfunktion f auf die Frequenzfunktion C abbildet, handelt es sich um eine *lineare Abbildung*.
- (d) [6 Punkte] Statt ein Audiosignal in DCT-Koeffizienten zu zerlegen, könnte man auch ein Polynom verwenden. Beschreiben Sie verbal und formelfrei, wie und warum eine solche Approximation funktionieren könnte. Was bewirkt die Veränderung des Grades des Polynomes?

Aufgabe 4: Quantisierungstechniken [2+2+3=7 Punkte]

- (a) [2 Punkte] Was versteht man unter Quantisierungsrauschen und wie entsteht es?
- (b) [2 Punkte] Mit zunehmender Quantisierung wird ein glattes Signal „eckiger“. Aus Sicht der Signalanalyse bestehen diese Ecken aus einer Vielzahl von Frequenzen, die im ursprünglichen Signal nicht vorhanden waren. Erläutern Sie kurz ein Verfahren, wie man zumindest bei der Digital–Analog–Wandlung diesen Effekt vermindern kann.
- (c) [3 Punkte] Aus der Vorlesung kennen Sie die ungleichförmige Quantisierung.
- (i) [1 Punkt] Wie funktioniert diese?
- (ii) [2 Punkte] Es sei angenommen, dass weder die Bittiefe der Samples noch die Abtastfrequenz verändert werden. Kann sich bei ungleichförmiger Quantisierung die subjektiv wahrgenommene Qualität der Audiocodierung gegenüber der gleichförmigen Quantisierung verbessern? Begründen Sie Ihre Antwort.

Aufgabe 5: Transformations–basierte Standbild–Kompression

[2+6+1+4=13 Punkte]

- (a) [2 Punkte] Was bedeutet die Transformation eines Signals (hier: Standbild) in den Frequenzraum? Warum setzt man diese Verfahren gerne ein?
- (b) [6 Punkte] JPEG
- (i) [2 Punkte] Ein schwarz/weiß–Bild der Größe 256×256 Pixel soll mit JPEG komprimiert werden. Welche Verarbeitungsschritte werden dabei ausgeführt? Erläutern Sie jeden Schritt (kurz!).
 - (ii) [2 Punkte] Wie geht man vor, wenn man nun ein Farbbild mit JPEG codieren möchte? Welches Farbmodell wird verwendet, und wie ist die Genauigkeit?
 - (iii) [2 Punkte] Was für verschiedene Modi zur Darstellung eines JPEG–Bildes, bei dem der Decoder noch nicht alle Daten vollständig vorliegen hat, gibt es? Erläutern Sie sie kurz.
- (c) [1 Punkt] Was ist ein Wavelet anschaulich gesprochen? Wie kommt es zu der Namensgebung?
- (d) [4 Punkte] Fraktale Methoden
- (i) [3 Punkte] Erläutern Sie das Grundprinzip der Fraktalen Bildkompression.
 - (ii) [1 Punkt] Wie wird sich die Fraktale Kompression auf Encoding– und Decoding–Zeiten auswirken (keine absoluten Zahlen, sondern eine qualitative Angabe)?

Aufgabe 6: Analyse von Bildsequenzen [1+4+3+3=11 Punkte]

- (a) [1 Punkt] Ein Farbbild soll mit Hilfe eines Histogramms analysiert werden. Welche Information des Bildes wird durch das zugehörige Histogramm abgebildet?
- (b) [4 Punkte] Gegeben sind die Histogramme $H_1(r, g, b)$ und $H_2(r, g, b)$ zweier RGB-Farbbilder. Wie kann die Ähnlichkeit dieser Bilder mit Hilfe ihrer Histogramme bestimmt werden (Text und Formel)? Welche Probleme treten dabei auf?
- (c) [3 Punkte] Welche Idee steckt hinter dem Gradienten als Kantendetektor für Standbilder? Welchen Einfluß hat der Threshold?
- (d) [3 Punkte] Wie kann die Kantenerkennung benutzt werden, um Schnitte in Bildsequenzen zu erkennen?

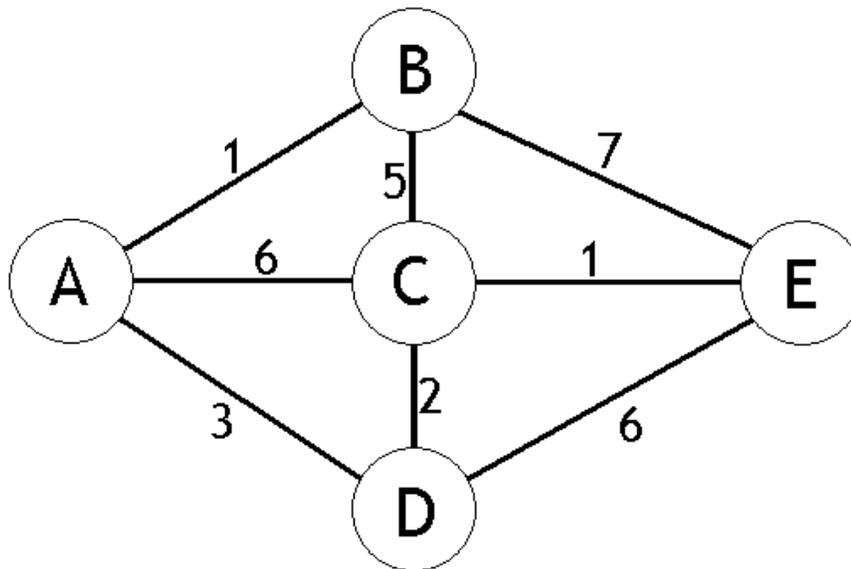
Aufgabe 7: Kommunikationsunterstützung [2+2+2+3+8=17 Punkte]

- (a) [2 Punkte] Das Senden von Paketen durch das Netz kann mit Hilfe einer *virtuellen Verbindung* oder durch *Datagramme* erfolgen. Erläutern Sie beide Verfahren stichpunktartig.
- (b) [2 Punkte] Was versteht man unter Delay-Jitter? Nennen Sie 3 weitere Dienstgütemerkmale und erläutern Sie diese kurz.
- (c) [2 Punkte] Sie wollen Forward-Error-Correction (FEC) verwenden, um Multi-mediadaten zu übertragen. Welchen Einfluß hat FEC auf Ihre Dienstgütemerkmale?
- (d) [3 Punkte] Warum sind bei einer Videokonferenz andere Dienstgütemerkmale relevant als bei der Übertragung eines auf einem Videoserver abgelegten Spielfilms? Begründen Sie Ihre Antwort.

(e) [8 Punkte] In dem in der folgenden Abbildung dargestellten Netz kennt jeder Knoten die gesamte Topologie des Netzes. Der kürzeste Pfad zwischen 2 Knoten soll mit Hilfe des *Algorithmus von Dijkstra* berechnet werden. Bestimmen Sie den kürzesten Pfad von Knoten A nach E. Tragen Sie dabei für jede Änderung der Menge S folgende Werte in die Tabelle ein:

- Menge S ist die Menge der Knoten, für die der kürzeste Weg bereits bekannt ist.
- kürzeste Distanz $d(i)$ vom Knoten $i \in \{A, \dots, E\}$ zum Startknoten A.
- aktueller Elternknoten $P(i)$ $i \in \{B, \dots, E\}$, d. h. derjenige Knoten, über den der aktuelle Knoten i erreicht wurde.

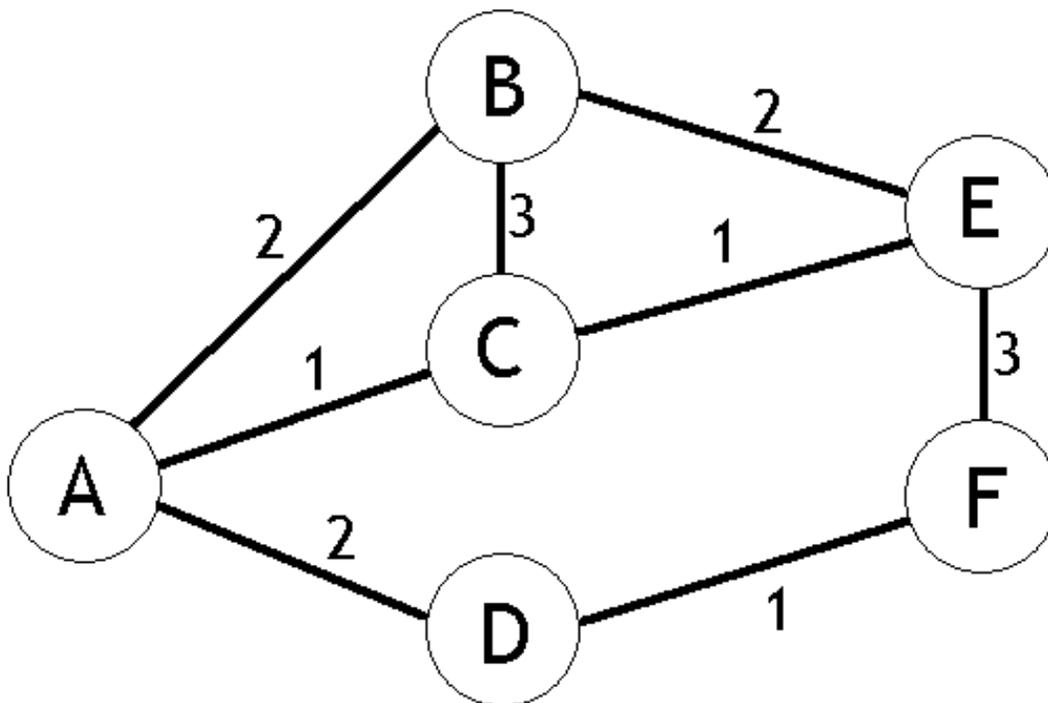
Beachten Sie, dass die Tabelle ggf. nicht vollständig gefüllt wird.



Schritt	Initialisierung	1	2	3	4	5	6
S	A						
d(A)	0						
P(A)	-						
d(B)	∞						
P(B)	-						
d(C)	∞						
P(C)	-						
d(D)	∞						
P(D)	-						
d(E)	∞						
P(E)	-						

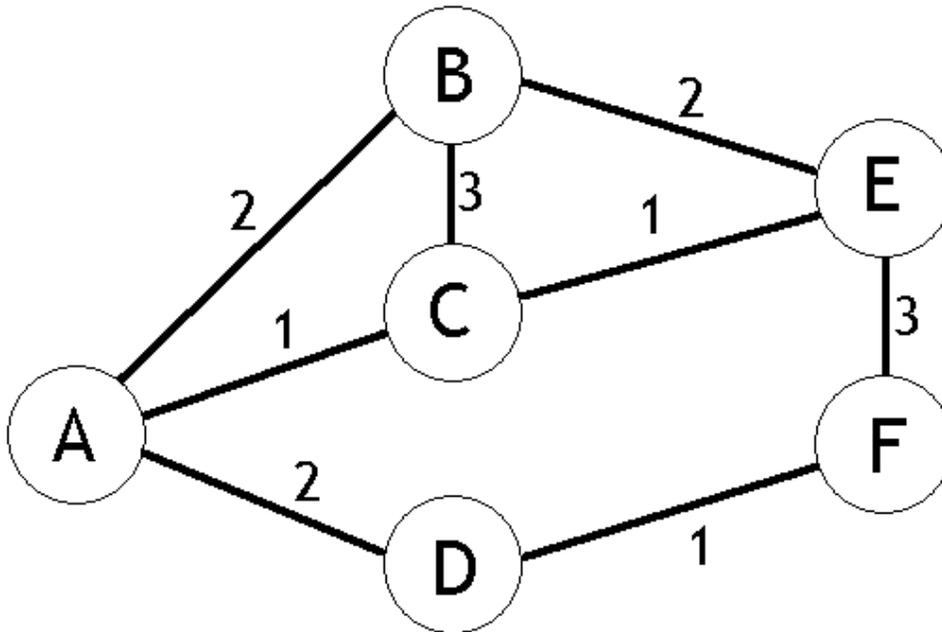
Aufgabe 8: Multicast [1+1+5+2+6+2=17 Punkte]

- (a) [1 Punkt] Was versteht man unter dem Begriff Multicast?
- (b) [1 Punkt] Wie wird beim Routing mit dem Flooding-Algorithmus verhindert, dass die Pakete unendlich häufig dupliziert werden?
- (c) [5 Punkte] In der folgenden Abbildung ist ein Netz dargestellt, in dem der Sender A Pakete mit Hilfe des *unvollständigen Reverse Path Broadcasting Algorithmus (Reverse Path Forwarding)* überträgt. Die Zahlen geben die Entfernung zwischen zwei angrenzenden Knoten an. Tragen Sie den Weg eines gesendeten Paketes mit Pfeilen parallel zu den Verbindungen zweier benachbarter Knoten ein. Wie viele überflüssige Pakete werden gesendet?



- (d) [2 Punkte] Mit welcher zusätzlichen Information kann die Anzahl der zu übertragenden Pakete weiter reduziert werden? Erläutern Sie die Vorgehensweise kurz.

- (e) [6 Punkte] Die Übertragung der Daten vom Sender A soll nun mittels *Reverse Path Multicasting* erfolgen. Nur Rechner in den LANs, die an den Routern B und D hängen, nehmen an der Multicast-Verbindung teil. Zeichnen Sie in die Abbildung den Datenstrom im Anfangszustand der Multicast-Verbindung ein. Welche zusätzlichen Pakete werden im Zeitablauf von den Routern C, E, und F generiert, die beim *vollständigen Reverse Path Broadcasting* Algorithmus nicht auftreten? Benennen Sie diese Pakete und tragen Sie sie in die Abbildung ein.



- (f) [2 Punkte] Welche Vorteile und Nachteile bietet Reverse Path Multicasting im Vergleich zum Truncated Reverse Path Broadcasting?