Számítógépes Grafika
mintafeladatok

Feladat: Forgassunk a 3D-s pontokat 45 fokkal a X tengely körül, majd nyújtsuk az eredményt minden koordinátájában kétszeresére az origóhoz képest, utána forgassunk 90 fokot a Z tengely körül, végül tükrözzük az XY síkra. Mik az elemei a 4 transzformáció együttesét leíró 4x4-esmátrixnak?

Segítség: $\sin(45°)=\cos(45°)=\frac{\sqrt{(2)}}{2}$

Megoldás:

A négy transzformáció 4 mátrixa:

$$T_1=\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sqrt{2}/2 & -\sqrt{2}/2 & 0 \\ 0 & \sqrt{2}/2 & \sqrt{2}/2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_2=\begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3=\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_4=\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Az eredmény T transzformációs mátrix ezeknek a részmátrixoknak a szorzata:

$$T=T_4 T_3 T_2 T_1=\begin{bmatrix} 0 & -\sqrt{2} & \sqrt{2} & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\sqrt{2} & -\sqrt{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Feladat: Mi a Descartes koordinátája annak a pontnak, amelyik polárkoordinátás alakjából az derül ki, hogy 60 fokot zár be a vízszintes tengellyel, az origótól két egységre van.
Segítség: $\cos(60°)=0{,}5$ és $\sin(60°)=\sqrt{3}/2$

Megoldás:

$$X=r*\cos(\alpha)$$
$$Y=r*\sin(\alpha)$$

ahol $\alpha=60$ és *r=2.*

Ezért a megoldás az $(1,\sqrt{3})$ koordinátapáros.

Feladat: Adott egy pont egy baricentrikus (síkbeli) koordináta-rendszerben, melynek 3 súlypontja adott: $P1=(\sqrt{1},\sqrt{2})$, $P2=(\sqrt{3},\sqrt{4})$ és $P3=(\sqrt{6},\sqrt{7})$. Ismerjük egy pont első két baricentrikus koordinátáját, mindkettő értéke 0,25. Mennyi lesz a harmadik koordináta?

Megoldás: Mivel a baricentrikus koordináták összege mindig egy, a harmadik koordináta *0,5*.

Feladat: Adott egy pont a síkon homogén koordinátás alakban:

$$P=\begin{bmatrix}1\\3\\2\end{bmatrix}$$

Írja fel polárkoordinátás alakban ugyanezt a pontot!

Megoldás: Először átváltjuk descartes-i alakba, ehhez a harmadik koordinátával elosztjuk az első kettőt:

$$P_{desc}=\begin{bmatrix}1/2\\3/2\\1\end{bmatrix}$$

Utána számíthatjuk a sugarat és a szöget:

$$r=\sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2+\left(\frac{3}{2}\right)^2}=\frac{\sqrt{10}}{2}$$

$$\phi=atan2(3,1)$$

Megjegyzés: $atan2(3,1)\approx 71,5°$ de ez nem szükséges a ZH-n a maximális pont eléréséhez.

Feladat:

Írjuk fel az $x^2+y^2+z^2=9$ gömb és a $[0,1,2]^T$ ponton átmentő, $\frac{1}{\sqrt{3}}[1,1,1]^T$ irányvektorú egyenes metszéspontjait!

Megoldás:

Az egyenes pontjai a $[0,1,2]^T+\frac{t}{\sqrt{3}}[1,1,1]^T$ paraméteres felírással adhatók meg, ebből a három koordináta:

$$x=\frac{t}{\sqrt{3}}$$
$$y=1+\frac{t}{\sqrt{3}}$$
$$z=2+\frac{t}{\sqrt{3}}$$

Ezt behelyettesítve a gömb egyenletébe:

$$\left(\frac{t}{\sqrt{3}}\right)^2+\left(1+\frac{t}{\sqrt{3}}\right)^2+\left(2+\frac{t}{\sqrt{3}}\right)^2=9$$

Ez egy másodfokú egyenlet:

$$t^2+\frac{6}{\sqrt{3}}t-4=0$$

A megoldás a jól ismert megoldóképletből jön:

$$t=\frac{\frac{-6}{\sqrt{3}}\pm\sqrt{12+16}}{2}$$

Ebből a két megoldás:

$$t_1=\frac{-3}{\sqrt{3}}+\sqrt{7} \qquad t_2=\frac{-3}{\sqrt{3}}-\sqrt{7}$$

A megoldásokat a kapott paramétereket visszahelyettesítve kapjuk meg a két metszéspontot:

$$[0,1,2]^T+\left(-1+\sqrt{7/3}\right)[1,1,1]^T$$

és

$$[0,1,2]^T+\left(-1-\sqrt{7/3}\right)[1,1,1]^T$$

Feladat:

Számítsuk ki 2D-ben a $x+2y+3=0$ és a $4x+5y+6=0$ implicit egyenlettel megadott egyenesek metszéspontját!

Megoldás:

Amennyiben homogén koordinátákkal számolunk, a megoldás az $A\,p=0$ egyenletből jön, ahol $A=\begin{bmatrix}1 & 2 & 3\\ 4 & 5 & 6\end{bmatrix}$ és $p=\begin{bmatrix}x\\ y\\ 1\end{bmatrix}$.

A feladat

$A'\,p'=b'$ alakra hozható, ahol $A'=\begin{bmatrix}1 & 2\\ 4 & 5\end{bmatrix}$, $p'=\begin{bmatrix}x\\ y\end{bmatrix}$ és $b'=\begin{bmatrix}-3\\ -6\end{bmatrix}$

A megoldás $p'=A'^{-1}-b'$

A mátrix inverze az adjungált és a determináns hányadosa:

*det(A')=1*5-2*4=-3*

$$adj(A')=\begin{bmatrix}5 & -2\\ -4 & 1\end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}x\\ y\end{bmatrix}=\frac{1}{det}(A')\,adj(A')\,b=-\frac{1}{3}\begin{bmatrix}5 & -2\\ -4 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}-3\\ -6\end{bmatrix}$$

A műveletet elvégezve *x=1* és *y=-2* adódik.

Feladat:

Számítsuk ki a $[0,1,2]^T$ pont és a $\frac{1}{\sqrt{3}}[1,1,1]^T$ irányvektorú egyenes metszéspontját a $x+2y+3z+4=0$ síkkal!

Megoldás:

Az irányvektornak nem kell feltétlen egységvektornak lenni ezért az egyenest $[0,1,2]^T+t[1,1,1]^T$ alakban írjuk fel. A koordináták így alakulnak a paraméter függvényében:

$$x=t$$
$$y=1+t$$
$$z=2+t$$

Ezt behelyettesítve az egyenes egyenletébe kapjuk, hogy

$$t+2(1+t)+3(2+t)+4=0$$

Ebből *t=-2* adódik. Ezt visszahelyettesítve az egyenes parametrikus egyenesére kijön, hogy *x=-2*, y=-1 és *z=0.*

Feladat:

Határozzuk meg a $p_e = [0,1,2]^T$ ponttal és $v_e = \frac{1}{\sqrt{2}}[1,0,1]^T$ irányvektorral meghatározott egyenes metszéspontját azzal a síkkal, melynek egy pontja $p_s = [3,4,5]^T$, normálvektora $n = \frac{1}{\sqrt{2}}[1,1,0]^T$

Megoldás:

Egy *p* pont akkor van rajta a síkon, ha igaz, hogy $n^T(p - p_s) = 0$

Az egyenes paraméteres alakja: ($\sqrt{2}$ skalárokat szokásos módon elhagyva):
$p = [0,1,2]^T + t[1,0,1]^T$

Ez visszahelyettesítve:

$$n^T(p - p_s) = [1,1,0]^T([0,1,2]^T + t[1,0,1]^T - [3,4,5]) = 0$$

$$[1,1,0]^T(+t[1,0,1]^T - [3,3,3]) = 0$$

$$t - 6 = 0$$

$$t = 6$$

Ebből pedig a pontra adódik, hogy

$$p = [0,1,2]^T + t[1,0,1]^T = [6,1,8]$$

Feladat:

Adott egy felület pontja $x=[0,1,2]^T$ és normálvektora $n=\frac{1}{\sqrt{3}}[1,1,1]^T$. Beérkezik egy fénysugár a felületi pontba, a fénysugár irányvektora $v=\frac{1}{\sqrt{2}}[1,0,1]^T$. A felületen a fény tükröződik. Visszaverődés után mi lesz az új fény egyenese (ponttal és irányvektorral ábrázolva)?

Megoldás:

A visszaverődés után az egyenes átmegy az *x* ponton. Irányvektorát így számoljuk:
n normálvektor és *v* irányvektor skaláris szorzata*:* $n\cdot v=\frac{2}{\sqrt{6}}$ A visszaverődés összefüggése:

$$v_r=v-2\mathrm{n}(n\cdot v)$$

Behelyettesítve:

$$v_r=\frac{1}{\sqrt{2}}[1,0,1]^T-\frac{2}{\sqrt{3}}[1,1,1]^T\frac{2}{\sqrt{6}}=\frac{1}{\sqrt{2}}[1,0,1]^T-\frac{4}{\sqrt{18}}[1,0,1]^T$$

$$\left[-\sqrt{\frac{1}{18}},-\frac{4}{\sqrt{18}},-\sqrt{\frac{1}{18}}\right]^T$$

Feladat:

Adott egy felület pontja $x=[0,0,0]^T$ és normálvektora $n=[0,1,0]^T$. Beérkezik egy fénysugár a felületi pontba, a fénysugár irányvektora $v=\frac{1}{\sqrt{2}}[1,1,0]^T$. A felületen a fény megtörik, a törésmutató $\eta=1{,}5$ Törés után mi lesz az új fény egyenese (ponttal és irányvektorral ábrázolva)?

Megoldás:

A visszaverődés után az egyenes átmegy az *x* ponton (origón), ez lesz a fényegyenes egyik pontja.

A megtört fény irányát a Snellius-Descartes törvény segítségével írhatjuk le. A beeső fény szögét az irányvektor és a normálvektor skaláris szorzatából számíthatjuk ki:

$$\cos\alpha=n\cdot v=\frac{1}{\sqrt{2}}$$

Azaz *45°*-os a beeső szög. A törés utáni szög: $\sin\beta=\frac{\sin\alpha}{\eta}=\frac{2}{3\sqrt{2}}=\frac{\sqrt{2}}{3}$

Ebből a szög koszinuszára megkapjuk: $\cos\beta=\sqrt{1-\sin^2\beta}=\frac{\sqrt{7}}{3}$

$$v_t=\sin\beta\, n_{mer}-n\cos\beta=\frac{\sqrt{2}}{3}[1,0,0]^T-\frac{\sqrt{7}}{3}[0,1,0]^T=\left[\frac{\sqrt{2}}{3},\frac{-\sqrt{7}}{3},0\right]$$

1. Mi az (x, y) koordinátákkal megadott pont elforgatás uténi két koordinátája, ha α szöggel forgatunk az origó körül?

$$x' = \cos\alpha x - \sin\alpha y$$

$$y' = \sin\alpha x + \cos\alpha y$$

2. Mi a X/Y/Z tengely körüli forgatás transzformációs mátrixa 3D-ben?

$$T_X = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & -\sin\alpha & 0 \\ 0 & \sin\alpha & \cos\alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_Y = \begin{bmatrix} \cos\beta & 0 & -\sin\beta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin\beta & 0 & \cos\beta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_Z = \begin{bmatrix} \cos\gamma & -\sin\gamma & 0 & 0 \\ \sin\gamma & \cos\gamma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

3. Melyik mátrix tolja el az $[x, y, z, 1]^T$homogén koordinátás vektort $[d_x, d_y, d_z]^T$ -vel?

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & d_x \\ 0 & 1 & 0 & d_y \\ 0 & 0 & 1 & d_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

4. Hogyan számoljuk ki a polárkoordinátás pont (r, ϕ) koordinátáiból a Descartes koordinátákat?

$$x = r\cos\phi$$

$$y = r\sin\phi$$

5. Hogyan számoljuk ki a Descares-koordinátás pont (x, y) koordinátáiból a polárkoordinátákat?

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\phi = atan2(y, x)$$

6. Három pont (a, b, c) alapú baricentrikus koordinátarendszerben p ponthoz tartozó koordináták λ_1, λ_2 és λ_3. Hogyan számítható ki a p pont helye?

$$p = \lambda_1 a + \lambda_2 b + \lambda_3 c$$

7. Négy pont (a, b, c, d) alapú baricentrikus koordinátarendszerben a p pont három koordinátáját (λ_1, λ_2 és λ_3) már ismerjük. Hogyan számítható ki a negyedik (λ_4) koordináta?

$$\lambda_4 = 1 - \lambda_1 - \lambda_2 - \lambda_3$$

8. Mi a merőleges vetítés egyenlete, hogyan kapjuk meg az $[X, Y, Z]^T$ térbeli pontok $[u, v]^T$ merőlegesen vetített koordinátáit?

$$u = X$$

$$v = Y$$

9. Mi a merőleges vetítés mátrixa, ha az $[X, Y, Z, 1]^T$ homogén koordinátás alakban megadott vektort szeretnénk vetíteni?

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

10.Mi a skálázottan merőleges vetítés egyenlete, hogyan kapjuk meg az $[X, Y, Z]^T$ térbeli pontok $[u, v]^T$ merőlegesen vetített koordinátáit?

$$u = sX$$

$$v = sY$$

11. Mi a skálázottan merőleges vetítés mátrixa, ha az $[X, Y, Z, 1]^T$ homogén koordinátás alakban megadott vektort szeretnénk vetíteni?

$$\begin{bmatrix} s & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

12. Mi a perspektív vetítés egyenlete, hogyan kapjuk meg az $[X, Y, Z]^T$ térbeli pontok $[u, v]^T$ merőlegesen vetített koordinátáit, ha a fókusztávolságot f-fel jelöltük?

$$u = f\frac{X}{Z}$$

$$v = f\frac{Y}{Z}$$

13. Mi a perspektív vetítés mátrixa, ha az $[X, Y, Z, 1]^T$ homogén koordinátás alakban megadott vektort szeretnénk vetíteni, és a fókusztávolságot f-fel jelöljük? (Az eredmény síkbeli homogén koordinátás alak!)

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/f & 0 \end{bmatrix}$$

14. Melyik az a három mód, amelyikben egy görbét le lehet írni, és hogyan néz ki a leíró összefüggés?
Explicit: $y = f(x)$
Implicit: $f(x, y) = 0$
Parametrikus: $\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x(u) \\ y(u) \end{bmatrix}$
15. Melyik az a három mód, amelyikben egy felületet le éehet írni, és hogyan néz ki a leíró összefüggés?
Explicit: $z = f(x, y)$
Implicit: $f(x, y, z) = 0$
Parametrikus: $\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x(u, v) \\ y(u, v) \\ z(u, v) \end{bmatrix}$
16. Adja meg az r sugarú, origó középpontú kör egy lehetséges parametrikus megadását

$$\begin{bmatrix} r \cos t \\ r \sin t \end{bmatrix}$$

17. Adja meg az $[o_x, o_y, o_z]^T$ középpontú, r sugarú gömb egy lehetséges parametrikus megadását

$$\begin{bmatrix} r \sin v \cos u + o_x \\ r \sin v \sin u + o_y \\ r \cos v + o_z \end{bmatrix}$$

18. Adja meg parametrikusan az **a** a **b** pontok közötti szakasz pontjait (melyek illeszkednek a két pontot összekötő egyenesre)

$$t\mathbf{a} + (1 - t)\mathbf{b}$$

(ahol $t \in [0, 1]$)
19. Adja meg a sík implicit egyenletét

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

20. Adja meg a **p** ponttal és **v** irányvektorral megadott egyenes parametrikus egyenletét

$$\mathbf{p} + t\mathbf{v}$$

21. Adja meg a $\mathbf{p}$ ponttal és $\mathbf{v_1}$ és $\mathbf{v_2}$ irányvektorokkal megadott sík parametrikus egyenletét

$$\mathbf{p} + u\mathbf{v_1} + v\mathbf{v_2}$$

22. Mi az implicit egyenlettel megadott ($f(x, y) = 0$) görbe normálvektora az (x_0, y_0) pontban?

$$\begin{bmatrix} f'_x(x_0, y_0) \\ f'_y(x_0, y_0) \end{bmatrix}$$

23.Adja meg a gömb implicit egyenletét

$$(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2 + (z - z_c)^2 - r^2 = 0$$

24. Mi a BRDF (kétirányú visszaverődéses eloszlási függvény) definíciója?

$$fr(l, v) = \frac{L}{L_{in} \cos\theta'}$$

(ahol θ' a normálvektor és a beeső fény által bezárt szöget jelöli)

25. Mi a törésmutató definíciója (Snellius-Descartes törvény alapján)?

$$\eta_{1,2} = \frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2}$$

26. Mi a Phong-modell BRDF-je?

$$f(x, l, v) = k_s \frac{\cos^n \Phi}{\cos\theta'}$$

(ahol Φ a visszaverődési és a nézeti irány által bezárt szöget, θ' a normálvektor és a beeső fény által bezárt szöget jelöli)

27. Mit tárolunk a buckatérképben?

Eredeti felszíntől vett mélységet vagy a normálvektor irányát

28. Adja meg a kamerához rögzített koordinátarendszer három főirányát leíró vektort, ha ismert a kamera középpontja (eye), a nézeti pont (center) és a felfelé mutató irány

$$\mathbf{w} = \frac{\mathbf{eye} - \mathbf{center}}{|\mathbf{eye} - \mathbf{center}|}$$

$$\mathbf{u} = \frac{\mathbf{up} \times \mathbf{w}}{|\mathbf{up} \times \mathbf{w}|}$$

$$\mathbf{v} = \mathbf{w} \times \mathbf{u}$$

29. Sík és sugár metszése esetén az $[x_0, y_0, z_0]^T + t[x, y, z]^T$ paraméteres sugárnak és az $Ax+By+Cz+D$ síknak a metszéspontját meghatározó egyenletet hogyan lehet felírni?

$$A(x_0 + tx) + B(y_0 + ty) + C(z_0 + tz) + D = 0$$

30. Sík és sugár metszése esetén az $\mathbf{p_0} + t\mathbf{v}$ paraméteres sugárnak és az n normálvektorral és $\mathbf{q_0}$ponttal megadott síknak a metszéspontját meghatározó egyenletet hogyan lehet felírni?

$$(\mathbf{p_0} + t\mathbf{v} - \mathbf{q_0})^T\mathbf{n} = 0$$

31. Sík és sugár metszése esetén az $\mathbf{p_0} + t\mathbf{v}$ paraméteres sugárnak és a $\mathbf{q_0} + u\mathbf{i} + v\mathbf{j}$ parametrikus alakban megadott síknak a metszéspontját meghatározó egyenletet hogyan lehet felírni?

$$\mathbf{p_0} + t\mathbf{v} = \mathbf{q_0} + u\mathbf{i} + v\mathbf{j}$$

32. Háram csúcsával ($\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}$ vektorok segítségével) megadott háromszög normálvektorát hogyan lehet kiszámítani?

$$\mathbf{n} = \frac{(\mathbf{c} - \mathbf{a}) \times (\mathbf{b} - \mathbf{a})}{|(\mathbf{c} - \mathbf{a}) \times (\mathbf{b} - \mathbf{a})|}$$

33. Hogyan írható fel az a másodfokú egyenlet, amely segítségével a q_0 középpontú, r sugarú kör és a $p_0 + tv$ egyenes metszéspontja(i) meghatározható:

$$(\mathbf{q_0} - \mathbf{p_0} - t\mathbf{v})^T(\mathbf{q_0} - \mathbf{p_0} - t\mathbf{v}) = r^2$$

34. Sorolja fel a grafikus szerelőszalag legfontosabb lépései!

Modellezési transzformáció, nézeti transzformáció, perspektív transzformáció, vágás, homogén osztás, raszterizáció, megjelenítés

35. Mi annak a 4×4-es transzformációnak a mátrixa, ami a kamera középpontjába teszi az origót?

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -eye_x \\ 0 & 1 & 0 & -eye_y \\ 0 & 0 & 1 & -eye_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

36. Mi annak a transzformációnak a mátrixa, ami a vetítő egyenesek meredekségét a $[-1, 1]$ intervallumra korlátozza?

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{\tan(fovx/2)} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{\tan(fovy/2)} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

37. Mi annak a transzformációnak a mátrixa, amelyik a normalizált látógúln belülre képezi az $[m_x, m_y, z, 1]^T$ térbeli pontot, ha a közeli és a távoli vágósík $near$-rel és far-ral jelölt távolságra van a kamera fókuszpontjától?

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{far}{far-near} & \frac{near*far}{near-far} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

38. Óra animálása esetén a nagy- és a kismutattó körbefordulási szögét (fokban) hogyan számolja a másodpercben megadott időből (t)?

$$kismut = \frac{t}{10}$$

$$nagymut = \frac{t}{120}$$

39. Kulcskocka animációnál adja meg az interpolációs összefüggést, ha $g()$ -vel jelöljük az interpolálandó mennyiséget, aminek t_0 és t_1 időpontban ismerjük az értékét!

$$g(t) = \frac{t_1 - t}{t_1 - t_0} g(t_0) + \frac{t - t_0}{t_1 - t_0} g(t_1)$$

40. Egy m-edfokú Bernstein polinomnak hány kontrollpontja van?

$$m + 1$$

41. Egy m-edfokú Bernstein polinomak egyik kontrollpontjának súlyát t vel jelöljük. Milyen értéket vehet fel t?

$$t \in [0, 1]$$

42. Hogyan nevezzük azokat a görbéket, amelyek első deriváltja folytonos, a második deriváltban azonban szakadás van?

C^1-folytonos görbe

43. Egy pont három baricentrikus koordinátája közül az első kettő$0,1$ és $0,4$. Mennyi a harmadik koordináta?

$$0,5$$

44. Hol metszi az $x^2 + y^2 + z^2 = 4$ sugarú kör és a $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + t \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ paraméteres alakban megadott egyenest?

$$\begin{bmatrix} \pm 2 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

45. Hol metszi az $x^2+y^2+z^2=1$ sugarú kör és a $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}+t\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ paraméteres alakban megadott egyenest?

$$\begin{bmatrix} 0 \\ \pm 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$