27.6.4 13 h

ZEMRIS 26.6.2000.

Pismeni ispit iz Računalne grafike

1. Ispitati odnos točke zadane u homogenom prostoru X=(1 1 2 4) i konveksnog tijela zadanog popisom vrhova u radnom prostoru, te popisom poligona s pripadnim vrhovima (za pojedini poligon redoslijed vrhova u popisu odgovara obilaženju u smjeru suprotno kazalje na satu gledano izvan tijela).

Popis poligona
$P_1=(V_1\ V_2\ V_3)$
$P_2=(V_2\ V_4\ V_3)$
$P_3=(V_1\ V_3\ V_4)$
$P_4=(V_1\ V_4\ V_2)$

Popis vrhova
$V_1=(0\ 0\ 0)$
$V_2=(0\ 1\ 0)$
$V_3=(1\ 1\ 1)$
$V_4=(-1\ 0\ 0)$

2. Dužina d_1 određena je točkama u homogenom prostoru $X_1=(2\ 1\ 0\ 1)$ i $X_2=(3\ 1\ 0\ 1)$.
Dužina d_2 određena je točkama u homogenom prostoru $X_3=(1\ 1\ 0\ 1)$ i $X_4=(1\ 2\ 0\ 1)$.
Matrica M transformira dužinu d_1 u dužinu d_2, tako da vrijedi:

$X_3=X_1 \cdot M$, $X_4=X_2 \cdot M$. Odrediti matricu M.

3. Pravac je zadan točkama $X_1=(2\ 8\ 3\ 1)$ i $X_2=(5\ 1\ 4\ 1)$ u homogenom prostoru. Odrediti minimalnu udaljennost točke $X_3=(5\ 5\ 1\ 1)$ od zadanog pravca, te točku na pravcu koja je minimalno udaljena od točke X_3 u radnom prostoru.

4. Odrediti matricu perspektivne projekcije ako se centar projekcije nalazi na x-koordinatnoj osi C=(H 0 0), a ravnina projekcije neka je u yz ravnini (x=0) koordinatnog sustava.

5. Pravac p određuju točke u radnom prostoru $V_1=(1\ 2\ 0)$ i $V_2=(2\ 5\ 4)$. Matrica T rotira točku 3-prostora oko pravca p za 60° stupnjeva u smjeru kazaljke na satu gledano iz točke V_1 u točku V_2. Odrediti elementarne matrice koje čine sastavljenu matricu T.

6. Zadani su vektori ravnina $R_1=(-3\ 2\ 1\ 10)^\tau$ i $R_2=(3\ 3\ 5\ 10)^\tau$. Odrediti presjecište ravnina R_1 i R_2. Neka je rezultat u parametarskom obliku.

7. Rastumačiti postupak otklanjanja skrivenih linija i površina Z-spremnikom (Z-buffer).

8. Za segment prostorne krivulje koji je opisan kubnom razlomljenom funkcijom, temeljem rubnih točaka i parametarskim derivacijama u njima odrađena je karakteristična matrica krivulje A. Odrediti:
   a) Rubne točke segmenta krivulje u radnom prostoru.
   b) Parametarske derivacije (prvu i drugu) za rubne točke u radnom prostoru.

$$A=\begin{bmatrix} 3 & 3 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

9. Objasniti formiranje Bezierove krivulje postupkom de Casteljau-a. Na primjeru sa četiri kontrolne točke odrediti težinske funkcije potrebne za određivanje krivulje.

10. Rastumačiti postupke sjenčanja:
   a) Phong-ovo sjenčanje,
   b) Gourard-ovo sjenčanje.

ZEMRIS 13.6.2002.

Pismeni ispit iz **Računalne grafike**

1. Napisati DDA algoritam i odrediti koji će slikovni elementi biti osvijetljeni, ako su početna i krajnja točka $V_1=(1\ 1)$ i $V_2=(14\ 3)$ zadane u radnom prostoru.

2. Zadani su vektori ravnina $R_1=(-3\ 2\ 1\ 10)^T$ i $R_2=(3\ 3\ 5\ 10)^T$. Odrediti presjecište ravnina R_1 i R_2. Neka je rezultat u parametarskom obliku.

3. Opisati formiranje Bezierove krivulje gibanjem vrha sastavljenog otvorenog poligona. Navesti uvjete koji se postavljaju na Bezierove težinske funkcije.

4. Ravnina je određena zadanim homogenim točkama, naći karakterističnu matricu ravnine.
$V_1=(4\ 5\ 9\ 1)$ $V_2=(10\ 4\ -2\ -1)$ $V_3=(4\ 16\ 28\ 2)$.

5. Za neperiodičnu aproksimacijsku kvadratnu B-krivulju s 3 kontrolne točke odrediti težinske funkcije.

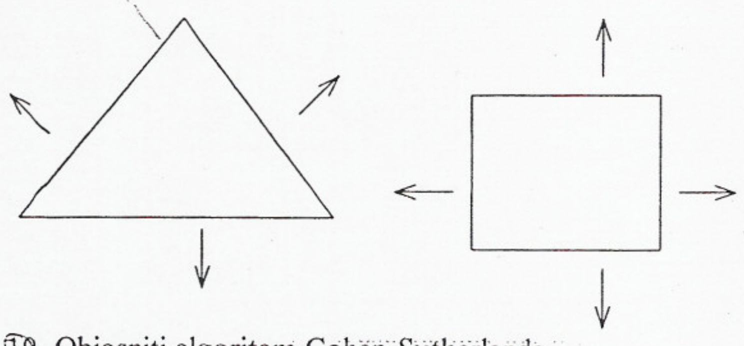
$$N_{i,0}=\begin{cases}1 & za\ u_i \le u < u_{i+1}\\ 0 & inace\end{cases} \qquad N_{i,k}=\frac{u-u_i}{u_{i+k}-u_i}N_{i,k-1}(u)+\frac{u_{i+k+1}-u}{u_{i+k+1}-u_{i+1}}N_{i+1,k-1}(u)$$

6. Pravac p_1 određuju homogene točke u 2-prostoru: $X_1=(2\ 0\ 1)$ i $X_2=(2\ 2\ 1)$. Pravac p_2 određuju homogene točke u 2-prostoru: $X_3=(0\ 0\ 1)$ i $X_4=(1\ -1\ 5)$.
   a) Odrediti stupčaste vektore pravaca p_1 i p_2.
   b) Odrediti sjecište pravaca p_1 i p_2 u radnom prostoru.

7. Dužina d_1 određena je točkama u homogenom prostoru $X_1=(2\ 1\ 0\ 1)$ i $X_2=(3\ 1\ 0\ 1)$.
Dužina d_2 određena je točkama u homogenom prostoru $X_3=(1\ 1\ 0\ 1)$ i $X_4=(1\ 2\ 0\ 1)$.
Matrica M transformira dužinu d_1 u dužinu d_2, tako da vrijedi:
$X_3=X_1 \cdot M$, $X_4=X_2 \cdot M$. Odrediti matricu M.

8. Zadane su dvije točke u radnom prostoru $V_1=(2\ \ 8)$, $V_2=(5\ \ 1)$. Odrediti pravac koji je jednako udaljen (bilo koja točka pravca) od točaka V_1 i V_2.

9. Za prikazani primjer nacrtati BSP-stablo. Smjerovi strelica određuju pozitivnu stranu poluravnine.



10. Objasniti algoritam Cohen-Sutherlanda.

ZEMRIS 20.06.2002.

Pismeni ispit iz **Računalne grafike**

1. Ispitati odnos točke zadane u homogenom prostoru X=(1 1 2 4) i konveksnog tijela zadanog popisom vrhova u radnom prostoru, te popisom poligona s pripadnim vrhovima (za pojedini poligon redoslijed vrhova u popisu odgovara obilaženju u smjeru suprotno kazalje na satu gledano izvan tijela).

Popis poligona
$P_1=(V_1\ V_2\ V_3)$
$P_2=(V_2\ V_4\ V_3)$
$P_3=(V_1\ V_3\ V_4)$
$P_4=(V_1\ V_4\ V_2)$

Popis vrhova
$V_1=(0\ 0\ 0)$
$V_2=(0\ 1\ 0)$
$V_3=(1\ 1\ 1)$
$V_4=(-1\ 0\ 0)$

2. Zadani su vektori ravnina R_1, R_2 i R_3. Odrediti sjecište zadanih ravnina u radnom prostoru.

$$R_1=\begin{bmatrix}1\\0\\1\\0\end{bmatrix}\quad R_2=\begin{bmatrix}0\\1\\0\\0\end{bmatrix}\quad R_3=\begin{bmatrix}0\\1\\1\\1\end{bmatrix}$$

3. Zadana je kugla središtem S=(4 5 3 1) i radijusom r = 4. Zadan je pravac točkama V_1 = (2 1 1 1) i V_2 = (3 3 4 1). Da li pravac probada kuglu? Ako da, odrediti točku (točke) probodišta.

4. Poznate su matrice T_t i T_r. Matricama T_t i T_r odrediti inverzne.

$$T_t=\begin{bmatrix}1&0&0&0\\0&1&0&0\\0&0&1&0\\x&y&z&1\end{bmatrix}\qquad T_r=\begin{bmatrix}\cos(\alpha)&-\sin(\alpha)&0&0\\\sin(\alpha)&\cos(\alpha)&0&0\\0&0&1&0\\0&0&0&1\end{bmatrix}$$

5. Zadan je vektor ravnine $R=(10\ 5\ 10\ -350)^T$. Ispitati položaj točaka X_1=(20 15 10 1), X_2=(10 20 15 1) i X_3=(5 10 15 1) spram ravnine R.

6. Odrediti matricu perspektivne projekcije ako se centar projekcije nalazi na x-koordinatnoj osi C=(H 0 0), a ravnina projekcije neka je u yz ravnini (x=0) koordinatnog sustava. Objasniti postupak.

7. Zadano je pet točaka u homogenom prostoru V_0=(2 1 1), V_1=(4 5 1), V_2=(5 1 1), V_3=(7 3 1), V_4=(5 5 1). Odrediti aproksimacijsku Bezierovu krivulju upoterebom Bernstein-ovih težinskih funkcija $b_{i,n}(t)=\frac{n!}{i!(n-i)!}t^i(1-t)^{n-i}$. Odrediti točku krivulje i derivaciju u toj točki za iznos parametra t=0.2.

8. Napisati Bresenhamov algoritam (za kutove 0-45°). Neka su zadane točke V_1=(2 1) i V_2=(7 10) u radnom prostoru. (Kut tražene linije namjerno je zadan "neispravno" tj. 45-90°). Odrediti točke rasterizirane linije za zadanu početnu i krajnju točku i napisani algoritam za kutove 0-45°. Tablično prikazati vrijednosti varijabli za pojedini korak i nacrtati rezultat (osvijetljene slikovne elemente).

9. Objasniti formiranje Bezie-ove krivulje postupkom de Casteljau-a. Na primjeru sa četiri kontrolne točke odrediti težinske funkcije potrebne za određivanje krivulje.

10. Objasniti zašto se na zaslonu računala (monitoru) ne ostvaruju sve boje koje čovjek može vidjeti. Što je gamut.

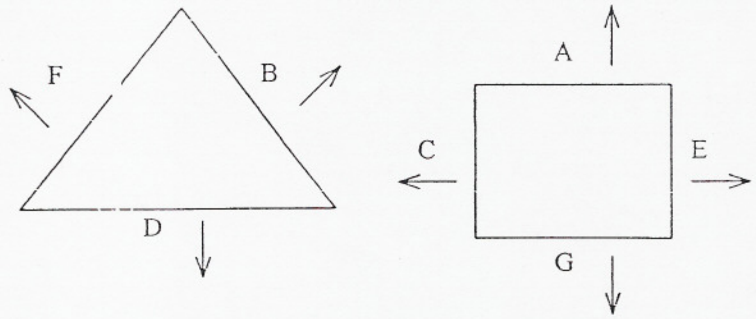
ZEMRIS 29.5.2002.

II kontrolna zadaća iz **Računalne grafike**

1. Objasniti postupak praćenja zrake.

2. Zadana je kugla središtem S = (4 5 3 1) i radijusom r = 3. Zadan je pravac točkama V_1 = (2 1 1 1) i V_2 = (3 3 4 1). Da li pravac probada kuglu? Ako da, odrediti točku (točke) probodišta.

3. Za prikazani primjer nacrtati BSP-stablo. Smjerovi strelica određuju pozitivnu stranu poluravnine.

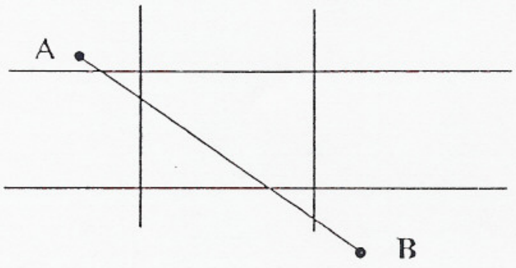


4. Odrediti osam intenziteta od I_0 do I_7 (prikazanih u obliku s pomičnim zarezom) u rasponu [0,1], tako da je početni intenzitet $I_0 = 0.01$, a krajnji $I_7 = 1$. Za ostale intenzitete, omjer susjednih intenziteta I_{k+1}/I_k mora biti konstantan.

5. Za neperiodičnu aproksimacijsku kvadratnu B-krivulju s tri kontrolne točke odrediti težinske funkcije.

$$N_{i,0} = \begin{cases} 1 & za\ u_i \le u < u_{i+1} \\ 0 & inace \end{cases} \qquad N_{i,k} = \frac{u - u_i}{u_{i+k} - u_i} N_{i,k-1}(u) + \frac{u_{i+k+1} - u}{u_{i+k+1} - u_{i+1}} N_{i+1,k-1}(u)$$

6. Primijeniti algoritam odsijecanja Cohen-Sutherlanda na primjeru dužine AB zadane slikom. Objasniti pojedine korake.



7. Objasniti postupak sječanja Phongovim postupkom.

8. Odrediti presjecište zadanih ravnina. Presjecište izraziti u parametarskom obliku.

$$R_1 = \begin{bmatrix} 2 \\ 4 \\ -2 \\ -2 \end{bmatrix}, \quad R_2 = \begin{bmatrix} -3 \\ 2 \\ -21 \\ 43 \end{bmatrix}$$

9. Odrediti najmanju udaljenost između zadanih pravaca i točke na pravcima u kojima je udaljenost najmanja.

$$p_1 = \begin{bmatrix} 2 & 4 & 2 & 0 \\ -5 & -10 & -3 & 1 \end{bmatrix}, \quad p_2 = \begin{bmatrix} 3 & -1 & 3 & 0 \\ 6 & 1 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

10. Zadani su vrhovi konveksnog poligona u homogenom prostoru V_1 = (-5 -12 -16 -1), V_2 = (5 15 4 1), V_3 = (-10 6 -40 -2), V_4 = (-15 45 12 -3), V_5 = (10 -12 -56 2). Odrediti jednadžbe pravaca na kojima leže bridovi poligona i numerički odrediti da li je točka T = (5 -10 -20 1) unutar poligona.

ZEMRIS 28.6.2005.

Pismeni ispit iz **Računalne grafike**

1. Zadane su točke $V_1=(1\ 1)$ i $V_2=(4\ 7)$ u radnom prostoru. Uz korištenje Bresenhamovog algoritma (nemodificirani algoritam koji ispravno radi samo za kuteve od 0° od 45°) odrediti slikovne elemente koji će biti osvijetljeni. Napisati algoritam i tablično prikazati vrijednosti varijabli u petlji za pojedini korak.

2. Dužina d_1 određena je homogenim točkama $X_1=(1\ 1\ 1)$ i $X_2=(2\ 1\ 1)$, a dužina d_2 homogenim točkama $X_3=(3\ 4\ 1)$ i $X_4=(2\ 3\ 1)$. Odrediti matricu transformacije M, koja transformira dužinu d_1 u dužinu d_2, tako da vrijedi: $X_3=X_1\cdot M$ i $X_4=X_2\cdot M$.

3. Zadane su točke u radnom prostoru $V_0=(10\ \ 20\ \ 10)$ i $V_1=(0\ \ 20\ \ 20)$. Odrediti ravninu R čije su točke jednako udaljene od V_0 i V_1 (V_0 je zrcalna slika V_1 s obzirom na R).

4. Zadane su dvije dužine d_1 i d_2 točkama u radnom prostoru koje leže u ravnini.

   $d_1 \ldots V_1=(10\ \ 20\ \ 10), V_2=(30\ \ 60\ \ 50)$
   $d_2 \ldots V_3=(0\ \ 20\ \ 10), V_4=(-20\ \ 60\ \ 50)$

   Dužinu d_1 potrebno je rotirati oko osi p tako da se dužina d_1 poklopi s dužinom d_2. Odrediti pravac p i kut rotacije.

5. Objasniti formiranje Bezierove krivulje postupkom de Casteljau-a. Na primjeru sa četiri kontrolne točke odrediti težinske funkcije potrebne za određivanje krivulje.

6. Odrediti jednadžbu aproksimacijske Bezierove krivulje s Bezierovim težinskim funkcijama za zadane tri kontrolne točke u homogenom prostoru $V_1=(3\ \ 1\ \ 5\ \ 1)$, $V_2=(10\ \ 23\ \ -13\ \ 1)$ i $V_3=(14\ \ 9\ \ 8\ \ 1)$.

$$f_{i,n}(t)=\frac{(-t)^i}{(i-1)!}\,\frac{d^{(i-1)}\Phi_n(t)}{d^{(i-1)}t},\quad \Phi_n(t)=\frac{1-(1-t)^n}{-t},$$

7. Zadan je vektor ravnine $R=(10\ \ 5\ \ 10\ \ -350)^T$. Ispitati položaj točaka $X_1=(20\ \ 15\ \ 10\ \ 1)$, $X_2=(10\ 20\ 15\ 1)$ i $X_3=(5\ 10\ 15\ 1)$ prema ravnini R.

8. Zadana su dva pravca p_1 i p_2, odrediti najmanju udaljenost između pravaca i parametre na pravcima za koje je udaljenost najmanja.

$$p_1=\begin{bmatrix}2 & 1 & -2 & 0\\ 14 & 2 & -5 & 1\end{bmatrix}\qquad p_2=\begin{bmatrix}-3 & 1 & 3 & 0\\ 10 & -5 & -1 & 1\end{bmatrix}$$

9. Objasniti zašto se na zaslonu računala (monitoru) ne ostvaruju sve boje koje čovjek može vidjeti. Što je gamut.

10. Odrediti osam intenziteta I_0 do I_7 (prikazanih u obliku s pomičnim zarezom) u rasponu [0 1], tako da je početni intenzitet $I_0=0.05$, a krajnji $I_7=1$. Za ostale intenzitete, omjer susjednih intenziteta I_{k+1}/I_k mora biti konstantan.

ZEMRIS 4.7.2005.

Pismeni ispit iz Računalne grafike

1. Navesti DDA algoritam i odrediti koji će slikovni elementi biti osvijetljeni, ako su početna i krajnja točka V_1=(1 1) i V_2=(14 3) zadane u radnom prostoru.

2. Popis vrhova konveksnog poligona čine točke zadane u radnom prostoru:

   V_1=(-1 1), V_2=(-1 5), V_3=(1 1).

   Ispitati odnos točke V_4=(0 4) i poligona:

   a) numeričkim rješavanjem,

   b) grafičkim putem.

3. Navesti osnovne funkcije pojedinih temeljnih dijelova grafičkog protočnog sustava.

4. Dužina d_1 određena je homogenim točkama X_1=(1 1 1) i X_2=(2 1 1), a dužina d_2 određena je homogenim točkama X_3=(3 4 1) i X_4=(2 3 1). Odrediti matricu transformacije M, koja transformira dužinu d_1 u dužinu d_2, tako da vrijedi: $X_3=X_1$ M i $X_4=X_2$ M

5. Pravac p određuju točke u radnom prostoru V_1=(1 2 0) i V_2=(2 5 4). Matrica T rotira točku 3-prostora oko pravca p za 60° stupnjeva u smjeru kazaljke na satu gledano iz točke V_1 u točku V_2. Odrediti elementarne matrice koje čine sastavljenu matricu T.

6. Zadani su vektori ravnina $R_1=(-3\ 2\ 1\ 10)^\tau$ i $R_2=(3\ 3\ 5\ 10)^\tau$. Odrediti presjecište ravnina R_1 i R_2. Neka je rezultat u parametarskom obliku.

7. Zadan je izvor svjetlosti I=(1 5 30 1) i ravnina R svojom karakterističnom matricom M.

$$M=\begin{bmatrix}1 & 4 & 2 & 0\\ 1 & 6 & 2 & 1\\ 2 & 2 & 4 & 1\end{bmatrix}$$

   Na zadanoj ravnini u točki određenoj parametrima u=1 i v=1 odrediti vektor:

   a) upadne zrake,

   b) reflektirane zrake.

8. Za segment prostorne krivulje koji je opisan kubnom razlomljenom funkcijom, temeljem rubnih točaka i parametarskim derivacijama u njima određena je karakteristična matrica krivulje A. Odrediti:

   a) Rubne točke segmenta krivulje u radnom prostoru.

   b) Parametarske derivacije (prvu i drugu) za rubne točke u radnom prostoru.

$$A=\begin{bmatrix}3 & 3 & 1 & 1\\ 2 & 2 & 1 & 1\\ 0 & 0 & 1 & 0\\ 1 & 1 & 0 & 0\end{bmatrix}$$

9. Objasniti formiranje Bezierove krivulje postupkom de Casteljau-a. Na primjeru sa četiri kontrolne točke odrediti težinske funkcije potrebne za određivanje krivulje.

10. Ravnina je zadana točkama V_1=(5 7 1), V_2=(3 3 2) i V_3=(2 2 5). Odrediti karakterističnu matricu ravnine određene zadanim točkama.

ZEMRIS 9.6.2000.

II Kontrolna zadaća iz Računalne grafike

O.K. 1. Zadan je vektor ravnine $R=(10\ 5\ 10\ -350)^T$. Ispitati položaj točaka zadanih u homogenom prostoru $X_1=(20\ 15\ 10\ 1)$, $X_2=(10\ 20\ 15\ 1)$ i $X_3=(5\ 10\ 15\ 1)$ spram ravnine R.

2. Navesti DDA algoritam i odrediti koji će slikovni elementi biti osvijetljeni, ako su početna i krajnja točka $V_1=(1\ 1)$ i $V_2=(15\ 3)$ zadane u radnom prostoru. (1,1) (8,2) (15,3).

3. Poznate su matrice T_t i T_r. Koje transformacije obavljaju navedene matrice. Koje su transformacije inverzne navedenima. Za navedene matrice T_t i T_r odrediti inverzne.

$$T_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ x & y & z & 1 \end{bmatrix} \qquad T_r = \begin{bmatrix} \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) & 0 & 0 \\ \sin(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

4. Zadane su dvije točke u radnom prostoru $V_1=(2\ 8)$, $V_2=(5\ 1)$. Odrediti pravac koji je jednako udaljen (bilo koja točka pravca) od točaka V_1 i V_2.

$p_2:\ y = \frac{3}{7}x + 3$

5. Rastumači vezu točke u nehomogenom 3-prostoru i točke u homogenom prostoru za:
   a) prvu parametarsku derivaciju,
   b) drugu parametarsku derivaciju.

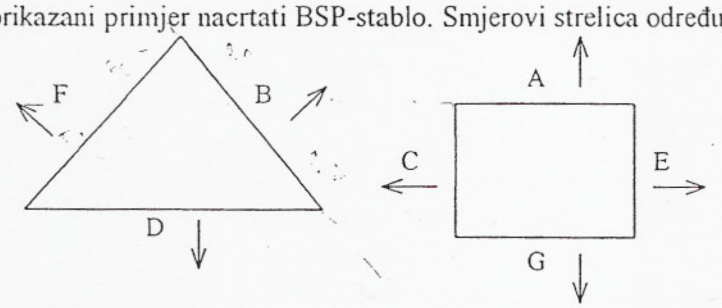
6. Zadani su vrhovi poligona u radnom prostoru $V_1=(10\ 0\ 0)$, $V_2=(2\ 0\ 10)$, $V_3=(0\ 2\ 10)$ i $V_4=(0\ 10\ 0)$.
   U vrhovima su zadane pripadne normale $n_1=(1\ 0\ 0)$, $n_2=(0.6\ 0\ 0.8)$, $n_3=(0\ 0.6\ 0.8)$ i $n_4=(0\ 1\ 0)$.
   Za točku $V=(3\ 3\ 5)$ koja leži unutar zadanog poligona odrediti vektor normale potreban za Phong-ovo sjenčanje.

7. Ukratko opisati osnovne korake u postupku isijavanja. Nacrtati dijagram izvođenja pojedinih koraka u postupku isijavanja. oK.

8. Zadane su tri točke u homogenom prostoru s pripadnim vrijednostima parametara $V_0=(2\ 1\ 1)$, $t_0=0$, $V_1=(4\ 5\ 1)$, $t_1=0.5$, $V_2=(5\ 1\ 1)$, $t_2=1$. Odrediti interpolacijsku Bezierovu krivulju upoterebom Bernstein-ovih težinskih funkcija $b_{i,n}(t)=\dfrac{n!}{i!(n-i)!}t^i(1-t)^{n-i}$. Odrediti točku krivulje za iznos parametra t=0.2.

$p(t) = (1-t)^3\vec{a}_0 + 3t(1-t)^2\vec{a}_1 + 3t^2(1-t)\vec{a}_2 + \dots$

9. Za prikazani primjer nacrtati BSP-stablo. Smjerovi strelica određuju pozitivnu stranu poluravnine.



10. Odrediti osam intenziteta I_0 do I_7 (prikazanih u obliku s pomičnim zarezom) u rasponu [0 1], tako da je početni intenzitet $I_0=0.01$, a krajnji $I_7=1$. Za ostale intenzitete, omjer susjednih intenziteta I_{k-1}/I_k mora biti konstantan.

$I_0 = 0.01$ $\quad I_4 = 0.138$[illegible]
$I_1 = 0.01$[illegible] $\quad I_5 = 0.2683$
$I_2 = 0.0$[illegible] $\quad I_6 = 0.517$[illegible]
$I_3 = 0.0719$ $\quad I_7 = 1.$

27.6. u 13h

ZEMRIS 26.6.2000.

Pismeni ispit iz Računalne grafike

1. Ispitati odnos točke zadane u homogenom prostoru X=(1 1 2 4) i konveksnog tijela zadanog popisom vrhova u radnom prostoru, te popisom poligona s pripadnim vrhovima (za pojedini poligon redoslijed vrhova u popisu odgovara obilaženju u smjeru suprotno kazalje na satu gledano izvan tijela).

Popis poligona
$P_1=(V_1\ V_2\ V_3)$
$P_2=(V_2\ V_4\ V_3)$
$P_3=(V_1\ V_3\ V_4)$
$P_4=(V_1\ V_4\ V_2)$

Popis vrhova
$V_1=(0\ 0\ 0)$
$V_2=(0\ 1\ 0)$
$V_3=(1\ 1\ 1)$
$V_4=(-1\ 0\ 0)$

2. Dužina d_1 određena je točkama u homogenom prostoru $X_1=(2\ 1\ 0\ 1)$ i $X_2=(3\ 1\ 0\ 1)$.
Dužina d_2 određena je točkama u homogenom prostoru $X_3=(1\ 1\ 0\ 1)$ i $X_4=(1\ 2\ 0\ 1)$.
Matrica M transformira dužinu d_1 u dužinu d_2, tako da vrijedi:

$X_3=X_1 \cdot M$, $X_4=X_2 \cdot M$. Odrediti matricu M.

3. Pravac je zadan točkama $X_1=(2\ 8\ 3\ 1)$ i $X_2=(5\ 1\ 4\ 1)$ u homogenom prostoru. Odrediti minimalnu udaljennost točke $X_3=(5\ 5\ 1\ 1)$ od zadanog pravca, te točku na pravcu koja je minimalno udaljena od točke X_3 u radnom prostoru.

4. Odrediti matricu perspektivne projekcije ako se centar projekcije nalazi na x-koordinatnoj osi C=(H 0 0), a ravnina projekcije neka je u yz ravnini (x=0) koordinatnog sustava.

5. Pravac p određuju točke u radnom prostoru $V_1=(1\ 2\ 0)$ i $V_2=(2\ 5\ 4)$. Matrica T rotira točku 3-prostora oko pravca p za 60° stupnjeva u smjeru kazaljke na satu gledano iz točke V_1 u točku V_2. Odrediti elementarne matrice koje čine sastavljenu matricu T.

6. Zadani su vektori ravnina $R_1=(-3\ 2\ 1\ 10)^\tau$ i $R_2=(3\ 3\ 5\ 10)^\tau$. Odrediti presjecište ravnina R_1 i R_2. Neka je rezultat u parametarskom obliku.

7. Rastumačiti postupak otklanjanja skrivenih linija i površina Z-spremnikom (Z-buffer).

8. Za segment prostorne krivulje koji je opisan kubnom razlomljenom funkcijom, temeljem rubnih točaka i parametarskim derivacijama u njima određena je karakteristična matrica krivulje A. Odrediti:
   a) Rubne točke segmenta krivulje u radnom prostoru.
   b) Parametarske derivacije (prvu i drugu) za rubne točke u radnom prostoru.

$$A=\begin{bmatrix} 3 & 3 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & \cancel{0}\,1 \end{bmatrix}$$

9. Objasniti formiranje Bezierove krivulje postupkom de Casteljau-a. Na primjeru sa četiri kontrolne točke odrediti težinske funkcije potrebne za određivanje krivulje.

10. Rastumačiti postupke sjenčanja:
   a) Phong-ovo sjenčanje,
   b) Gourard-ovo sjenčanje.