

Computer Graphics (in2770)
2 november 2004, 9.00 - 11.00 uur.

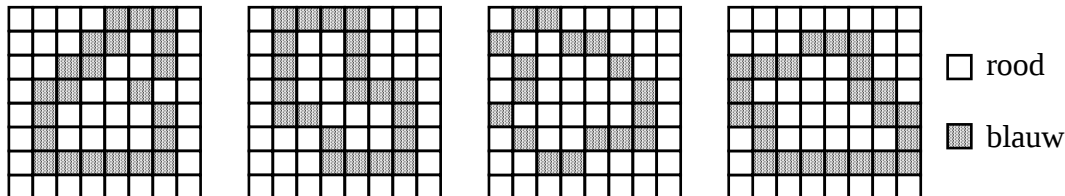
N.B.: Dit tentamen bestaat uit 30 opgaven
Totaal aantal bladzijden: 11

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

Op een kleurenraster hebben alle pixels de kleur rood. Vervolgens worden de pixels van de onderstaande figuren blauw gemaakt. De vier figuren vormen de begrenzingen van vier polygons.



Beschouw de volgende beweringen over bovenstaande polygons:

- (I) Er is een polygon dat met het 8-connected boundary-fill algoritme met blauw gevuld kan worden.
- (II) Er is een polygon dat met het 4-connected flood-fill algoritme met geel gevuld kan worden.

Van deze beweringen is:

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

Opgave 2

Een lijn PQ met $P=(x_P, y_P)$ en $Q=(x_Q, y_Q)$ wordt met het DDA algoritme geconverteerd naar rasterformaat. Het 'zetten' van pixels vangt aan bij (x_P, y_P) . Verder is gegeven:

$$x_Q - x_P > 0$$

de richtingscoëfficiënt van de lijn is < -1

Welke opmerking is juist?

- a. er wordt een stapgrootte 1 genomen in de x-richting
- b. er wordt een stapgrootte 1 genomen in de y-richting
- c. er wordt een stapgrootte -1 genomen in de x-richting
- d. er wordt een stapgrootte -1 genomen in de y-richting

Opgave 3

$$Ax + By + Cz + D = 0$$

is de vlakvergelijking van een polygon in de 3D-ruimte, waarbij de coëfficiënten A, B, C en D bepaald kunnen worden uit een drietal hoekpunten van het polygon die niet op een rechte lijn liggen. De coëfficiënten zijn van belang voor

- a. de viewing transformatie matrix en shading.
- b. de viewing transformatie matrix en het hidden-surface algoritme.
- c. shading en het hidden-surface algoritme.
- d. de viewing transformatie matrix, shading en het hidden-surface algoritme.

Opgave 4

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & \frac{1}{8}\sqrt{3} & 0 \\ 0 & 1 & \frac{1}{8} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \text{ is de matrix van een parallelprojectie.}$$

Een lijn evenwijdig aan het projectievlak, behoudt bij deze parallelprojectie in de afbeelding zijn werkelijke lengte. Met welke lengte wordt een lijn afgebeeld, die loodrecht op het projectievlak staat en in werkelijkheid lengte 1 heeft?

- a. $\frac{1}{8}$
- b. $\frac{1}{4}$
- c. $\frac{1}{2}$
- d. $\frac{1}{2}\sqrt{3}$

Opgave 5

Bij antialiasing van texturen wordt doorgaans een pre-image bepaald van een pixel (voorgesteld door een vierkant of cirkelvormig gebied). Dit pre-image bevat dan de textuurwaarden die gebruikt worden om een gefilterde kleurwaarde te berekenen. Bij een methode zoals mip-mapping worden de gefilterde waarden vooraf berekend (pre-filtering). Wat is bij mip-mapping de vorm van de pre-image van een pixel?

- a. een cirkel
- b. een ellips (in sommige gevallen een cirkel)
- c. een vierkant
- d. een rechthoek (in sommige gevallen een vierkant)

Opgave 6

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 24000 Kilobyte (1 Kbyte is 1024 bytes) per seconde kan volschrijven, wat is dan het maximale formaat van het voor de animatie te gebruiken window?

- a. 1280 x 1024
- b. 1024 x 1024
- c. 640 x 512
- d. 320 x 128

Opgave 7

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

- a. het produkt van een scale-, rotate- en translate matrix
- b. het produkt van een modeling transformation matrix en een orthographic projection matrix
- c. het produkt van een modeling transformation matrix en een viewing transformation matrix
- d. het produkt van een model-view matrix en een projection matrix

Opgave 8

In een 2D computer animatie bewegen twee cirkels A (met straal R_A) en B (met straal R_B) langs bewegingsbanen b_A en b_B , over een tijdsinterval van n frames. De afstand tussen de middelpunten van A en B is d . Tussen A en B moeten botsingen worden gedetecteerd (collision detection). Een goed criterium voor het optreden van een botsing is:

- a. als in één frame i ($1 \leq i \leq n$) geldt: $d < (R_A + R_B)$
- b. als de minimale afstand van de krommen b_A en b_B $< d$
- c. als in één frame i ($1 \leq i \leq n$) geldt: $d < \min(R_A, R_B)$
- d. als de krommen b_A en b_B elkaar snijden.

Opgave 9

Gegeven zijn de volgende matrices M1, M2 en M3:

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

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 10

In OpenGL kunnen pop-up menu's worden gedefinieerd. Welke uitspraak over de callback functie(s) voor deze menu's is juist?

- a. Er is 1 callback functie voor alle pop-up menu's tezamen.
- b. Er is 1 callback functie voor ieder (top niveau) pop-up menu. De submenu's hiervan hebben **geen** eigen callback functie.
- c. Er is 1 callback functie voor ieder (top niveau) pop-up menu en ook 1 callback functie voor ieder (lager niveau) submenu.
- d. Er is 1 callback functie voor iedere menu optie van ieder menu.

Opgave 11

Voor welke transformaties M_1 en M_2 geldt niet dat

$$M_1 \cdot M_2 = M_2 \cdot M_1$$

- a. voor M_1 een translatie over de vector $(0, t_y)$ en M_2 een schaling t.o.v. O met factoren s_x en 1
- b. voor M_1 een rotatie om O over θ° en M_2 een schaling t.o.v. O met gelijke x-richting en y-richting schalingsfactoren s en s
- c. voor M_1 een translatie over de vector (t_x, t_y) en M_2 een rotatie om O over 180°
- d. voor M_1 een schaling t.o.v. O met gelijke x-richting en y-richting schalingsfactoren s en s en M_2 een x-shearing met shear factor sh_x

Opgave 12

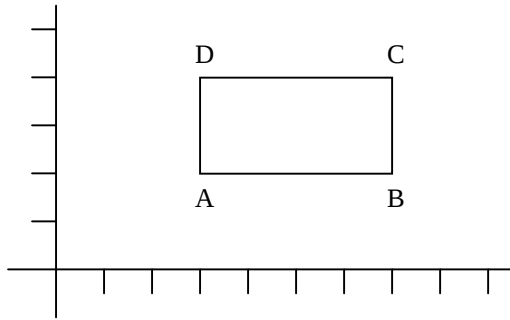
We gebruiken de volgende notatiewijze voor 2D transformaties:

$T_{(a,b)}$ is een translatie over de vector (a, b) .

$R_{O,\alpha}$ is een rotatie om de oorsprong over α graden.

$S_{(sx,sy)}$ is een schaling t.o.v. de oorsprong met schalingsfactoren sx en sy .

Rechthoek ABCD uit onderstaande figuur kan op verschillende manieren (door een combinatie van spiegeling, rotatie, translatie en schaling) op zichzelf worden afgebeeld.

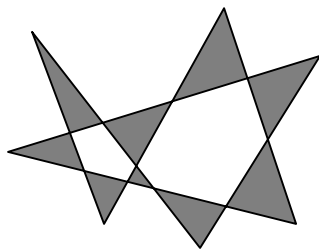


Welke samengestelde transformatie beeldt ABCD af op DCBA, d.w.z. A wordt op D afgebeeld, B op C, C op B en D op A?

- a. $T_{(5,3)} \cdot R_{O,90} \cdot S_{(0.5,2.0)} \cdot T_{(-5,-3)}$
- b. $T_{(5,0)} \cdot S_{(-1,1)} \cdot T_{(-5,0)}$
- c. $T_{(0,3)} \cdot S_{(1,-1)} \cdot T_{(0,-3)}$
- d. $T_{(5,3)} \cdot R_{O,180} \cdot T_{(-5,-3)}$

Opgave 13

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 14

Welk van de volgende 2D transformatie-matrices vervormt het te transformeren object niet?

a.
$$\begin{pmatrix} 0.707 & 0 & 0 \\ 0.707 & 1.414 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

b.
$$\begin{pmatrix} 0.707 & -0.707 & 1 \\ 0.707 & 0.707 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

c.
$$\begin{pmatrix} 0.707 & 0.707 & 1 \\ 0.707 & 0.707 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

d.
$$\begin{pmatrix} 0.5 & -0.866 & 1 \\ 0.866 & -1.5 & -1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

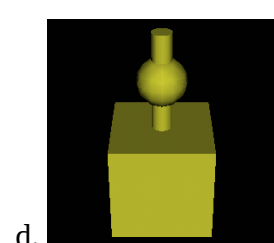
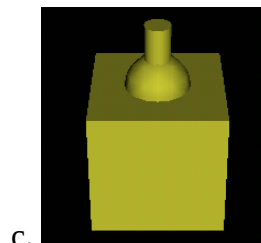
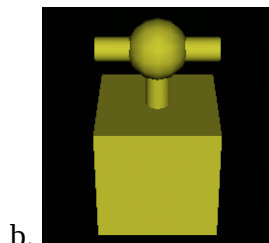
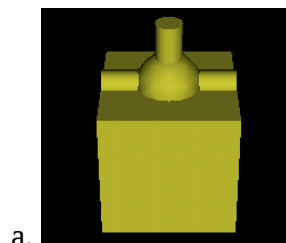
Opgave 15

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 1 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 16

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 17

Om alle 2D transformaties te kunnen representeren met een 3 x 3 matrix gebruiken we in plaats van een xy-coördinatenstelsel een xyw-coördinatenstelsel (homogene coördinaten). Een 2D punt correspondeert in homogene coördinaten met

- een 3D punt
- een lijn evenwijdig aan het w=1 vlak
- een lijn in het w=1 vlak
- een lijn door de oorsprong

Opgave 18

Beschouw de volgende VRML code

```
TimeSensor {  
    enabled           TRUE  
    startTime         1.0  
    stopTime          0.0  
    cycleInterval     10.0  
    loop              TRUE  
}
```

Hoe lang zal de TimeSensor events genereren?

- 0 seconden
- 1 seconde
- 10 seconden
- zolang de applicatie in uitvoering is

Opgave 19

Beschouw het codefragment

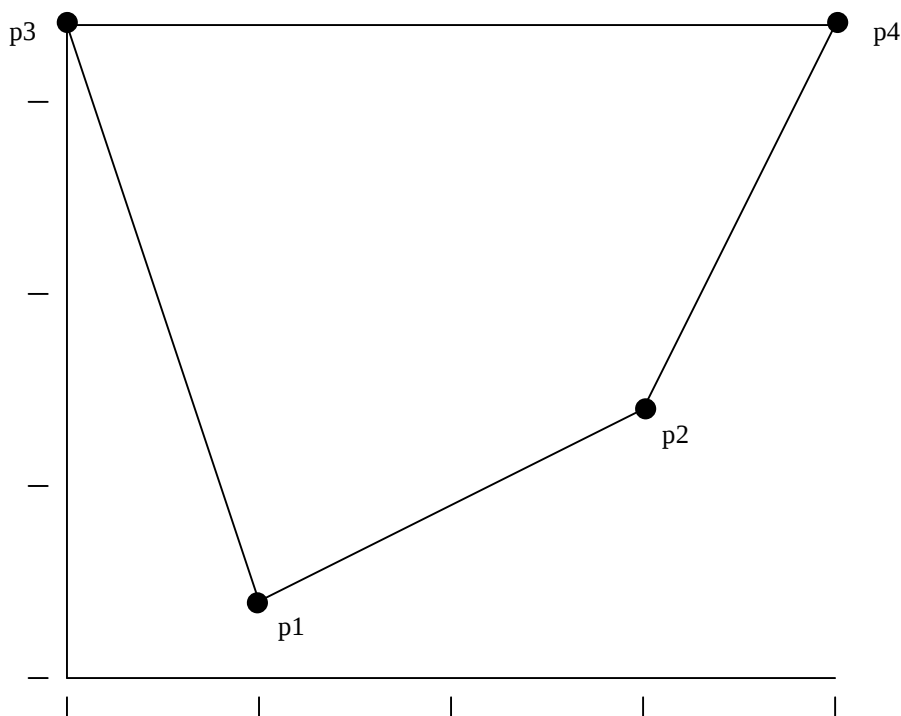
```
glBegin (GL_QUAD_STRIP);  
  for (i=0; i<16; i++)  
    glVertex2fv (points[i]);  
glEnd();
```

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

- a. 4
- b. 5
- c. 6
- d. 7

Opgave 20

Een textuur wordt met een *bi-lineaire mapping* afgebeeld op onderstaand polygon. Punt (0, 0) in de textuur worden gemapt op $p1 = (50, 20)$, punt (1, 0) op $p2 = (150, 70)$, punt (0, 1) op $p3 = (0, 170)$ en punt (1, 1) op $p4 = (200, 170)$.



Op welk punt in schermcoördinaten wordt het textuur punt (0.5, 0.6) gemapt?

- a. (100, 100)
- b. (120, 100)
- c. (100, 120)
- d. (120, 120)

Opgave 21

Bij backface removal (backface culling) verdelen we de polygons in twee groepen: frontfaces en backfaces. Beschouw de volgende uitspraken:

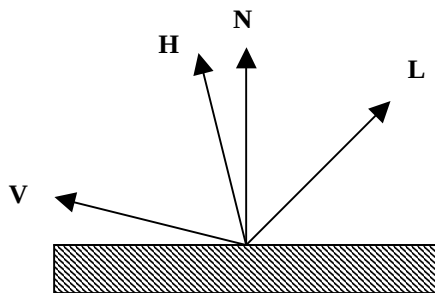
- (I) Alle frontfaces zijn zichtbaar
- (II) Alle backfaces zijn onzichtbaar

Van deze uitspraken is

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

Opgave 22

In onderstaande figuur is $\mathbf{L}$ een vector in de richting van de lichtbron, $\mathbf{V}$ een vector naar de waarnemer, $\mathbf{N}$ een normaalvector op het oppervlak en $\mathbf{H}$ een vector die de hoek tussen $\mathbf{L}$ en $\mathbf{V}$ middendoor deelt. Alle vectoren hebben lengte 1.



In welke component van een eenvoudig lichtreflectiemodel speelt de vector $\mathbf{H}$ een rol?

- a. de spiegelende reflectiecomponent
- b. de brekingscomponent
- c. de diffuse verlichtingscomponent
- d. de diffuse reflectiecomponent

Opgave 23

In het Cohen en Sutherland lijn clipping algoritme wordt gebruik gemaakt van 4-bits codes om de positie van de eindpunten van een lijnstuk ten opzichte van het window aan te geven. Laat cA en cB de 4-bits codes van de eindpunten van een te clippen lijnstuk AB . Welke uitspraak geeft het beste de betekenis van de expressie $cA \text{ AND } cB \neq 0000$ in het Cohen en Sutherland algoritme weer?

- a. Als deze expressie TRUE is dan doorsnijdt het lijnstuk het window niet.
- b. Als deze expressie TRUE is dan doorsnijdt het lijnstuk het window wel.
- c. Als deze expressie TRUE is dan ligt het lijnstuk geheel binnen het window.
- d. Als deze expressie TRUE is dan ligt geen van de eindpunten binnen het window.

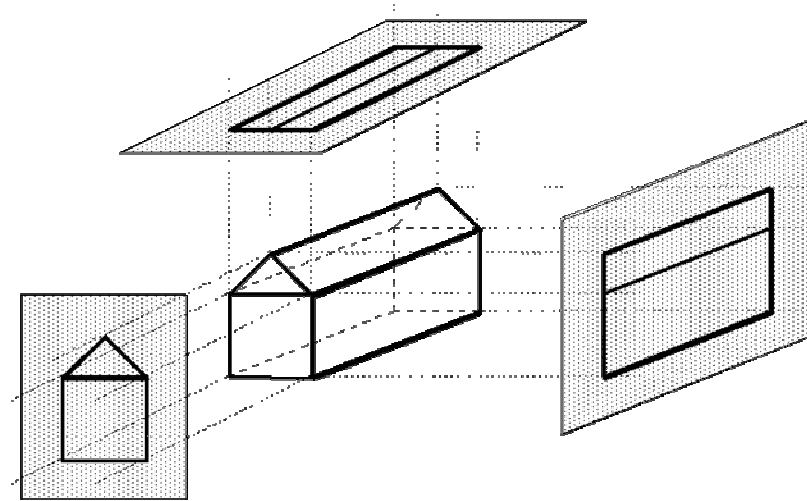
Opgave 24

Wat doet in VRML een PositionInterpolator knoop (node) als de knoop een event-in ontvangt?

- a. De knoop voert een translatie op een object uit.
- b. De knoop berekent een translatie vector en stuurt deze vector naar een andere knoop.
- c. De knoop berekent een key frame van een animatie.
- d. De knoop bepaalt met behulp van de huidige transformatiematrix de plaats van een object.

Opgave 25

Welke uitspraak over de onderstaande afbeelding is correct?



- a. De afbeelding is een orthografische projectie en demonstreert wat orthografische projecties zijn.
- b. De afbeelding is een orthografische projectie en demonstreert wat scheve projecties zijn.
- c. De afbeelding is een scheve projectie en demonstreert wat orthografische projecties zijn.
- d. De afbeelding is een scheve projectie en demonstreert wat scheve projecties zijn.

Opgave 26

Het uitwendig product (cross product) van twee vectoren is

- a. een scalar gelijk aan de oppervlakte van het parallellogram opgespannen door de twee vectoren.
- b. een scalar gelijk aan de lengte van de eerste vector maal de lengte van de projectie van de tweede op de eerste vector.
- c. een vector met lengte gelijk aan de oppervlakte van het parallellogram opgespannen door de twee vectoren.
- d. een vector met lengte gelijk aan de lengte van de eerste vector maal de lengte van de projectie van de tweede op de eerste vector.

Opgave 27

Wat is de transformatiematrix voor de $+90^\circ$ rotatie om de lijn door het punt $(1, 2, 0)$ evenwijdig aan de z-as?

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

Opgave 28

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 29

Het scan line algoritme voor het afbeelden van een 3D scene bestaande uit polygons maakt gebruik van een actieve vlakken lijst (AVL) om bij te houden

- a. welke vlakken de huidige scan line snijden.
- b. welke vlakken zich achter de huidige span bevinden.
- c. welke vlakken tot het huidige object behoren.
- d. welke vlakken bij het gegeven oogpunt voorvlakken zijn.

Opgave 30

Op welke delen van een 3D polygonmodel wordt Gouraud shading of Phong shading toegepast?

- a. op alle polygons van het 3D model
- b. alleen op de polygons die door minstens één lichtbron verlicht worden
- c. alleen op de polygons die met een textuur moeten worden afgebeeld
- d. alleen op de polygons die tezamen een benadering van een gekromd oppervlak vormen

einde tentamenopgaven