

IN2905-A / in3048TU Computer Graphics
6 november 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

Beschouw de volgende uitspraken voor het recursieve **4-connected boundary-fill** algoritme:

- (I) Binnen `BoundaryFill(x, y, ...)` staat (recursief) een aanroep van `BoundaryFill` met parameters `(x+1, y+1, ...)`.
- (II) Binnen `BoundaryFill(x, y, ...)` staat (recursief) een aanroep van `BoundaryFill` met parameters `(x-1, y, ...)`.

Van deze uitspraken is:

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

Opgave 2

Object A werpt ten gevolge van lichtbron L een schaduw op object B. Een deel van deze schaduw is halfschaduw (penumbra).

Deze halfschaduw wordt veroorzaakt doordat

- a. L op grote afstand van A en B staat
- b. L een oppervlaktelichtbron is
- c. A dichterbij L ligt dan bij B
- d. Object B een hoek maakt met het invallend licht

Opgave 3

T is de matrix voor een translatie met translatievector (t_x, t_y) en R de matrix voor een rotatie om O over θ° . Wat is de voorwaarde (noodzakelijk en voldoende) voor de parameters t_x , t_y en θ opdat

$$T \cdot R = R \cdot T$$

- a. $t_x=0 \vee t_y=0 \vee \sin\theta = 0 \vee \cos\theta = 0$
- b. $t_x=0 \vee t_y=0 \vee \sin\theta = 0$
- c. $(t_x=0 \wedge t_y=0) \vee \sin\theta = 0 \vee \cos\theta = 0$
- d. $(t_x=0 \wedge t_y=0) \vee (\sin\theta = 0 \wedge \cos\theta = 1)$

Opgave 4

Met het DDA lijn scan conversie algoritme wordt een lijn AB met $A = (200, 200)$ en $B = (100, 30)$ afgebeeld. Welke pixels krijgen beide de kleur van de lijn?

- a. de pixels (131, 83) en (131, 84)
- b. de pixels (131, 83) en (132, 84)
- c. de pixels (131, 84) en (132, 84)
- d. de pixels (132, 83) en (132, 84)

Opgave 5

We voeren de volgende 2D transformaties achter elkaar uit:

- rotatie om de oorsprong over een hoek van 45°
- schaling ten opzichte van de oorsprong met factoren $s_x = \sqrt{3}$ en $s_y = 1$
- rotatie om de oorsprong over een hoek van -30°
- schaling ten opzichte van de oorsprong met factoren $s_x = \frac{1}{2}\sqrt{2}$ en $s_y = \frac{1}{3}\sqrt{6}$

Het resultaat is een x-richting shearing transformatie. Wat is de shearfactor van deze shearing?

- a. 0.5
- b. 1
- c. -0.5
- d. -1

Opgave 6

De volgende OpenGL calls staan in een programma (in de gegeven volgorde):

```
glMatrixMode (GL_MODELVIEW);  
glLoadIdentity ();  
glScalef(1.0, 2.0, 1.0);  
glTranslatef(2.0, 1.0, -3.0);  
glRotatef(90.0, 1.0, 0.0, 0.0);
```

Wat is de waarde van de modelview matrix na uitvoering van dit programmafragment?

- a. $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 2 & 0 & -3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ b. $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & -2 & 6 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ c. $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & -1 & 3 \\ 0 & 2 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ d. $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & -2 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & -3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

Opgave 7

Een manier om aliasing in een afbeelding tegen te gaan is door gebruik te maken van super sampling. Bij super sampling

- wordt de kleur van een pixel berekend door de grootte van overlap van polygons met een pixel te bepalen en deze overlap te gebruiken als weegfactor voor het middelen van kleuren.
- wordt de kleur van een pixel berekend als gemiddelde of gewogen gemiddelde van kleuren, die worden gelezen uit een texture map (op 1 resolutie).
- wordt de kleur van een pixel berekend als gemiddelde of gewogen gemiddelde van kleuren uit een of meer niveaus van een texture map die vooraf op meerdere resoluties is berekend en opgeslagen.
- wordt de kleur van een pixel berekend als gemiddelde of gewogen gemiddelde van sub-pixel kleuren uit een afbeelding op een hogere resolutie.

Opgave 8

Welk vlak is evenwijdig aan het vlak waarin de punten A(4, 0, 0), B(4, 2, 2) en C (3, 1, 1) liggen?

- $x - y + z = 0$
- $-x + y + z = 0$
- $y + z = 0$
- $-y + z = 0$

Opgave 9

Wat is de werking van de opdracht
`glutMouseFunc (mouse) ;`
in een computerprogramma dat OpenGL gebruikt?

- De coördinaten van de muiscursor worden aan het programma doorgegeven.
- Er wordt een naam gedefinieerd voor de mouse callback functie.
- Er wordt gecontroleerd of er mouse events in de event queue staan en de eerste event wordt afgehandeld. Bij ontbreken van mouse events in de queue gebeurt er niets.
- Het programma wacht tot de gebruiker een muisknop indrukt en retourneert de coördinaten van de muiscursor en een indicatie welke knop is ingedrukt.

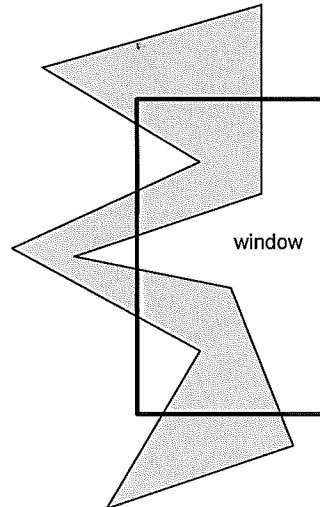
Opgave 10

In een polygonmodel worden van alle polygons de hoekpunten in volgorde “**tegen de wijzers van de klok in**” gedefinieerd. Waarvoor is dit van belang?

- voor het berekenen van de juiste naar buiten gerichte normaalvector voor ieder polygon.
- voor het berekenen welke polygons grenzen aan een gegeven polygon.
- voor het correct transformeren van de polygons naar schermcoördinaten.
- voor het correct uitvoeren van de dieptesortering van de polygons.

Opgave 11

Beschouw de onderstaande figuur. Het grijze polygon wordt geclipt met het Sutherland Hodgman polygon clipping algoritme tegen het rechthoekige window. De clipping volgorde is links, rechts, onder, boven.



Uit hoeveel hoekpunten bestaat het polygon na clippen tegen de linker windowgrens?

- a. 11
- b. 12
- c. 13
- d. 14

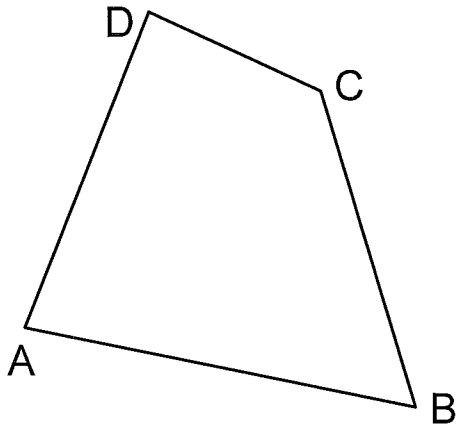
Opgave 12

Een matrix wordt gebruikt om 3D objecten die in een rechtshandig coördinatenstelsel zijn gedefinieerd te transformeren naar een linkshandig coördinatenstelsel. Welke matrix is hiervoor geschikt?

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

Opgave 13

Gegeven is het polygon ABCD in schermcoördinaten, zoals afgebeeld in onderstaande figuur.



De getoonde punten hebben de volgende coördinaten:

$A = (100, 100)$, $B = (350, 50)$, $C = (290, 250)$ en $D = (180, 300)$

Een textuur met coördinaten van 0 tot 1 in u- en v-richting wordt op dit polygon afgebeeld. Punt (0, 0) wordt afgebeeld op A, punt (1, 0) op B, punt (1, 1) op C en punt (0, 1) op D. Er wordt gebruik gemaakt van bi-lineaire interpolatie.

Op welk punt in schermcoördinaten wordt het textuurpunt $(\frac{1}{2}, \frac{1}{4})$ afgebeeld?

- a. (225, 125) b. (225, 127.5) c. (227.5, 125) d. (227.5, 127.5)

Opgave 14

De eenheidsvectoren **U**, **V** en **W** van een rechtshandig viewing coördinatenstelsel kunnen worden bepaald uit de viewing parameters **COP**, **VRP** en **VUV** door de volgende berekeningen uit te voeren:

$$\mathbf{w} = \dots\dots \textbf{(I)}$$

$$\mathbf{W} = \mathbf{w} / |\mathbf{w}|$$

$$\mathbf{u} = \mathbf{VUV} \times \mathbf{W}$$

$$\mathbf{U} = \mathbf{u} / |\mathbf{u}|$$

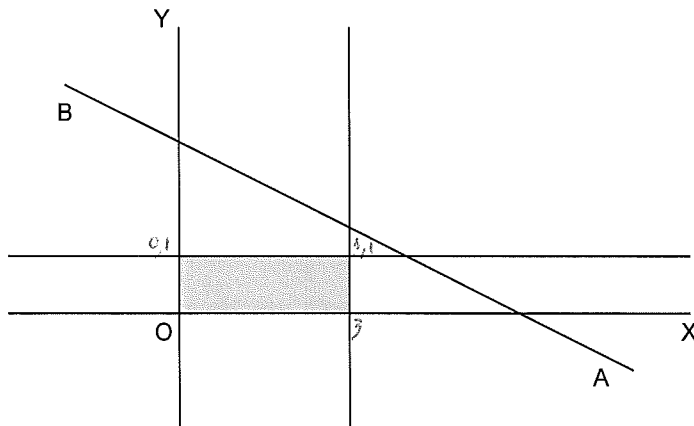
$$\mathbf{v} = \dots\dots \textbf{(II)}$$

De positieve **W-as** wijst vanuit de waarnemer naar achteren (d.w.z. in richting tegengesteld aan de kijkrichting). Wat moet op de plaats van **(I)** en **(II)** worden ingevuld om het rechtshandige viewing coördinatenstelsel correct te bepalen?

- | | (I) | (II) |
|----|------------------|--------------|
| a. | COP – VRP | W x U |
| b. | COP – VRP | U x W |
| c. | VRP – COP | W x U |
| d. | VRP – COP | U x W |

Opgave 15

Een lijnstuk l is AB met $A = (8, -1)$ en $B = (-2, 4)$ wordt geclippt met het Liang en Barsky lijn clipping algoritme tegen een window met windowgrenzen $[xwmin, xwmax, ywmin, ywmax] = [0, 3, 0, 1]$. De parametervoorstelling van het lijnstuk is $l: \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 8 \\ -1 \end{pmatrix} + u \begin{pmatrix} -10 \\ 5 \end{pmatrix}$ met $0 \leq u \leq 1$. In de onderstaande figuur is het window (in lichtgrijs) en het lijnstuk AB getekend.

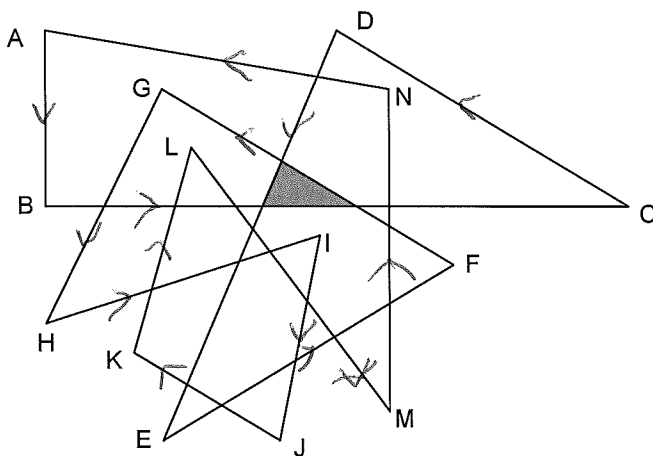


Op welke manier wordt het parameterinterval gewijzigd alvorens het lijnstuk wordt verworpen?

- $[u_0, u_1] = [0, 1] \rightarrow [0, \frac{4}{5}] \rightarrow [0, \frac{1}{2}] \rightarrow \text{verworpen}$
- $[u_0, u_1] = [0, 1] \rightarrow [0, \frac{4}{5}] \rightarrow [\frac{1}{2}, \frac{4}{5}] \rightarrow [\frac{1}{2}, \frac{4}{5}] \rightarrow \text{verworpen}$
- $[u_0, u_1] = [0, 1] \rightarrow [\frac{1}{5}, 1] \rightarrow [\frac{1}{5}, \frac{1}{2}] \rightarrow [\frac{1}{5}, \frac{1}{2}] \rightarrow \text{verworpen}$
- $[u_0, u_1] = [0, 1] \rightarrow [\frac{1}{2}, 1] \rightarrow \text{verworpen}$

Opgave 16

Wat is in onderstaande polygon het 'winding number' van het ingekleurde gebied?



- 0
- 1
- 2
- 3

Opgave 17

Een polygon dat een convex object begrenst heeft vlakvergelijking $3x - 2y + z = 0$. De vector $\begin{pmatrix} 3 \\ -2 \\ 1 \end{pmatrix}$ is een naar buiten wijzende normaalvector op dit polygon. Welk punt ligt mogelijk in het convexe object?

- a. (0, 1, 3)
- b. (1, 1, 1)
- c. (2, 2, 1)
- d. (3, 5, 0)

Opgave 18

Bij welk shading algoritme worden normaalvectoren geïnterpoleerd om de normaalvector voor een pixel te bepalen?

- a. bij flat shading
- b. bij Phong shading
- c. bij Gouraud shading
- d. bij alledrie de algoritmen

Opgave 19

De vlakvergelijking van een polygon in viewing coördinaten is $ax + by + cz + d = 0$. Welke coëfficiënt uit deze vlakvergelijking bepaalt of het vlak een achtervlak is?

- a. coëfficiënt a
- b. coëfficiënt b
- c. coëfficiënt c
- d. coëfficiënt d

Opgave 20

Een projectie wordt gerepresenteerd door de matrix $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -0.1 & 0 \end{pmatrix}$.

Wat voor soort projectie is dit?

- a. een scheve parallelprojectie
- b. een orthografische projectie
- c. een perspectiefprojectie
- d. een isometrische projectie

Opgave 21

Het Cohen en Sutherland lijn clipping algoritme (in 3D) clipt een lijn tegen een rechthoekig blok. Een code bepaalt de ligging van ieder eindpunt ten opzichte van het rechthoekige blok. Uit hoeveel bits bestaat een code voor een eindpunt van de te clippen lijn?

- a. 3
- b. 4
- c. 6
- d. 8

Opgave 22

Beschouw de onderstaande pseudocode:

```
Voor ieder pixel
  Voor ieder polygon
    Bepaal (eventuele) snijpunt van lijn met polygon
    Bepaal dichtst bij waarnemer gelegen snijpunt
    Bepaal kleur voor pixel
```

Welk algoritme wordt het beste beschreven door deze pseudocode?

- a. het ray tracing algoritme
- b. het scan line hidden surface removal algoritme
- c. het z-buffer hidden surface removal algoritme
- d. het diepte sortings hidden surface removal algoritme

Opgave 23

Welke component van het lichtmodel representeert een hoeveelheid licht die vanaf het zichtbare punt op een objectoppervlak gereflecteerd wordt naar het oog van de waarnemer?

- a. de spiegelende component
- b. de ambient component
- c. de diffuse component
- d. de spiegelende component, de ambient component en de diffuse component

Opgave 24

Op welke vorm wordt bij perspective texture mapping een vierkant in de textuuruimte afgebeeld?

- a. een vierkant in de schermruimte
- b. een rechthoek in de schermruimte
- c. een parallellogram in de schermruimte
- d. een willekeurige vierhoek in de schermruimte

Opgave 25

$\begin{pmatrix} . & . & a \\ . & b & . \\ . & . & 1 \end{pmatrix}$ is de matrix van de window to viewport afbeelding die window $[xwmin, xwmax, ywmin, ywmax] = [-2, 6, 3, 8]$ afbeeldt op viewport $[xvmin, xvmax, yvmin, yvmax] = [100, 300, 400, 650]$. Wat is de waarde van a en van b ?

- a. $a=150$ en $b=25$
- b. $a=150$ en $b=50$
- c. $a=250$ en $b=25$
- d. $a=250$ en $b=50$

Opgave 26

Beschouw het volgende codefragment met OpenGL function calls:

```
glBegin (GL_LINE_LOOP);  
    /* definieer 6 punten */  
    ...  
glEnd ();
```

Op de plaats van ... staan 6 aanroepen van de functie glVertex.
Hoeveel lijnstukken worden door het programmafragment gedefinieerd?

- a. 3
- b. 4
- c. 5
- d. 6

Opgave 27

Gegeven is het punt $P = (3, 5)$. Met welke lijn in homogene coördinaten correspondeert het punt P ?

a. $\begin{pmatrix} x \\ y \\ w \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} 3 \\ 5 \\ 1 \end{pmatrix}$

c. $\begin{pmatrix} x \\ y \\ w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \\ 5 \\ 1 \end{pmatrix} + \lambda \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$

b. $\begin{pmatrix} x \\ y \\ w \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} 3 \\ 5 \\ 0 \end{pmatrix}$

d. $\begin{pmatrix} x \\ y \\ w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \\ 5 \\ 0 \end{pmatrix} + \lambda \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$

Opgave 28

Wat wordt bij het scanline hidden surface removal algoritme in de actieve vlakkenlijst bijgehouden?

- a. welke vlakken zich achter de huidige span bevinden
- b. welke vlakken tot het huidige object behoren
- c. welke vlakken door een zijde uit de actieve zijdenlijst worden begrensd
- d. welke vlakken de huidige scanline snijden

Opgave 29

Notatie: $T(a,b)$ is een translatie over de vector (a,b)

$R(\alpha)$ is een rotatie om de oorsprong over hoek α

$S(a,b)$ is een schaling ten opzichte van de oorsprong met factoren a en b

Een spiegeling Sp in de lijn $y = 0.75x + 2$ wordt op de volgende manier opgebouwd uit elementaire transformaties: $Sp = T(0,2) \cdot R(-\alpha) \cdot S(-1,1) \cdot R(\alpha) \cdot T(0,-2)$

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

- a. -0.8
- b. -0.6
- c. 0.6
- d. 0.8

Opgave 30

$A = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ is de matrix van een 2D transformatie (in homogene coördinaten).

Wat voor transformatie wordt gerepresenteerd door matrix A ?

- a. een rotatie over 90 graden
- b. een rotatie over -90 graden
- c. een spiegeling in de lijn $y = x$
- d. een spiegeling in de lijn $y = -x$

einde tentamenopgaven

