Vyplňování uzavřených objektů ve 2D

3. cvičení předmětu IZG

Ladislav Mošner (Petr Klepárník, Kamil Behúň)

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta informačních technologií
Božetěchova 1/2, 612 66 Brno - Královo Pole
imosner@fit.vutbr.cz

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

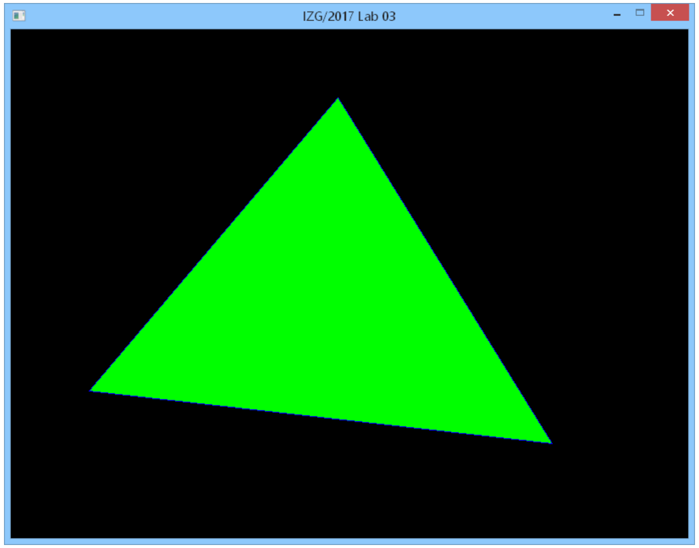
10.3.2018

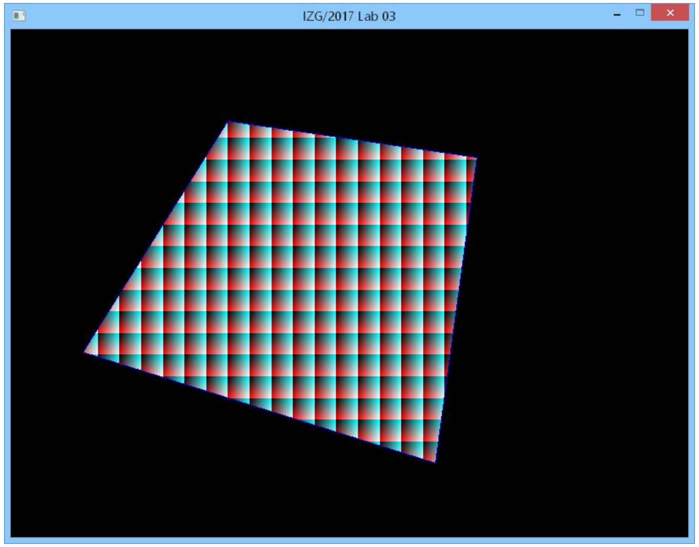
Vyplňování

- Vyplňování je nalezení všech bodů příslušejících do zvolené oblasti a změna jejich parametrů.

- Oblasti k vyplnění je možné definovat:
  - Pomocí geometrického popisu hranice – např. množinou úseček
  - Přímo v rastru pomocí rozhodčí funkce (podmínky)

- Plná
  - Vyplňování konstantní barvou
- Vzorek
  - Vyplňování texturou, šrafou, gradientem



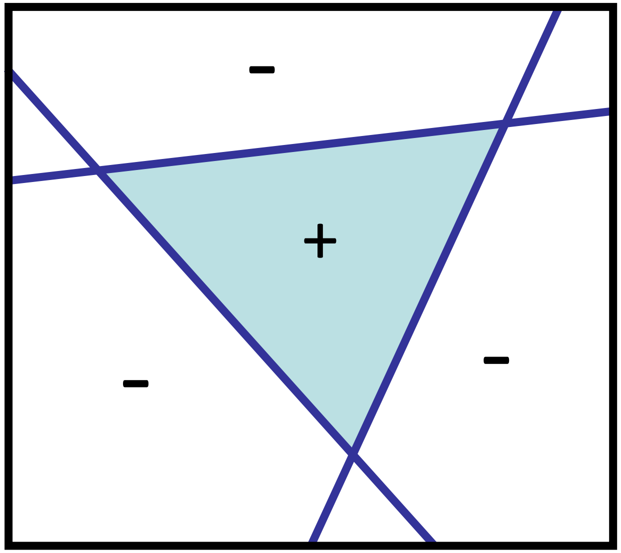


Poznámka: Při vyplňování vzorkem musí být známo, kde má vzorek začínat (jak se bude počítat počáteční pozice). Může to být dané globálními souřadnicemi obrazovky, nebo lokálními souřadnicemi jednotlivých polygonu.

Náplň cvičení

- Společný úkol
  - Pinedův algoritmus pro trojúhelníky
- Samostatný úkol (bodovaný)
  - Pinedův algoritmus pro polygony + testování konvexnosti

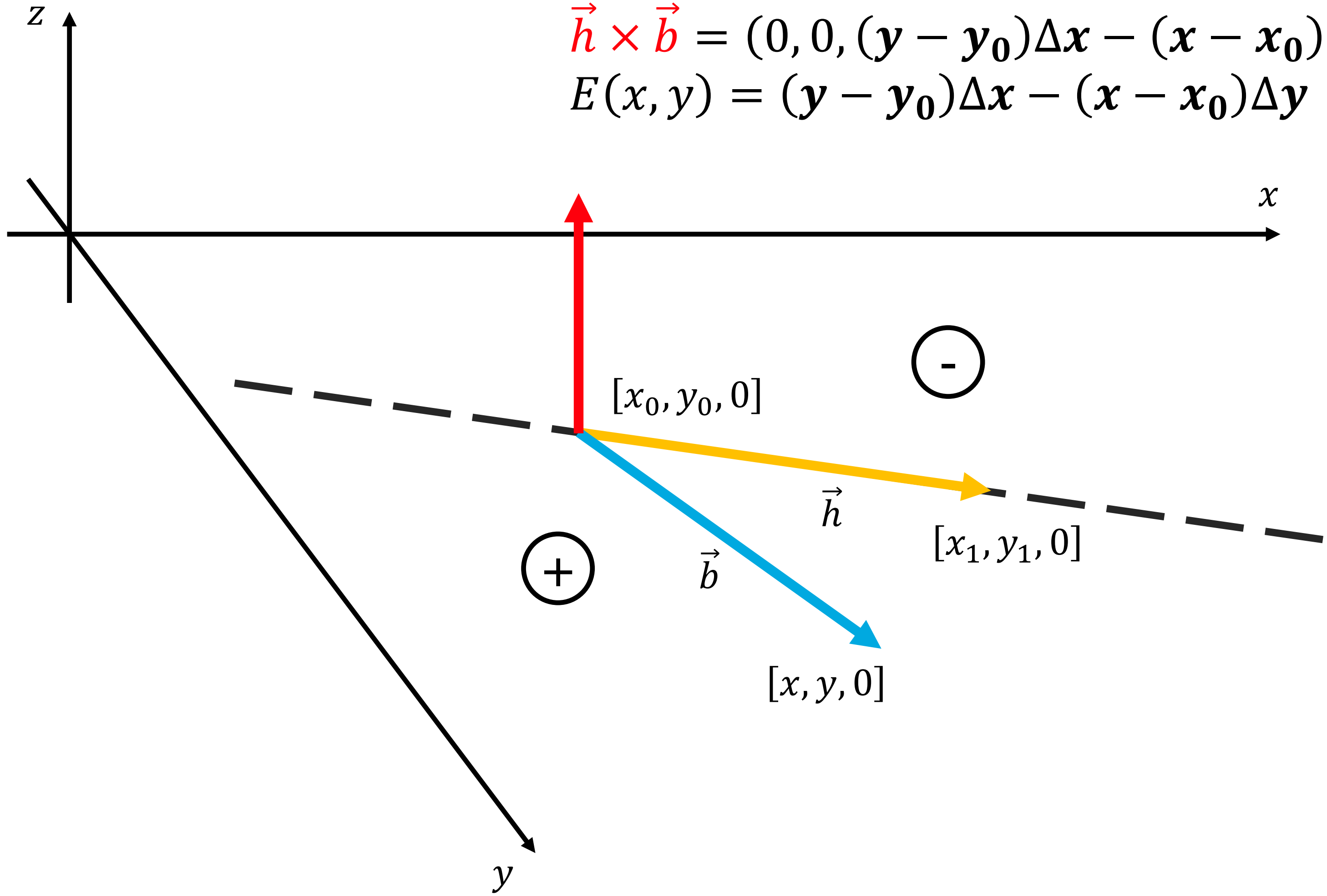
- **Vstup**: Oblast popsaná seznamem hran.
- **Omezení**: Pracuje výhradně s konvexními mnohoúhelníky. Proto se nejčastěji používá pro trojúhelníky.
- **Předpoklad**: Správná orientace hran.
- **Základní myšlenka**:
  - Rozdělení roviny oblasti Ω na poloroviny hran $e_i \in \Omega$.
  - Body ležící na kladné straně všech hran e_i jsou uvnitř mnohoúhelníku.



- Pro každou hranu e_i jsou příslušné poloroviny definovány pomocí **hranové funkce** $\boldsymbol{E_i(x, y)}$.
- Tato funkce udává polohu bodu $[x, y]$ vůči hraně e_i:
  - $\boldsymbol{E_i(x, y) < 0}$ pro body ležící v záporné polorovině hrany e_i
  - $\boldsymbol{E_i(x, y) \geq 0}$ pro body ležící hraně nebo kladné polorovině hrany e_i.

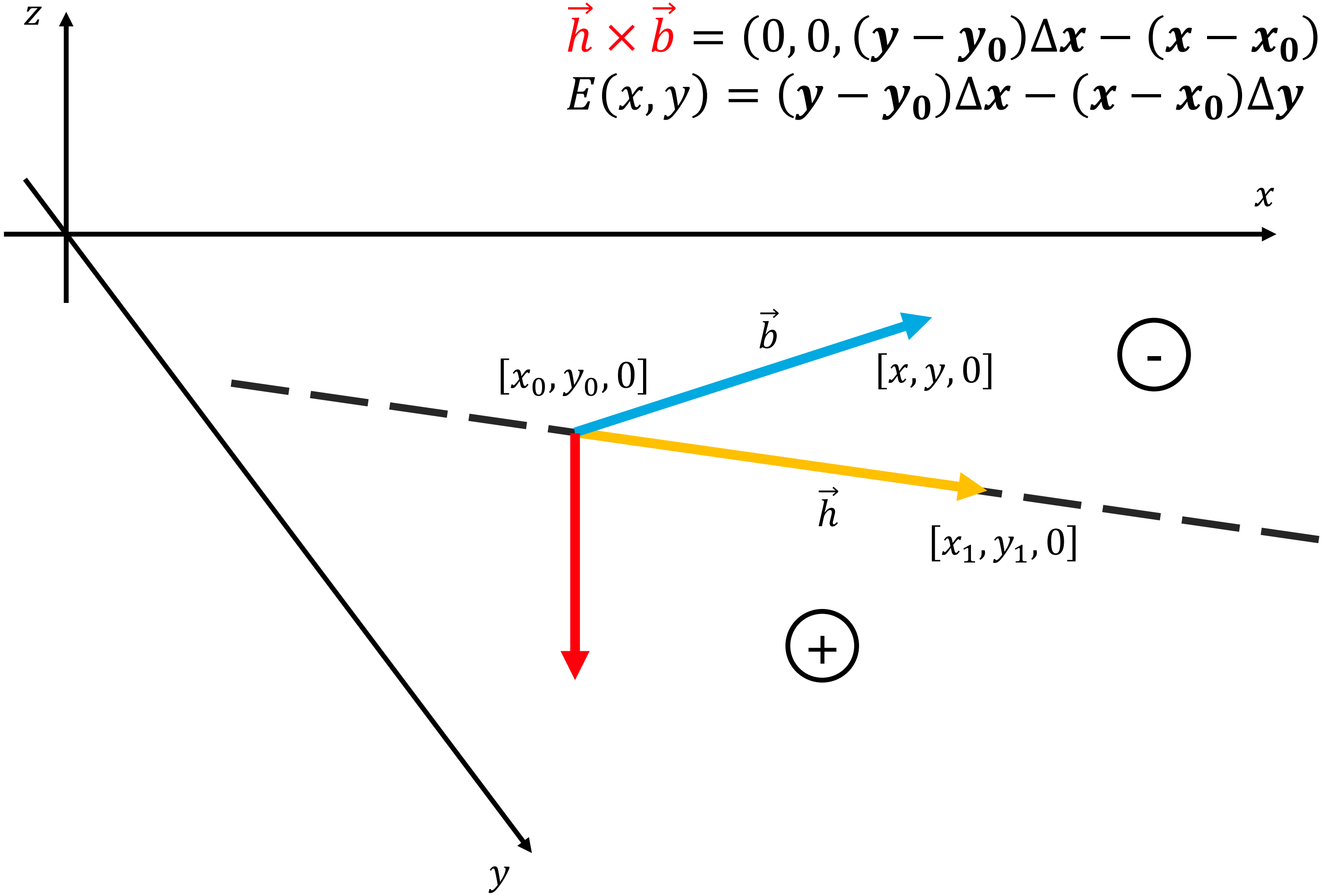
- Levá ruka

$$\vec{h} = (x_1 - x_0, y_1 - y_0, 0) = (\Delta x, \Delta y, 0)$$
$$\vec{b} = (x - x_0, y - y_0, 0)$$
$$\vec{h} \times \vec{b} = (0, 0, (\boldsymbol{y} - \boldsymbol{y_0})\Delta\boldsymbol{x} - (\boldsymbol{x} - \boldsymbol{x_0})\Delta\boldsymbol{y})$$
$$E(x, y) = (\boldsymbol{y} - \boldsymbol{y_0})\Delta\boldsymbol{x} - (\boldsymbol{x} - \boldsymbol{x_0})\Delta\boldsymbol{y}$$



- Levá ruka

$$\vec{h} = (x_1 - x_0, y_1 - y_0, 0) = (\Delta x, \Delta y, 0)$$
$$\vec{b} = (x - x_0, y - y_0, 0)$$
$$\vec{h} \times \vec{b} = (0, 0, (\boldsymbol{y} - \boldsymbol{y_0})\Delta \boldsymbol{x} - (\boldsymbol{x} - \boldsymbol{x_0})\Delta \boldsymbol{y})$$
$$E(x, y) = (\boldsymbol{y} - \boldsymbol{y_0})\Delta \boldsymbol{x} - (\boldsymbol{x} - \boldsymbol{x_0})\Delta \boldsymbol{y}$$

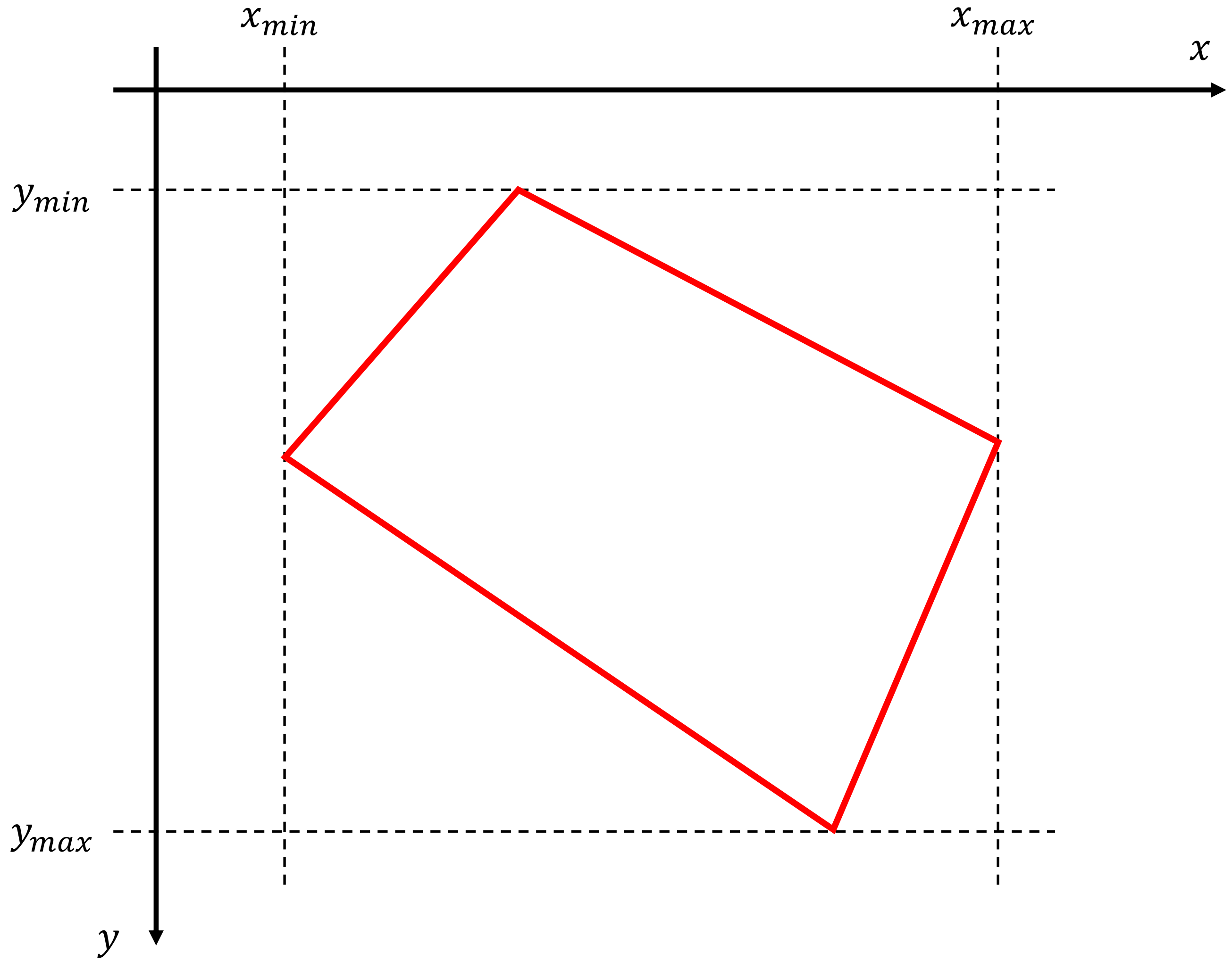


- Není nutné vyhodnocovat hranové funkce $E_i(x, y)$ pro každý bod, ale hodnotu lze určit na základě sousedního bodu $[x \pm 1, y]$ nebo $[x, y \pm 1]$.

$$E(x, y) = (y - y_0)\Delta x - (x - x_0)\Delta y$$
$$\boldsymbol{E}(\boldsymbol{x} + \mathbf{1}, \boldsymbol{y}) = (y - y_0)\Delta x - (x + 1 - x_0)\Delta y = \boldsymbol{E}(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{y}) - \Delta \boldsymbol{y}$$
$$\boldsymbol{E}(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{y} + \mathbf{1}) = (y + 1 - y_0)\Delta x - (x - x_0)\Delta y = \boldsymbol{E}(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{y}) + \Delta \boldsymbol{x}$$

$$\boldsymbol{E}(\boldsymbol{x} \pm \mathbf{1}, \boldsymbol{y}) = \boldsymbol{E}(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{y}) \mp \Delta \boldsymbol{y}$$
$$\boldsymbol{E}(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{y} \pm \mathbf{1}) = \boldsymbol{E}(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{y}) \pm \Delta \boldsymbol{x}$$

Procházená oblast – opsaný obdélník



```
pinedaTriangle(Point &v1, Point &v2, Point &v3)
```

1. Nalezení $x_{min}, x_{max}, y_{min}$ a y_{min} zadaného trojúhelníku a oříznutí podle velikosti okna.
2. Pro každou hranu e_i výpočet Δx_i, Δy_i (souřadnice vektoru).
3. Pro každou hranu e_i trojúhelníku inicializuj $E_i(x_{min}, y_{min})$.
4. Cyklus přes všechny body (x, y) v obdélníku (x_{min}, y_{min}), (x_{max}, y_{max}):
   - Je-li $E_i(x, y) \geq 0$ pro všechny hrany, pak nastav hodnotu pixelu.
   - Aktualizace hodnot $E_i(x, y)$.

```
pinedaPolygon(Point *points, int size)
```

1. Nalezení $x_{min}, x_{max}, y_{min}$ a y_{min} zadaného polygonu a oříznutí podle velikosti okna.
2. Pro každou hranu e_i výpočet Δx_i, Δy_i (souřadnice vektoru).
3. Kontrola konvexnosti zadaného polygonu.
4. Pro každou hranu e_i polygonu inicializuj $E_i(x_{min}, y_{min})$.
5. Cyklus přes všechny body (x, y) v obdélníku (x_{min}, y_{min}), (x_{max}, y_{max}):
   - Je-li $E_i(x, y) \geq 0$ pro všechny hrany, pak nastav hodnotu pixelu.
   - Aktualizace hodnot $E_i(x, y)$.