TENTAMEN COMPUTER VISION

18 maart 2003, 9.00 uur

□—□—□—□—□—□—□—□—□—□—□—□—□—□—□—□—□—□—□

*Bij het tentamen mogen het boek, lab manual, kopieën van sheets en ev. eigen aantekeningen worden gebruikt.*

*Voorzie de in te leveren bladen van je naam, en nummer ze. Schrijf op het eerste blad het aantal ingeleverde bladen. Bij elk van de 4 opgaven is het maximale aantal voor deze opgave te behalen punten vermeld. Je krijgt 1 punt gratis. Succes!*

**Opgave 1.** (**2.5 pt**) Beschouw een discreet binair beeld $X$ (met een eindig aantal pixels), waarop de volgende transformatie $\psi$ wordt toegepast. Eerst wordt $X$ geërodeerd met structurerend element $A$; vervolgens wordt een conditionele dilatie met hetzelfde structurerend element $A$ toegepast. Neem aan dat $A$ de oorsprong bevat. Voor het eindresultaat $\psi(X)$ geldt dus:

$$\psi(X) = J_m,$$

met $m$ de kleinste integer zodat $J_m = J_{m-1}$. Hierin is $\{J_0, J_1, \ldots, ...\}$ gedefinieerd door de recursie

$$\begin{aligned} J_0 &= X \ominus A \\ J_n &= (J_{n-1} \oplus A) \cap X \end{aligned}$$

**a.** Laat zien dat $\psi$ een stijgende transformatie is.

**b.** Laat zien dat $\psi$ anti-extensief is.

**c.** Is $\psi$ een opening?

**d.** Voor welke doeleinden wordt een conditionele dilatie gebruikt?

**Opgave 2.** (**2 pt**) Beschouw een grijswaardebeeld $f$.

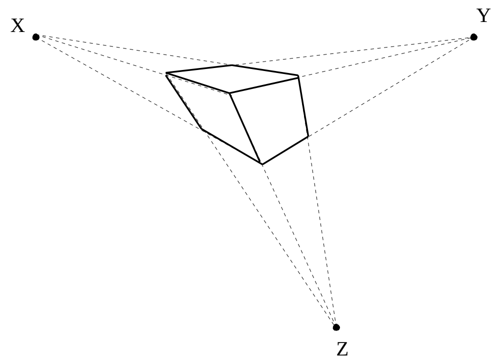
**a.** Gradiënten in horizontale (oostelijke) richting in een beeld kunnen we opsporen door lineair filteren met het masker in Fig. 1 (links). Geef maskers waarmee gradiënten in noordelijke, noordwestelijke, en noordoostelijke richting opgespoord kunnen worden.

**b.** Een discreet Laplace filter $L$ wordt gedefinieerd door convolutie met het masker in Fig. 1 (rechts). Als het beeld $f$ constant is, is het resultaat van het Laplace filter nul in elk pixel. Laat door een berekening zien dat ditzelfde geldt voor een beeld waarvan de grafiek een plat vlak is: $f(x, y) = a\,x + b\,y + c$, met $a, b, c$ constanten.

| | | |
|---|---|---|
| -1 | 0 | 1 |
| -1 | 0 | 1 |
| -1 | 0 | 1 |

| | | |
|---|---|---|
| 0 | -1 | 0 |
| -1 | 4 | -1 |
| 0 | -1 | 0 |

**Figuur 1**: *Maskers voor gradiënt filter (links) en Laplace filter (rechts).*




**Figuur 2**: *Perspectiefprojectie van een kubus met drie verdwijnpunten.*

**Opgave 3.** (**2.5 pt**) Beschouw het volgende inferentieprobleem. Gegeven is een perspectiefprojectie van een kubus. De kubus heeft drie verzamelingen van elk vier parallelle ribben, met onbekende richtingvectoren $\vec{w}^{(X)}$, $\vec{w}^{(Y)}$ en $\vec{w}^{(Z)}$, en drie corresponderende verdwijnpunten $X, Y, Z$ in het projectievlak, zie Fig. 2. Van de drie verdwijnpunten zijn er twee bekend: $(u_\infty^{(Y)}, v_\infty^{(Y)}) = (1, 1)$, $(u_\infty^{(Z)}, v_\infty^{(Z)}) = (0, -1)$. De cameraconstante $f$ is onbekend.

Bereken de drie richtingvectoren $\vec{w}^{(X)}$, $\vec{w}^{(Y)}$, $\vec{w}^{(Z)}$.
*Hint*: Bereken eerst de cameraconstante.

**Opgave 4.** (**2 pt**) Het 'shape from X' probleem.

**a. (1pt)** De oplossing van het 'shape from X' probleem is niet altijd uniek bepaald. Geef daarvan minstens drie voorbeelden, en bespreek enkele algemene technieken om deze onbepaaldheid (deels) op te lossen.

**b. (1pt)** Gegeven is een (al of niet gekromd) oppervlak in de ruimte waarop een uniforme textuur is aangebracht. Dit oppervlak wordt geprojecteerd op een beeldvlak. De 'shape from texture' techniek leidt de vorm van het oppervlak af uit de waargenomen texels (textuurelementen) in het beeldvlak. Schets globaal hoe de relatie is tussen de textuurdichtheid op het 3D oppervlak en de waargenomen textuurdichtheid in het beeldvlak.