

Computer Graphics (in2770)
15 juni 2004, 14.00 - 16.00 uur.

N.B.: Dit tentamen bestaat uit 30 opgaven
Totaal aantal bladzijden: 11

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**, **studierichting** en **studienummer** in te vullen.
 - Vul je **studienummer zowel in cijfers als ook met streepjes** in (controleer goed).
-

Opgave 1

Een window to viewport transformatie is door een window met grenzen $xwmin = 40$, $xwmax = 120$, $ywmin = -20$, $ywmax = 80$ en een viewport met grenzen $xvmin = 0.0$, $xvmax = 0.4$, $yvmin = 0.2$, $yvmax = 0.6$ bepaald.

Op welk punt wordt het punt (60, 20) afgebeeld door deze window to viewport transformatie?

- a. (0.1, 0.3)
- b. (0.1, 0.36)
- c. (0.2, 0.3)
- d. (0.2, 0.36)

Opgave 2

In programma's die gebruik maken van OpenGL worden *idle events* gegenereerd. Welke uitspraak over een idle event is juist?

- a. Een idle event wordt gegenereerd om te realiseren dat een programma niet meer reageert op gebruikersinvoer vanaf een gegeven invoerapparaat.
- b. Een idle event wordt gegenereerd om aan te geven dat een bepaald invoerapparaat gedurende een bepaalde tijd inactief moet zijn.
- c. Een idle event wordt gegenereerd als het programma geen andere events meer heeft af te handelen.
- d. Een idle event activeert een invoerapparaat dat zich in een idle toestand bevindt.

Opgave 3

Beschouw de volgende uitspraken over texture mapping.

- (I) Bij een bilineaire mapping worden rechte lijnen (in een willekeurige richting) in de textuuruimte gemapt op rechte lijnen in de schermruimte.
- (II) Bij een perspectivische mapping worden rechte lijnen (in een willekeurige richting) in de textuuruimte gemapt op rechte lijnen in de schermruimte.

Van deze uitspraken is

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

Opgave 4

Beschouw het scanline algoritme voor de scan conversie van een 2D polygon.

Wanneer moeten twee zijden A en B in de Actieve Zijden Lijst worden omgewisseld bij overgang naar de volgende scanline?

- a. Als het gemeenschappelijke eindpunt van zijde A en zijde B tussen de huidige en de volgende scanline ligt.
- b. Als de zijden A en B elkaar tussen de huidige scanline en de volgende scanline snijden.
- c. Als zijde A een richtingscoëfficiënt $rc > 0$ heeft en zijde B $rc < 0$ (of omgekeerd).
- d. Als de huidige scanline alleen zijde A snijdt en de volgende scanline alleen zijde B (of omgekeerd).

Opgave 5

De matrix $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & 5 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ representeert een rotatie om punt P.

Wat zijn de coördinaten van P?

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

Opgave 6

Waarom wordt in eenvoudige reflectiemodellen de lichtbron vaak op oneindige afstand verondersteld?

- a. Alleen dan mag de lichtbron benaderd worden door een puntlichtbron.
- b. Alleen dan hoeft de vector **L** in de richting van de lichtbron niet bij iedere kleurbepaling opnieuw berekend te worden.
- c. Alleen dan is de ambiënte term van het lichtmodel constant door de gehele scene heen.
- d. Alleen dan is de diffuse reflectie component van het lichtmodel onafhankelijk van de positie van de waarnemer.

Opgave 7

In computer animatie kunnen bounding volumes hulp bieden bij het detecteren van botsing. Beschouw de volgende beweringen:

- (I) Als de bounding volumes van twee objecten elkaar overlappen, dan is er botsing opgetreden tussen de twee objecten.
- (II) Als de bounding volumes van twee objecten elkaar niet overlappen, dan is er geen botsing opgetreden tussen de twee objecten.

Van deze beweringen is

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

Opgave 8

Wat is de juiste volgorde van de onderstaande coördinatenstelsels in de 3D viewing pipeline?

- modelling coördinaten (MC)
 - scherm coördinaten (SC)
 - viewing coördinaten (VC)
 - wereld coördinaten (WC)
-
- a. WC --> MC --> VC --> SC
 - b. WC --> VC --> MC --> SC
 - c. MC --> WC --> VC --> SC
 - d. VC --> WC --> MC --> SC

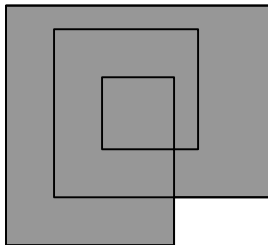
Opgave 9

Men heeft een systeem waarmee men stukjes animatie op een rasterscherm wil laten zien. Er moeten 25 frames (beeldjes) per seconde gegenereerd worden. De frame buffer bevat 24 bits per pixel. Als men de framebuffer met een snelheid van 96000 Kilobyte (1 Kbyte is 1024 bytes) per seconde kan vorschrijven, wat is dan het maximale formaat van het voor de animatie te gebruiken window?

- a. 1280x1024
- b. 1024x1024
- c. 640x512
- d. 320x128

Opgave 10

Beschouw de onderstaande afbeelding van een polygon met elkaar snijdende zijden



Volgens welke regel(s) wordt het polygon ingekleurd zoals in de afbeelding?

- a. volgens de 'odd even' regel en volgens de 'nonzero winding number' regel
- b. alleen volgens de 'odd even' regel
- c. alleen volgens de 'nonzero winding number' regel
- d. niet volgens de 'odd even' regel en ook niet volgens de 'non zero winding number' regel

Opgave 11

Welke OpenGL functies zijn nodig om een hiërarchisch menu te creëren, naast glutAttachMenu die een muisknop aan het (hoofd)menu toewijst?

- a. glutCreateMenu en glutAddMenuEntry
- b. glutCreateMenu, glutCreateSubMenu en glutAddMenuEntry
- c. glutCreateMenu, glutAddMenuEntry en glutAddSubMenu
- d. glutCreateMenu, glutCreateSubMenu, glutAddMenuEntry en glutAddSubMenu

Opgave 12

Een driehoek PQR in uv -texture space wordt gemapt op een driehoek ABC in xy -screen space

met de affiene mapping
$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u \\ v \\ 1 \end{pmatrix}.$$

P wordt gemapt op A, Q op B en R op C. De coördinaten van de punten zijn gegeven in de onderstaande tabel:

punt in texture space	u	v	punt in screen space	x	y
P	0	0	A	1	3
Q	0.5	0	B	7	3
R	0	1	C	4	5

Wat is de waarde van a in de matrix die deze mapping representeert?

- a. 6
- b. 7
- c. 12
- d. 14

Opgave 13

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 14

Een bepaalde scheve projectie beeldt lijnen die loodrecht op het projectievlak staan af op lijnen met de helft van de werkelijke lengte. De projectierichting bij deze scheve projectie maakt een hoek α met het projectievlak. Wat geldt voor α ?

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

Opgave 15

Ten behoeve van het painter's algoritme wordt een depth sorting toegepast voor alle polygons in omgekeerde diepte volgorde (d.w.z. het polygon met grootste diepte vanaf de waarnemer staat na sortering als eerste in de lijst).

Bij het uitvoeren van de dieptesortering wordt voor paren polygons S en S', waarbij S voor S' staat in de lijst, vastgesteld of de polygons t.o.v. elkaar in deze volgorde mogen blijven staan. Hiertoe worden verschillende testen uitgevoerd. Wat is niet een van deze testen?

- a. Alle hoekpunten van S liggen aan één kant van het vlak van S' en de waarnemer bevindt zich aan de andere kant van het vlak van S'.
- b. Alle hoekpunten van S hebben een grotere diepte ten opzichte van de waarnemer dan alle hoekpunten van S'.
- c. S en S' overlappen elkaar niet in x-richting of niet in y-richting.
- d. S en S' overlappen elkaar niet in z-richting.

Opgave 16

Welke shading methode kan ook worden aangeduid als *normaal vector interpolatie shading* ?

- a. Phong shading
- b. Gouraud shading
- c. curved surface shading
- d. flat shading

Opgave 17

In welke component van een eenvoudig licht reflectie model wordt gebruik gemaakt van de cosinus wet van Lambert ?

- a. de ambient component
- b. de refractie component
- c. de diffuse reflectie component
- d. de spiegelende reflectie component

Opgave 18

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 19

Een viewing coördinatenstelsel wordt bepaald door het center of projection (COP), het view reference point (VRP) en de view up vector (VUV). Het COP is de oorsprong van het viewing coördinatenstelsel. Het VRP ligt op de negatieve z-as van het viewing coördinatenstelsel.

Gegeven is (in wereldcoördinaten): COP = (0, 0, 0), VRP = (1, 1, 0) en VUV = (-2 1 0).
Wat is de juiste matrix voor deze viewing transformatie?

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

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

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

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

Opgave 20

Het 3D Cohen en Sutherland lijn clipping algoritme gebruikt voor de 6-bits codes van de eindpunten van een lijnstuk en als clip volgorde: links, rechts, onder, boven, voor, achter.
Welke van de onderstaande 6-bits codes is geen correcte code voor een eindpunt van een te clippen lijnstuk?

- a. 010101
- b. 011000
- c. 001100
- d. 100110

Opgave 21

Welk(e) methode / algoritme lost het probleem van bepaling van de zichtbare oppervlakken bij het maken van een afbeelding van een 3D scene volledig op?

- a. z-buffer algoritme
- b. DDA algoritme
- c. back face removal
- d. Liang en Barsky algoritme

Opgave 22

Wanneer de begrenzing van een op te vullen gebied al in de frame buffer is getekend, dan kan het binnengebied worden ingekleurd door gebruik te maken van een fill algoritme. Hier wordt gebruik van gemaakt in paint programma's.

In de praktijk wordt in plaats van het 4-connected of 8-connected boundary fill algoritme vaak gebruik gemaakt van een fill algoritme dat spans kleurt en pixels op spans boven en onder de huidige span bewaart op een stapel voor latere afhandeling.

Waarom gebruikt men meestal deze laatste methode in plaats van het boundary fill algoritme?

- a. De methode die per span kleurt is eenvoudiger te implementeren dan het boundary fill algoritme.
- b. De methode die per span kleurt is efficiënter dan het boundary fill algoritme.
- c. Zowel het 4-connected als ook het 8-connected boundary fill algoritme kan sommige polygons niet correct inkleuren. De methode per span heeft dit probleem niet.
- d. De methode die per span kleurt heeft geen start pixel nodig. Het boundary fill algoritme heeft wel een start pixel nodig.

Opgave 23

Beschouw de volgende beweringen over tweedimensionale transformaties:

- (I) Homogene coördinaten zijn noodzakelijk om een translatie met behulp van een matrix te representeren.
- (II) Homogene coördinaten zijn noodzakelijk om een elementaire shearing 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 24

Beschouw de OpenGL function call `glPopMatrix()`;

Welke matrix wordt op de stapel bewaard bij deze aanroep?

- a. de viewing transformation matrix
- b. de current transformation matrix
- c. de model-view matrix
- d. de projection matrix

Opgave 25

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. $3x + 2y + 5z - 3 = 0$

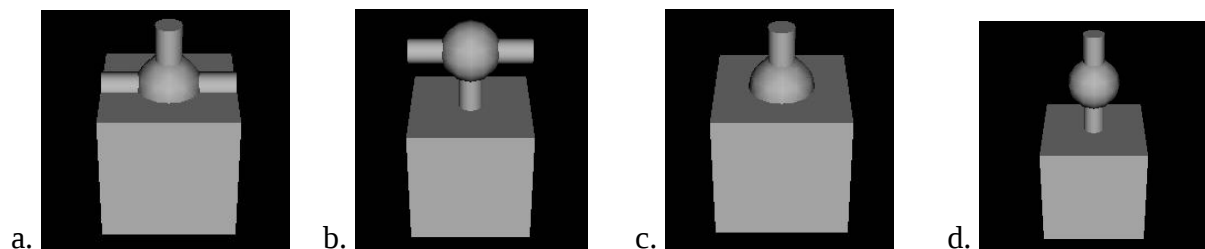
Opgave 26

Beschouw de volgende VRML virtuele wereld:

```
#VRML V2.0 utf8
Shape {
  appearance DEF Yellow Appearance
  {
    material Material {
      diffuseColor .8 .8 .2
    }
  }
  geometry Box {}
}
Transform {
  translation 0 1 0
  children [
    Shape {
      appearance USE Yellow
      geometry Cylinder {
        radius 0.2
      }
    }
  ]
}
```

```
Transform {
  translation 0 2 0
  children [
    Shape {
      appearance USE Yellow
      geometry Sphere {
        radius 0.5
      }
    }
    Transform {
      rotation 0 0 1 1.57
      children Shape {
        appearance USE Yellow
        geometry Cylinder {
          radius 0.2
        }
      }
    }
  ]
}
```

Hoe ziet het model dat in deze wereld wordt gedefinieerd eruit?



Opgave 27

In een VRML virtuele wereld is een object met naam `RotatingObject` gedefinieerd. Om dit object om de y-as te laten roteren is het volgende codefragment in de VRML file opgenomen:

```
DEF Rot OrientationInterpolator {
  key [0.0 0.125 0.25 0.375 0.5 0.625 0.75 0.875 1.0]
  keyValue [ 0 1 0 0.0
             0 1 0 3.14
             0 1 0 1.57
             0 1 0 4.71
             0 1 0 3.14
             0 1 0 6.28
             0 1 0 4.72
             0 1 0 1.57
             0 1 0 0.0 ]
}

DEF Timer TimeSensor {
  loop TRUE
  cycleInterval 20
}

ROUTE Timer.fraction_changed TO Rot.set_fraction
ROUTE Rot.value_changed TO RotatingObject.set_rotation
```

Hoeveel graden (ongeveer) is het object `RotatingObject` ten opzichte van zijn oorspronkelijke oriëntatie (vanaf de positieve y-as gezien tegen de wijzers van de klok in) gedraaid om de y-as op een tijdstip 11 seconde na het begin van een cycle?

- a. 72 graden
- b. 189 graden
- c. 234 graden
- d. 252 graden

Opgave 28

Een projectie waarbij de projectoren een hoek van 45° maken met het projectievlak heet

- a. orthografische projectie
- b. isometrische projectie
- c. perspectief projectie
- d. cavalier projectie

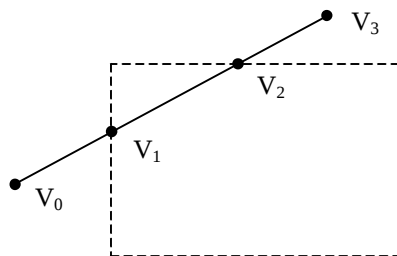
Opgave 29

Het geometry field van een Shape node in een VRML file heeft een waarde van het type

- a. MFVec3f
- b. SFVec3f
- c. MFNode
- d. SFNode

Opgave 30

De onderstaande figuur toont een window (met streepjeslijnen) waartegen een polygon wordt geclippt. Van het polygon is één zijde V_0V_3 afgebeeld. Er wordt geclippt met het Sutherland Hodgman polygon clipping algoritme. De volgorde van clippen tegen de windowgrenzen is links, rechts, onder, boven.



Welke punten worden in het uitvoerpolygon opgenomen tijdens het clippen *tegen de linker windowgrens*?

- a. V_1 , V_2 en V_3
- b. alleen V_1 en V_2
- c. alleen V_1 en V_3
- d. alleen V_1

einde tentamenopgaven