

IN2905-I / IN3048TU Computer Graphics

28 oktober 2008, 09.00 - 12.00 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

In OpenGL wordt grafische uitvoer naar schermcoördinaten getransformeerd door coördinaten van punten te vermenigvuldigen met

- het produkt van een scale-, rotate- en translate matrix
- het produkt van een modeling transformation matrix en een orthographic projection matrix
- het produkt van een modeling transformation matrix en een viewing transformation matrix
- het produkt van een model-view matrix en een projection matrix

Opgave 2

Gegeven zijn twee algoritmen (in pseudocode) voor de scan conversie van een polygon:

- bepaal de minimale en maximale y-coördinaat over alle hoekpunten (y_{min} , y_{max})
voor scan line y_{min} tot y_{max}
 bepaal alle (zeg n) snijpunten van de scan line met zijden van het polygon
 sorteer de snijpunten op x-coördinaat $\rightarrow S(1), S(2), \dots, S(n)$
 voor $i = 1$ tot $n/2$
 TekenSpan($S(2i-1), S(2i)$)
- bepaal de bounding box van het polygon
 voor ieder pixel in de bounding box
 als pixel in polygon dan TekenPunt(pixel)

Welk algoritme is het meest efficiënt en waarom?

- Algoritme (I) is het meest efficiënt omdat algoritme (I) gebruik maakt van coherentie eigenschappen op een scan line en algoritme (II) niet.
- Algoritme (I) is het meest efficiënt omdat algoritme (I) gebruik maakt van coherentie eigenschappen tussen opeenvolgende scan lines en algoritme (II) niet.
- Algoritme (II) is het meest efficiënt omdat het de noodzaak van een sorteerstap vermijdt.
- Algoritme (II) is het meest efficiënt omdat het door gebruik van de bounding box minder pixels in behandeling neemt dan algoritme (I).

Opgave 3

Onder welke voorwaarde wordt door backface removal het probleem van het bepalen van de zichtbare (delen van) oppervlakken altijd volledig opgelost?

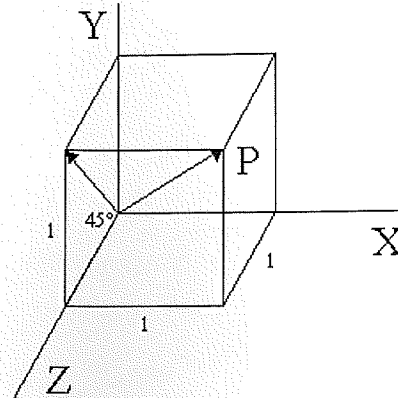
- als de scene uitsluitend uit convexe objecten bestaat
- als alle polygons waaruit de scene is opgebouwd driehoeken zijn
- als alle polygons waaruit de scene is opgebouwd convex zijn
- als de scene uit slechts één object bestaat en dit object tevens convex is

Opgave 4

Een rotatie over een hoek β om de lijn door de oorsprong en het punt $P(1, 1, 1)$ wordt opgesplitst in een aantal elementaire transformaties (rotaties om de x-as, de y-as en de z-as):

$$R_{X,-45^\circ} \cdot R_{Y,-\alpha} \cdot R_{Z,\beta} \cdot R_{Y,\alpha} \cdot R_{X,45^\circ}$$

Wat is de waarde van $\sin \alpha$?



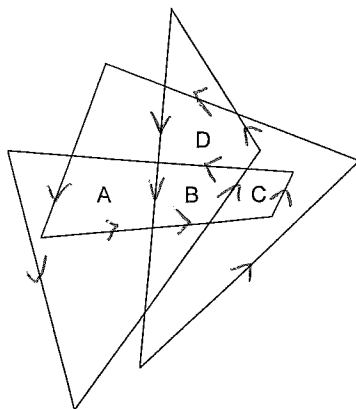
- a. $\sin \alpha = \frac{1}{2}\sqrt{3}$
- b. $\sin \alpha = -\frac{1}{2}\sqrt{3}$
- c. $\sin \alpha = \frac{1}{3}\sqrt{3}$
- d. $\sin \alpha = -\frac{1}{3}\sqrt{3}$

Opgave 5

Voor de bepaling van het binnengebied van een polygon zijn er twee gangbare regels:

- de "odd-even" regel
- de "nonzero winding number" regel

Welk gebied van onderstaande polygon bevindt zich volgens beide regels binnen het polygon of volgens beide regels buiten het polygon?



	odd-even	nonzero
A	uit	in
B	in	in
C	uit	in
D	uit	in

- a. A
- ☒ b. B
- c. C
- d. D

Opgave 6

We willen een textuur met toepassing van antialiasing op een polygon mappen. Wat is een voordeel van het gebruik van pre-filtering met een mip-map?

- a. Bij gebruik van een mip-map wordt minder geheugenruimte gebruikt dan zonder pre-filtering methode.
- b. Bij gebruik van een mip-map wordt de textuur met hogere kwaliteit afgebeeld dan zonder pre-filtering methode.
- c. Bij gebruik van een mip-map wordt de textuur met een perspective mapping op het polygon afgebeeld, terwijl dit zonder pre-filtering niet zo is.
- d. Bij gebruik van een mip-map is de benodigde rekentijd onafhankelijk van de mate van compressie van de textuur op het polygon, terwijl dit zonder pre-filtering niet zo is.

Opgave 7

Wat is de juiste matrix voor een 2D spiegeling in de lijn $y = 1$?

- a. $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & -2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ b. $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ c. $\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ d. $\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

Opgave 8

De window to viewport transformatie kan worden samengesteld uit XYZ. Wat voor transformaties zijn X en Y en Z hierbij?

- a. X en Z zijn translaties en Y is een schaling
- b. X en Z zijn translaties en Y is een rotatie
- c. X en Z zijn schalingen en Y is een translatie
- d. X en Z zijn rotaties en Y is een translatie

Opgave 9

In OpenGL kan de functie `glPushMatrix` worden gebruikt om een scene graph traversal te implementeren. Wanneer wordt `glPushMatrix` aangeroepen?

- a. Voor aanvang van de scene graph traversal.
- b. Bij het afdalen in de scene graph (richting de bladeren).
- c. Bij het klimmen in de scene graph (richting de wortel).
- d. Bij het afdalen en bij het klimmen.

Opgave 10

Een polygon heeft in 3D schermcoördinaten een vlakvergelijking $3x + 2y - 5z - 20 = 0$.

De pixels (x_0, y_0) en (x_0+1, y_0) liggen in het geprojecteerde polygon.

Bij uitvoering van het z-buffer algoritme is voor pixel (x_0, y_0) de diepte van het polygon berekend. Deze is gelijk aan 28.0. Wat is de diepte van het polygon voor pixel (x_0+1, y_0) ?

- a. 27.4
- b. 27.6
- c. 28.4
- d. 28.6

Opgave 11

Beschouw het codefragment

```
glBegin (GL_QUAD_STRIP);
    for (i=0; i<21; i++)
        glVertex2fv (points[i]);
glEnd();
```

Uit hoeveel vierhoeken bestaat de quad strip die wordt gedefinieerd met de bovenstaande code?

- a. 5
- b. 6
- c. 9
- d. 10

Opgave 12

Gegeven zijn de volgende transformatiematrices

$$M_1 = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

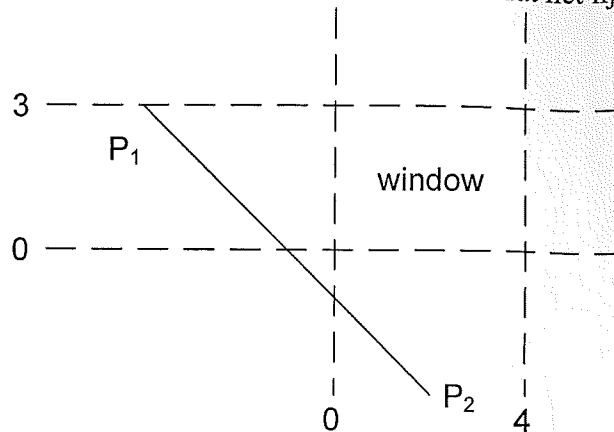
$$M_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

De matrices worden gebruikt om punten uit een rechtshandig coördinatenstelsel te transformeren naar een nieuw coördinatenstelsel. Is het nieuwe coördinatenstelsel bij gebruik van transformatiematrix M_1 en M_2 linkshandig of rechtshandig?

- | M_1 | M_2 |
|-----------------|--------------|
| a. rechtshandig | rechtshandig |
| b. rechtshandig | linkshandig |
| c. linkshandig | rechtshandig |
| d. linkshandig | linkshandig |

Opgave 13

Gegeven is het onderstaande window en het lijnstuk P_1P_2 . De window grenzen zijn $(x_{\min}, x_{\max}, y_{\min}, y_{\max}) = (0, 4, 0, 3)$ en de coördinaten van de eindpunten van het lijnstuk zijn $P_1 = (-4, 3)$ en $P_2 = (2, -3)$. Het lijnstuk wordt geclipt met het Liang en Barsky algoritme. De vectorvoorstelling $\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -4 \\ 3 \end{pmatrix} + u \begin{pmatrix} 6 \\ -6 \end{pmatrix}$ wordt gebruikt voor de te clippen lijn. Gestart wordt met het parameterinterval $[u_1, u_2] = [0, 1]$. De clipping grenzen worden behandeld in de volgorde links ($k=1$), rechts ($k=2$), onder ($k=3$) en boven ($k=4$). Hoe verandert het parameterinterval voordat beslist wordt dat het lijnstuk verworpen kan worden?



	start met	$k=1$	$k=2$	$k=3$	$k=4$
a.	$[0, 1]$	$[0, 2/3]$	$[0, 2/3]$	verwerpen	
b.	$[0, 1]$	$[0, 2/3]$	verwerpen		
c.	$[0, 1]$	$[2/3, 1]$	$[2/3, 1]$	verwerpen	
d.	$[0, 1]$	$[2/3, 1]$	verwerpen		

Opgave 14

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 $\begin{pmatrix} -2 \\ -3 \end{pmatrix}$

Welke punten worden door deze transformatie op zichzelf afgebeeld?

- geen enkel punt wordt op zichzelf afgebeeld
- alleen punt $(2, 3)$ wordt op zichzelf afgebeeld
- alleen punt $(-2, -3)$ wordt op zichzelf afgebeeld
- meer dan 1 punt wordt op zichzelf afgebeeld

Opgave 15

$M = \begin{pmatrix} -300 & -200 & 300 \\ 0 & -100 & 100 \\ a & -\frac{3}{4} & 1 \end{pmatrix}$ is de matrix van een perspective mapping. Het punt $(1, 0)$ in textuuruimte wordt afgebeeld op $(0, 80)$ in schermruimte. Wat is de waarde van a in de matrix M ?

- a. $-\frac{3}{4}$
- b. $-\frac{1}{4}$
- c. $\frac{1}{4}$
- d. $\frac{3}{4}$

Opgave 16

Het DDA algoritme maakt gebruik van increments. De increment in x- of y-richting is 1 of -1. In de andere richting is de increment in absolute waarde kleiner dan 1. Een lijnstuk met beginpunt $(150, 750)$ en eindpunt $(550, 250)$ wordt met behulp van het DDA algoritme omgezet naar rasterformaat. Wat is de waarde van de y-increment in deze situatie?

- a. -1
- b. $-\frac{4}{5}$
- c. $\frac{4}{5}$
- d. 1

Opgave 17

Een viewing transformatie wordt bepaald door de volgende viewing parameters (in wereldcoördinaten):

- center of projection COP = $(0, 0, 0)$
- view reference point VRP = $(3, 4, 0)$
- view up vector VUV = $(0, 1, 0)$

Welke matrix representeert deze viewing transformatie?

a. $\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ \frac{3}{5} & -\frac{4}{5} & 0 & 0 \\ \frac{4}{5} & \frac{3}{5} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

c. $\begin{pmatrix} \frac{3}{5} & 0 & -\frac{4}{5} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \frac{4}{5} & 0 & \frac{3}{5} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

b. $\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ -\frac{4}{5} & \frac{3}{5} & 0 & 0 \\ -\frac{3}{5} & -\frac{4}{5} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

d. $\begin{pmatrix} -\frac{4}{5} & 0 & \frac{3}{5} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\frac{3}{5} & 0 & -\frac{4}{5} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

Opgave 18

Gegeven zijn de punten $A = (1, 2, 3)$, $B = (5, -3, 4)$ en $C = (8, -7, 5)$. De driehoek ABC maakt deel uit van het oppervlak van een 3D object. Vanaf de buitenkant van het object gezien zijn de hoekpunten A, B, C tegen de wijzers van de klok in gerangschikt. Welke vector is een naar buiten gerichte normaalvector op de driehoek ABC?

a. $\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$

b. $\begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}$

c. $\begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix}$

d. $\begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}$

Opgave 19

Het diepte sortering algoritme sorteert alle polygons op diepte en scan converteert ze vervolgens in de op diepte gesorteerde volgorde. Hoe gaat het diepte sortering algoritme om met polygons die elkaar cyclisch overlappen (A ligt voor B, B ligt voor C en C ligt voor A)?

- Deze situatie kan in het diepte sortering algoritme niet optreden.
- Het algoritme splitst in deze situatie een polygon in twee kleinere polygons.
- In deze situatie zal minstens 1 polygon een backface zijn en worden verwijderd.
- Het algoritme zal in deze situatie de drie polygons A, B en C in een willekeurige volgorde scan converteren.

Opgave 20

Voor een punt op een oppervlak van een object wordt een eenvoudig lichtmodel toegepast om de kleur van het punt in een afbeelding te bepalen. In het model is N de normaalvector op het oppervlak, L is de vector naar de lichtbron, V is de vector naar de waarnemer en R is de vector in de richting van perfecte spiegeling van het licht van de lichtbron. Alle vectoren zijn eenheidsvectoren.

De spiegellende reflectie component van het lichtmodel is $I_{\text{specular}} = k_s (N \cdot H)^n I_l$. In deze formule is $(N \cdot H)$ het inwendig product van N en H .

Hoe moet de vector H worden berekend?

a. $H = \frac{L + V}{|L + V|}$

b. $H = \frac{L + R}{|L + R|}$

c. $H = 2(N \cdot L)N - L$

d. $H = 2(N \cdot V)N - V$

Opgave 21

Welk type straal gaat bij het ray tracing algoritme altijd door een pixel van het (denkbeeldige) beeldscherm?

- a. een gereflecteerde straal
- b. een gebroken straal
- c. een primaire straal
- d. een schaduw straal

Opgave 22

In het Cohen & Sutherland algoritme (in 3D) voor het clippen van een lijn tegen een rechthoekig blok wordt de clipping volgorde links, rechts, onder, boven, voor, achter gebruikt. Deze volgorde wordt tevens gebruikt voor de bits in de codes van de eindpunten van een te clippen lijnstuk.

Een lijnstuk AB moet met dit algoritme worden geclipt. De codes van de beide eindpunten zijn codeA = 100000 en codeB = 010000.

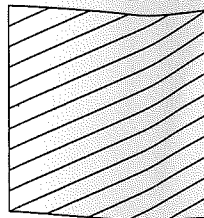
Welke uitspraak is juist?

- a. Na twee maal inkorten van het lijnstuk is het clippen voltooid en een zichtbaar gedeelte overgebleven.
- b. Na één maal inkorten van het lijnstuk is het clippen voltooid en een zichtbaar gedeelte overgebleven.
- c. Na maximaal twee maal inkorten van het lijnstuk is het clippen voltooid en is het lijnstuk verworpen.
- d. Na maximaal twee maal inkorten van het lijnstuk is het clippen voltooid en (afhankelijk van de exacte ligging van het lijnstuk) een zichtbaar gedeelte overgebleven of het lijnstuk is verworpen.

Opgave 23

Welke uitspraak is juist?

- a. Het uitwendig product van twee vectoren die loodrecht op elkaar staan heeft altijd lengte 1.
- b. Het uitwendig product van twee eenheidsvectoren die loodrecht op elkaar staan heeft altijd lengte 1, maar het uitwendig product van twee willekeurige vectoren die loodrecht op elkaar staan niet.
- c. Het inwendig product van twee vectoren die loodrecht op elkaar staan is altijd gelijk aan 1.
- d. Het inwendig product van twee eenheidsvectoren die loodrecht op elkaar staan is altijd gelijk aan 1, maar het inwendig product van twee willekeurige vectoren die loodrecht op elkaar staan niet.

Opgave 24

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 25

Een 3D transformatie, gerepresenteerd d.m.v. een 4×4 matrix M in homogene coördinaten, beeldt punten $p = (x, y, z, 1)$ af op beelden $p' = (x', y', z', w')$ volgens $p' = Mp$, waarna het 3D beeld van (x, y, z) wordt gevonden door op p' een homogene deling uit te voeren.

Onder welke (noodzakelijke en voldoende) voorwaarde voor matrix M hoeft geen homogene deling te worden uitgevoerd?

- a. De 4^e rij van M is $(0, 0, 0, 1)$.
- b. De 4^e kolom van M is $(0, 0, 0, 1)$.
- c. Alle elementen op de hoofddiagonaal zijn gelijk aan 1.
- d. De 4^e rij van M en de 4^e kolom van M zijn beiden gelijk aan $(0, 0, 0, 1)$.

Opgave 26

Van een kubus wordt een twee-punts perspectief afbeelding gemaakt. Vervolgens worden één of meer viewing parameters aangepast. Hierdoor verandert de twee-punts perspectief afbeelding in een drie-punts perspectief afbeelding.

Welke aanpassing van de viewing parameters kan leiden tot deze verandering van de afbeelding?

- a. verandering van alleen de afstand van het center of projection tot het view plane
- b. verplaatsing van alleen het center of projection
- c. verplaatsing van het center of projection en het view reference point over dezelfde vector
- d. verandering van alleen de view up vector

Opgave 27

Een polygon met een groene rand en een binnengebied dat is opgevuld met een schaakbordpatroon van witte en zwarte vierkanten moet geheel opgevuld worden met de kleur groen. Hiertoe wordt een punt binnen het polygon geselecteerd en wordt een fill algoritme aangeroepen.

Vullen het boundary fill algoritme en het flood fill algoritme het polygon correct met de kleur groen?

	boundary fill	flood fill
a.	wel	wel
b.	wel	niet
c.	niet	wel
d.	niet	niet

Opgave 28

Bij Phong shading vindt interpolatie plaats op zijden van een polygon en op scan lines. Wat wordt geïnterpoleerd?

- a. reflectiecoëfficiënten
- b. kleuren
- c. richting naar de lichtbron
- d. normaalvectoren

Opgave 29

Gegeven zijn de punten $A = (1, 1)$, $B = (3, 1)$, $C = (1, 3)$, $A' = (3, 2)$, $B' = (3, -2)$ en $C' = (2,$

2). Driehoek ABC wordt door de transformatie met matrix $M = \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & 1 \end{pmatrix}$ afgebeeld op

driehoek $A'B'C'$. Bepaal d .

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

Opgave 30

Gegeven zijn de punten $A = (4, 2, 1)$, $B = (1, 1, -1)$ en $C = (0, 4, 0)$. Welke van deze punten liggen op gelijke afstand van het vlak $-3x - 5y + 7z + 5 = 0$?

- a. alleen A en B
- b. alleen A en C
- c. alleen B en C
- d. A, B en C