

Vastag primitívek rajzolása

Képpontok ismétlése

Mozgó ecset

Területkitöltés

Közelítés vastag szakaszokkal

Vastag primitívek rajzolása

Több képpontnyi vastagságú vonalak

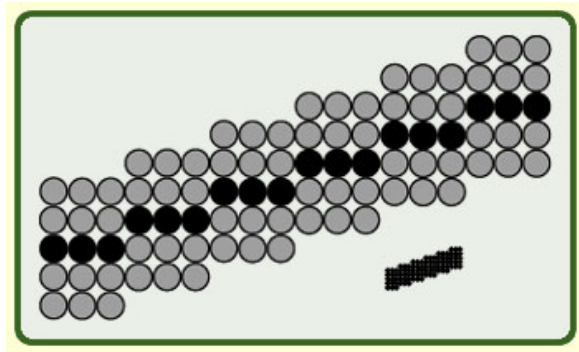
Milyen alakú legyen az ecset?

- ▶ Kör?
- ▶ Téglalap?
- ▶ Forduljon a vonallal?

Képpontok ismétlése

A pásztázó vonalas algoritmus kiterjesztése:

ha $-1 < m < 1$, akkor a képpontokat többszörözzük meg az oszlopokban
különben a sorokban többszörözzük meg a képpontot

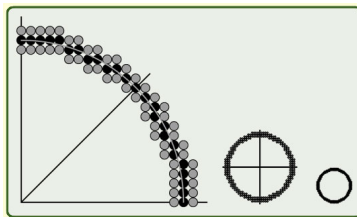


Számítógépes grafika alapjai

Képpontok ismétlése

Tulajdonságai:

- a) gyors,
- b) a vonal végek mindig vízszintesek vagy függőlegesek
- c) a vonal vastagsága függ a meredekségtől
- d) a duplázás nem megy: a vonal valamelyik oldala felé vastagabb.

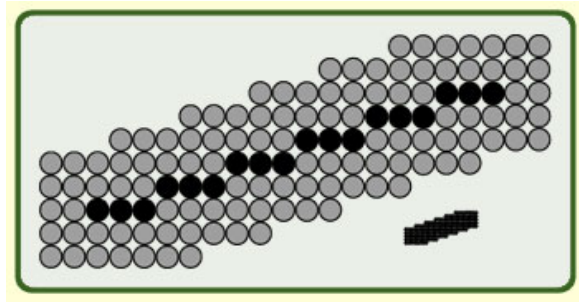


Jó módszer, ha nem túl vastag a vonal.

Számítógépes grafika alapjai

Mozgó ecset

Téglalap alakú „ecset”, aminek a középpontja (vagy a csúcspontja) az 1 pixel vastag vonalon mozog (az ecset nem „forog”).



Mozgó ecset

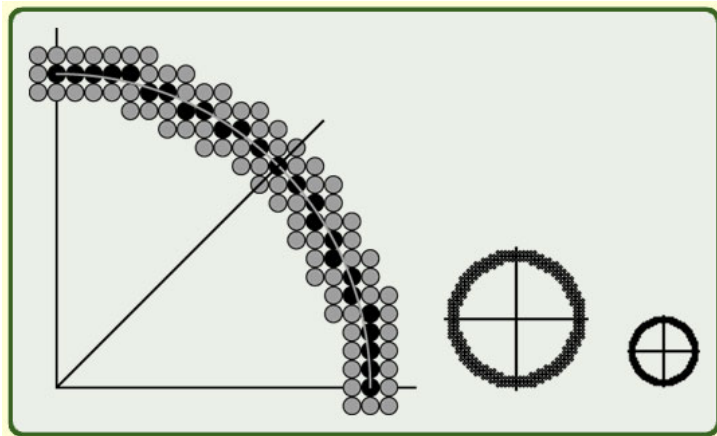
Tulajdonságok:

hasonló a *Képpontok ismétléséhez*, de

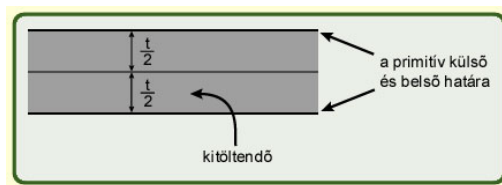
- a) a végpontok „nagyobbak”
- b) a vonal vastagsága függ a meredekségtől és az ecset alakjától.
Jobb a kör alakú ecset.

Implementáció: ecset (=minta) másolása az 1 pixel vastag vonal minden pontjába.

Mozgó ecset



Területkitöltés



Terület primitíveknél a külső határvonalhoz használjuk az eredeti határvonalat, elegendő tehát a belsőt meghatározni.

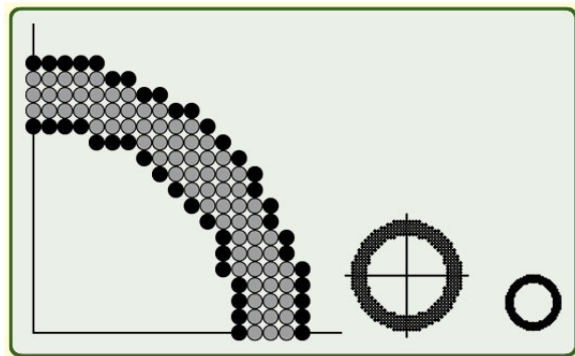
Tulajdonságok:

- a) ugyanolyan jó páros és páratlan vastagságra
- b) a vonal vastagsága nem függ a meredekségtől

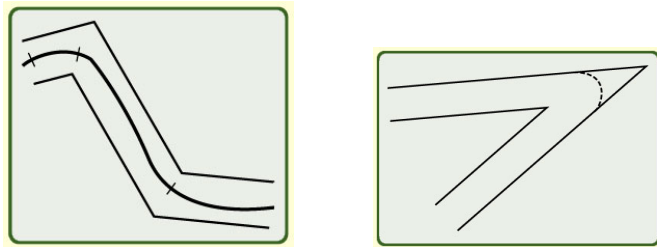
Kör esetén: külső és belső kör

Ellipszis esetén:

$$\left. \begin{array}{l} a - \frac{t}{2}, b - \frac{t}{2} \\ a + \frac{t}{2}, b + \frac{t}{2} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{belső} \\ \text{külső} \end{array} \text{ ellipszisek}$$



Közelítés vastag szakaszokkal



Szakaszonként lineáris approximáció

- a) szép
- b) vastag vonalakat símán kell illeszteni

Pont mérete - OpenGL

```
void glPointSize(GLfloat size);  
Nem minden méretet támogatnak az implementációk:  
GLfloat sizes[2]; // meret tartomany  
GLfloat step; // támogatott lepes  
  
glGetFloatv(GL_POINT_SIZE, sizes);  
glGetFloatv(GL_POINT_SIZE_GRANULARITY, & step);
```

Szakaszok rajzolása - OpenGL

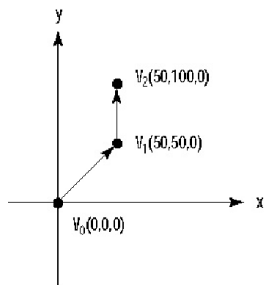
Független szakasz (GL_LINES):

Az elsőként specifikált két csúcspont határozza meg az első szakaszt, a második két csúcspont a második szakaszt, ... (nincsenek összekötve).

Szakaszok rajzolása - OpenGL

Szakasz sorozat (GL_LINE_STRIP):

Egy vagy több összekötött szakasz specifikálása a végpontok sorozatának megadásával. Pl.:

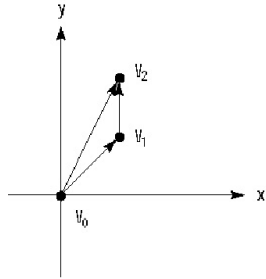


```
glBegin(GL_LINE_STRIP);  
glVertex3d(0,0,0);  
glVertex3d(50,50,0);  
glVertex3d(50,100,0);  
glEnd();
```

Szakaszok rajzolása - OpenGL

Szakasz hurok (GL_LINE_LOOP):

Ugyanaz, mint a LINE_STRIP, de az utolsóként specifikált csúcspontot összekötjük az elsőként specifikált csúcsponttal. Pl.:

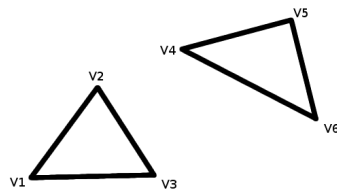


```
glBegin(GL_LINE_LOOP);  
glVertex3d(0,0,0);  
glVertex3d(50,50,0);  
glVertex3d(50,100,0);  
glEnd();
```

Háromszögek rajzolása - OpenGL

Független háromszögek (GL_TRIANGLES):

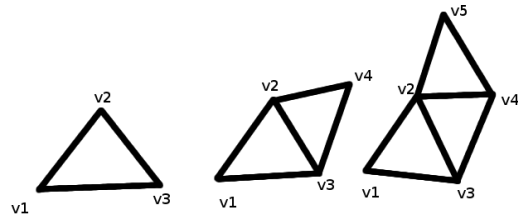
Az elsőként specifikált három csúcspont határozza meg az első háromszöget, a második három a második háromszöget, ...



Háromszögek rajzolása - OpenGL

Háromszög sorozat (GL_TRIANGLE_STRIP):

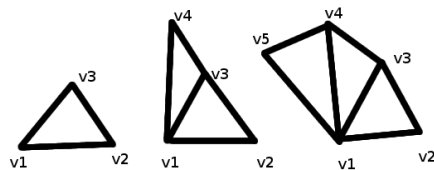
Egy vagy több szomszédos háromszög specifikálása a csúcspontok sorozatának megadásával. Pl.:



Háromszögek rajzolása - OpenGL

Háromszög legyező (GL_TRIANGLE_FAN):

Egy vagy több szomszédos háromszög specifikálása a csúcspontok sorozatának megadásával. Pl.:



Vonal vastagsága - OpenGL

```
void glLineWidth(GLfloat width);
```

Nem minden vastagságot támogatnak az implementációk:

```
GLfloat sizes[2]; // vastagsag tartomany
```

```
GLfloat step; // tamogatott lepes
```

```
glGetFloatv(GL_LINE_WIDTH_RANGE, sizes);
```

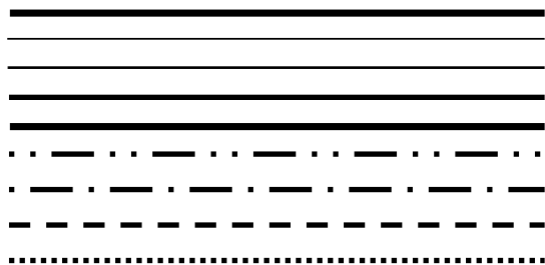
```
glGetFloatv(GL_LINE_WIDTH_GRANULARITY, &step);
```

Szakaszok élsimítása - OpenGL

A szakaszok élsimítását engedélyezni a `GL_LINE_SMOOTH` argumentummal meghívott `glEnable`, tiltani a `glDisable` függvénnyel lehet.

Ha az élsimítás engedélyezett, akkor nem egész szélességek is megadhatók, és ekkor a szakasz szélén kirajzolt képpontok intenzitása kisebb, mint a szakasz közepén lévő képpontoké.

Vonal stílus



Primitívek attribútumai:

- ▶ vonal vastagság
- ▶ szín
- ▶ vonal stílus
- ▶ stb. ...

Vonal stílus:

- ▶ folytonos
- ▶ szaggatott
- ▶ pontozott
- ▶ a felhasználó által definiált

Stílus:

8 vagy 16 bites maszk írja le, hogy mely biteknek megfelelő pontok legyenek kirajzolva, mint a vonal pontjai

Pl: 11111111 = folytonos

11101110 = szaggatott

Rajzolás: (maszkolással)

Hátránya:

A szaggatások távolsága függ a meredekségtől.

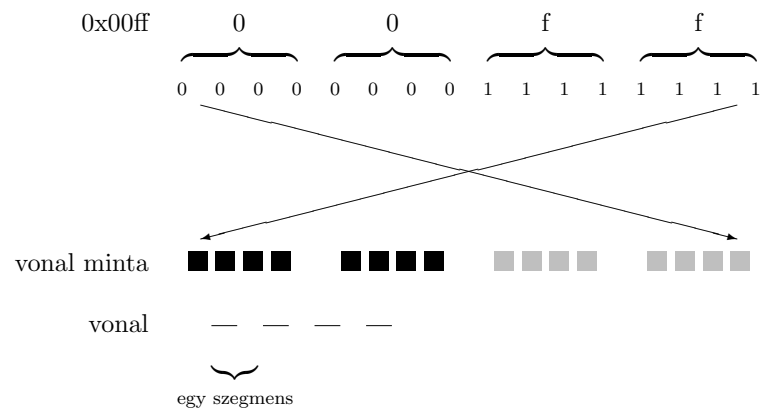
Megoldás:

A távolságot számolva rajzolni a szakaszokat.

```
void glLineStipple(int factor, ushort pattern);
```

Pattern (maszk): 16 bites bináris jelsorozat

factor: A *pattern*-ben lévő minden bit *factor*-szor kerül alkalmazásra.



Szakasz stílus - OpenGL

Pl.:

```
glLineStipple(1, 0x3F07);
```

```
glEnable(GL_LINE_STIPPLE);
```

A minta: 0011111100000111

(az alacsony helyértékű bittel kezdünk).

```
glLineStipple(2, 0x3F07);
```

```
glEnable(GL_LINE_STIPPLE);
```

A minta: 00001111111111110000000000111111

Szakasz stílus

`glEnable(GL_LINE_STIPPLE)` engedélyezése

`glDisable(GL_LINE_STIPPLE)` tiltása

Szakasz stílus - OpenGL

Megoldandó feladat:

Rajzoljunk ötszöget olyan egyenes szakaszokból, amelyek a következő mintákból épülnek fel:

