

IN2905-A Computer Graphics

23 juni 2010, 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

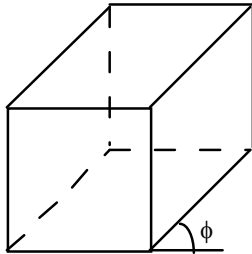
Het gebruik van informatiebronnen is niet toegestaan
Het gebruik van een rekenmachine is toegestaan

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

Een cavalier projectie is een parallelprojectie waarbij de projectierichting een hoek van 45° met het projectievlak maakt. In onderstaande figuur zien we zo'n cavalier projectie van een kubus. De lijnen loodrecht op het projectievlak zijn onder een hoek van $\phi = 45^\circ$ afgebeeld.



cavalier projectie van kubus

Wat is de transformatiematrix van deze projectie?

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

b.
$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & \frac{1}{4}\sqrt{2} & 0 \\ 0 & 1 & \frac{1}{4}\sqrt{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

c.
$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

d.
$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Opgave 2

Gegeven zijn de volgende matrices M1, M2 en M3:

$$M1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$M2 = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$M3 = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Welke van bovenstaande transformatiematrices is/zijn geschikt voor de conversie van een rechtshandig coördinatenstelsel naar een linkshandig coördinatenstelsel?

- a. geen van allen
- b. alleen M1
- c. alleen M1 en M2
- d. M1, M2 en M3

Opgave 3

We willen een cirkel waarvan de begrenzing in de frame buffer gegeven is, inkleuren door gebruik te maken van een fill algoritme. De achtergrond waarop de begrenzing van de cirkel getekend is, is egaal en heeft een andere kleur dan die van de begrenzing en de vulkleur. Beschouw de volgende beweringen:

- (I) Een cirkel die correct ingekleurd wordt met het 4-connected boundary fill algoritme wordt zeker ook goed ingekleurd met het 8-connected boundary fill algoritme.
- (II) Een cirkel die correct ingekleurd wordt met het 8-connected boundary fill algoritme wordt zeker ook goed ingekleurd met het 4-connected boundary fill algoritme.

Van deze beweringen is:

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

Opgave 4

We willen ten opzichte van een 3D coördinatenstelsel de 4 x 4 homogene coördinatenmatrix van een rotatie over een hoek θ om de lijn door de oorsprong met richtingsvector $(1, 1, \sqrt{2})$ bepalen. We kunnen deze rotatie opbouwen uit de volgende combinatie van elementaire transformaties (rotaties om de assen van het coördinatenstelsel):

$$R_x(-\alpha) \cdot R_y(-\beta) \cdot R_z(\theta) \cdot R_y(\beta) \cdot R_x(\alpha)$$

Over welke hoek β moet geroteerd worden om de y-as?

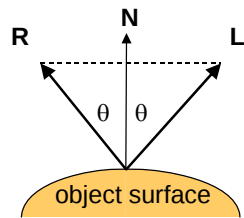
- a. -30°
- b. -45°
- c. -60°
- d. -90°

Opgave 5

Delen door nul geeft bij executie van een computerprogramma problemen. Wanneer treedt dit probleem op bij uitvoering van de perspectieftransformatie?

- a. alleen als men het Center Of Projection transformeert.
- b. als men punten transformeert, die liggen in het vlak waar het Center Of Projection in ligt, en dat evenwijdig is aan het projectievlak.
- c. als men punten transformeert die ten opzichte van het projectievlak achter het Center Of Projection liggen.
- d. in geen van de bovengenoemde gevallen.

Opgave 6



Alle getoonde vectoren in bovenstaande figuur zijn genormaliseerde vectoren. In een punt op een oppervlak is $\mathbf{N}$ de normaalvector. $\mathbf{L}$ is de richting vanaf dat punt naar de lichtbron toe. De richting van de spiegelend gereflecteerde straal $\mathbf{R}$ in datzelfde punt is

- $2(\mathbf{N} \cdot \mathbf{L}) \mathbf{N} + \mathbf{L}$
- $2(\mathbf{N} \cdot \mathbf{L}) \mathbf{N} - \mathbf{L}$
- $(\mathbf{N} \cdot \mathbf{L}) \mathbf{N} + \mathbf{L}$
- $(\mathbf{N} \cdot \mathbf{L}) \mathbf{N} - \mathbf{L}$

Opgave 7

De 2D window to viewport transformatie kan worden samengesteld uit een translatie, een schaling en nog een translatie. De parameters $xwmi$, $xwma$, $ywmi$, $ywma$, $xvmi$, $xvma$, $yvmi$ en $yvma$ bepalen de afmetingen van window en viewport. Wat zijn de schalingsfactoren s_x en s_y van de schaling?

- $s_x = \frac{xvma - xvmi}{ywma - ywmi}$ en $s_y = \frac{yvma - yvmi}{xwma - xwmi}$
- $s_x = \frac{xwma - xwmi}{xvma - xvmi}$ en $s_y = \frac{ywma - ywmi}{yvma - yvmi}$
- $s_x = \frac{xvma - xvmi}{xwma - xwmi}$ en $s_y = \frac{yvma - yvmi}{ywma - ywmi}$
- $s_x = \frac{xwma - xvma}{xwmi - xvmi}$ en $s_y = \frac{ywma - yvma}{ywmi - yvmi}$

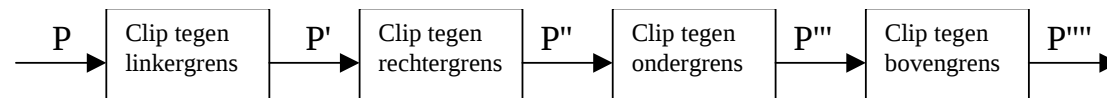
Opgave 8

Een vierkante textuur wordt door middel van een perspectivische mapping afgebeeld op een willekeurige vierhoek op het scherm. Wat is de vorm van het pre-image (in textuur ruimte) van een vierkant pixel (in scherm ruimte)?

- altijd een vierkant
- altijd een rechthoek; het hoeft geen vierkant te zijn
- een willekeurige vierhoek; het hoeft geen rechthoek te zijn
- een willekeurig gebied met gekromde zijden; het hoeft geen vierhoek te zijn

Opgave 9

Het Sutherland Hodgman polygon clipping algoritme clipt een (invoer)polygon door achtereenvolgens voor elk van de vier doorgetrokken windowgrenzen uit het invoerpolygon een geclippt uitvoerpolygon te bepalen. Het uitvoerpolygon bij clippen tegen een doorgetrokken windowgrens treedt steeds weer op als invoerpolygon bij het clippen tegen de volgende doorgetrokken windowgrens. De onderstaande figuur toont dit proces.



Beschouw de volgende beweringen over het Sutherland Hodgman algoritme:

- (I) Bij clippen van een polygon tegen een van de doorgetrokken windowgrenzen kan het uitvoerpolygon nooit minder hoekpunten bevatten dan het invoerpolygon.
- (II) Bij clippen van een polygon tegen een van de doorgetrokken windowgrenzen kan het uitvoerpolygon nooit meer hoekpunten bevatten dan het invoerpolygon.

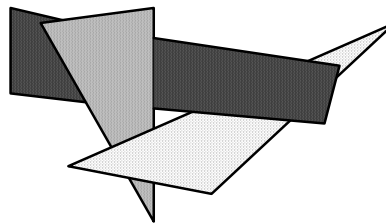
Van deze beweringen is:

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

Opgave 10

Beschouw de volgende twee uitspraken over het z-buffer (depth buffer) algoritme:

- (I) Het z-buffer algoritme lost het zichtbare vlakken probleem op door tijdens de scan conversie per pixel de diepte van het dichtstbij gelegen polygon bij te houden.
- (II) Het z-buffer algoritme geeft elkaar cyclisch overlappende polygonen (zie figuur) niet goed weer.



Figuur : elkaar cyclisch overlappende polygonen

Van deze uitspraken is

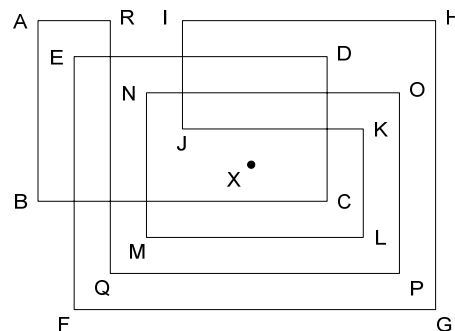
- | | (I) | (II) |
|----|---------|---------|
| a. | juist | juist |
| b. | juist | onjuist |
| c. | onjuist | juist |
| d. | onjuist | onjuist |

Opgave 11

Een textuur wordt op een polygon afgebeeld door middel van lineaire interpolatie over zijden van het polygon gevolgd door lineaire interpolatie over de scan lines. $A = (300, 150)$ en $B = (450, 350)$ zijn twee opeenvolgende hoekpunten van het polygon. Op punt A wordt het punt uit de textuur met coördinaten $(u_A, v_A) = (0.2, 0.1)$ afgebeeld. Op punt B wordt het punt uit de textuur met coördinaten $(u_B, v_B) = (0.8, 1.0)$ afgebeeld.

De scan conversie vindt plaats vanaf de scan line waarop punt A ligt in de richting van de scan line waarop punt B ligt. Wat is de u-increment voor zijde AB bij overgang naar de volgende scan line?

- a. 0.003
- b. 0.004
- c. 0.0045
- d. 0.006

Opgave 12

Gegeven is het polygon ABCDEFGHIJKLMNOPQR en het punt X. Wat is het winding number van punt X ten opzichte van het polygon?

- a. 0
- b. 1
- c. 2
- d. 4

Opgave 13

Gegeven zijn de vectoren $\mathbf{u}$ en $\mathbf{v}$ in $\mathbb{R}^3$. Beide vectoren zijn $\neq \mathbf{0}$. Beschouw de onderstaande uitspraken:

- (I) $\mathbf{u}$ en $\mathbf{v}$ zijn veelvouden van elkaar dan en slechts dan als voor het uitwendig product geldt: $\mathbf{u} \times \mathbf{v} = \mathbf{0}$ (NB: $\mathbf{0}$ is de nulvector)
- (II) $\mathbf{u}$ en $\mathbf{v}$ staan loodrecht op elkaar dan en slechts dan als voor het inwendig product geldt: $\mathbf{u} \cdot \mathbf{v} = 0$ (NB: 0 is het getal nul)

Voor deze uitspraken geldt:

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

Opgave 14

Gegeven is de volgende programmacode met OpenGL function calls

```
glBegin (polygonMode);  
    ... /* generate n polygons */  
glEnd ();
```

We gebruiken bovenstaande code om met `polygonMode GL_TRIANGLE_STRIP` en met `polygonMode GL_QUAD_STRIP` precies n polygons te genereren.

Hoeveel punten moeten er meer gedefinieerd worden voor de quad strip dan voor de triangle strip?

- a. $n-1$
- b. n
- c. $n+1$
- d. $2n$

Opgave 15

Gegeven is de driehoek ABC met $A=(1,1)$, $B=(5,1)$ en $C=(1,2)$. Deze driehoek wordt afgebeeld op driehoek $A'B'C'$ met $A'=(1,1)$, $B'=(2,1)$ en $C'=(1,6)$.

De matrix voor deze transformatie is $\begin{pmatrix} \frac{1}{4} & 0 & a \\ 0 & 5 & b \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$. Wat is de waarde van a ?

- a. $-\frac{3}{5}$
- b. $-\frac{3}{4}$
- c. $\frac{3}{5}$
- d. $\frac{3}{4}$

Opgave 16

Een textuur met textuurcoördinaten van 0 tot 1 in u-richting en in v-richting wordt afgebeeld op een polygon in schermruimte met gebruik van een perspective mapping. De matrix voor

de perspective mapping is $\begin{pmatrix} 200 & 0 & 400 \\ 0 & 600 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$. Welk punt in de textuur wordt afgebeeld op

het punt (250, 150) in de schermruimte?

- a. $(\frac{1}{4}, \frac{1}{4})$
- b. $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2})$
- c. $(\frac{3}{4}, \frac{3}{4})$
- d. $(1,1)$

Opgave 17

Een polygon ABCD met hoekpunten $A = (-30, 0, 10)$, $B = (10, 0, 10)$, $C = (10, 0, -10)$ en $D = (-30, 0, -10)$, van buiten het object gezien tegen de wijzers van de klok in, maakt deel uit van een object waarvan een afbeelding wordt gemaakt. De lichtbron staat op positie $L = (-45, 20, 0)$ en de waarnemer bevindt zich op positie $V = (5, 5, 0)$.

In welk punt op het polygon is de spiegelende reflectiecomponent van het lichtmodel het grootst?

- a. $(5, 0, 0)$
- b. $(0, 0, 0)$
- c. $(-5, 0, 0)$
- d. $(-20, 0, 0)$

Opgave 18

Gegeven zijn de punten $A = (100, 100)$ en $B = (600, 200)$ in schermcoördinaten. Het lijnstuk AB wordt afgebeeld met het Bresenham scan conversie algoritme.

Wat is de waarde van de foutterm e op het moment dat beslist moet worden of het pixel $(101, 100)$ of $(101, 101)$ gezet moet worden?

- a. $e = -300$
- b. $e = -100$
- c. $e = 0$
- d. $e = 200$

Opgave 19

T is de 2D transformatie die is opgebouwd uit een spiegeling in de lijn $y = x$ gevolgd door een spiegeling in de x-as. Wat is de juiste transformatiematrix van T?

- a. $\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ b. $\begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ c. $\begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ d. $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

Opgave 20

Welke uitspraak over een verdwijnpunt (vanishing point) is juist?

- a. Bij een scheve projectie komen de projectoren samen in een verdwijnpunt.
- b. Bij een perspectiefprojectie komen de projectoren samen in een verdwijnpunt.
- c. Bij een scheve projectie komen evenwijdige lijnen in het model, die niet evenwijdig zijn met het projectievlak, in de afbeelding samen in een verdwijnpunt.
- d. Bij een perspectiefprojectie komen evenwijdige lijnen in het model, die niet evenwijdig zijn met het projectievlak, in de afbeelding samen in een verdwijnpunt.

Opgave 21

Gegeven is de declaratie

```
Point2D points[5] = {{2.5, 7.5}, {5.0, 9.5}, {7.5, 7.5},  
                    {7.5, 2.5}, {2.5, 2.5}};
```

Gegeven zijn tevens de codefragmenten:

(I)

```
glBegin (GL_TRIANGLES);  
  for (i=0; i<5; i++)  
    glVertex2fv (points[i]);  
glEnd ();
```

en (II)

```
for (i=0; i<5; i++)  
{  
  glBegin (GL_TRIANGLES);  
  glVertex2fv (points[i]);  
  glEnd ();  
}
```

Hoeveel driehoeken worden gedefinieerd met programmafragment (I) en (II)?

- | | (I) | (II) |
|----|-----|------|
| a. | 1 | 0 |
| b. | 1 | 1 |
| c. | 3 | 1 |
| d. | 3 | 3 |

Opgave 22

Een object wordt begrensd door de vlakken $-x=0$, $-y=0$, $-z=0$ en $x+2y+3z-6=0$. Welk punt ligt in het object of op de rand van het object?

- a. (0, 1, 1)
- b. (1, 2, 1)
- c. (2, 0, 2)
- d. (3, 2, 0)

Opgave 23

Wat wordt opgeslagen in een mip-map?

- a. De mip-map slaat op welk punt in de textuur op welk punt op het scherm moet worden afgebeeld.
- b. De mip-map slaat op hoe groot het gebied in schermruimte is waarop een pixel in textuurruimte wordt afgebeeld.
- c. De mip-map slaat op hoe een polygon in modeling coördinaten moet worden afgebeeld op schermcoördinaten.
- d. De mip-map slaat de textuur op op verschillende resoluties.

Opgave 24

Welke OpenGL functie aanroepen leggen het viewing coördinatenstelsel volledig vast?

- a. gluLookAt
- b. glOrtho
- c. gluLookAt en glOrtho
- d. gluLookAt, glOrtho en glViewport

Opgave 25

Het Cohen en Sutherland lijn clipping algoritme maakt gebruik van 4-bits codes om de ligging van de eindpunten van een lijnstuk ten opzichte van het window vast te leggen. De betekenis van de 4-bits is (in die volgorde): links, rechts, onder, boven.

Wat betekent het als de logische EN operatie op de twee 4-bits codes gelijk is aan 1001?

- a. Deze situatie kan zich niet voordoen.
- b. Dit betekent dat het lijnstuk geaccepteerd kan worden.
- c. Dit betekent dat het lijnstuk verworpen kan worden.
- d. Dit betekent dat de beslissing verworpen of geaccepteerd nog niet genomen kan worden en dat een deel van het lijnstuk eerst verwijderd moet worden.

Opgave 26

Gegeven is de matrix $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$. Van wat voor soort transformatie is dit de matrix?

- a. van een spiegeling in het vlak $x = 0$
- b. van een spiegeling in het vlak $y - z = 0$
- c. van een spiegeling in het vlak $y + z = 0$
- d. van een spiegeling in het vlak $x - y - z = 0$

Opgave 27

Hoe lost het scanline hidden surface removal algoritme het probleem op van het bepalen van het zichtbare polygon wanneer geprojecteerde polygons elkaar overlappen?

- a. Het algoritme sorteert de actieve zijden op diepte en het zichtbare polygon is dan het polygon waartoe de dichtstbijzijnde zijde behoort.
- b. Het algoritme sorteert voor ieder pixel op een span de polygons op diepte.
- c. Het algoritme sorteert voordat de eerste scanline wordt behandeld de gehele polygonlijst op diepte.
- d. Het algoritme sorteert op de span grenzen de actieve polygons op diepte.

Opgave 28

Een punt in een xy coördinatenstelsel correspondeert in xyw homogene coördinaten met

- a. een lijn evenwijdig aan de w-as
- b. een lijn in het w=1 vlak
- c. een lijn door de oorsprong
- d. een willekeurige lijn

Opgave 29

Een lichtmodel maakt gebruik van een spiegelende reflectie component. Hierdoor kunnen highlights (weerspiegelingen van de lichtbron in gladde oppervlakken) in de afbeelding voorkomen.

Bij gebruik van welk shading algoritme is de kans groot dat op een plaats waar in de afbeelding een highlight zichtbaar zou moeten zijn, deze highlight volledig ontbreekt?

- a. Bij zowel Phong shading als ook bij Gouraud shading kan de highlight ontbreken.
- b. Alleen bij Phong shading kan de highlight ontbreken.
- c. Alleen bij Gouraud shading kan de highlight ontbreken.
- d. De highlight zal niet ontbreken bij Phong shading en ook niet bij Gouraud shading.

Opgave 30

De matrix $\begin{pmatrix} \frac{1}{2}\sqrt{2} & \frac{1}{2}\sqrt{2} & 1 \\ -\frac{1}{2}\sqrt{2} & \frac{1}{2}\sqrt{2} & -1+\sqrt{2} \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ representeert een rotatie om een punt P over -45° .

Wat zijn de coördinaten van punt P?

- a. $(1, -1)$
- b. $(-1, 1)$
- c. $(1, -1+\sqrt{2})$
- d. $(-1+\sqrt{2}, 1)$

einde tentamenopgaven