

TENTAMEN MULTIMEDIA

Opmerkingen vooraf:

- Vermeld op elk antwoordvel je naam + studienummer
- Vragen in volgorde beantwoorden (laat ruimte over voor antwoorden als je een vraag nog niet kunt beantwoorden)
- Blijf niet te lang stil staan bij een vraag als je er niet uitkomt of als het teveel tijd vergt. Laat ruimte over op je antwoordblad en ga verder.
- Korte antwoorden graag! Tentamen geen verslag: telegram stijl toegestaan
- Veel succes!

Probleem 1. Descriptieve Statistiek

- a) Metingen worden gerepresenteerd op verschillende schalen: nominale-, ordinale-, interval- en absolute schaal. Geef in enkele woorden de betekenis van de verschillende schalen.
- b) Een Audio Codec kan worden gekarakteriseerd met de volgende grootheden:
 1. Type: mp3, ogg, wma, etc
 2. Bitrate: aantal bits per seconde
 3. Coderings snelheid uitgedrukt in seconden nodig voor het decoderen van een standaard muziekstuk (gegeven in 'raw' format).
 4. Coderings efficiëntie uitgedrukt in aantal bits voor een standaard muziekstuk.
 5. Coderingskwaliteit zoals vastgelegd door luisterpanel en uitgedrukt in ++, +, -, --.

Geef van al deze grootheden aan op welke schaal ze worden gemeten.

- c) Een fabrikant meet 20 maal dezelfde grootheid. Dat levert op: 988, 1012, 993, 1005, 1015, 1004, 993, 991, 1005, 991, 1015, 995, 984, 1015, 996, 993, 991, 984, 973 en 989. Geef voor deze metingen het gemiddelde, de standaardafwijking en de mediaan.
- d) Geef bovenstaande metingen ook weer in een histogram. Neem hierbij 5 bins.

Probleem 2. Kleuren Histogram

- a) Gegeven een beeld van $M \times N$ pixels waarbij elk pixel een R,G en B waarde heeft. Al deze waarden hebben een waarde in het interval van 0 tot en met 255. Geef een pseudo code algoritme om een histogram voor alle beeldwaarden te maken.
- b) Beschrijf in het kort een visualizatie van een RGB histogram.

Probleem 3. Beeld

- a) Met een moderne digitale camera wordt een kleuren pasfoto gemaakt ten behoeve van een nieuw paspoort. De foto wordt gemaakt met een resolutie van 1200×1600 pixels (horizontaal \times verticaal). In het paspoort wordt de foto in grijswaarden afgedrukt op een resolutie van 240×320 . Beschrijf alle stappen die nodig zijn om deze omzetting op een nette manier te doen.
- b) Gegeven een klein deel van een beeld:

```

. . . . .
. 11 13 14 10 12 13 .
. 12 11 8 9 12 11 .
. 14 10 12 23 21 19 .
. 10 9 13 22 20 22 .
. 8 12 10 24 23 24 .
. . . . .

```

Het beeld wordt geconvolveerd met het masker:

$$w = \begin{pmatrix} 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \end{pmatrix}$$

Geef het resultaat van de convolutie voor de onderstreepte pixels in het beeld fragment.

- c) Beschrijf in woorden wat dit beeldfilter doet.
- d) Om het beeld meer te vervagen (blurren of smoothen) dan met bovenstaand masker mogelijk is, kunnen we in plaats van een 3×3 masker ook een $K \times K$ masker gebruiken (neem K oneven). Geef het masker voor $K = 7$.
- e) Stel het filter voor $K = 3$ zoals in (b) besproken neemt T_3 seconden in beslag. Wat zal de tijd T_K zijn voor een $K \times K$ filter in relatie tot T_3 ? Geef een formule en/of schets de functie van T_K als functie van K .

Probleem 4. Geluid

- a) De relatieve geluidssterkte van twee geluidsbronnen wordt uitgedrukt in dB (decibel). Hoe wordt het aantal dB berekend gegeven de geluidssignaal amplitudes?
- b) Wat bedoelen we precies als we zeggen dat het geluid in een discotheek wel 110 dB kan bedragen?
- c) In onderstaande tabel

| | |
|--------------|--------|
| pijndrempel | 130 dB |
| CD | 90 |
| druk verkeer | 70 |
| conversatie | 65 |
| huisgeluiden | 40 |
| fluisteren | 15 |
| net hoorbaar | 0 |

staat het aantal dB voor enkele geluidsbronnen weergegeven. Wat betekent het dat het aantal dB van een net hoorbare geluidsbron 0 dB is?

- d) Als ik een geluidsbron 2 keer zo hard zet, wat verandert er dan in het aantal dB?

Probleem 5. Informatie theorie

- a) Beschouw een boodschaps codering met 10 verschillende codons, ieder met een kans van optreden gegeven in onderstaande tabel:

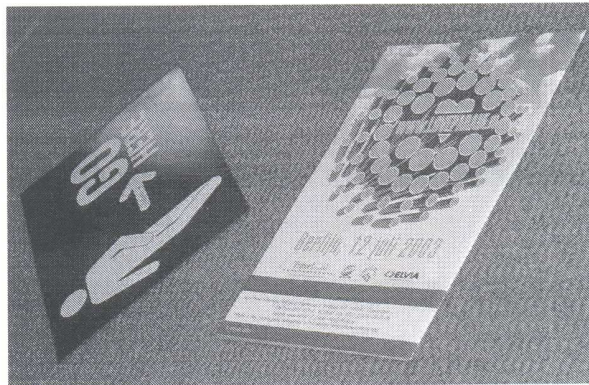
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.40 | 0.20 | 0.10 | 0.10 | 0.08 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.01 |

Bereken de verwachte informatie (entropy) bij het oversturen van 1 codon.

- b) Huffman codering is gebaseerd op 2 observaties aangaande optimale prefix codes. De eerste observatie is: *In een optimale code worden codons met een hoge waarschijnlijkheid met minder bits gecodeerd dan codons met een lagere waarschijnlijkheid.* Laat zien dat deze observatie correct is.
- c) Wat is de 2de observatie waarop de Huffmancodering gebaseerd is?
- d) Construeer de Huffman binaire boom voor de codering van de bovenstaande codons.
- e) Geef ook de binaire codering van de codons (de bitallocatie)
- f) Wat is de verwachte bitlengte per codon van een Huffman gecodeerde sequentie? Wat is de relatie met de entropy?
- g) Beschrijf het algoritme om een bit sequentie van Huffman gecodeerde codons te decoderen (d.w.z. de reeks van codons terug te rekenen).
- h) Waarom is Huffman codering gevoelig voor ruis (d.w.z. verstoringen in het communicatiekanaal waardoor bits van waarde kunnen veranderen)? Wat is een oplossing voor dit probleem?
- i) Waarom zijn ASCII tekst files veelal beter te comprimeren dan je zou vermoeden op basis van de codering met de Huffman codering?
- j) Onder welke omstandigheden is de Huffman codering een goede benadering van de optimale codering?

Probleem 6. Geometrische transformatie + interpolatie

- a) Wat is een geometrische transformatie? Waarom is daar interpolatie bij nodig?



Figuur 1. Perspectivische vervorming.

- b) In figuur 1 is een foto te zien waarin een folder en een routebord zichtbaar zijn. Beide objecten zijn in werkelijkheid rechthoekige vormen welke door de projectieve afbeelding vervormd zijn. We kunnen een geometrische transformatie toepassen waarbij we het beeld zodanig vervormen dat ook in het resultaat beeld de folder een rechthoekige vorm heeft (alsof het recht van boven is gefotografeerd). Als (x', y') een punt in het resultaat beeld is en (x, y) is het overeenkomende punt in het originele beeld dan is de relatie gegeven als:

$$x = \frac{ax' + by' + c}{gx' + hy' + i}, \quad y = \frac{dx' + ey' + f}{gx' + hy' + i}$$

waarin a, b, \dots, i constanten zijn. Geef een algoritme in pseudo-code om deze geometrische transformatie uit te rekenen. Hierbij mag je veronderstellen dat de waarden van de constanten a, b, \dots, i gegeven zijn (in het vak beeldbewerken in jaar 3 zal duidelijk worden hoe je deze constanten berekent). Gebruik in je algoritme de nearest neighbor interpolatie techniek.

- c) Welke waarde reken je uit voor $f(i + \alpha)$ (met $\alpha \in [0, 1]$) met lineaire interpolatie gegeven $f(i) = F(i)$ en $f(i + 1) = F(i + 1)$.
- d) Hoe gebruik je de lineaire interpolatie van 1D functies (functies in 1 veranderlijke) om een 2D functie te interpoleren, d.w.z. hoe bereken je $f(i + \alpha, j + \beta)$ gegeven $F(i, j)$, $F(i + 1, j)$, $F(i + 1, j + 1)$ en $F(i, j + 1)$?
- e) Gegeven een grijswaarden beeld f met $M \times N$ pixels (elk pixel een floating point getal tussen 0 en 1). Op welke wijze representeer je dit beeld in een array in Java? Als F de java array is, wat is dan de index die hoort bij het pixel met coördinaten (i, j) ?

Probleem 7. Motion Estimation

- a) Beschrijf het algoritme voor het detecteren van de beweging van een optische muis.
- b) Dit algoritme wordt ook gebruik in de MPEG codering van video. Leg uit hoe motion estimation wordt toegepast in MPEG.