

Ořezávání dvourozměrných objektů

Počítačová grafika

Mgr. Markéta Trnečková, Ph.D.

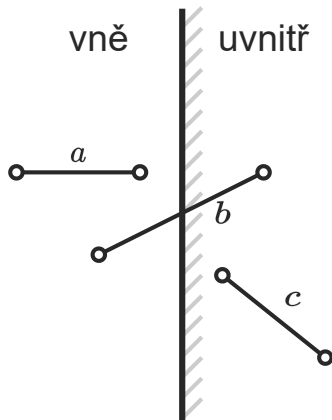


Palacký University, Olomouc

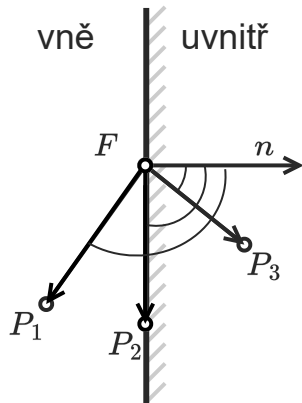


- Ořezávání objektů – **clipping**
- **Ořezová oblast:**
 - obdélníková – levý horní roh $[xw_{min}, yw_{min}]$ a pravý dolní roh $[xw_{max}, yw_{max}]$
 - obecná
- **Algoritmy:**
 - Test polohy bodu
 - Ořezání úsečky

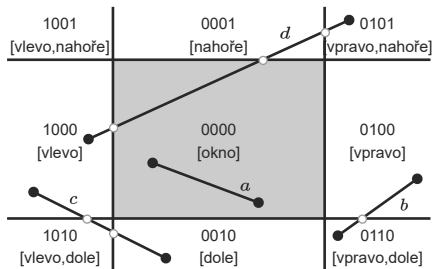
- Poloha bodu $P = [p_x, p_y]$ vůči hraniční přímce F
- $F(x, y) : ax + by + c = 0$
 - $F(p_x, p_y) > 0$ – bod leží uvnitř
 - $F(p_x, p_y) < 0$ – bod leží vně
 - $F(p_x, p_y) = 0$ – bod leží na hraniční přímce



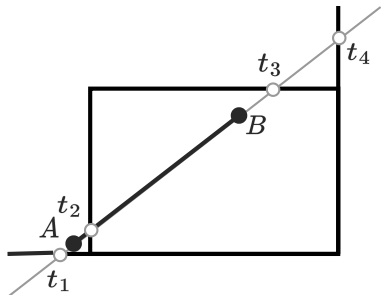
- bod na přímce $F = [f_x, f_y]$
- normálový vektor \vec{n}
 - $\vec{n} \cdot (P - F) < 0$ – tupý úhel, vně
 - $\vec{n} \cdot (P - F) > 0$ – ostrý úhel, uvnitř
 - $\vec{n} \cdot (P - F) = 0$ – bod leží na hraniční přímce



- ořezávání obdélníkovým oknem
- **hraniční kód** – 4 bitová informace popisující polohu bodu vůči oknu
- **Určení polohy úsečky vůči bodu** ($kod(P)$):
 - $kod(P_1) \vee kod(P_2) = 0000$ – celá úsečka leží v okně
 - $kod(P_1) \wedge kod(P_2) \neq 0000$ – celá úsečka mimo okno
 - $kod(P_1) \wedge kod(P_2) = 0000$ – úsečka prochází více oblastmi



- ořezávání libovolnou konvexní ořezovou oblastí
- Parametrické vyjádření úsečky ($t \in \langle 0, 1 \rangle$)
 $P(t) = P_1 + (P_2 - P_1)t$
- **Průsečík úsečky s hraniční přímkou**
 $t = \frac{\vec{n} \cdot (P_1 - F)}{\vec{n} \cdot (P_2 - P_1)}$
- Váhový vektor: $\vec{w} = P_1 - F$
- Směrový vektor přímky: $\vec{d} = P_2 - P_1$
- $\vec{w} \cdot \vec{n} \neq 0 \rightarrow$ existuje průsečík s hraniční přímkou
- Po ořezání úsečky se upraví
 $t \in \langle t_{min}, t_{max} = 1 \rangle$



Úprava proměnných t_{min} a t_{max} :

1 $t_{min} = 0, t_{max} = 1, \vec{d} = P(1) - P(0)$

2 Pro všechny hranice i (vnitřní normála \vec{n}_i):

1 Pokud $\vec{d} \cdot \vec{n}_i \neq 0$, pak $t = -(\vec{w}_i \cdot \vec{n}_i) / \vec{d} \cdot \vec{n}_i$.

Jinak nemá přímka s touto hraniční přímkou průsečík (konec).

2 Pokud platí:

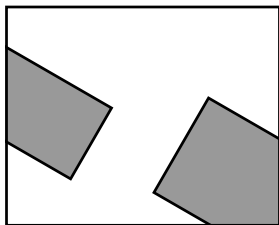
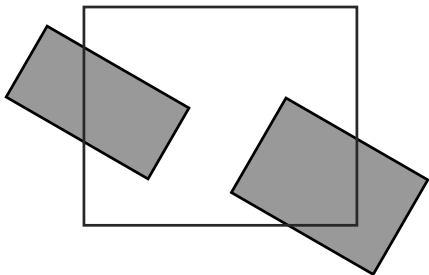
■ $(\vec{d} \cdot \vec{n}_i > 0)$ a zároveň $(t \leq 1) \rightarrow t_{min} = \max(t, t_{min})$

■ $(\vec{d} \cdot \vec{n}_i < 0)$ a zároveň $(t \geq 0) \rightarrow t_{max} = \min(t, t_{max})$

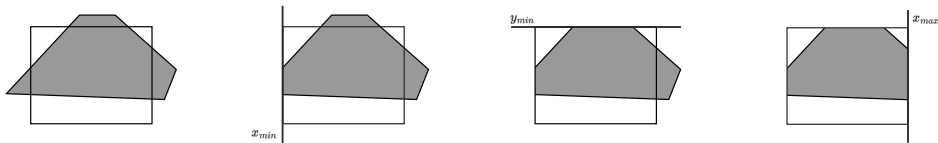
3 Pokud platí $\vec{w}_i \cdot \vec{n}_i < 0$ – úsečka je mimo (konec).

3 Pokud $t_{min} < t_{max}$, pak je výsledkem ořezaná úsečka $P(t_{min})P(t_{max})$

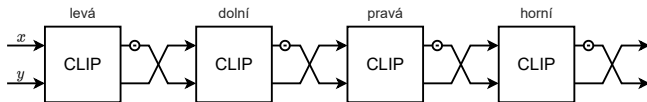
- ořezávání každé hraniční úsečky zvlášť – rozpad oblasti



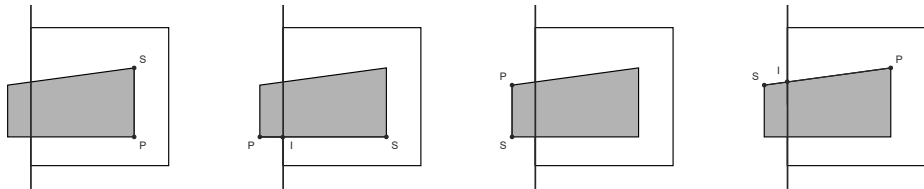
- ořezávání postupně všemi hraničními přímkami



- ořezávání jednou úsečkou a otáčení oblasti



- postupně ořezáváme jednotlivé úsečky polygonu všemi ořezovými přímkami
- zpracováváme vrchol polygonu P , který spolu s předchozím vrcholem S tvoří úsečku



- 1 úsečka je celá uvnitř ořezového okna; P je předán další ořezové přímce ke zpracování
- 2 místo bodu P je předán další ořezové přímce bod I
- 3 nepředáváme další ořezové přímce žádný bod
- 4 předáváme další přímce body I a P

1 bod $S = [x_s, y_s]$ = poslední vrchol polygonu

2 pro vrcholy $P_i = [x_{P_i}, y_{P_i}]$ ($i = 1, \dots, n$):

2a pokud $x_{P_i} > x_{w_{min}}$:

■ pokud $x_s > x_{w_{min}}$:

 přidej P_i další hranici k ořezání

■ jinak:

 vypočti průsečík $I = [x_{w_{min}}, y_s + (x_{w_{min}} - x_s) \frac{y_{P_i} - y_s}{x_{P_i} - x_s}]$.

 předej I další hranici k ořezání

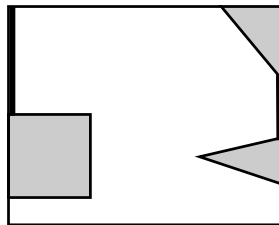
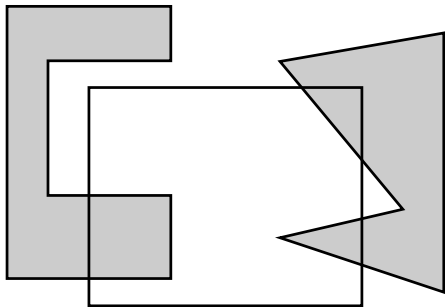
 předej P_i další hranici k ořezání

2b jinak pokud $x_s > x_{w_{min}}$

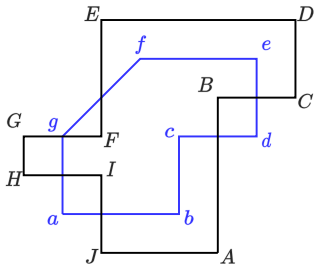
■ vypočti průsečík $I = [x_{w_{min}}, y_s + (x_{w_{min}} - x_s) \frac{y_{P_i} - y_s}{x_{P_i} - x_s}]$.

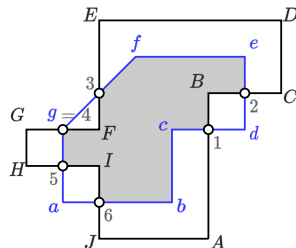
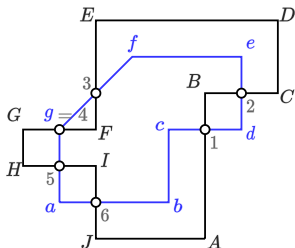
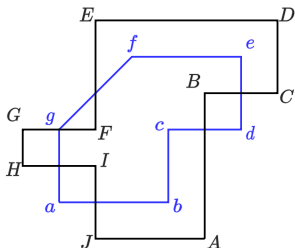
■ předej I další hranici k ořezání

2c aktualizuj S jako P_i

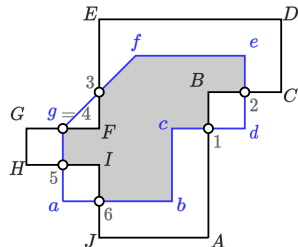
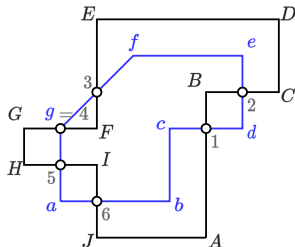
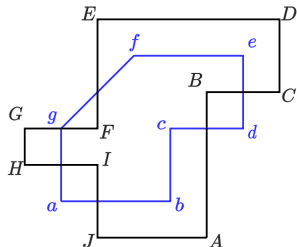


- ořezávání nekonvexním oknem
- okno i polygon – seznam orientovaných uzavřených posloupností hran tvořících hranici
- **okno**: $a - b - c - d - e - f - g$ (seznam W)
- **polygon**:
 $A - B - C - D - E - F - G - H - I - J$
(seznam P)





- 1** $H \leftarrow$ průsečíky mezi hranicemi polygonu a okna
- 2** zařaď průsečíky mezi vrcholy v seznamech P a W a propoj obousměrnými ukazateli
- 3** dokud H není prázdný opakuj:
 - 1** vyjmi průsečík ze seznamu H .
 - 2** přejdi do seznamu P nebo W
 - 3** dokud není uzavřen tah návratem do výchozího průsečíku opakuj:
 - přidej na výstup všechny vrcholy ze seznamu (P nebo W), které jsou před dalším průsečíkem
 - přejdi do druhého seznamu (P nebo W)



Výsledek: 1 - B - 2 - e - f - 3 - F - 4 - 5 - I - 6 - b - c - 1