

IN2905-I Computer Graphics

4 april 2008, 14:00 – 17:00 uur.

Dit tentamen bestaat uit 30 meerkeuzevragen
Het aantal juiste antwoorden per vraag is: 1
Alle vragen wegen even zwaar
Totaal aantal pagina's: 11

Aantal juiste antwoorden voor een voldoende: 19

Het gebruik van boeken, dictaten en aantekeningen 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 het volgende programmafragment met aanroepen van OpenGL functies:

```
glBegin (GL_TRIANGLE_STRIP);  
    for (i=0; i<9; i++)  
        glVertex2iv (points[i]);    /* negen punten */  
glEnd ();
```

Uit hoeveel driehoeken bestaat deze "triangle strip"?

- a. 3
- b. 6
- c. 7
- d. 9

Opgave 2

Een polygon scan conversie algoritme maakt gebruik van een actieve zijden lijst (AZL). Welke zijden zitten er in deze AZL?

- a. Alle zijden van het polygon die niet horizontaal lopen
- b. Alle zijden van het polygon die de huidige scan line snijden
- c. Alle zijden van het polygon die geen andere zijden van het polygon snijden.
- d. Alle zijden van het polygon die niet verborgen zijn achter andere polygons.

Opgave 3

Beschouw de volgende beweringen over de keuze tussen een 3 x 3 transformatiematrix en een 4 x 4 homogene coördinaten matrix voor de representatie van 3D transformaties:

- (I) Homogene coördinaten zijn noodzakelijk om een perspectief transformatie te representeren
- (II) Homogene coördinaten zijn noodzakelijk om een translatie transformatie te representeren

Van deze beweringen is:

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

Opgave 4

$S_{sx,sy,sz}$ is een schaling t.o.v. de oorsprong met schalingsfactoren s_x , s_y en s_z .

$R_{as,\alpha}$ is een rotatie om as over α graden.

$A \cdot B$ is de samengestelde transformatie die ontstaat door eerst B uit te voeren en daarna A.

Hoeveel van onderstaande transformaties t.o.v. een rechtshandig coördinatenstelsel zijn gelijk aan een rotatie om de as door de oorsprong met richtingsvector $(1, 1, 1)^T$ over een hoek van 120° ?

(i) $R_{Z,90} \cdot R_{X,90}$

(ii) $R_{Y,90} \cdot R_{Z,90}$

(iii) $R_{X,90} \cdot R_{Y,90}$

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

Opgave 5

Een textuur moet op een polygon worden afgebeeld. Antialiasing gebeurt hierbij met een mip-map. Een hoe groot gedeelte van de mip-map wordt gebruikt voor de opslag van de versie van de textuur op de helft van de maximale resolutie?

- a. $\frac{1}{16}$
- b. $\frac{3}{16}$
- c. $\frac{1}{4}$
- d. $\frac{3}{8}$

Opgave 6

Voor een lichtbron worden een aantal eigenschappen ingesteld met OpenGL function calls:

```
GLLighti(GL_LIGHT1, GL_CONSTANT_ATTENUATION, 1);
```

```
GLLighti(GL_LIGHT1, GL_LINEAR_ATTENUATION, 1);
```

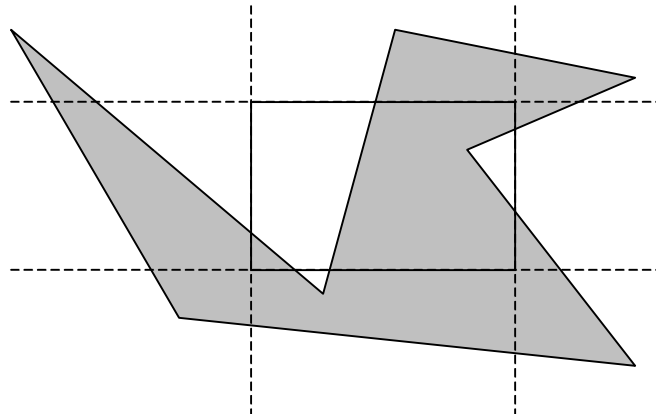
```
GLLighti(GL_LIGHT1, GL_QUADRATIC_ATTENUATION, 0);
```

Welke uitspraak over de lichtsterkte van het licht van de lichtbron op verschillende afstanden is juist bij deze instellingen?

- a. Op kleine afstand van de lichtbron blijft de lichtsterkte ongeveer gelijk bij verdubbelde afstand tot de lichtbron. Op grote afstand van de lichtbron halveert de lichtsterkte ongeveer bij verdubbelde afstand.
- b. Op kleine afstand van de lichtbron blijft de lichtsterkte ongeveer gelijk bij verdubbelde afstand tot de lichtbron. Op grote afstand van de lichtbron wordt de lichtsterkte ongeveer $2/3$ maal zo groot bij verdubbelde afstand.
- c. Zowel op kleine afstand van de lichtbron als ook op grote afstand van de lichtbron halveert de lichtsterkte bij verdubbelde afstand.
- d. Zowel op kleine afstand van de lichtbron als ook op grote afstand van de lichtbron wordt de lichtsterkte $2/3$ maal zo groot bij verdubbelde afstand.

Opgave 7

Het polygon in onderstaande figuur wordt geclipt met het Sutherland Hodgman algoritme tegen het gegeven window. Er wordt in 4 stappen geclipt in de volgorde: links, rechts, onder, boven. Het invoer polygon en het resultaat na iedere stap wordt gerepresenteerd als een lijst van hoekpunten. Uit hoeveel hoekpunten bestaat deze lijst na de 2^e stap (clippen tegen rechtergrens) en na de 3^e stap (clippen tegen ondergrens)?



	na 2 ^e stap	na 3 ^e stap
a.	8	9
b.	8	10
c.	9	9
d.	9	10

Opgave 8

Een lijnstuk AB wordt geclipt met het Cohen en Sutherland lijn clipping algoritme. De 4-bits codes van de twee eindpunten van het lijnstuk zijn codeA = 0110 en codeB = 1001. Hierbij geven de 4 bits (van rechts naar links) een ligging links, rechts, onder en boven het window aan. Welke uitspraak is juist?

- Lijnstuk AB wordt op grond van de codes codeA en codeB geaccepteerd.
- Lijnstuk AB wordt op grond van de codes codeA en codeB verworpen.
- Lijnstuk AB wordt op grond van de codes codeA en codeB niet verworpen en niet geaccepteerd, maar het staat vast dat na clippen van een of meer delen van het lijnstuk een laatst overblijvend gedeelte geaccepteerd zal worden.
- Lijnstuk AB wordt op grond van de codes codeA en codeB niet verworpen en niet geaccepteerd, en het staat nog niet vast of na clippen van een of meer delen van het lijnstuk een laatst overblijvend gedeelte geaccepteerd of verworpen zal worden.

Opgave 9

Welke methode / welk algoritme moet eerst worden toegepast opdat met het painters algoritme een correcte afbeelding van een 3D scene bestaande uit polygons kan worden gemaakt?

- back face removal
- z-buffering
- scan conversie van de polygons
- diepte sortering van de polygons

Opgave 10

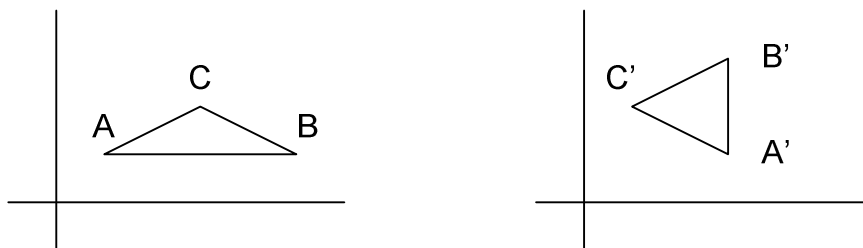
Het uitwendig product (cross product) van twee vectoren is

- een scalar gelijk aan de oppervlakte van het parallellogram opgespannen door de twee vectoren.
- een scalar gelijk aan de lengte van de eerste vector maal de lengte van de projectie van de tweede op de eerste vector.
- een vector met lengte gelijk aan de oppervlakte van het parallellogram opgespannen door de twee vectoren.
- 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 11

Gegeven zijn de punten $A = (2, 3, 1)$, $B = (2, 0, 1)$, $C = (0, 1, 3)$ en $D = (3, 1, 3)$. Wat is de cosinus van de hoek α die de vlakken van de polygones ABC en ABD met elkaar maken?

- $\cos \alpha = \frac{1}{10} \sqrt{10}$
- $\cos \alpha = \frac{1}{5} \sqrt{5}$
- $\cos \alpha = \frac{1}{2} \sqrt{2}$
- $\cos \alpha = 1$

Opgave 12

Gegeven zijn de driehoek ABC met $A = (1, 1)$, $B = (5, 1)$ en $C = (3, 2)$ en de driehoek $A'B'C'$ met $A' = (3, 1)$, $B' = (3, 3)$ en $C' = (1, 2)$. De driehoeken zijn afgebeeld in de bovenstaande figuur.

$M = \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ is de matrix van deze transformatie.

Wat is de waarde van c en van f ?

- | | c | f |
|----|-----|-----|
| a. | 1 | 0.5 |
| b. | 1 | 1.5 |
| c. | 5 | 0.5 |
| d. | 5 | 1.5 |

Opgave 13

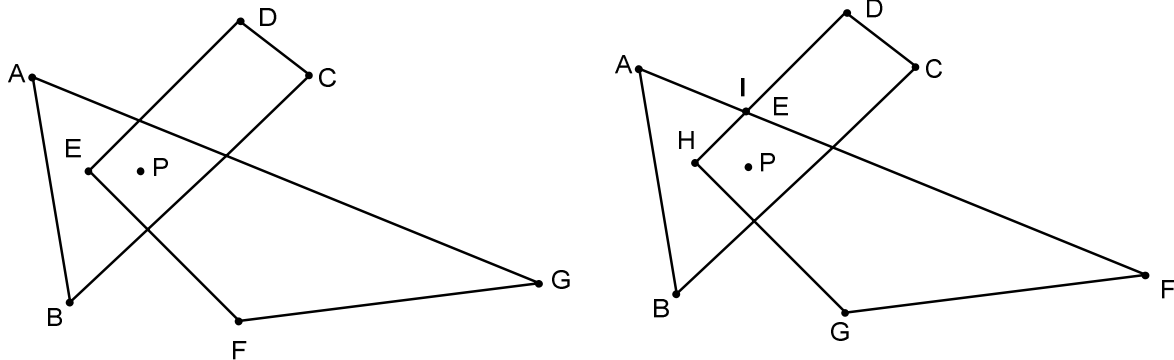
Een rotatie om de oorsprong beeldt het punt $(4, 3)$ af op $(5, 0)$. Wat is de waarde van b in de

matrix $\begin{pmatrix} a & -b & 0 \\ b & a & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ die deze transformatie representeert?

- a. $b = -\frac{3}{5}$
- b. $b = \frac{3}{5}$
- c. $b = -\frac{4}{5}$
- d. $b = \frac{4}{5}$

Opgave 14

Gegeven zijn de polygones ABCDEFG (zie linker figuur) en ABCDEFGHI (zie rechter figuur).



We gebruiken de “odd even” regel om te bepalen of punten binnen of buiten het polygon liggen. Ligt het punt P in de linker en rechter figuur binnen of buiten het polygon?

- | | <u>in linker figuur</u> | <u>in rechter figuur</u> |
|----|-------------------------|--------------------------|
| a. | binnen polygon | binnen polygon |
| b. | binnen polygon | buiten polygon |
| c. | buiten polygon | binnen polygon |
| d. | buiten polygon | buiten polygon |

Opgave 15

Bij ray tracing kunnen verschillende soorten stralen worden onderscheiden. Welk type straal gaat altijd door een pixel van het denkbeeldige beeldscherm dat tussen de waarnemer en de scène is geplaatst?

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

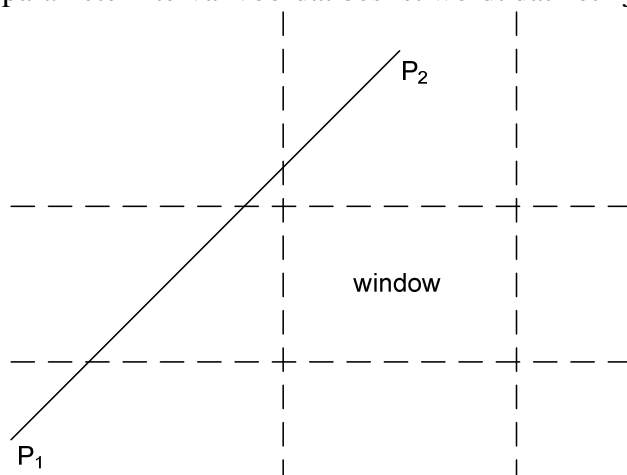
Opgave 16

Gegeven is de tetraëder met hoekpunten $A = (10, 0, 0)$, $B = (0, 20, 0)$, $C = (0, 0, 20)$ en $D = (0, 0, 0)$. Welk punt ligt binnen de tetraëder?

- a. $(3, 8, 7)$
- b. $(5, 4, 7)$
- c. $(7, 4, 3)$
- d. $(8, 1, 2)$

Opgave 17

Gegeven is het onderstaande window en het lijnstuk P_1P_2 . De window grenzen zijn $(x_{\min}, x_{\max}, y_{\min}, y_{\max}) = (0, 6, 0, 4)$ en de coördinaten van de eindpunten van het lijnstuk zijn $P_1 = (-7, -2)$ en $P_2 = (3, 8)$. Het lijnstuk wordt geclipt met het Liang en Barsky algoritme. De vectorvoorstelling $\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -7 \\ -2 \end{pmatrix} + u \begin{pmatrix} 10 \\ 10 \end{pmatrix}$ 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.	[0.0, 1.0]	[0.7, 1.0]	[0.7, 1.0]	[0.7, 1.0]	verwerpen	
b.	[0.0, 1.0]	[0.7, 1.0]	verwerpen			
c.	[0.0, 1.0]	[0.0, 0.7]	[0.0, 0.7]	[0.2, 0.7]	[0.2, 0.6]	verwerpen
d.	[0.0, 1.0]	[0.0, 0.7]	verwerpen			

Opgave 18

Scan conversie van het lijnstuk AB met $A = (142, 310)$ en $B = (372, 630)$ wordt uitgevoerd met het Bresenham algoritme. Hoeveel pixels krijgen hierdoor de kleur van de lijn?

- a. 231
- b. 259
- c. 321
- d. 552

Opgave 19

Gegeven zijn de volgende viewing parameters: COP = (0, 0, 0), VRP = (5, 0, 0) en VUV = (1, 3, 4). Wat is de juiste matrix voor de viewing transformatie?

a.
$$\begin{pmatrix} 0 & 0.6 & 0.8 & 0 \\ 0 & -0.8 & 0.6 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

b.
$$\begin{pmatrix} 0 & -0.8 & 0.6 & 0 \\ 0 & 0.6 & 0.8 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

c.
$$\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -0.8 & 0.6 & 0 \\ 0 & 0.6 & 0.8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

d.
$$\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.6 & 0.8 & 0 \\ 0 & -0.8 & 0.6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Opgave 20

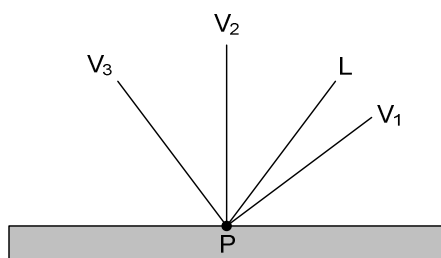
Tot welke typen projecties behoren een isometrische projectie en een cabinet projectie?

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

- cabinet projectie
- orthografische projectie
 - scheve parallelprojectie
 - orthografische projectie
 - scheve parallelprojectie

Opgave 21

Gegeven is een 3D model in een wereldcoördinatenstelsel en een lichtbron L, zoals in de onderstaande figuur. Van het model worden drie afbeeldingen gemaakt met verschillende oogpunten V_1 , V_2 en V_3 . Bij het maken van alledrie de afbeeldingen wordt gebruik gemaakt van een eenvoudig lichtmodel met een ambient component en een diffuse reflectie component. Het ambient licht wordt constant verondersteld in de gehele ruimte. Het lichtreflectiemodel gebruikt geen spiegelende reflectie component.



In welke afbeelding heeft het pixel waarop punt P uit het model wordt afgebeeld de hoogste intensiteit?

- a. in de afbeelding met oogpunt V_1
- b. in de afbeelding met oogpunt V_2
- c. in de afbeelding met oogpunt V_3
- d. in alledrie de afbeeldingen heeft het pixel dezelfde intensiteit

Opgave 22

In het z-buffer algoritme wordt de diepte (z-coördinaat) van een polygon per pixel bijgehouden met een incrementele berekening. Als de diepte voor pixel (x, y) bekend is, dan wordt de diepte voor pixel (x+1, y) hieruit berekend door bij de diepte voor pixel (x, y) een increment op te tellen.

Wat is de juiste waarde voor deze increment voor een polygon ABC met A = (100, 100, 300), B = (300, 200, 400) en C = (0, 400, 100)?

- a. $\frac{7}{5}$ b. $\frac{5}{7}$ c. $-\frac{3}{7}$ d. $-\frac{7}{3}$

Opgave 23

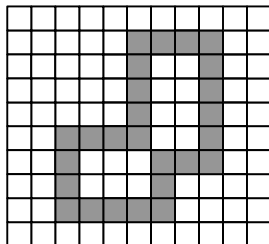
Een programma gebruikt OpenGL. In het programma is een callback functie voor het afhandelen van mouse events geïmplementeerd en ook een callback functie voor het afhandelen van move events.

Hoeveel mouse events en hoeveel move events worden gegenereerd als de gebruiker van het programma met de muiscursor boven het window van de applicatie eerst de linker muisknop indrukt, vervolgens met ingedrukte muisknop de cursor verplaatst naar een nieuwe positie en tenslotte de muisknop weer loslaat?

	aantal mouse events	aantal move events
a.	1	1
b.	1	veel
c.	2	1
d.	2	veel

Opgave 24

Het vlakdeel dat wordt begrensd door de grijze rand van pixels in onderstaande figuur moet worden ingekleurd met de kleur grijs, d.w.z. met dezelfde kleur als de rand van het gebied. Het is de bedoeling dat de gebruiker maar 1 keer een startpixel hoeft op te geven. Welke fill algoritmen kunnen hiervoor gebruikt worden?



- a. alleen het 4-connected boundary fill algoritme en het 4-connected flood fill algoritme
b. alleen het 8-connected boundary fill algoritme en het 8-connected flood fill algoritme
c. alleen het 4-connected boundary fill algoritme en het 8-connected boundary fill algoritme
d. alleen het 4-connected flood fill algoritme en het 8-connected flood fill algoritme

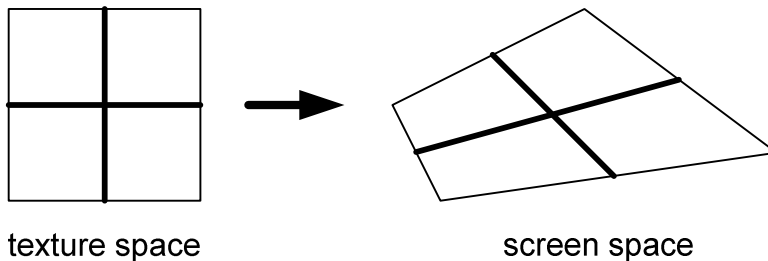
Opgave 25

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 26

Een textuur wordt op een polygon afgebeeld zoals in onderstaande figuur.



Welke texture mapping methode is toegepast?

- a. lineaire interpolatie over zijden van het polygon gevolgd door lineaire interpolatie over de scan lines
- b. perspective mapping
- c. bi-lineaire mapping
- d. er kan zowel een perspective mapping als ook een bi-lineaire mapping zijn toegepast

Opgave 27

Bij de uitvoering van welk proces is het niet nodig om over een naar buiten gerichte normaalvector op een polygon te beschikken?

- a. het clippen van een polygon
- b. de backface removal
- c. het toepassen van een lichtmodel voor een zichtbaar punt op een polygon
- d. Voor alledrie de processen is het nodig om over een naar buiten gerichte normaalvector te beschikken.

Opgave 28

Van wat voor soort transformatie is $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0.5 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ de matrix?

- a. translatie
- b. rotatie
- c. schaling
- d. shearing

Opgave 29

Als een gekromd oppervlak is benaderd met een netwerk van polygons, dan kan bij het afbeelden van dit oppervlak gebruik worden gemaakt van Phong shading of Gouraud shading. Bij welke shading methode worden normaalvectoren berekend voor de hoekpunten van de polygons die tezamen een benadering vormen van een gekromd oppervlak?

- a. bij Phong shading en bij Gouraud shading
- b. alleen bij Phong shading
- c. alleen bij Gouraud shading
- d. niet bij Phong shading en ook niet bij Gouraud shading

Opgave 30

Gegeven is de vierhoek ABCD. Op deze vierhoek wordt een vierkante textuur afgebeeld. De onderstaande tabel geeft de correspondentie tussen de hoekpunten van de vierhoek ABCD en de punten uit de textuur die hierop worden afgebeeld.

punt	schermcoördinaten	textuurcoördinaten
	(x, y)	(u, v)
A	(100, 60)	(0, 0)
B	(250, 20)	(1, 0)
C	(430, 140)	(1, 1)
D	(150, 160)	(0, 1)

De textuur wordt afgebeeld d.m.v. lineaire interpolatie over de zijden van het polygon gevolgd door lineaire interpolatie over de scan lines. Wat is de v-coördinaat van het textuurpunt dat wordt afgebeeld op het punt P = (170, 100) in schermcoördinaten?

- a. $\frac{31}{75}$
- b. $\frac{34}{75}$
- c. $\frac{41}{75}$
- d. $\frac{44}{75}$

einde tentamenopgaven