

IN2905-I Computer Graphics

3 april 2009, 14.00 - 17.00 uur.

Dit is een tentamen met 30 meerkeuzevragen
Het aantal juiste antwoorden per vraag is: 1
Totaal aantal pagina's: 11

Aantal juiste antwoorden voor een voldoende: 19

Het gebruik van informatiebronnen is niet toegestaan
Het gebruik van een rekenmachine is toegestaan

Aanwijzingen bij het invullen van de antwoordformulieren:

- Vul het antwoordformulier bij voorkeur in met **pen** (beslist **geen rode pen** gebruiken en **geen doorhalingen**). Met **potlood** invullen mag ook, maar niet te licht (gummen mag).
 - Vergeet niet je **naam** en **studienummer** in te vullen.
 - Vul je **studienummer** zowel in cijfers als ook met streepjes in (controleer goed).
-

Opgave 1

Waarom worden bij de opslag in de computer van een polygonmodel van een 3D solid object naast een geordende lijst van hoekpunten van ieder polygon ook de coëfficiënten opgeslagen van de vlakvergelijking van het vlak waarin het polygon ligt?

- omdat anders het genereren van afbeeldingen van het 3D object meer rekentijd vergt.
- omdat anders het 3D object dubbelzinnig is beschreven, d.w.z. bij één model kunnen meerdere geldige objecten horen.
- omdat anders het 3D object niet volledig beschreven is, d.w.z. uit een model is de vorm van het bedoelde object niet altijd af te leiden.
- omdat anders alleen lijnafbeeldingen van het 3D object kunnen worden gemaakt ten gevolge van het ontbreken van informatie die nodig is voor het berekenen van een kleur voor de zichtbare polygons.

Opgave 2

Beschouw de volgende beweringen:

- Homogene coördinaten zijn noodzakelijk om een translatie met behulp van een matrix te representeren.
- Homogene coördinaten zijn noodzakelijk om een perspectief transformatie met behulp van een matrix te representeren.

Van deze beweringen is:

- | | (I) | (II) |
|----|---------|---------|
| a. | juist | juist |
| b. | juist | onjuist |
| c. | onjuist | juist |
| d. | onjuist | onjuist |

Opgave 3

De 2D window to viewport transformatie kan worden samengesteld uit een translatie, een schaling en nog een translatie. De parameters **xwmin**, **xwmax**, **ywmin**, **ywmax**, **xvmin**, **xvmax**, **yvmin** en **yvmax** bepalen de afmetingen van window en viewport. Wat zijn de componenten **tx1** en **ty1** van de translatievector van de eerste translatie en de componenten **tx2** en **ty2** van de translatievector van de tweede translatie?

NB. Met eerste translatie wordt hier bedoeld: De translatie die als eerste uitgevoerd moet worden.

- | | | | | |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| a. | tx1 = xwmin | ty1 = ywmin | tx2 = xvmin | ty2 = yvmin |
| b. | tx1 = xwmin | ty1 = ywmin | tx2 = -xvmin | ty2 = -yvmin |
| c. | tx1 = -xwmin | ty1 = -ywmin | tx2 = xvmin | ty2 = yvmin |
| d. | tx1 = -xwmin | ty1 = -ywmin | tx2 = -xvmin | ty2 = -yvmin |

Opgave 4

Er wordt een scene afgebeeld met een window to viewport afbeelding die door de volgende OpenGL calls wordt gedefinieerd:

```
glViewport(100, 200, 300, 300)
glMatrixMode(GL_PROJECTION);
glLoadIdentity();
gluOrtho2D(163, 271, 55, 160);
glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
glFlush();
```

Hoe wordt de actie genoemd die op het beeldscherm plaatsvindt als vervolgens het volgende stukje code uitgevoerd wordt?

```
glViewport(100, 200, 300, 300)
glMatrixMode(GL_PROJECTION);
glLoadIdentity();
gluOrtho2D(208, 316, 25, 130);
glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
glFlush();
```

- a. Zoom in
- b. Zoom out
- c. Panning
- d. Clipping

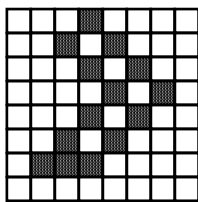
Opgave 5

Hoe kan een spiegeling ten opzichte van het vlak $z=0$ gerealiseerd worden?

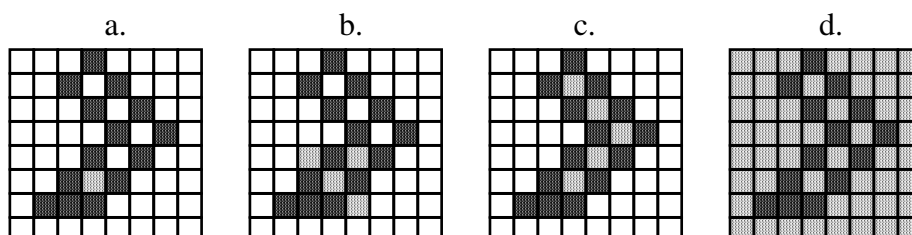
- a. door een schaling
- b. door een rotatie
- c. door een shearing
- d. door een combinatie van een rotatie en translatie

Opgave 6

In een raster zijn alle pixels wit gemaakt. Vervolgens zijn de pixels van de onderstaande figuur zwart gemaakt. De zwarte pixels vormen de begrenzing van een polygon.

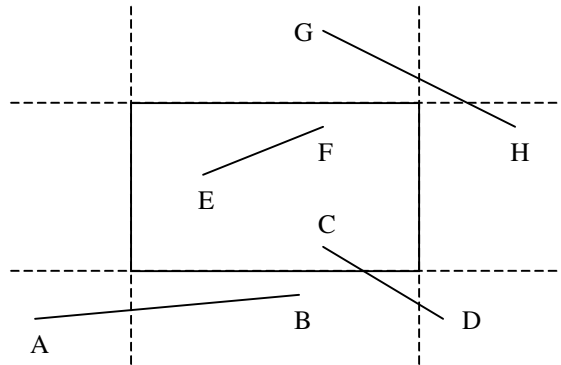


Wat is het resultaat als getracht wordt met het 8-connected flood-fill algoritme het polygon grijs in te kleuren, waarbij het start-pixel het pixel is in de 4e kolom van links en de 3e rij van onder?



Opgave 7

Hoeveel van de lijnstukken AB, CD, EF en GH uit onderstaande figuur worden door het Cohen en Sutherland lijn clipping algoritme onmiddellijk geaccepteerd of verworpen (zonder eerst delen van het lijnstuk te verwijderen)?



- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. 4

Opgave 8

Beschouw de volgende codefragmenten met OpenGL function calls:

(I)

```
glBegin (GL_LINES);  
    /* definieer punten voor n lijnstukken */  
    ...  
glEnd ();
```

(II)

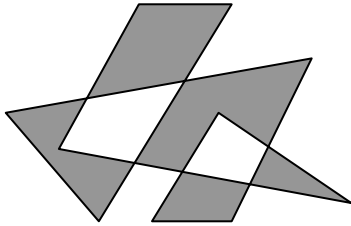
```
glBegin (GL_LINE_STRIP);  
    /* definieer punten voor n lijnstukken */  
    ...  
glEnd ();
```

Hoeveel punten moeten bij codefragment (I) **meer** worden gedefinieerd dan bij codefragment (II) om grafische uitvoer bestaande uit n aan elkaar grenzende lijnstukken te genereren?

- a. 1
- b. n-1
- c. n
- d. n+1

Opgave 9

Gegeven is het volgende polygon



Het binnengebied van het polygon is met kleur grijs ingekleurd. Welke regel is gebruikt om te bepalen wat het binnengebied is?

- alleen de “nonzero winding number” regel leidt tot de inkleuring zoals in de figuur
- alleen de “odd-even” regel leidt tot de inkleuring zoals in de figuur
- zowel de “nonzero winding number” regel als ook de “odd-even” regel leidt tot de inkleuring zoals in de figuur
- noch de “nonzero winding number” regel, noch de “odd-even” regel leidt tot de inkleuring zoals in de figuur

Opgave 10

Een rotatie om de oorsprong beeldt het punt $(4, 3)$ af op $(0, 5)$. Wat is de waarde van b in de

matrix $\begin{pmatrix} a & -b & 0 \\ b & a & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ die deze transformatie representeert?

- $b = -\frac{3}{5}$
- $b = \frac{3}{5}$
- $b = -\frac{4}{5}$
- $b = \frac{4}{5}$

Opgave 11

Een transformatie wordt opgebouwd uit

- Eerst een translatie over de vector $\begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}$
- Daarna een rotatie om de oorsprong over een hoek van $+90$ graden
- Tenslotte een translatie over de vector $\begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}$

Welk punt wordt door deze transformatie op zichzelf afgebeeld?

- punt $(-3, 2)$
- punt $(-2, -3)$
- punt $(2, 3)$
- punt $(3, -2)$

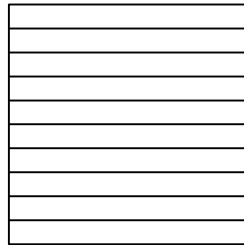
Opgave 12

Gegeven zijn de punten $A = (100, 300)$, $B = (500, 300)$ en $C = (500, 500)$

De lijnstukken AB en AC worden afgebeeld met het DDA algoritme. Hierdoor krijgt lijnstuk AB een hogere intensiteit dan lijnstuk AC.

Wat is de verhouding $\text{Intensiteit(AB)} : \text{Intensiteit(AC)}$?

- a. $\sqrt{2} : 1$
- b. $\sqrt{5} : 1$
- c. $\sqrt{2} : 2$
- d. $\sqrt{5} : 2$

Opgave 13

Gegeven is de volgende textuur

De gehele textuur wordt gemapt op willekeurige polygons. Het patroon van rechte lijnen in de textuur moet ook op het scherm op ieder polygon een patroon van rechte lijnen zijn. De rechte lijnen hoeven op het scherm niet evenwijdig te zijn.

Overwogen wordt het gebruik van de volgende texture mapping methoden:

- (I) bi-lineaire mapping
- (II) perspective mapping

Welke manier van texture mapping geeft het gewenste resultaat?

- | | (I) | (II) |
|----|------|------|
| a. | wel | wel |
| b. | wel | niet |
| c. | niet | wel |
| d. | niet | niet |

Opgave 14

Bepaal de vlakvergelijking van het polygon ABC met $A = (4, 2, 1)$, $B = (1, 1, -1)$ en $C = (0, 3, 0)$. De vlakvergelijking (waarin d nog berekend moet worden) is

- a. $5x + 3y + 7z + d = 0$
- b. $-3x - 5y + 7z + d = 0$
- c. $5x - 3y - 7z + d = 0$
- d. $-3x + 5y - 7z + d = 0$

Opgave 15

Een van de viewing parameters is de View Up Vector (VUV). Deze vector mag niet volledig willekeurig worden gekozen. Welke beperking geldt voor de keuze van VUV opdat de viewing transformatiematrix, die punten van xyz wereld coördinaten afbeeldt op uvw viewing coördinaten, correct kan worden uitgerekend?

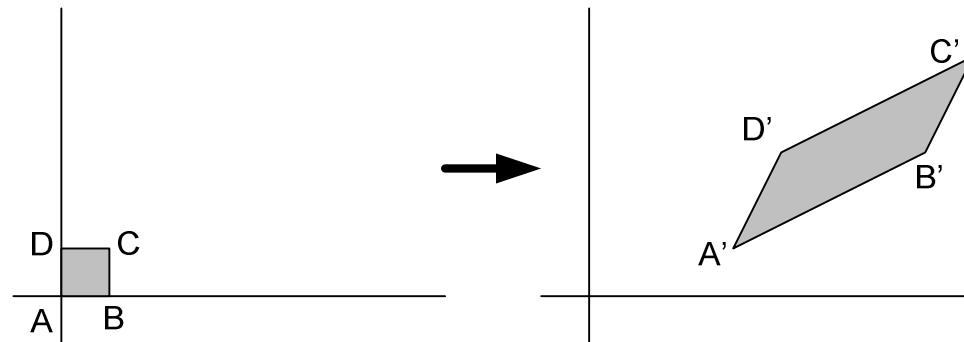
- VUV mag niet evenwijdig zijn aan het view plane
- VUV mag niet loodrecht staan op het view plane
- VUV mag niet evenwijdig zijn aan de z-as van het wereld coördinatenstelsel
- VUV mag niet loodrecht staan op de w-as van het viewing coördinatenstelsel

Opgave 16

Een modellering transformatie beeldt het vierkant ABCD af op A'B'C'D' (zie onderstaande figuur). A wordt op A' afgebeeld, B op B', C op C' en D op D'.

De punten hebben de volgende coördinaten:

$A = (0, 0)$, $B = (1, 0)$, $C = (1, 1)$, $D = (0, 1)$, $A' = (3, 1)$, $B' = (7, 3)$, $C' = (8, 5)$ en $D' = (4, 3)$.



Laat $M = \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ de matrix die deze transformatie representeert. Bepaal de waarden van a , b , d en e .

- $a = 3$, $b = 8$, $d = 1$, $e = 5$
- $a = 4$, $b = 1$, $d = 2$, $e = 2$
- $a = 5$, $b = 4$, $d = 3$, $e = 0$
- $a = 7$, $b = 4$, $d = 3$, $e = 3$

Opgave 17

De diffuse reflectie component van een licht reflectie model is afhankelijk van

- de hoek die de vector naar de waarnemer maakt met de normaalvector op het oppervlak.
- de hoek die de richting van perfecte spiegelende reflectie maakt met de vector naar de waarnemer.
- de hoek die de vector naar de lichtbron maakt met de vector naar de waarnemer.
- de hoek die de vector naar de lichtbron maakt met de normaalvector op het oppervlak.

Opgave 18

Bij ray tracing wordt voor een schaduwstraal bepaald

- wat het dichtst bij de lichtbron gelegen snijpunt is van de schaduwstraal met een object in de scène.
- wat het dichtst bij het oogpunt gelegen snijpunt is van de schaduwstraal met een object in de scène.
- wat het dichtst bij het startpunt van de schaduwstraal gelegen snijpunt is van de schaduwstraal met een object in de scène.
- of er minstens één snijpunt is op het pad naar de lichtbron met een object in de scène.

Opgave 19

Bij welk type projectie wordt iedere lijn die loodrecht staat op het projectievlak afgebeeld op een punt?

- 1-punts perspectief projectie
- scheve parallel projectie
- orthografische projectie
- cavalier projectie

Opgave 20

Welk shading algoritme past het grootste aantal keer het lichtreflectiemodel toe?

- flat shading
- Phong shading
- Gouraud shading
- alle drie de shading methoden even vaak

Opgave 21

Gegeven zijn de vectoren $\underline{U} = \begin{pmatrix} \frac{4}{5} \\ -\frac{3}{5} \\ 0 \end{pmatrix}$ en $\underline{V} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$. Het stelsel UVW opgespannen door de

vectoren $\underline{U}$, $\underline{V}$ en $\underline{W}$ is een rechtshandig orthonormaal coördinatenstelsel. Wat is de juiste vector $\underline{W}$?

- $\underline{W} = \begin{pmatrix} -\frac{3}{5} \\ -\frac{4}{5} \\ 0 \end{pmatrix}$
- $\underline{W} = \begin{pmatrix} \frac{3}{5} \\ -\frac{4}{5} \\ 0 \end{pmatrix}$
- $\underline{W} = \begin{pmatrix} -\frac{3}{5} \\ \frac{4}{5} \\ 0 \end{pmatrix}$
- $\underline{W} = \begin{pmatrix} \frac{3}{5} \\ \frac{4}{5} \\ 0 \end{pmatrix}$

Opgave 22

Een lijnstuk met eindpunten A = (300, 100) en B = (100, 500) wordt afgebeeld met het DDA algoritme. Wat is de waarde van de x-increment en de y-increment in het algoritme?

- | | x-increment | y-increment |
|----|-------------|-------------|
| a. | -1 | -0.5 |
| b. | -1 | 0.5 |
| c. | -0.5 | -1 |
| d. | -0.5 | 1 |

Opgave 23

Waarom moet in de 3D viewing pipeline geclippt worden tegen een 3D volume en niet tegen een 2D window?

- a. omdat bij clippen tegen een 2D window het clippen na de hidden surface removal plaatsvindt waardoor de zichtbare vlakken niet goed worden bepaald.
- b. omdat bij clippen tegen een 2D window objecten achter de waarnemer ten onrechte niet worden verwijderd en dan in de afbeelding zichtbaar kunnen worden.
- c. omdat 3D grafische primitieven niet tegen een 2D window geclippt kunnen worden.
- d. omdat clippen tegen een 3D volume efficiënter is daar grafische informatie die uiteindelijk niet zichtbaar zal zijn nu niet geprojecteerd hoeft te worden.

Opgave 24

Welke matrix representeert een 3D rotatie om een lijn door de oorsprong en het punt (1, 0, 1) over een hoek van 90 graden?

a.
$$\begin{pmatrix} \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 \\ \frac{1}{2}\sqrt{2} & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2}\sqrt{2} & 0 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2}\sqrt{2} & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

b.
$$\begin{pmatrix} \frac{1}{2} & -\frac{1}{2}\sqrt{2} & \frac{1}{2} & 0 \\ \frac{1}{2}\sqrt{2} & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2}\sqrt{2} & 0 \\ \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

c.
$$\begin{pmatrix} \frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} & 0 \\ \frac{1}{2}\sqrt{2} & -\frac{1}{2}\sqrt{2} & -\frac{1}{2}\sqrt{2} & 0 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2}\sqrt{2} & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

d.
$$\begin{pmatrix} \frac{1}{2} & -\frac{1}{2}\sqrt{2} & \frac{1}{2} & 0 \\ \frac{1}{2}\sqrt{2} & 0 & -\frac{1}{2}\sqrt{2} & 0 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2}\sqrt{2} & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Opgave 25

Bij welke functie van OpenGL wordt gebruik gemaakt van de “current raster position”?

- a. glBitmap
- b. glVertex
- c. glutCreateWindow
- d. glViewport

Opgave 26

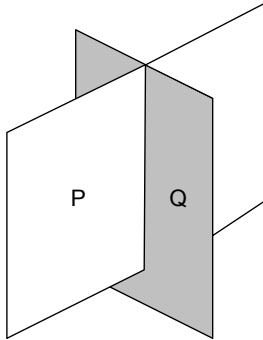
Een perspective mapping met matrix $\begin{pmatrix} 400 & 200 & 100 \\ -250 & 300 & 300 \\ \frac{1}{4} & a & 1 \end{pmatrix}$ beeldt punt (1, 1) af op (400, 200).

Wat is de waarde van a ?

- a. -1
- b. $-\frac{1}{2}$
- c. $\frac{1}{2}$
- d. 1

Opgave 27

Bij gebruik van welk hidden surface removal algoritme wordt één van de polygons P en Q uit onderstaande figuur gesplitst op de snijlijn in twee kleinere polygons?



- a. bij gebruik van het z-buffer algoritme
- b. bij gebruik van het dieptesortering algoritme
- c. bij gebruik van het scan line algoritme
- d. bij geen van de drie algoritmen

Opgave 28

Voor de anti-aliasing van een textuur, gedefinieerd in uv-textuurcoördinaten, die moet worden afgebeeld op een polygon in xy-schermcoördinaten, kan gebruik worden gemaakt van een mip-map.

Waarvoor worden in dit geval de partiële afgeleiden van de mapping functie $(x, y) = f(u, v)$ gebruikt?

- a. om een schatting te maken van de grootte van het pre-image van een pixel
- b. om de (u,v)-positie in de textuur te bepalen waar de kleur voor een pixel gevonden kan worden
- c. om het middelen van de textuurwaarden te versnellen met een incrementele methode
- d. om de vorm van het pre-image van een pixel te bepalen

Opgave 29

Om met het painters algoritme een correcte afbeelding te kunnen maken van een 3D polygon model

- (I) moeten de polygons op diepte vanaf de waarnemer gesorteerd zijn
- (II) moet voorafgaand backface removal worden uitgevoerd

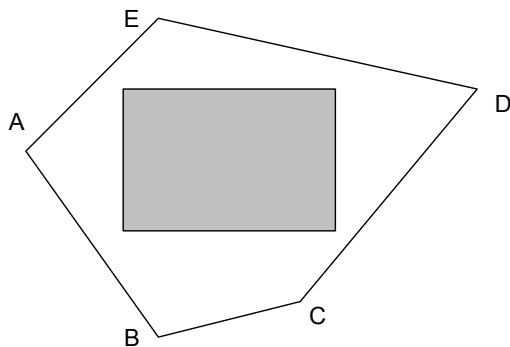
Welke van bovenstaande uitspraken is juist?

- | | (I) | (II) |
|----|---------|---------|
| a. | juist | juist |
| b. | juist | onjuist |
| c. | onjuist | juist |
| d. | onjuist | onjuist |

Opgave 30

Het onderstaande polygon ABCDE wordt met het Sutherland Hodgman algoritme geclippt tegen het rechthoekige window. De clipping volgorde is links, rechts, onder, boven.

Wat is achtereenvolgens het aantal hoekpunten van het resulterende polygon na iedere clipping stap (clippen tegen 1 zijde)?



Na clippen tegen	links	rechts	onder	boven
a.	7	8	6	4
b.	7	8	5	4
c.	6	7	6	4
d.	6	7	5	4

einde tentamenopgaven