

IN2905-A; IN3300TU-A Computer Graphics

25 oktober 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

Gegeven zijn de OpenGL functie aanroepen

```
glOrtho (0.0, 40.0, 0.0, 60.0, -1.0, 1.0);  
glViewport (0.0, 0.0, 60.0, 60.0);
```

Welke wijziging zorgt ervoor dat er op een gedeelte van de scene, die via bovenstaande window/viewport-specificatie afgebeeld is, ingezoomd wordt?

- a. `glOrtho (0.0, 80.0, 0.0, 120.0, -1.0, 1.0);`
- b. `glOrtho (0.0, 20.0, 0.0, 30.0, -1.0, 1.0);`
- c. `glViewport (0.0, 0.0, 30.0, 30.0);`
- d. `glViewport (0.0, 0.0, 90.0, 90.0);`

Opgave 2

Gegeven zijn de volgende matrices $M1$, $M2$ en $M3$:

$$M1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad M2 = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad M3 = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Hoeveel van bovenstaande transformatiematrices zijn geschikt voor de conversie van een rechtshandig coördinatenstelsel naar een linkshandig coördinatenstelsel?

- a. geen van allen
- b. 1
- c. 2
- d. 3

Opgave 3

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 (3, 1, -1) 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 α moet geroteerd worden om de x-as?

- a. 30°
- b. 60°
- c. 90°
- d. 135°

Opgave 4

Welke van de volgende transformaties kan ook bereikt worden met een schaling?

- a. Rotatie
- b. Shear
- c. Translatie
- d. Reflectie

Opgave 5

In het licht reflectiemodel van Phong wordt het door een oppervlak gereflecteerde licht naar het oog van de waarnemer opgebouwd uit drie componenten: $I = I_{\text{ambient}} + I_{\text{diffuse}} + I_{\text{specular}}$
Welke van de drie componenten is niet afhankelijk van de hoek waaronder licht van de lichtbron invalt op het oppervlak?

- a. de ambient component
- b. de diffuse reflectie component
- c. de spiegelende reflectie component
- d. alledrie de componenten zijn afhankelijk van de hoek waaronder licht van de lichtbron invalt op het oppervlak

Opgave 6

Laat N_1 t/m N_k de (eenheids)normaalvectoren van de k polygons die een hoekpunt v

gemeenschappelijk hebben. Beschouw de volgende berekening: $N_v = \frac{\sum_{k=1}^n N_k}{\left| \sum_{k=1}^n N_k \right|}$

Bij welke shading methode(n) moet deze berekening worden uitgevoerd?

- a. alleen bij flat shading
- b. alleen bij Gouraud shading
- c. alleen bij Phong shading
- d. bij Gouraud shading en bij Phong shading

Opgave 7

Wat voor soort afbeelding (van een kubus) kunnen we in de "echte wereld" (als we kijken naar een echte 3D kubus) zelfs niet in benadering zien?

- a. een orthografische projectie
- b. één-punts perspectief projectie
- c. een cavalier projectie
- d. een isometrische projectie

Opgave 8

Met punten in een 2D coördinatenstelsel corresponderen lijnen in 3D homogene coördinaten. Welke lijn correspondeert met het punt (1, 0)?

a.
$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \lambda \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

b.
$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \lambda \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

c.
$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \lambda \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

d.
$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} + \lambda \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Opgave 9

Beschouw de onderstaande uitspraken over het uitwendig produkt $\mathbf{a} \times \mathbf{b}$ van twee vectoren $\mathbf{a}$ en $\mathbf{b}$.

- I. De vectoren $\mathbf{a}$, $\mathbf{b}$ en $\mathbf{a} \times \mathbf{b}$ vormen een rechtshandig coördinatenstelsel.
- II. De lengte van $\mathbf{a} \times \mathbf{b}$ is gelijk aan de lengte van vector $\mathbf{a}$ maal de lengte van de projectie van vector $\mathbf{b}$ op vector $\mathbf{a}$.
- III. De vector $\mathbf{a} \times \mathbf{b}$ is een normaalvector op het vlak dat wordt opgespannen door de vectoren $\mathbf{a}$ en $\mathbf{b}$.

Hoeveel van deze uitspraken zijn juist?

- a. 0
- b. 1
- c. 2
- d. 3

Opgave 10

Een polygon scan conversie algoritme, dat van onder naar boven de scan lines afloopt, maakt gebruik van een actieve zijdenlijst (AZL). Deze AZL moet regelmatig worden aangepast. Een van de aanpassingen in de AZL bestaat uit het verwijderen van zijden. Wanneer moet een zijde uit de actieve zijdenlijst worden verwijderd?

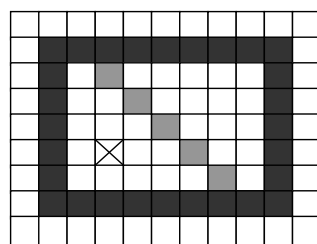
- a. Als naar de volgende scan line wordt gegaan en de nieuwe scan line is scan line y , dan moeten de zijden uit bucket y worden verwijderd uit de actieve zijdenlijst.
- b. Als naar de volgende scan line wordt gegaan en de nieuwe scan line is scan line y , dan moeten de zijden waarvan het bovenste eindpunt op scan line y ligt worden verwijderd uit de actieve zijdenlijst.
- c. Als naar de volgende span op scan line y wordt gegaan, dan moet de zijde die op de span grens wordt gesneden door de scan line worden verwijderd uit de actieve zijdenlijst.
- d. Als naar de volgende span op scan line y wordt gegaan, dan moet de eerstvolgende zijde uit bucket y worden verwijderd uit de actieve zijdenlijst.

Opgave 11

Gegeven is dat punt $P(3, 2, 5)$ in vlak V ligt. De vector $\begin{pmatrix} 2 \\ -4 \\ 1 \end{pmatrix}$ is een normaalvector van V .

Wat is de vlakvergelijking van V ?

- a. $2x - 4y + z - 21 = 0$
- b. $2x - 4y + z - 3 = 0$
- c. $3x + 2y + 5z - 38 = 0$
- d. $3x + 2y + 5z - 3 = 0$

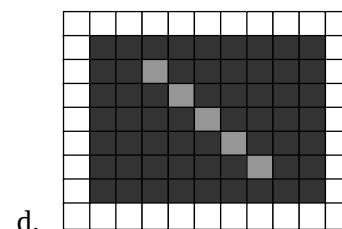
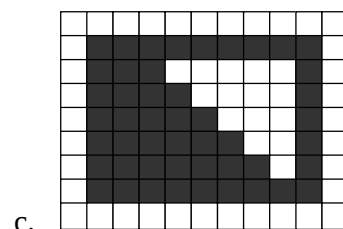
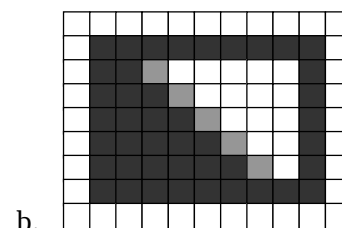
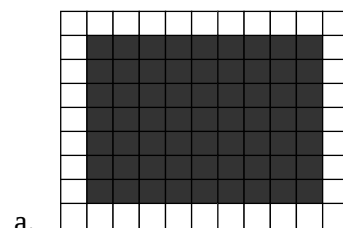
Opgave 12

colors used: white
 gray
 black

seed:

X

Hoe ziet het polygon eruit na uitvoering van het 4-connected flood fill algoritme met het pixel met het kruis als startpixel en met vulkleur “black”?

**Opgave 13**

In een lichtreflectiemodel spelen de eenheidsvectoren $\mathbf{L}$ (naar de lichtbron), $\mathbf{V}$ (naar de waarnemer), $\mathbf{N}$ (normaalvector op het oppervlak) en $\mathbf{R}$ (richting van perfecte spiegelende reflectie) een rol. Soms wordt voor de spiegelende reflectie gebruik gemaakt van de formule $I_s = k_s (\mathbf{N} \cdot \mathbf{H})^n I_l$

Hoe wordt bij gebruik van deze formule de vector $\mathbf{H}$ bepaald?

- a. $\mathbf{H} = \frac{\mathbf{L} + \mathbf{V}}{|\mathbf{L} + \mathbf{V}|}$
- b. $\mathbf{H} = \frac{\mathbf{R} + \mathbf{V}}{|\mathbf{R} + \mathbf{V}|}$
- c. $\mathbf{H} = \frac{\mathbf{L} + \mathbf{N}}{|\mathbf{L} + \mathbf{N}|}$
- d. $\mathbf{H} = \frac{\mathbf{R} + \mathbf{N}}{|\mathbf{R} + \mathbf{N}|}$

Opgave 14

Gegeven is de volgende programmacode met OpenGL function calls

```
glBegin (polygonMode);  
    ...      /* n punten */  
glEnd ();
```

Met welke polygonMode (GL_TRIANGLE_STRIP of GL_TRIANGLE_FAN) genereert bovenstaande code het grootste aantal polygons?

- a. met GL_TRIANGLE_STRIP
- b. met GL_TRIANGLE_FAN
- c. dat hangt af van de waarde van n
- d. altijd precies even veel

Opgave 15

De view up vector (VUV), die mede het viewing coördinatenstelsel UVW bepaalt ten opzichte van het wereld coördinatenstelsel XYZ, mag vrijwel geheel vrij worden gekozen. Aan welke vector mag VUV echter niet evenwijdig worden gekozen?

- a. een vector in de U-richting van het UVW stelsel
- b. een vector in de W-richting van het UVW stelsel
- c. een vector in de X-richting van het XYZ stelsel
- d. een vector in de Z-richting van het XYZ stelsel

Opgave 16

T is de matrix van een translatie in een 2D coördinatenstelsel. R_{90} is de matrix van een rotatie om de oorsprong van een 2D coördinatenstelsel over 90 graden (tegen de wijzers van de klok in). Als we eerst de translatie met matrix T uitvoeren en daarna de rotatie met matrix R_{90} dan

is de transformatiematrix van de samengestelde transformatie gelijk aan $\begin{pmatrix} 0 & -1 & a \\ 1 & 0 & b \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$.

Wat is de juiste transformatiematrix als we eerst de rotatie met matrix R_{90} uitvoeren en daarna de translatie met matrix T?

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

Opgave 17

Primaire stralen bij ray tracing zijn stralen

- a. vanaf de waarnemer door een pixel.
- b. vanaf de waarnemer naar de lichtbron.
- c. vanaf de lichtbron naar een punt op het oppervlak van een zichtbaar object.
- d. vanaf de lichtbron door een pixel.

Opgave 18

Het lijnstuk AB met $A=(900, 500)$ en $B=(100, 300)$ wordt gescanconverteerd met het DDA algoritme. De scan conversie begint bij punt $(x, y) = (x_A, y_A)$. In de lus worden de incrementen x_{inc} en y_{inc} gebruikt om x en y aan te passen. Wat is de juiste waarde van y_{inc} ?

- a. $y_{inc} = 1$
- b. $y_{inc} = -1$
- c. $y_{inc} = 0.25$
- d. $y_{inc} = -0.25$

Opgave 19

De matrix $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$ representeert een perspectief transformatie. Op welk punt wordt

$(8, 4, 2)$ afgebeeld door deze transformatie?

- a. $(8, 4, 0)$
- b. $(4, 2, 0)$
- c. $(4, 2, 1)$
- d. $(-4, -2, 0)$

Opgave 20

Bij het dieptesortingsalgoritme bepalen we vele malen voor twee polygons P en Q, waarbij P voor Q staat in de lijst, of we de polygons in die volgorde kunnen laten staan, d.w.z. of we eerst P en dan Q kunnen scan converteren om tot een correcte afbeelding te komen.

Er worden verscheidene tests uitgevoerd om te bepalen of we P en Q kunnen laten (totdat we het antwoord hebben vastgesteld). Welke test behoort daartoe?

- a. Hebben P en Q overlap in de z-richting (diepte richting)?
- b. Hebben P en Q overlap in de y-richting (verticale richting)?
- c. Liggen alle hoekpunten van P aan de kant van het vlak van Q waar het oogpunt ook ligt?
- d. Liggen alle hoekpunten van Q aan de kant van het vlak van P waar het oogpunt niet ligt?

Opgave 21

Een tetraëder wordt begrensd door de vlakken $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$ en $x + 2y + 3z - 10 = 0$.

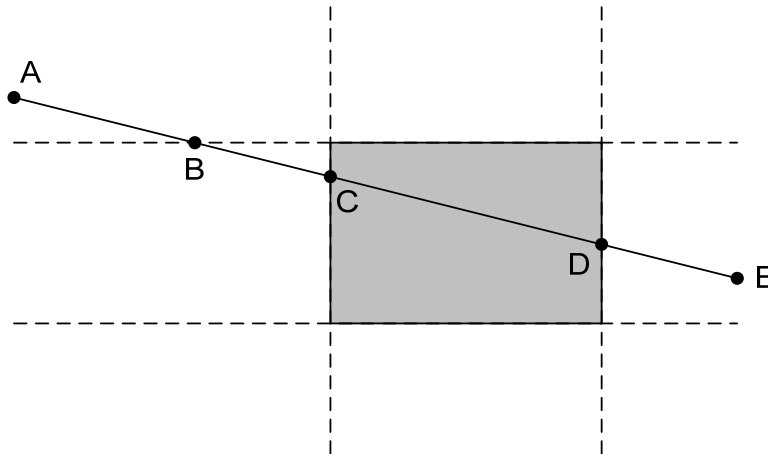
NB. Er is bij het opstellen van de vlakvergelijkingen geen rekening gehouden met een naar binnen of naar buiten wijzende normaalvector.

Liggen de punten $(1, 1, 3)$ en $(3, 1, 1)$ binnen of buiten het object?

- | | | |
|----|-------------|-------------|
| | $(1, 1, 3)$ | $(3, 1, 1)$ |
| a. | binnen | binnen |
| b. | binnen | buiten |
| c. | buiten | binnen |
| d. | buiten | buiten |

Opgave 22

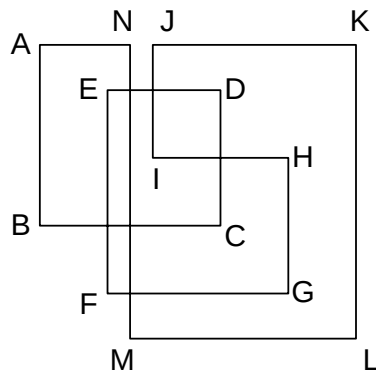
Beschouw het lijnstuk EA in onderstaande figuur. Het lijnstuk wordt geclipd tegen het grijze window met het Cohen en Sutherland clipping algoritme met clipping volgorde links, rechts, onder, boven. In welke volgorde worden stukken van de lijn verwijderd door het algoritme, met inbegrip van eventuele verwisseling van de punten?



- $EA \rightarrow EB \rightarrow EC \rightarrow DC$
- $EA \rightarrow EC \rightarrow DC$
- $EA \rightarrow DA \rightarrow AD \rightarrow BD \rightarrow CD$
- $EA \rightarrow DA \rightarrow AD \rightarrow CD$

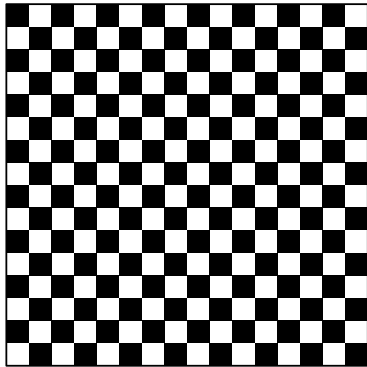
Opgave 23

Het binnengebied van het polygon ABCDEFGHIJKLMN in onderstaande figuur kan met de “non zero winding number” regel worden gedefinieerd of met de “odd even” regel.

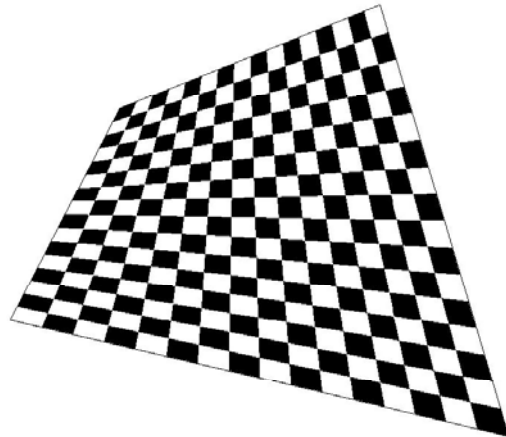


Hoeveel gebieden, begrensd door zijden van het polygon, liggen bij gebruik van één van de twee regels binnen en bij gebruik van de andere regel buiten het polygon?

- 0
- 1
- 2
- 3

Opgave 24

textuur in textuurruimte



afgebeeld op polygon in schermruimte

Welke methode van texture mapping is gebruikt om de textuur in de linker figuur af te beelden op het polygon in de rechter figuur?

- lineaire mapping
- bi-lineaire mapping
- lineaire interpolatie over zijden gevolgd door lineaire interpolatie over scan lines
- perspective mapping

Opgave 25

Een textuur wordt afgebeeld op een polygon met de methode van bi-lineaire interpolatie. Textuurvierkant ABCD wordt afgebeeld op A'B'C'D' volgens de onderstaande tabel.

textuurcoördinaten			schermcoördinaten		
punt	u	v	punt	x	y
A	0	0	A'	1000	900
B	1	0	B'	1000	300
C	1	1	C'	500	100
D	0	1	D'	100	500

Wat zijn de schermcoördinaten van het punt P' waar textuurpunt $P = (0.4, 0.3)$ op wordt afgebeeld?

- (778, 540)
- (778, 564)
- (802, 540)
- (802, 564)

Opgave 26

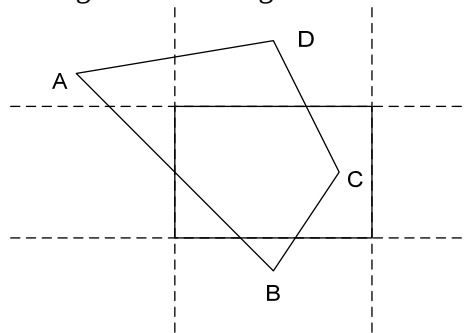
We willen een bol met middelpunt $(-5, 3, 1)$ en straal 5 ten opzichte van zijn middelpunt schalen met schaalfactoren 2 in x-richting, 3 in y-richting en 1 in z-richting (d.w.z. de bol verandert in een ellipsoïde en het middelpunt moet op positie $(-5, 3, 1)$ blijven).

De matrix $\begin{pmatrix} . & . & . & . \\ . & . & . & a \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \end{pmatrix}$ representeert deze transformatie. Wat is de waarde van a ?

- a. -6
- b. -3
- c. 3
- d. 6

Opgave 27

Met het Sutherland Hodgman polygon clipping algoritme met clipping volgorde links, rechts, onder, boven wordt het polygon ABCD geclipd tegen het rechthoekige window in onderstaande figuur. Uit hoeveel hoekpunten bestaat het polygon (d.w.z. het tussenresultaat na iedere clipping stap) na achtereenvolgens clippen tegen de linkergrens, rechtergrens, ondergrens en bovengrens?



Na clippen tegen	linkergrens	rechtergrens	ondergrens	bovengrens
a.	5	5	5	5
b.	5	5	6	6
c.	6	6	6	6
d.	6	6	5	5

Opgave 28

Wat is geen anti-aliasing methode?

- a. supersampling
- b. prefiltering met een mip map
- c. area sampling
- d. texture mapping

Opgave 29

T is een translatie over de vector (tx, ty, tz). Wat gebeurt er bij een aanroep `glTranslatef(tx, ty, tz)` in een programma waarin OpenGL wordt gebruikt?

- a. De current transformation matrix (CTM) wordt gelijk gemaakt aan de matrix voor de translatie, d.w.z. $CTM \leftarrow T$
- b. De modelview matrix (MVM) wordt gelijk gemaakt aan de matrix voor de translatie, d.w.z. $MVM \leftarrow T$
- c. De modelview matrix (MVM) wordt voorvermenigvuldigd met de matrix voor de translatie, d.w.z. $MVM \leftarrow T \cdot MVM$
- d. De modelview matrix (MVM) wordt navermenigvuldigd met de matrix voor de translatie, d.w.z. $MVM \leftarrow MVM \cdot T$

Opgave 30

Waarom wordt backface removal toegepast bij gebruik van het z-buffer algoritme voor hidden surface removal?

- a. omdat zonder backface removal het z-buffer algoritme de backfaces zichtbaar maakt
- b. omdat zonder backface removal de polygons niet correct gesorteerd zijn voor toepassing van het z-buffer algoritme
- c. omdat zonder backface removal polygons zichtbaar worden waar geen licht van de lichtbron op schijnt
- d. omdat zonder backface removal meer polygons verwerkt moeten worden door het z-buffer algoritme

einde tentamenopgaven