

IN2905-A; IN3048TU Computer Graphics

9 april 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: 12

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

Een textuur kan op vele manieren op een polygon worden afgebeeld, o.a. door

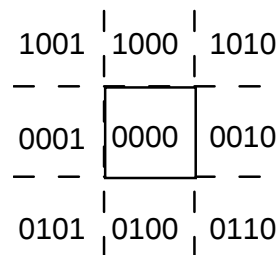
- (I) lineaire interpolatie van textuurwaarden over de zijden van het polygon gevolgd door lineaire interpolatie over de scan lines.
- (II) bi-lineaire mapping.
- (III) perspectivische mapping.

Bij hoeveel van de bovenstaande drie manieren van mapping van een vierkante textuur op een willekeurige vierhoekige polygon zal *een horizontale rechte lijn in de textuurruimte* altijd worden afgebeeld op *een rechte lijn in de schermruimte*?

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

Opgave 2

Voor het clippen van lijnen wordt het regio coderingsschema van Cohen en Sutherland gebruikt (zie figuur). Aan welke voorwaarde moeten de regiocodes van de eindpunten voldoen om zeker te zijn dat de lijn geheel buiten het window ligt?



- a. De **exclusieve of** operatie op de codes van beide eindpunten levert 1111 op.
- b. De **logische of** operatie op de codes van de beide eindpunten levert de waarde 1111 op.
- c. De **exclusieve of** operatie op de codes van beide eindpunten levert 0000 op.
- d. De **logische en** operatie op de codes van de beide eindpunten levert een waarde ongelijk aan 0000 op.

Opgave 3

Voor een textuur van 512 x 512 pixels is een mip-map datastructuur opgebouwd. Er worden 24 bits kleuren opgeslagen. Wat is de totale omvang van de mip-map?

- a. 0.75 Mbyte
- b. 1 Mbyte
- c. 1.5 Mbyte
- d. 2 Mbyte

Opgave 4

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 5

Het Sutherland en Hodgman polygon clipping algoritme neemt bij het aflopen van de zijden van het invoerpolygon steeds afhankelijk van de ligging van de zijde ten opzichte van de grens waartegen geclipt wordt 0, 1, of 2 punten op in het uitvoerpolygon.

In het geval dat beide eindpunten buiten de clipgrens liggen (d.w.z. aan de kant waar het window niet ligt), wordt niets opgenomen in het uitvoerpolygon. De andere drie gevallen zijn (voor zijde P_sP_e):

- P_s buiten, P_e binnen de clipgrens
- P_s binnen, P_e buiten de clipgrens
- P_s binnen, P_e binnen de clipgrens

In hoeveel van deze drie gevallen worden precies 2 punten opgenomen in het uitvoerpolygon?

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

Opgave 6

Het z-buffer algoritme is een hidden surface removal algoritme. Bij dit algoritme moet vele malen bij een pixel (x, y) de z-coördinaat van een punt in een polygon met vlakvergelijking $ax+by+cz+d=0$ berekend worden. Voor naast elkaar liggende pixels (x, y) en $(x+1, y)$ kan dit met een incrementele berekening: $z(x+1, y) = z(x, y) + \text{inc}$. Hierbij betekent $z(x, y)$ de diepte (dus z-coördinaat) van het polygon voor pixel (x, y) . Wat is de juiste increment inc waarmee uit de diepte $z(x, y)$ voor pixel (x, y) de diepte $z(x+1, y)$ voor pixel $(x+1, y)$ berekend kan worden?

- a. $\text{inc} = -a / c$
- b. $\text{inc} = -a / b$
- c. $\text{inc} = -b / c$
- d. $\text{inc} = b / c$

Opgave 7

Beschouw de volgende code (met OpenGL functie aanroepen):

```
glMatrixMode (GL_MODELVIEW);  
glLoadIdentity ();  
glRotatef (theta, vx, vy, vz);  
glScalef (sx, sy, sz);  
glTranslatef (tx, ty, tz);
```

Objecten die hierna gedefinieerd worden ondergaan de transformaties uit de bovenstaande code. In welke volgorde worden de transformaties uitgevoerd?

- De volgorde is, onafhankelijk van de volgorde van de calls in de code, altijd eerst transleren, dan roteren en als laatste schalen.
- De volgorde is, onafhankelijk van de volgorde van de calls in de code, altijd eerst schalen, dan roteren en als laatste transleren.
- De volgorde is afhankelijk van de volgorde van de calls in de code. In dit geval komt dat neer op eerst roteren, dan schalen en als laatste transleren.
- De volgorde is afhankelijk van de volgorde van de calls in de code. In dit geval komt dat neer op eerst transleren, dan schalen en als laatste roteren.

Opgave 8

De onderstaande transformaties worden uitgevoerd als onderdeel van de 3D viewing pipeline:

- (I) window to viewport transformatie
- (II) modeling transformaties
- (III) viewing transformatie

Wat is de juiste volgorde van uitvoering van deze transformaties?

- eerst (I), daarna (II) en tenslotte (III)
- eerst (II), daarna (I) en tenslotte (III)
- eerst (II), daarna (III) en tenslotte (I)
- eerst (III), daarna (II) en tenslotte (I)

Opgave 9

Wat doet de functie aanroep `glutMainLoop()`; in een programma dat OpenGL gebruikt?

- Het brengt het programma in een lus waarin de frames van een animatie worden afgebeeld.
- Het brengt het programma in een lus waarin herhaaldelijk gewacht wordt op het optreden van events die na optreden worden afgehandeld.
- Het brengt het programma in een lus waarin tijdens dragging van het window de grafische uitvoer steeds op een nieuwe lokatie op het scherm wordt afgebeeld.
- Het brengt het programma in een lus waarin herhaaldelijk de nieuwe coördinaten van de muis cursor worden bepaald.

Opgave 10

De window to viewport transformatie M (voor windowgrenzen $xwmin$, $xwmax$, $ywmin$ en $ywmax$ en viewportgrenzen $xvmin$, $xvmax$, $yvmin$ en $yvmax$) transformeert viewing coördinaten naar screen coördinaten met een combinatie van een translatie T_1 , gevolgd door een schaling S , gevolgd door nog een translatie T_2 . Gegeven is:

$$T_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & e \\ 0 & 1 & f \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad S = \begin{pmatrix} c & 0 & 0 \\ 0 & d & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad T_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & a \\ 0 & 1 & b \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad M = T_2 \cdot S \cdot T_1$$

waarbij (I) of (II) geldt en (III) of (IV) geldt:

(I) $a = -xwmin$, $b = -ywmin$, $e = xvmin$ en $f = yvmin$

(II) $a = -xvmin$, $b = -yvmin$, $e = xwmin$ en $f = ywmin$

(III) $c = (xwmax - xwmin) / (xvmax - xvmin)$ en $d = (ywmax - ywmin) / (yvmax - yvmin)$

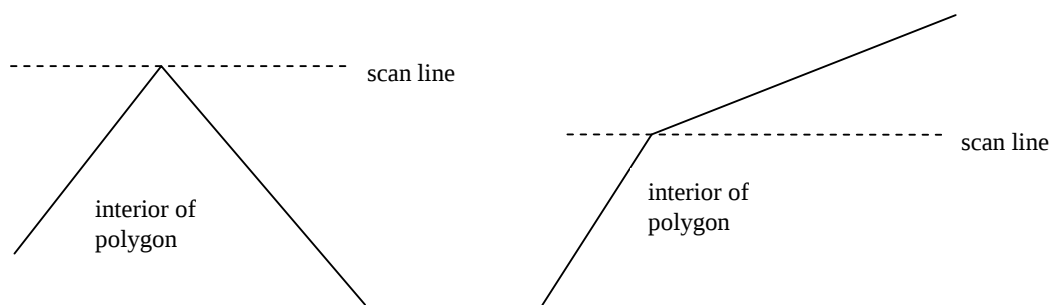
(IV) $c = (xvmax - xvmin) / (xwmax - xwmin)$ en $d = (yvmax - yvmin) / (ywmax - ywmin)$

Wat is de juiste combinatie?

- a. (I) en (III)
- b. (I) en (IV)
- c. (II) en (III)
- d. (II) en (IV)

Opgave 11

Een polygon scan conversie algoritme bepaalt per scan line een lijst van snijpunten van zijden van het polygon met de scan line. Hoekpunten van een polygon die op de scan line liggen vormen een (kleine) complicatie in het algoritme. Situatie I en II tonen twee van deze probleemgevallen.



Situatie I

Situatie II

Hoeveel keer moet het hoekpunt in situatie I en II worden opgenomen in de lijst met snijpunten?

- | <u>Situatie I</u> | <u>Situatie II</u> |
|-------------------|--------------------|
| a. 1 keer | 1 keer |
| b. 1 keer | 2 keer |
| c. 2 keer | 1 keer |
| d. 2 keer | 2 keer |

Opgave 12

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

met de affine 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

In een polygon model zijn de hoekpunten van de polygons niet consequent tegen de wijzers van de klok in gedefinieerd, als je vanaf de buitenkant naar de objecten kijkt. Voor welke stap in de viewing pipeline levert dit een probleem op?

- a. de modeling transformaties
- b. de perspectief projectie
- c. de back face removal
- d. het z-buffer algoritme

Opgave 14

We kunnen 3D transformaties representeren met 3 bij 3 matrices of met 4 bij 4 matrices (in homogene coördinaten). Alle transformaties kunnen worden gerepresenteerd in homogene coördinaten. Echter, met 3 bij 3 matrices kunnen we bepaalde soorten transformaties niet representeren.

Beschouw de volgende soorten transformaties:

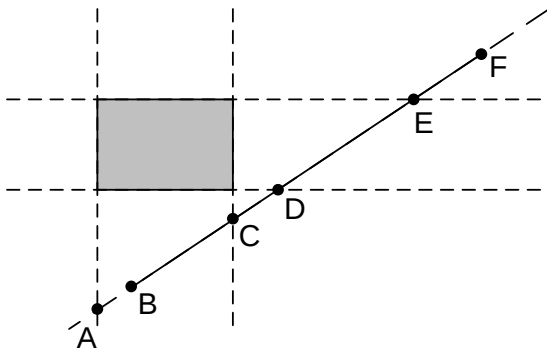
- (I) shearing
- (II) translatie
- (III) perspectief projectie

Welke van deze soorten transformaties kunnen met een 3 bij 3 matrix worden gerepresenteerd?

- a. alleen de shearing transformatie
- b. alleen de translatie
- c. alleen de perspectief projectie
- d. alle drie de soorten transformaties

Opgave 15

Gegeven is het lijnstuk BF uit onderstaande figuur.



Dit lijnstuk moet geclipt worden tegen het rechthoekige window. We kunnen clippen met het Cohen en Sutherland algoritme, dat gebruik maakt van een vergelijking van de lijn of met het Liang en Barsky algoritme, dat gebruik maakt van een vectorvoorstelling van de vorm $\underline{x} = \underline{b} + u(\underline{f} - \underline{b})$ met $\underline{b}$ en $\underline{f}$ de plaatsvectoren van de punten B en F. Beide algoritmen bevatten een lus waarin herhaald het lijnstuk of het parameterinterval wordt ingekort en uiteindelijk het lijnstuk wordt verworpen. Beide algoritmen houden de clipping volgorde links, rechts, onder, boven aan.

Hoe wordt het lijnstuk of parameterinterval ingekort door de twee algoritmen, alvorens besloten wordt om het lijnstuk te verwerpen?

- | | Cohen en Sutherland | Liang en Barsky |
|----|-----------------------|--|
| a. | BF --> CF (verworpen) | $[u_B, u_F] \rightarrow [u_B, u_F] \rightarrow [u_B, u_C] \rightarrow$ leeg interval (verworpen) |
| b. | BF --> DF (verworpen) | $[u_B, u_F] \rightarrow [u_B, u_F] \rightarrow [u_B, u_C] \rightarrow$ leeg interval (verworpen) |
| c. | BF --> CF (verworpen) | $[u_B, u_F] \rightarrow [u_C, u_F] \rightarrow$ leeg interval (verworpen) |
| d. | BF --> DF (verworpen) | $[u_B, u_F] \rightarrow [u_C, u_F] \rightarrow$ leeg interval (verworpen) |

Opgave 16

De vector $\underline{n} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ -3 \end{pmatrix}$ is normaalvector van een vlak V. Punt A = (-3, 0, 1) ligt in het vlak. Welk

punt B ligt ook in het vlak.

- B = (1, -3, 0)
- B = (2, -3, 1)
- B = (3, 1, 3)
- B = (4, -2, 2)

Opgave 17

Met welk punt in 2D correspondeert (-300, 200, -2) in homogene coördinaten?

- (-300, 200)
- (-150, 100)
- (150, -100)
- (600, -400)

Opgave 18

Welke vlakken worden bij backface culling geassocieerd als backfaces?

- a. alle vlakken die volledig verborgen zijn achter een ander vlak
- b. alle vlakken die geheel of gedeeltelijk verborgen zijn achter een ander vlak
- c. alle vlakken met een naar buiten gerichte normaalvector die naar de waarnemer toewijst ($\mathbf{n} \cdot \mathbf{v} \leq 0$)
- d. alle vlakken met een naar buiten gerichte normaalvector die van de waarnemer afwijkt ($\mathbf{n} \cdot \mathbf{v} \geq 0$)

Opgave 19

Gegeven zijn matrix $A = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ en matrix $B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$.

Welke matrix kan gebruikt worden om een rechtshandig coördinatenstelsel te converteren naar een linkshandig stelsel?

- a. matrix A en ook matrix B
- b. alleen matrix A
- c. alleen matrix B
- d. matrix A niet en matrix B ook niet

Opgave 20

De matrix $\begin{pmatrix} a & b & 0 \\ c & d & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ is de transformatiematrix van een spiegeling in de lijn door $(0, 0)$ en

$(4, -3)$. Wat is de waarde van a ?

- a. -0.96
- b. -0.28
- c. 0.28
- d. 0.96

Opgave 21

Gegeven is de volgende programmacode met OpenGL function calls

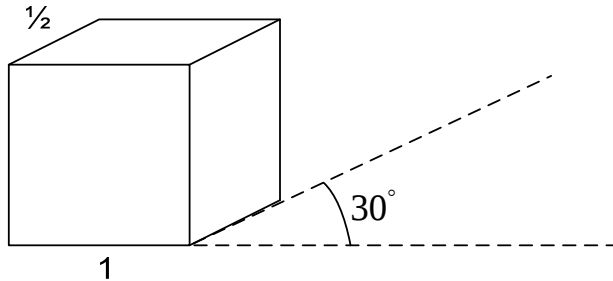
```
glBegin (GL_QUAD_STRIP);  
... /* define 96 points */  
glEnd ();
```

Er worden in de quadstrip 96 punten gedefinieerd. Uit hoeveel polygons bestaat de quadstrip?

- a. 46
- b. 47
- c. 48
- d. 49

Opgave 22

De figuur hieronder toont een scheve parallelprojectie van een kubus met ribben van lengte 1. De zijden die evenwijdig aan het projectievlak zijn hebben in de afbeelding lengte 1, terwijl de zijden die loodrecht op het projectievlak staan in de afbeelding lengte $\frac{1}{2}$ hebben.



Wat geldt voor de hoek α tussen de projectoren en het projectievlak?

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

Opgave 23

In het dieptesortering algoritme wordt van paren polygons bepaald of zij in de juiste volgorde staan. Laat S_1 verder naar voren staan in de lijst van polygons dan S_2 , d.w.z. dat S_1 eerder afgebeeld zal worden dan S_2 als ze in deze volgorde blijven staan.

Er worden een aantal condities geëvalueerd die tot de beslissing kunnen leiden dat de polygons S_1 en S_2 niet hoeven te worden omgewisseld. Welke conditie behoort daartoe?

- a. Als S_1 en S_2 niet overlappen in x-richting, laat ze dan staan.
- b. Als S_1 en S_2 niet overlappen in z-richting, laat ze dan staan
- c. Als alle hoekpunten van S_2 aan de kant van het vlak van S_1 liggen waar het oogpunt niet ligt, laat ze dan staan.
- d. Als alle hoekpunten van S_1 aan de kant van het vlak van S_2 liggen waar het oogpunt ook ligt, laat ze dan staan.

Opgave 24

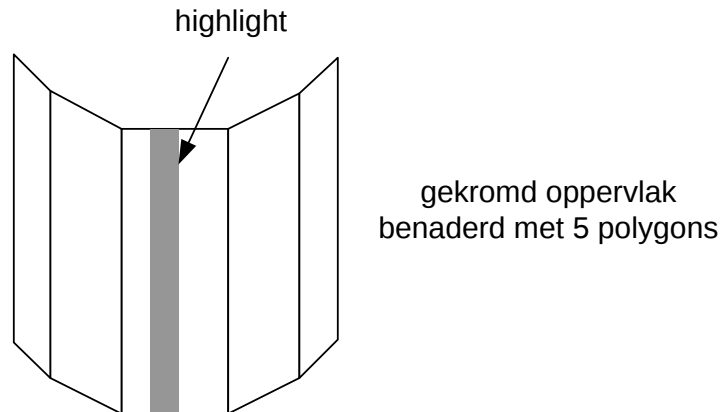
Een bol met middelpunt $O = (0, 0, 0)$ heeft straal 5. Van de bol wordt een afbeelding gemaakt. De lichtbron, met een intensiteit van 100, bevindt zich in het punt $L = (-16, -8, 0)$. De diffuse reflectiecoëfficiënt van het lichtreflectiemodel is gelijk aan 0.65. De lichtsterkte is onafhankelijk van de afstand tot de lichtbron.

Wat is de grootte van de diffuse reflectiecomponent van het lichtmodel in het punt $(-4, -3, 0)$ op het boloppervlak?

- a. $\frac{126}{\sqrt{5}}$
- b. $\frac{143}{\sqrt{5}}$
- c. 56
- d. 63

Opgave 25

Een object bevat een gekromd oppervlak dat benaderd is door 5 polygons zoals in de figuur te zien is. Er wordt een afbeelding van het object berekend met gebruik van een lichtreflectiemodel met een spiegelende reflectiecomponent. Het oogpunt voor de te berekenen afbeelding is op dezelfde plaats gekozen als bij de getoonde figuur en de lichtbron staat op een plaats zodat een highlight op de in de figuur aangegeven plaats op het gekromde oppervlak moet verschijnen.



Beschouw de volgende uitspraken:

- (I) Als de afbeelding wordt gemaakt met Phong shading, dan zal de highlight in de afbeelding zichtbaar zijn.
- (II) Als de afbeelding wordt gemaakt met Gouraud shading, dan zal de highlight in de afbeelding zichtbaar zijn.

Van deze uitspraken is

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

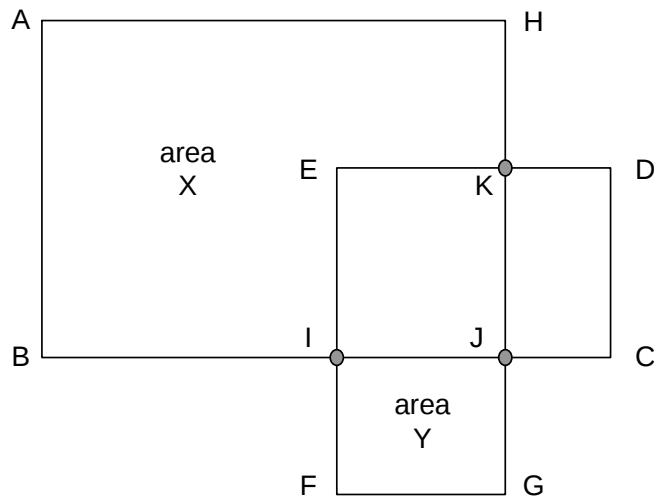
Opgave 26

Voor welke soorten secundaire stralen bij ray tracing (gereflecteerde stralen, schaduwstralen en gebroken stralen) worden snijpunten gezocht met objecten in de scene?

- a. Alleen voor schaduwstralen en gebroken stralen.
- b. Alleen voor gereflecteerde stralen en gebroken stralen.
- c. Alleen voor gereflecteerde stralen en schaduwstralen.
- d. Voor alle drie de soorten stralen worden snijpunten gezocht met objecten in de scene.

Opgave 27

We willen met de non zero winding number regel het binnengebied bepalen van het polygon ABCDEFGH en ook van het polygon ABCDKGFEKH.



Beschouw de volgende uitspraken over de figuur:

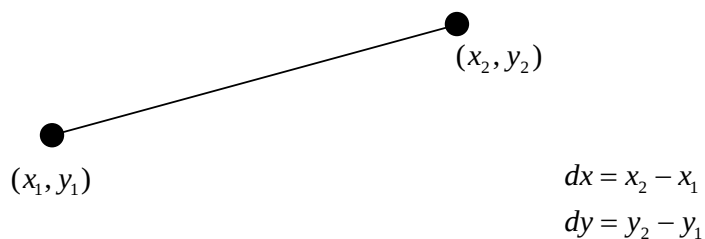
- (I) De gebieden X en Y van polygon ABCDEFGH hebben hetzelfde “winding number”
 (II) De gebieden X en Y van polygon ABCDKGFEKH hebben hetzelfde “winding number”

Van deze uitspraken is

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

Opgave 28

De lijn in de figuur wordt met het algoritme van Bresenham gescanconverteerd.

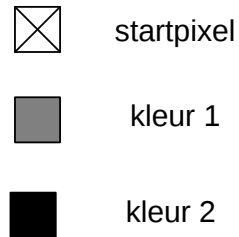
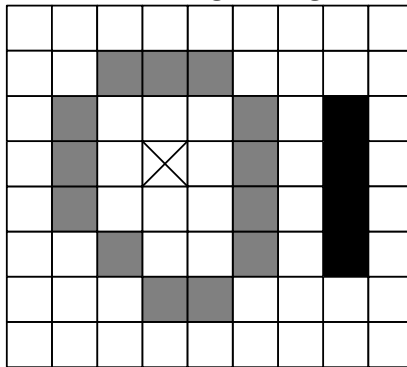


Het algoritme start met het ‘setten’ van pixel (x_1, y_1) en bepaalt aan de hand van het teken van een foutterm e voor iedere volgende kolom welk pixel daar ‘geset’ moet worden. Wat is de correcte beginwaarde voor de foutterm e ?

- a. $e = 2dx - dy$
 b. $e = 2dx + dy$
 c. $e = dx + 2dy$
 d. $e = -dx + 2dy$

Opgave 29

Beschouw de volgende figuur



We passen een fill algoritme toe om een gebied in te kleuren. Het startpixel is het pixel dat is aangegeven met een kruis. Kleur 1 is de kleur van de rand. Welke uitspraak is juist?

- 4-connected flood fill en 4-connected boundary fill kleuren precies hetzelfde gebied in
- 8-connected flood fill en 8-connected boundary fill kleuren precies hetzelfde gebied in
- 4-connected flood fill en 8-connected flood fill kleuren precies hetzelfde gebied in
- 4-connected boundary fill en 8-connected boundary fill kleuren precies hetzelfde gebied in

Opgave 30

Welk punt ligt tussen de twee vlakken $-2x + y - z + 3 = 0$ en $-2x + y - z - 3 = 0$ in?

- $(-1, 2, -1)$
- $(-1, 3, 1)$
- $(1, 2, 4)$
- $(1, 3, 3)$

einde tentamenopgaven