

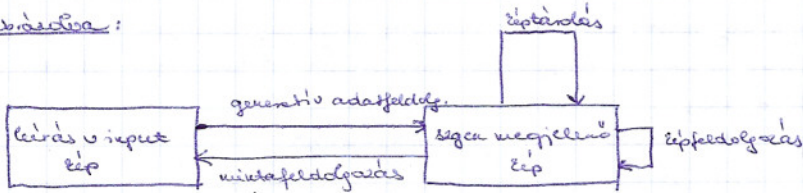
# 1. tétel: 1 szg-i grafika tárgya (grafikus adatfeldolgozás), a szg-i szoftverek csoportosítása.

- képek, foglalkozás
- fo - es az
- kiválasztás - c grafika  
- geometria

## Feladata:

- 1) generatív grafikus adatfeldolgozás, képek és grafikus adatok kezelése, képek elbárállítása és rajzolása (sírképek, kérték objektumok modellezése)
- 2) grafikus képek tárolása a nyelvi és adatkezelésben
- 3) képfeldolgozás, javítás, alakítás
  - grafikus szoftverek nagy része színes  $\rightarrow$  szoftver gondja: szimuláció és adatkezelés
  - $w_i =$  több képek
  - pl.: photo shop, gip (cinema)
- 4) miniatűrítés: képeket megfelelő információk elbárállítása  $\rightarrow$  miniatűr info, képek  
pl.: nyilvános miniatűrítő program

## Feladata ábrázolása:



## Szoftverek:

### I. Miniatűrítés és animáció (Art and Animation)

- XX. sz. vége
- miniatűrítés  $\rightarrow$  VITA
- miniatűrítés alkalmazásai megfigyelés és értelmezés: pl. színes képek, Victor Vasarely
- 2D: rajzok, felületek, képek
- 3D: modellek, felületek, képek
- színes és miniatűr: Toy Story  $\rightarrow$  színes, 2, a hangya  
 $\rightarrow$  miniatűrítés a nézőknek látni képeket
- miniatűrítés  $\rightarrow$  gyorsabb képfeldolgozás lehetővé teszi a miniatűrítés  $\rightarrow$  animáció, klippek értelmezés

### II. Képpel segített tervezés és gyártás

- a) Computer Aided Design (CAD)  
automatizált tervezés, képek, vizualizáció (autó, épületek, tervezés, animáció)
- b) Computer Aided Manufacturing (CAM)  
képpel segített gyártás, képek
- c) Computer Aided Engineering (CAE)  
képpel segített miniatűr miniatűr tervezés, gyártási miniatűr tervezés (mint a CAD-ben)

### III. Bemutató és üzleti grafika (Presentation and Business Graphics)

- táblázatokat és diagramokat elbárállító táblázatkezelés (Excel)
- bemutató és slideshow elbárállító programok (Power Point)

## X. Tudományos és művészi vizualizáció és simuláció (Scientific visualization and simulation)

fogalmas, jelenség, irányrendszer, folyamatos vizualizáció, vizuális megjelenítés és simulációja

- életrajzi vizsgálható dolgok vizualizáció: autók futása, árnyék érzés, labovai alkalmazások
- életrajzi nem vizsgálható dolgok vizualizáció: életrajzi, galaxisok mozgása
- működési pályája
- fraktál és mandelbrot alkalmazás előállítás és felhasználásukkal kapcsolatos munkák

## VI. Képfeldolgozás és képfeldolgozás (Image analysis and processing)

Röntgen kép feldolgozásával foglalkozik → életrajzi vizualizáció felismerése, elemzése, módosítása

- új- vagy képfeldolgozás felismerő programok
- orvosi képfeldolgozás, computer tomográf (CT), ultrahang, digitális radiológia
- képfeldolgozás programok

## VI. Grafikus felhasználói felület (Graphics User Interface, GUI)

- Ma ember és a gép közötti interakció elengedhetetlen programok használata pl.: Microsoft Windows
- a grafikus felhasználói felület használata → hatékonyabb interakció az ember és a gép között
- ide tartozik a hang
- életrajzi jelenség: ablak, menü, ikon, parancsablak
- életrajzi és életrajzi

## VII. Virtuális valóság (Virtual Reality)

- életrajzi vizualizáció életrajzi életrajzi programok használata → virtuális világ, életrajzi
- életrajzi valóságban életrajzi életrajzi
- alkalmazások: életrajzi, életrajzi, életrajzi, életrajzi, életrajzi

## VIII. Multimédia alkalmazásai

- életrajzi és életrajzi életrajzi életrajzi (MMX processzor Pentium I.)
- www → életrajzi multimédia felület alkalmazása a napi grafikus
- életrajzi és életrajzi a életrajzi új feladat a életrajzi

## IX. Állománykezelés

- grafikus adatfeldolgozás életrajzi életrajzi életrajzi
- valóságban programok → életrajzi jobban a grafikus nézet
- a életrajzi és életrajzi, le. életrajzi és életrajzi életrajzi gépet életrajzi
- Direct X (Microsoft), OpenGL (Linux)
- életrajzi → a világ és életrajzi életrajzi
- életrajzi → újabb grafikus életrajzi életrajzi
- IGP: alapvetően életrajzi életrajzi
- SUS → TV-re életrajzi életrajzi
- SUGA életrajzi → 256 v. 65536 életrajzi
- 2-puffer: életrajzi életrajzi (életrajzi)



## II. Kivétel értései

### a) Hardcopy periferiák

- ípreket automatikusan átvihetjük elő papírra v. filmre, fóliára, puha papírra
- a mechanikus rajzolókkal szembeeső hardcopy periferiákat rajzgépet nevezzük.

### Azétale és kéreges rajzgep:

- 1) antali v. állapotos rajzgepnek: szilvan fekvő papírra egy rajzoló csúccsal elátott kocsit fut
  - 2) kéreges v. dob rajzgepnek: az. az elv, hogy az egyir. irányban a papír kitérés kómi ellet.
- némelyi mechanika előnyös a rajzgep kovácsata (A3, A2, A1, A0)

### jellemzői:

- rajzfelület mérete (vagy a réptátemél.)
- felbontási képesség (hútasugaras nyomtatási gépek rendelkezésükkel akár 720 dpi)
- vonalvastagság (csőtoll, általában 0.1mm 2mm. kinyitják a tollasáta hútasugaras)
- rajzoló sebesség (vonalak húzás sebesség: 300-1500 mm/s)
- ismerési pontosság (jobbakként utólag kiadásuk.)

felbontási képesség: → pont mérete (átmérője)

→ átmérője 1 inch (2,54 cm) aluljelölt pontok mérete, DPI

érték: mintha a ré. normálisan 200 alatti pont eláppontjai között távolságok

a felbontás kisebb, mint a átmérője

### nyomatok:

Pontmatrix nyomtató: Tűs v. mátrix nyomtató, hútasugaras nyomtató, hőnyomtató

Lapnyomtató: lézernyomtató, hútasugaras nyomtató

jellemzői: nyomtatási minőség, felbontás (300x300, 600x300... 720x240 dpi)

- ismerési sebesség (hútasugaras, kértámság)
- speciális igények (fólia, keskeny papír)
- kapcsolóra típus nyomtatási
- max nyomtatható méret (A4, A3, A2...)
- egyenre nyomtatható példányszám
- típus v. ff.
- nyomtatási sebesség (kar/s, lap/min)
- karbantartási sebesség
- garanciális feltétel
- támasztás szilánfélé normálisan

6) Kezelés, monitor:

- csof: → saját fényforrás = emissziós pl.: TV (Cathode Ray Tube)  
 → nem saját fényforrás pl.: folyadékkristályos megjelenítő (Liquid Crystal Display)

működési elve alapja:

- 1 - CRT: katódcső, aq. elektroncsövet állít elő, kúszó mágnes és eltérítőkörrel a fénycsőbe kerül a képfőcső a fénycső rövid ideig világít ⇒ folyamatos frissítés
- 2 - Képtárolás: CRT elvű, de a kép ~ képernyőre tárolódik ⇒ a képet egy állandó elektronárammal írja, az az aktív fénycsőbe tovább világítanak a monitorra, az egész képet újra kell rajzolni
- 3 - LCD: a képernyő több rétegből áll, a képet az aktív folyadékkristályos felület van, a kristályok egyenlőtlen elrendezését a képet átvivő elektronok által okozott változások miatt
- 4 - Aktív mátrix LCD panelek: több rétegű, de nem a CRT-vel hasonló LCD-vel hasonló, de saját fényforrással megjelenítő
- 5 - Plazma képernyő: a képernyő 2 üveglap közötti két nem-szerves gázzal töltött, a 2 üveglap közötti részben állat, ha egy részre fénytörés érkezik ⇒ világítani kezd.  
 előnye: lapos, nagy méret, nagy felbontás, hosszú élettartam.  
 hátrány: magas előállítási költség, még mindig monochrome változat ismert
- 6 - EL-képernyő: plazma képernyővel hasonló felépítésű  
 működési elve: az aktív mátrixos LCD-vel hasonló ⇒ fényforrással

Grafikus kártya:

- legjobban a multi-scan monitor → kevesebb a graf. kártya frekvenciáját → igazodni kell
- működési sebesség: min 60 Hz

~~640 x 480 : VGA felbontás~~

~~minimális frekvencia~~

- ~~60 Hz  
72 Hz  
75 Hz~~

~~horizontális frekvencia~~

- ~~480 · 60 ~ 28,8 kHz  
480 · 72 ~ 34,5 kHz  
480 · 75 ~ 36 kHz~~

~~800 x 600 - os SVGA felbontás:~~

- ~~56 Hz, 60 Hz, 75 Hz~~

~~1024 x 768 : SVGA felbontás:~~

- ~~86 Hz, 60 Hz, 75 Hz~~

formátum	felb.	szín	mem.
MDA	h	720 x 350	2
HGC	h/g	720 x 350	2
HGC+	h/g	720 x 400	2
CGA	h/g	640 x 200	16/4
EGA	h/g	640 x 350	16
HCGA	h/g	640 x 480	256
VGA	h/g	640 x 480	256
SVGA	h/g	800 x 600	256

512, 1024 KB

### c) vesztőártyák

feladata: megjelenítés a képernyőn v. a kártya a monitoron

jellemzői:

- felbontás: a graf. chipen lévő oszlopainak és sorainak száma oszlopok sorok  
800x600
- **nívó**: egyidejűleg ábrázolható nívó száma  
 • a tárolásra fordított légi néma határozza meg  $\Rightarrow$  zindokolható a kártyán tárolt memória mennyisége  
 pl.:  $640 \times 480 \times 16 \rightarrow n \times = 307200 \cdot 4 \text{ byte} = 1228800 \text{ byte}$

SUGA kártyán a memória mennyisége

felb.	16 nívó (4bit)	256 nívó (8bit)	65536 nívó (16)	16777216 nívó (24)
320x200	32'000	64'000		
640x480	153'600	307'200		
800x600	240'000	480'000		
1024x768	393'216	786'432		

- **épernyő lapos néma**:
  - programozás szempontjából fontos, k. egyidejűleg hány épernyő-lap használható  $\rightarrow$  a grafikus interfész és művelet
  - TP-ban v. EGA v. VGA kártyák felbontásában 2 lap használható, UGA-k-ben csak egy.
- **sebeség**:
  - komputergrafikán és animációk miatt
  - "inklúziós sebesség": grafikus program gyorsaságát a képfeldolgozó apparátusától  $\rightarrow$  a mindezt zökkenet okozhatja a nagy központi processzoré.
  - csak utókezelőként lépnek a kártya processzorától  $\rightarrow$  a grafikus lapra kiegészítők.
- **üzemeltetés**:
  - SUGA kártyák optikai élelcirítással saját üzemeltető a nagyobb felbontású bitáramlás miatt
  - modern SUGA kártyák rendelkeznek ún. "linear framebuffer"-rel  $\rightarrow$  ez azt jelenti, k. az egyes SUGA memóriakártyák egy folytonos memóriakártyákba van elhelyezve.
  - IBM szabvány mellett VESA szabvány
    - $\rightarrow$  olyan szabványos és közös funkciók, amelyekkel a normál VESA blokkok használóan az IBM 100 megabit/óra sebességű kártyák
- **accelerátor**: éppont-kömböz és grafikus kursor mozgathatása
- **bit BT (bit block transfer)**:
  - a épernyő egyes részeit másolásához v. mozgathatásához fejeltet elvezető
  - másolási művelet a graf. processzor végzi el
  - kényes ügy a chip belső mem.-nővel.
- **hardver (grafikus) kursor**: kursor mozgathatása éppememóriába írás nélkül a hardver rátervi az art. épernyő a kursor, nem a megadott weak és inaktívok jelműdi e.

ZAMDAC: a épernyőmem.-ban tárolható digitális formában tárolt információkat alakítja analóg jelekké

VESA DDC: a monitor is küldhet adatokat a vezérlőártyára irányába  
 pl.: azonosíthatók a monitor adatai (W1096-től)

### 3. tétel : Grafikus fájlformátumok, rasteres és vektoros grafika, grafikus képek kódolása

#### Grafikus képek kódolása :

1) ~~szűrés~~, ~~szűrés~~

2) lecsúszás

3) kódolás

I. Huffman - kódolás → növeges áll. arán feltételek követés

II. RLE - algoritmus → \*.bmp

javítása: JIS (hatékonyabb képek kódolása)

III. LZU - kódolás

IV. hierarchikus követés

V. antialiasing követés

VI. adaptív követés → \*.jpg, \*.jpeg

## 4. lecke: alapvető rasteres algoritmusok - window viewport, szaraszrajzoló (DDA, midpoint), látárolás (Cohen-Sutherland)

### - WINDOW - VIEWPORT

Descartes - koordináta rendszer  $\Rightarrow$  világkoordináta - rendszer

- világ coord. - r: a felhasznált éter adja meg a geometriai információkat (WC)
- normalizált érzéccoord. - r: (NDC) túlbiztos grafikus munkaképes négyzet egyenlős écoord.
- érzéccoord. - r: (DC) munkaképes kérdésre megfelelő specifikus écoord. - r.

fgy: Descartes  $\rightarrow$  NDC

klajdszajzoló:

- A) világér határvonalait az output tr. képtartományának határvonalajaira transformálja
- B) egyszerűsítő
- C)  $x || x'$ ,  $y || y'$

- unifome érzéctransformáció

- szaraszrajzoló algoritmus:

- egyszerű és látárolás ( $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ )
- fedettség
- gyors legyen

- midpoint - érzéccoord

- DDA - program

- látárolás  $\rightarrow$  látárolási algoritmusok

- növekvő látárolás

- speciális algoritmusok

szarasz rajzolás: (érzéccoord)

A) a négyzet egyszerű és látárolás

B) legyen pontos

C) fedettség legyen állandó függetlenül a vonal hosszától és háttérnővekvőtől

D) gyors legyen



6. tétel: Ponttranszformációk - Homogén koordináták 2D és 3D-ben, általános affinitás, transzformációk egymás utáni elvégzése.

Homogén koordináták: Síkban  
Térben

Howe  $\rightarrow$  Desc.  
Desc  $\rightarrow$  Howe

Ponttranszformációk

Síkban:  $P' = M \cdot P$

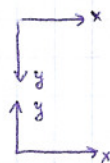
I. egybevágósági transzformációk

mozgási helybenkegyezés  $M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = E$

tükrözés (reflection)

egyenestükrözés:  $M_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

$M_y = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$



eltolás (transláció)

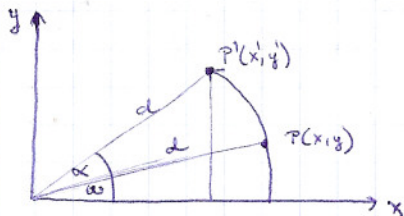
$\underline{d}(dx, dy)$   $x' = x + dx$   
 $y' = y + dy$

$M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & dx \\ 0 & 1 & dy \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

forgatás (rotáció)

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

$M = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & \phi \\ \sin \alpha & \cos \alpha & \phi \\ \phi & \phi & 1 \end{pmatrix}$



érvényesül:  $x = d \cdot \cos \omega$   
 $y = d \cdot \sin \omega$

$x' = d \cdot \cos(\omega + \alpha)$   
 $y' = d \cdot \sin(\omega + \alpha)$

$$x' = d \cdot \cos(\omega + \alpha) = d(\cos \omega \cdot \cos \alpha - \sin \omega \cdot \sin \alpha) = d \cdot \cos \omega \cdot \cos \alpha - d \cdot \sin \omega \cdot \sin \alpha = x \cdot \cos \alpha - y \cdot \sin \alpha$$

$$y' = d \cdot \sin(\omega + \alpha) = d(\sin \omega \cdot \cos \alpha + \cos \omega \cdot \sin \alpha) = d \cdot \sin \omega \cdot \cos \alpha + d \cdot \cos \omega \cdot \sin \alpha = d \cdot \cos \omega \cdot \sin \alpha + d \cdot \sin \omega \cdot \cos \alpha = x \cdot \sin \alpha + y \cdot \cos \alpha$$

II. hasonlósági  $\lambda \in \mathbb{R}^+$

$x' = \lambda x$   $y' = \lambda y$

$M = \begin{pmatrix} \lambda & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

III. térfogat (scale)

$x' = \lambda_1 x$   $y' = \lambda_2 y$   $\lambda_1, \lambda_2 \in \mathbb{R}^+$

$M = \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

IV. általános affín transzformáció

$x' = a_{11}x + a_{12}y + dx$   
 $y' = a_{21}x + a_{22}y + dy$

V. projektív transzformáció  $|M| \neq 0$

transzformáció? normál

Ponttranszformációk leírása.

I egybevágósági

a) mozgás

• helybenmozgás

$$M = E$$

• eltolás

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & dx \\ 0 & 1 & 0 & dy \\ 0 & 0 & 1 & dz \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

• forgatás

$$M_x = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 & 0 \\ \sin \alpha & \cos \alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$M_y = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$M_z = \begin{pmatrix} \cos \alpha & 0 & \sin \alpha & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin \alpha & 0 & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

• tükrözés (sílna)

$$M_{xy} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$M_{xz} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$M_{yz} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

II hasonlóság:

$$M = \begin{pmatrix} \lambda & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda \end{pmatrix}$$

$$\lambda \in \mathbb{R}^+$$

III skálázás (scale)

$$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 \in \mathbb{R}^+$$

$$M = \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

IV általános affinitás

$$u.sor (0, 0, 0, c)$$

$$x' = a_{11}x + a_{12}y + a_{13}z + dx$$

$$y' = a_{21}x + a_{22}y + a_{23}z + dy$$

$$z' = a_{31}x + a_{32}y + a_{33}z + dz$$

V projektív transzformáció

$$|M| \neq 0$$

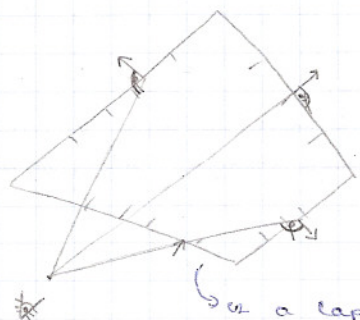
# 7. tétel: Többségi transformációk - kv. elmozdítás, párhuzamosítás, centralitás

- Vektorsík:
  - párhuzamosítás
  - centralitás
- spec. Fixcentrum

## 8. tétel: Láthatóság

- Object space : tárgytér algoritmus
- Image space : képzetű algoritmus

• Először azokat a lapokat, amelyek eleve nem láthatóak.



↳ az a lap látható a másik 3 szem.

- meghatározni a lapnumálisokat, majd a végső irány is a lapnumálisok x-ét.
- convex poliéder:  $\forall$  2 pontját összekötő az egyenes a testen belül van.
  - ha  $f$  hegyesszög  $\rightarrow$  látható a lap
  - ha  $f$  tompaszög  $\rightarrow$  nem látható a lap
  - ha  $f$   $\perp$   $\rightarrow$  eleve látható a lap.
- ha a lapnumális nem látható, késség késség mutat  $\rightarrow$  akkor is látható.

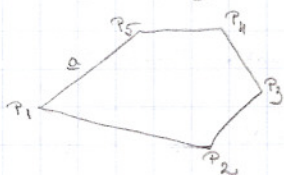
- Feladat:
- 1) lapnumálisok előállítás
  - 2)  $f$  meghatározása
  - 3) körvonalak és figyelembe vétele

1)  $\forall$  felület normálisa úgy határozható meg, hogy vesszük a felületi pontokat a 2 vektort és a 2 vektor vektorális szorzásával előállítjuk.

$$\underline{a}, \underline{b}$$

$$\underline{a} = \underline{P}_i - \underline{P}_{i-1}$$

$$\underline{b} = \underline{P}_k - \underline{P}_j$$



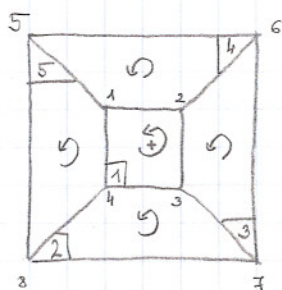
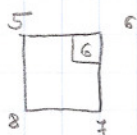
- $\underline{a} \times \underline{b}$   $\rightarrow$  ez a vektor síkjára  $\perp$  vektor
- $\underline{a}, \underline{b}, \underline{a} \times \underline{b}$  jobbsodrású rendszer alkot ebben a síkban

Jobbsodrású azért jó, mert ha mindig ilyen sorrendben vesszük, az  $\pm$  nos vektor  $\perp$  síkfelé  $\perp$  késség mutat.

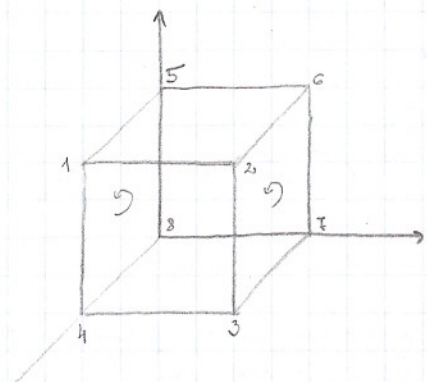
$$\underline{w} = \underline{a} \times \underline{b} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix} \Rightarrow \underbrace{(a_y b_z - a_z b_y)}_{k_x} \hat{i} + \underbrace{(a_z b_x - a_x b_z)}_{k_y} \hat{j} + \underbrace{(a_x b_y - a_y b_x)}_{k_z} \hat{k}$$

$$w(k_x, k_y, k_z)$$

Kocka felépítése:



1. lap	2. lap	3. lap	4. lap	5. lap	6. lap	amelyik lap me- tén vágjuk ki, és fordítva esse felvesszük
1	4	2	1	1	5	
4	8	3	2	5	6	
3	7	7	6	8	7	
2	3	6	5	4	8	



Ha elrontjuk a koordináti irányt a lapon az a és b felosztás, és az elterelő irányba me, hogy nem képe, hanem képe.

2) f meghatározása:  
2 alázat rögzítés meghatározása → skaláris szorzattal



$\underline{u}$  - t úgy határozzuk meg,  $u$   $\underline{v}$  koordinátáiból  
Érvényes a lap 1 pontjának koordinátáit. Gyakran  
az a pont  $(P_1)$  a súlypont.

Skaláris szorzat :  $(\underline{v}, \underline{u}) = |\underline{v}| \cdot |\underline{u}| \cdot \cos \varphi$  ha a 2 vektor egyirányú  $\Rightarrow$  a szorzat =  $\cos \varphi$ .

Normalizáljuk  $\underline{u}$  -t és  $\underline{v}$  -t: (először a koordinátáit kell!)

$\underline{u} = (u_x/k, u_y/k, u_z/k)$   $k = \sqrt{u_x^2 + u_y^2 + u_z^2}$

↳ így  $|\underline{u}|$  hossza 1.

$(\underline{v}, \underline{u}) = |\underline{v}| \cdot |\underline{u}| \cdot \cos \varphi = \cos \varphi$

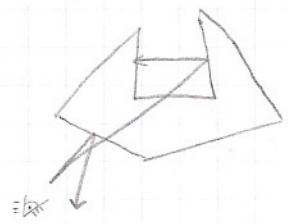
\*  $|\underline{v}| = 1$   $(\underline{v}, \underline{e}) = v_x \cdot e_x + v_y \cdot e_y + v_z \cdot e_z$

f szorzata értéke nem kell.

f legnagyobb  $\Rightarrow \cos \varphi > 0$  pozitív  
f leghalványabb  $\Rightarrow \cos \varphi < 0$  negatív

Élő levek esetében az összefüggés (\*) nem az előjelet  $\rightarrow$  ha  $> 0 \rightarrow$  megkezdődött a  
 zárt kör rajzolása, ha  $< 0 \rightarrow$  zárta a lap. Itt  $0$ , ha nem lap levek.

3) Zárt kör csak nem mindig jó.



Zárt kör egy javítottára jobb algoritmus  $\rightarrow$  Painter's.

- dentés sort mélység szerint rendezés alapján, amelyet látnak (kegyes-22 szám be.)
- balról előre kell a lapokat elvinni, úgy látnak (pl.: festésnél is)
- ez nem tökéletes még, sorok képezhetők a cella belsejében egy gyors rendező algoritmus  
 2 koordináta szerint kell sorbarendezni, mert sorok  $x, y$  a cella is a sorból vesszük.

Dentés sort: különböző eseteket is érintjük  $\rightarrow$  amikor nem eldönthető a sorrend.



ez a két lap kölcsönösen tartalmaz egymást  
 még: érintkeznek az esetek