PB001: Úvod do informačních technologií

Luděk Matyska

Fakulta informatiky Masarykovy univerzity

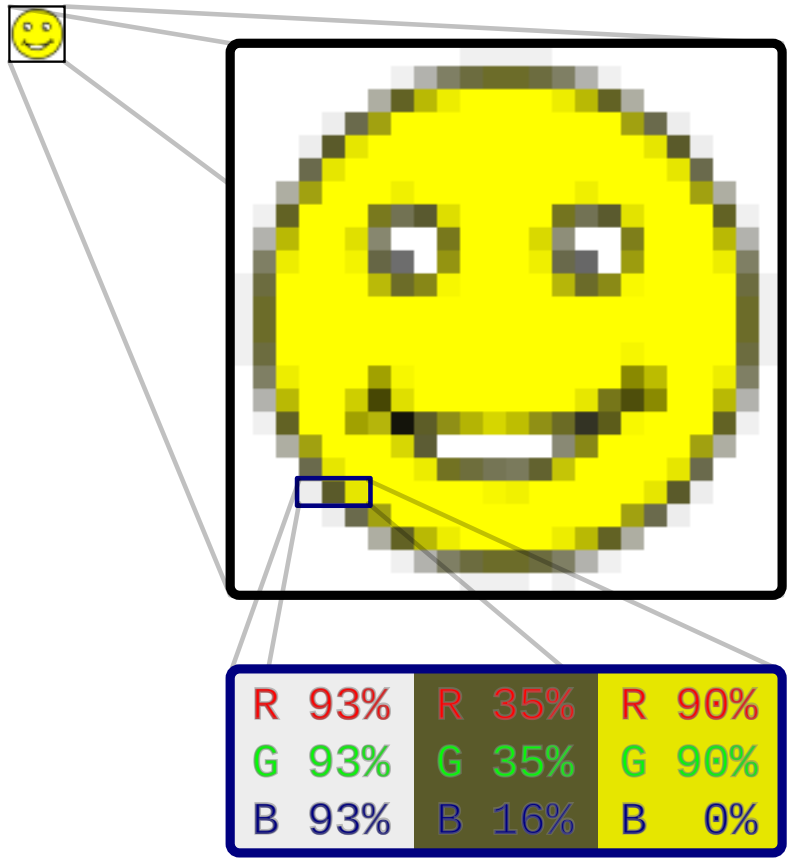
podzim 2013

Obsah přednášky

1. Rastrové displeje a algoritmy
2. Modely a modelování
3. Renderování
4. Renderování na GPU

Rastrový obraz

- obraz je 2D pole pixelů = obrazových bodů
- barva každého pixelu je definována **b** bity, tzv. barevná hloubka
  - 1 bit: černobílý obraz
  - barevný obraz: 8, 15, 16, 24 (True Color), až 96 bitů



Technologie displejů

CRT

- tři svazky elektronů jsou urychlovány a cíleny na lumiforovou vrstvu s RGB oblastmi

LCD

- organické molekuly uložené mezi dvěma polarizačními filtry s kolmými osami polarizace
- v klidové poloze polarizují světlo o 90° a umožňují jeho průchod.
- v excitované poloze nepolarizují a pixel se jeví jako nerozsvícený
- nevydává světlo: vyžaduje podsvícení, či reflexní vrstvu

Technologie displejů

Plazmové displeje

- plyn uzavřený v malých buňkách (3 na pixel) je excitován el. polem a vydává UV záření
- UV záření dopadá na fosfor uvnitř buňky a ten vydá viditelné světlo.

OLED

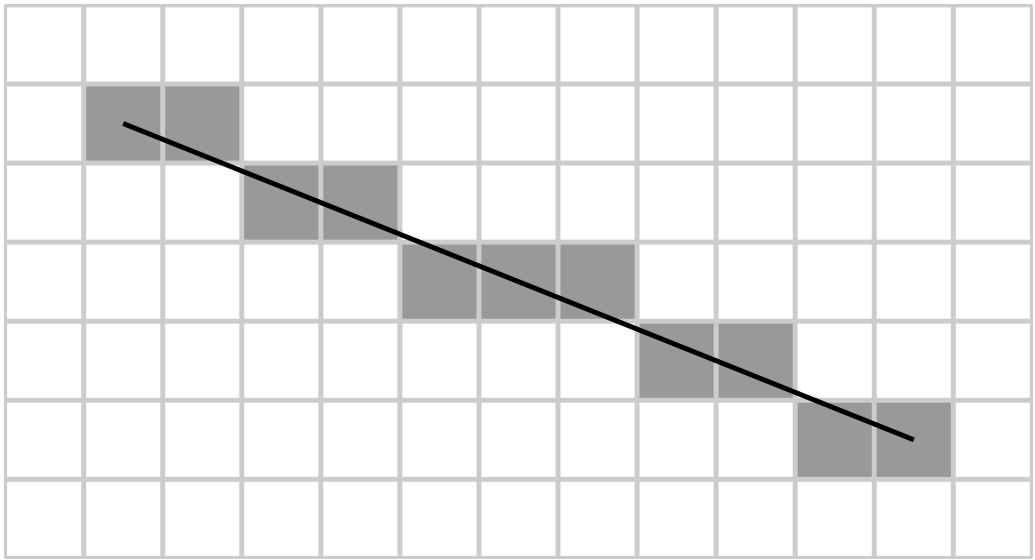
- několik vrstev organického materiálu uložených mezi anodou a katodou
- při průchodu el. proudu organickým materiálem dochází k emisi viditelného světla
- aktivní zdroj světla (nepotřebuje podsvícení), ohebné

Dotykové displeje

- spojení obrazového výstupu a hmatového vstupu

Rastrová konverze úseček

Cíl: převedení spojité úsečky do rastrové reprezentace.



Podél dané úsečky se v krocích po ose x počítá nejbližší pixel v ose y.

- výpočet v pomocí round() v každém kroku je neefektivní
- inkrementální výpočet: Bresenhamův algoritmus

Výplň ploch

Cíl: obarvení všech pixelů v dané oblasti.

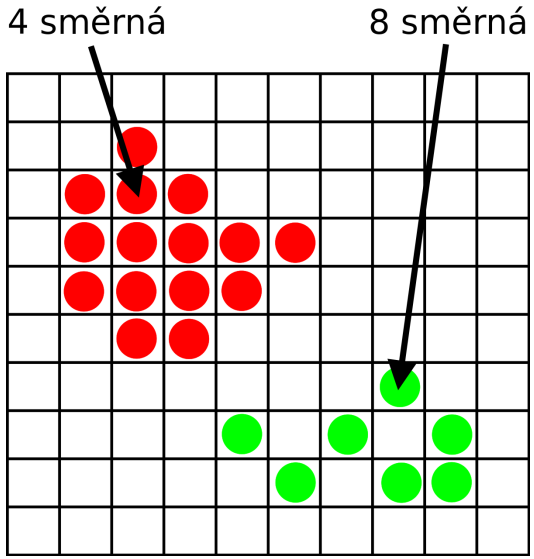
Možné definice oblastí:

- všechny pixely dané barvy
- všechny pixely v dané vzdálenosti od pixelu
- oblast definovaná polygonem

Definice sousedního pixelu:

- 4-směrná: společná hrana
- 8-směrná: společná hrana, či vrchol

Pixelově definované oblasti:



Výplň polygoniální oblasti

Záplavové vyplňování:

- zvol jeden pixel uvnitř oblasti
- rekurzivně obarvuj sousedy

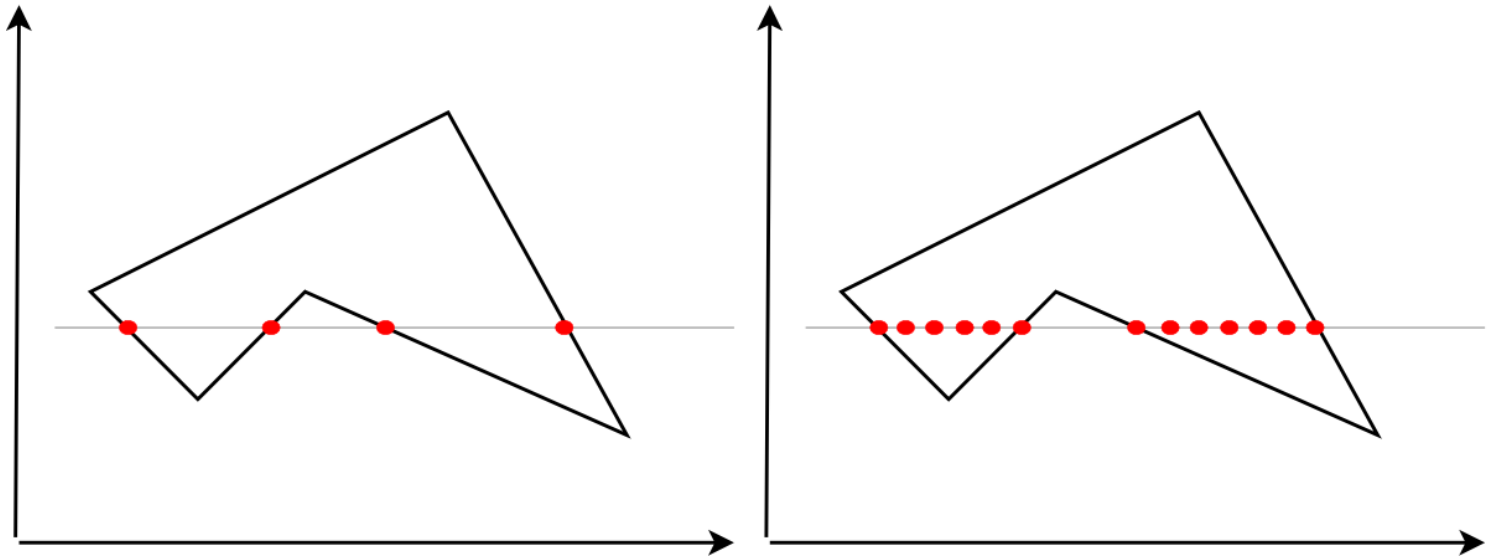
Řádkové vyplňování:

- rekurze probíhá po sousedících řádcích, ne pixelech
- výrazně efektivnější

Výplň polygoniální oblasti

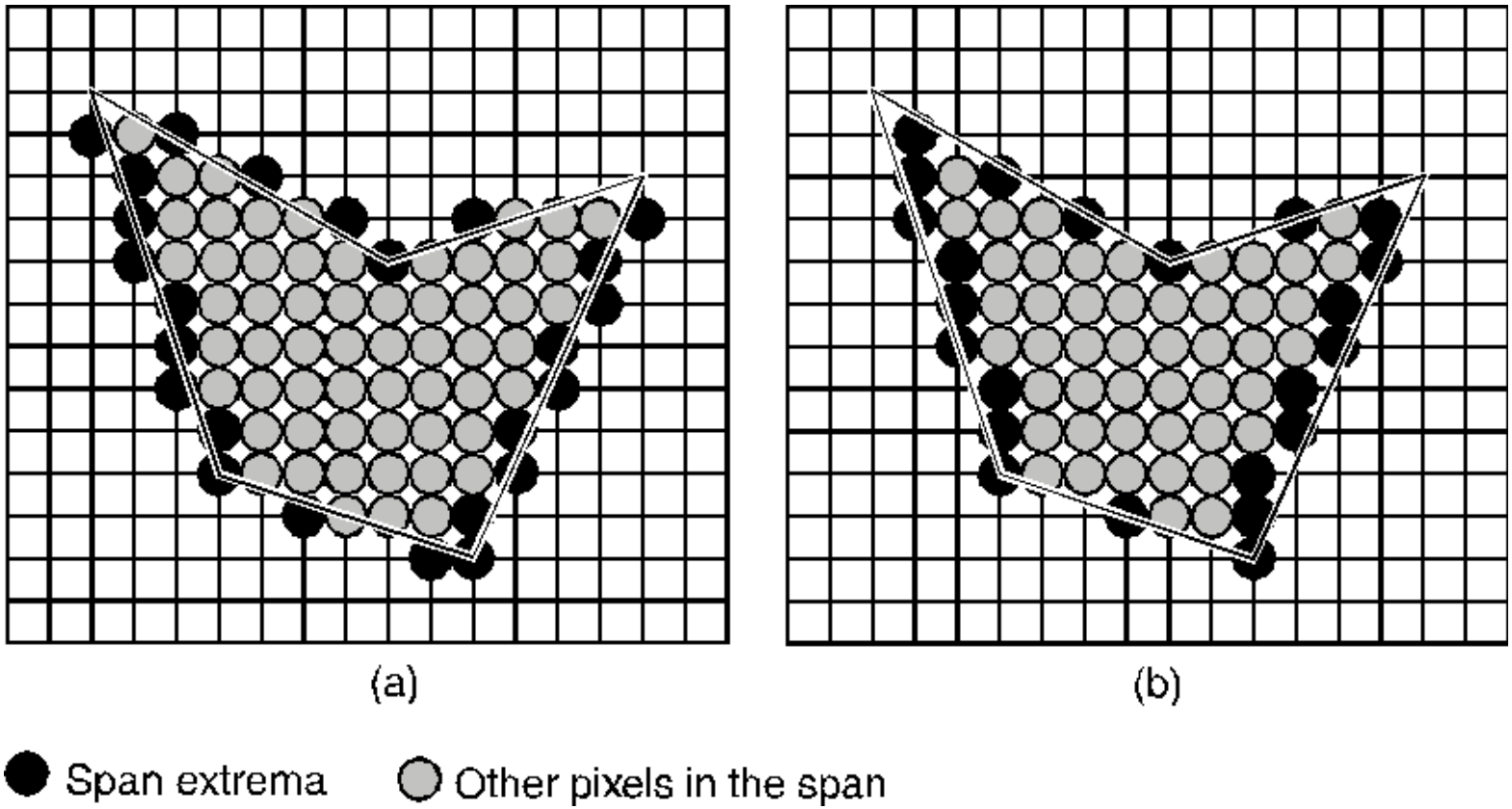
Paritní vyplňování:

- najdi průsečíky řádky s polygonem
- seřaď podle polohy na ose x
- vybarvi sudé úseky



Výplň polygoniální oblasti

Nejednoznačnost hranice a tedy i výplně:



Antialiasing

Převodem spojitého obrazu na diskrétní rastrovou reprezentaci vznikají chyby:

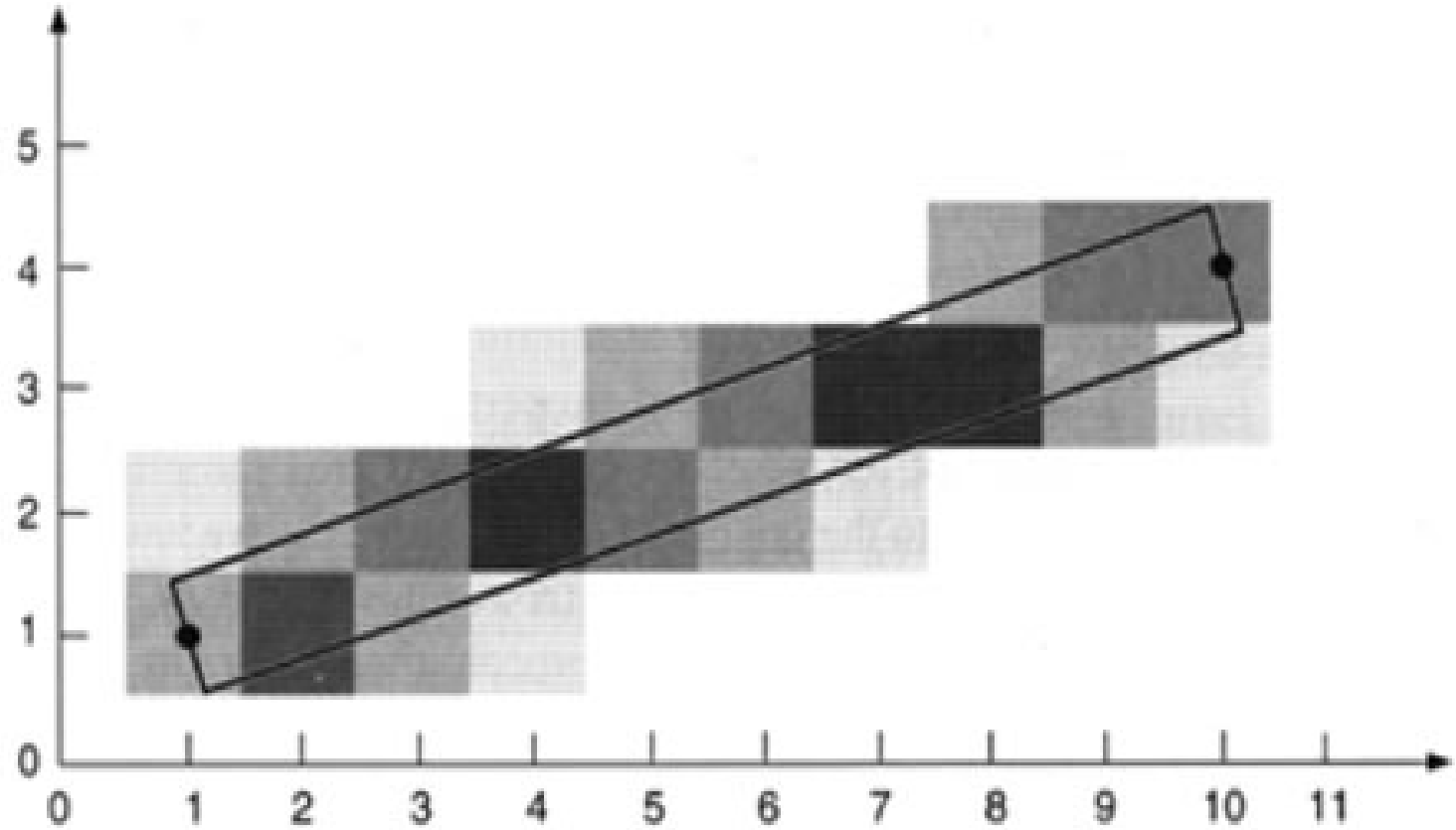
- ztráta detailu
- vznik nežádoucích artefaktů
- rozpad tvaru

Řešení:

- zvýšené rozlišení
- předfiltrování
- postfiltrování

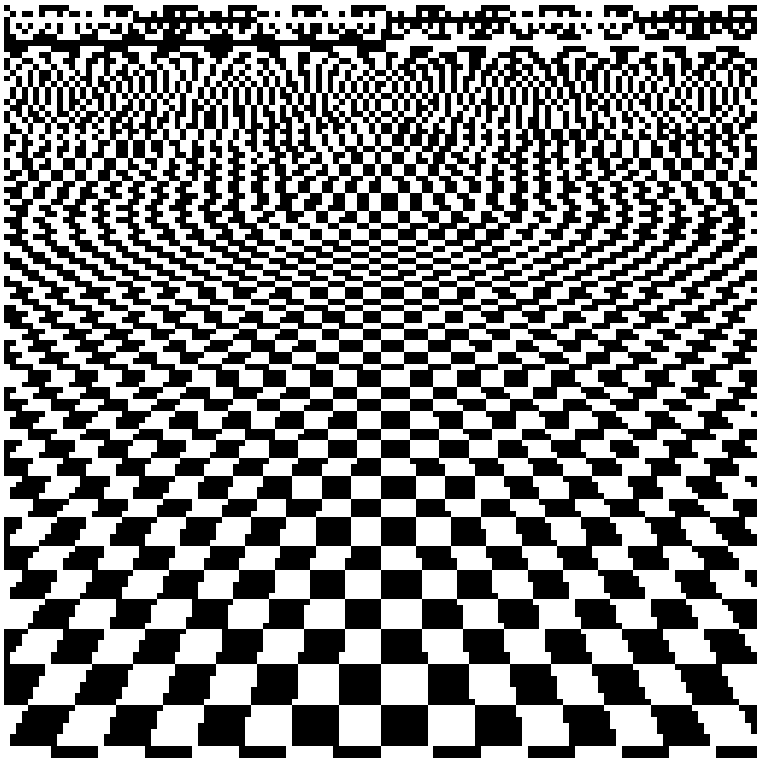
Antialiasing: předfiltrování

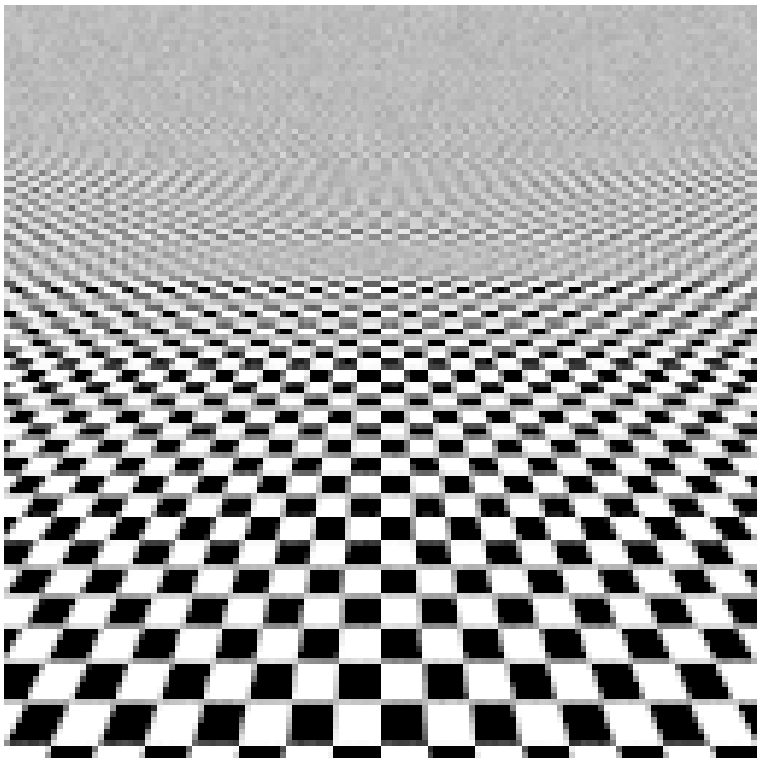
- aplikuje se během rasterizace
- každému pixelu je nastavena intenzita poměrně k velikosti plochy, kterou je zakrýván rasterovaným objektem



Alias: rozpad tvaru

Zvýšené rozlišení (supersampling): obraz je vykreslen ve větším rozlišení a následně zmenšen.





Rasterizace písma

Bez antialiasingu:

sample

Antialiasing:

sample

Antialiasing a hinting = předpočítané parametry pro daný font a rozlišení:

sample

Modely a modelování

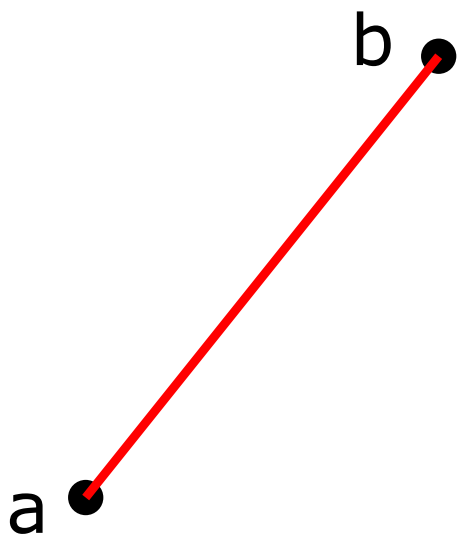
Cíl: popsat „co je na obraze“

- ze základních primitiv se skládají komplexní tvary
- 2D – vektorová grafika
  - úsečka, křivka, elipsa/kužnice, mnohoúhelník...
- 3D – popis povrchů
  - 2D objekty s obsahem, parametrické plochy, spojování plátů...

Parametrické křivky

úsečka

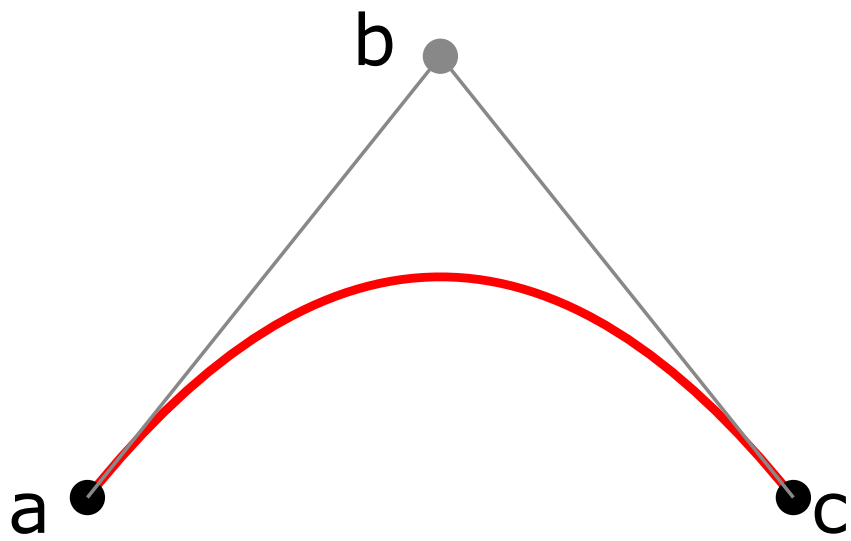
- koncové body **a**,**b**



$$\mathbf{p(t) = (1 - t)a + tb}$$

Bezierova křivka

- koncové body **a**, **c**
- řídící bod **b**

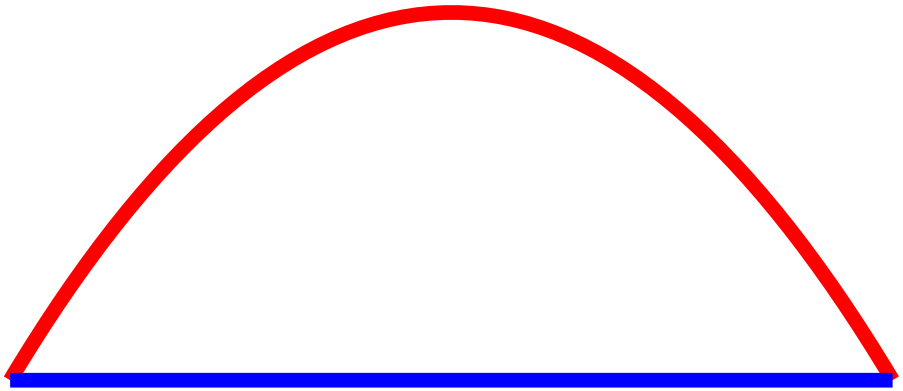


$$\mathbf{p(t) = (1 - t)^2 a + 2t(1 - t)b + t^2 c}$$

Parametrické křivky – příklad

Scalable Vector Graphics (SVG)

```
<path d="M50,300 Q200,50 350,300" fill="none"
  stroke="red" stroke-width="5"  />
<path d="M50,300 L350,300" fill="none"
  stroke="blue" stroke-width="5" />
```

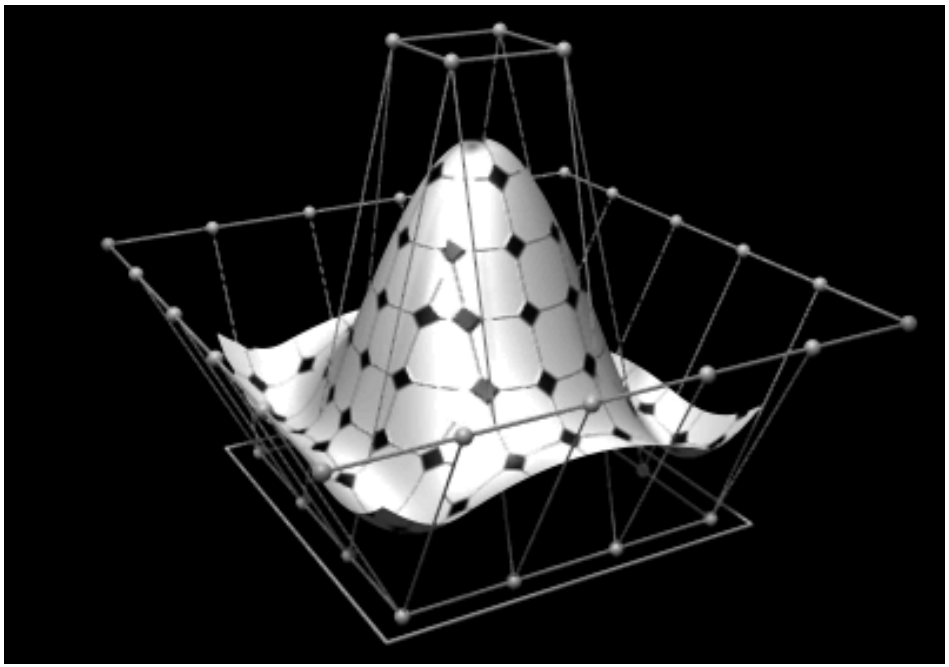


Parametrické plochy

- umožňují popis hladkých zakřivených povrchů
- vhodné pro průmyslový design

Možnosti definice:

- okrajovými křivkami
- polygonovou sítí



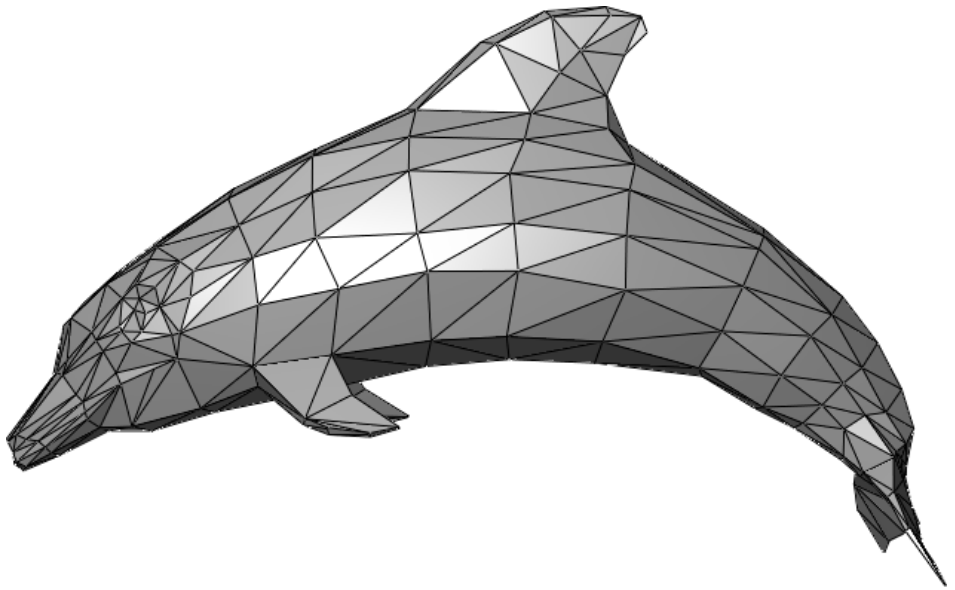
Polygonové modely

Polygonový model:

- tvar je složen z konvexních 2D primitiv
- dvoj-, troj- mnohoúhelníky (polygony)
- snadné vykreslení

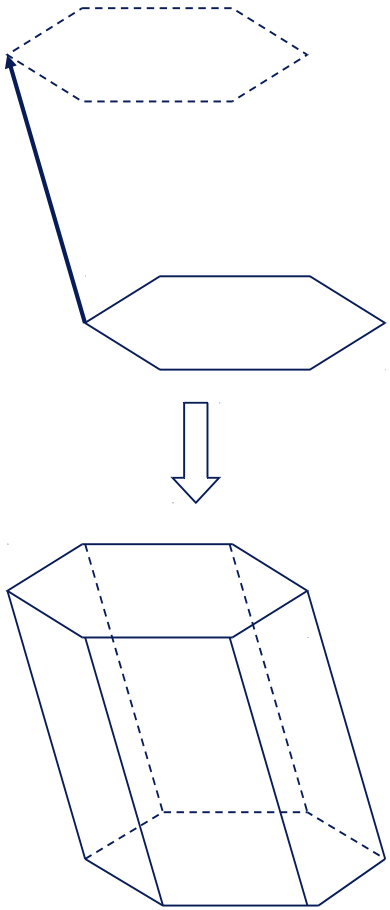
Techniky úprav povrchové sítě:

- tažení (extrudování) povrchu
- rotace profilu kolem osy
- zjemnění a deformace sítě
- konstruktivní geometrie těles

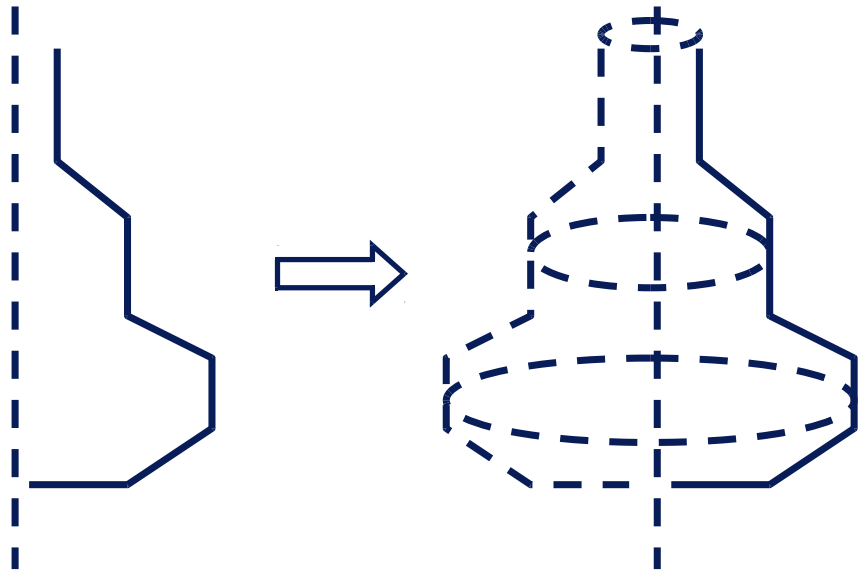


Vytváření polygonových modelů

Tažení povrchu



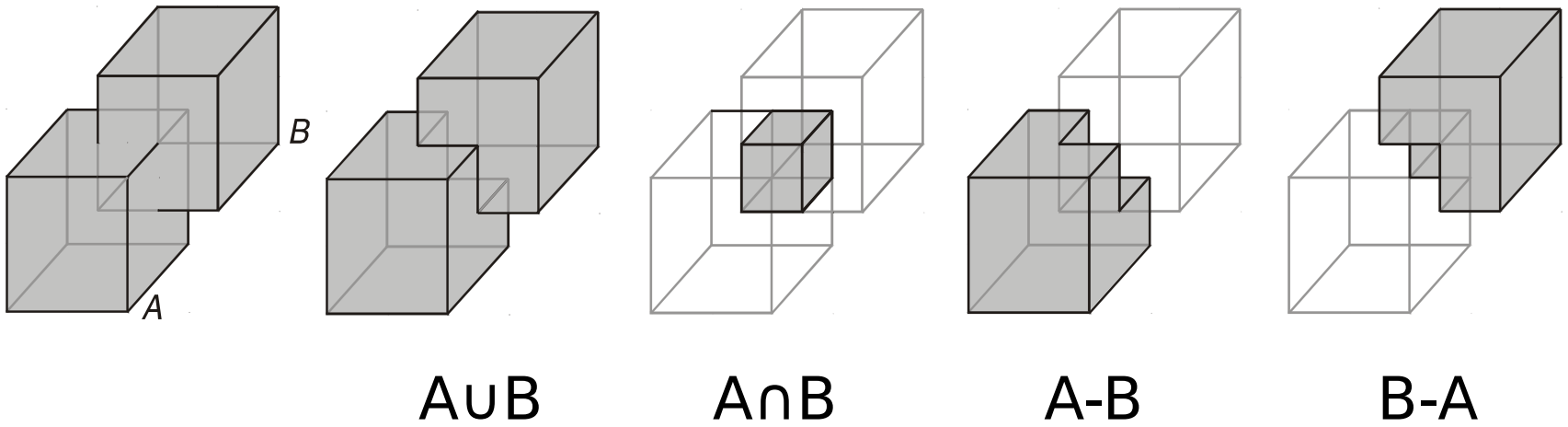
Rotace



Konstruktivní geometrie těles

Komplexní objekty jsou z jednodušších vytvářeny pomocí boolských operací:

- sjednocení
- průnik
- rozdíl

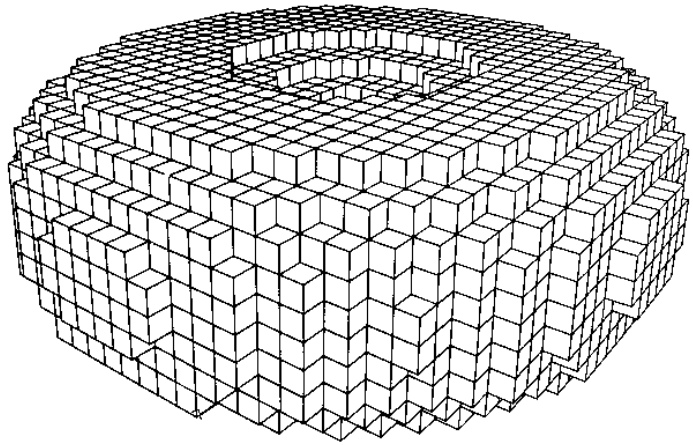


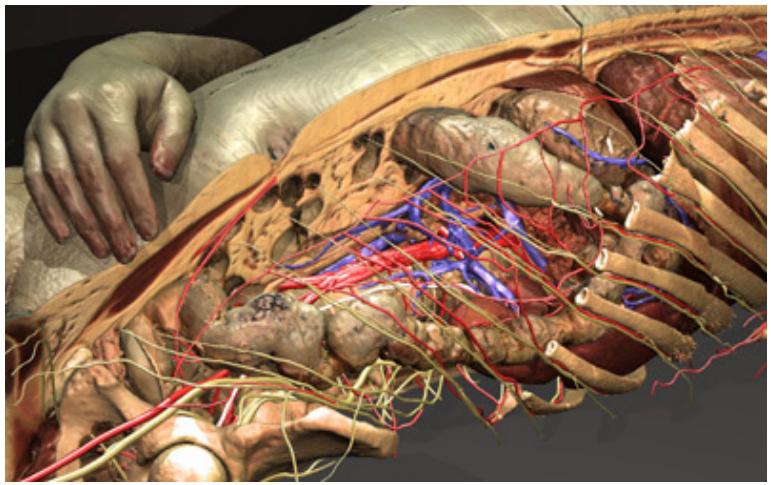
Objemové modelování

- prostor uniformně rozdělen na voxely
- voxely mají různou barvu, průsvitnost. . .

Aplikace:

- zobrazení medicínských dat
- objem zadáván po řezech
- možnost selektivního zobrazení





Renderování

Cíl: vytvoření obrazu na základě modelu.

Popis scény:

- geometrie objektů
- osvětlení
- textury
- směr pohledu
- stínování

Popis scény

Geometrie objektů

- polygonové/parametrické modely
- úroveň detailu a počet objektů ovlivňují výpočetní náročnost

Osvětlení

- popis zdrojů světla a jejich vlastností
- různé modely šíření světla

Stínování

- úprava úrovně jasu povrchu v závislosti na osvětlení
- pomocí stínů vnímáme hloubku, tvary...

Textury

Technika přidání detailu na povrch modelu.

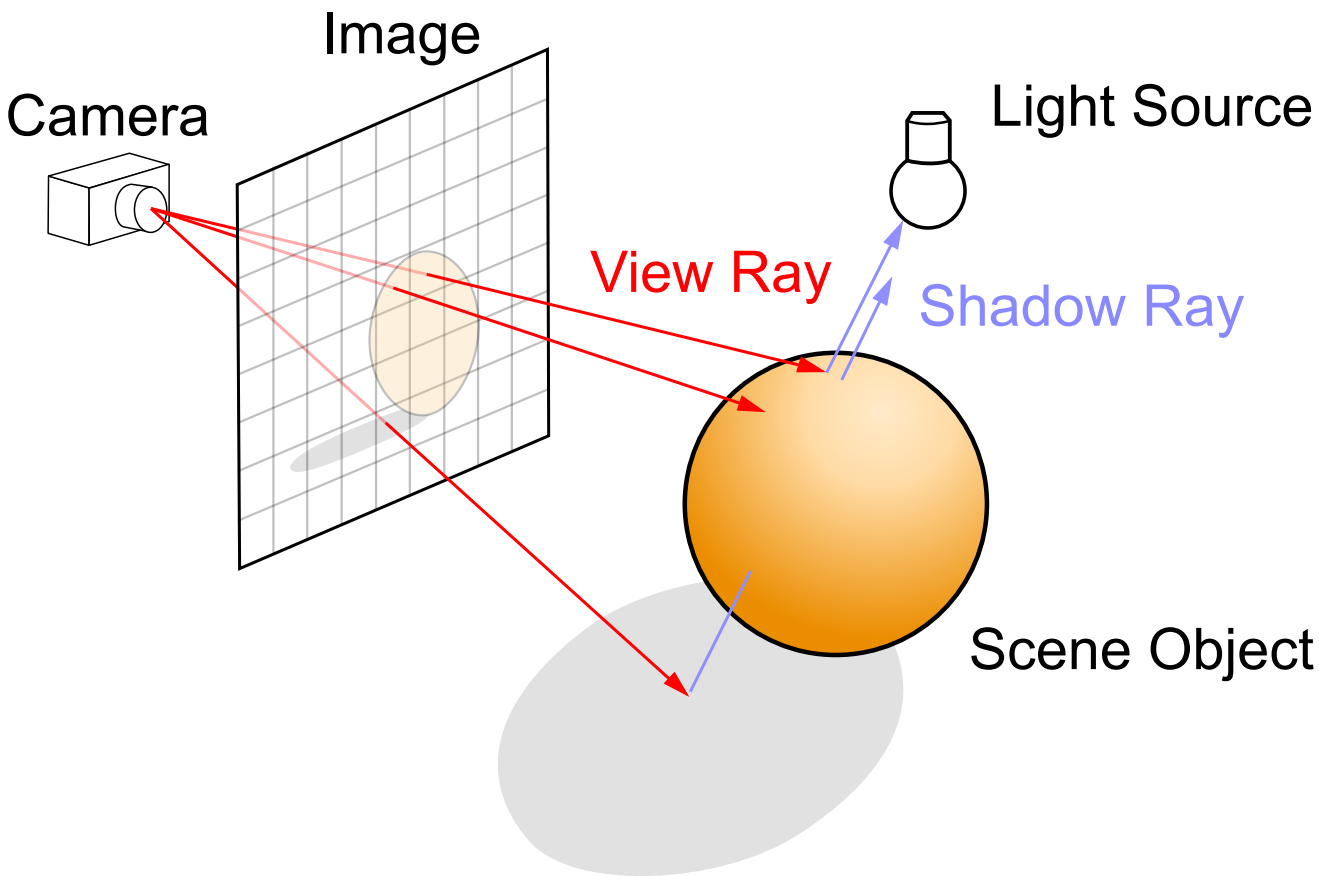
- určuje optické vlastnosti materiálu objektu
  - barva, průsvitnost, lom světla, ...
- přidává detailní změny geometrie
  - normálové mapy (výstupky)
- na jeden povrch je možné aplikovat více textur

Textury

- rasterové
  - rasterový obraz je mapován („natažen“) na povrch
  - výsledek je ovlivněn rozlišením textury a použitou interpolací
- procedurální
  - vlastnosti pixelů povrchu jsou zadány funkcí
  - vyžaduje programovatelný HW
  - dobře škáluje na výsledné rozlišení obrazu

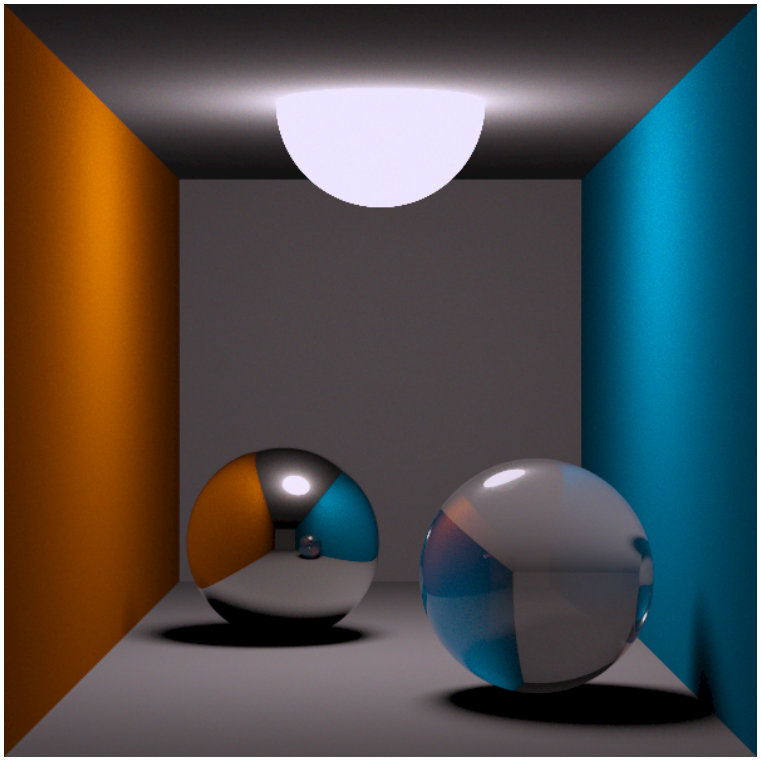
Zpětné sledování paprsku (Raytracing)

- sleduje cesty paprsků z oka do zdrojů světla
- daný stupeň odrazů
- umožňuje stínování, lesklé povrchy...



Distribuované sledování paprsku

- každý paprsek nahrazen svazkem paprsků
- výsledkem je průměr získaných hodnot
- umožňuje hloubku ostrosti, měkké stíny...



Renderování na GPU

Renderování v reálném čase:

- nižší nároky na kvalitu, důležitý výkon (25 fps)
- rasterizace místo raytracingu
  - geometrie transformována do 2D
  - určeny viditelné trojúhelníky
  - převedení na pole pixelů

Programovatelné GPU

- novější generace GPU umožňují obecnější výpočty
- komplexnější per-pixel efekty (bump mapy, shadery)
- možné využít GPU i mimo jednoduchou rasterizaci (raytracing, konverze videa, vědecké výpočty. . .)

Vývoj práce s GPU

Statické API (application programming interface)

- pevně dané množina funkcí
- abstrakce od konkrétního HW
- OpenGL 1.0, DirectX do verze 7

Programovatelné shadery

- umožňují vytváření jednoduchých procedur vykonávaných na GPU
- OpenGL 2.0, DirectX 8 a výše

GPGPU (General-purpose computing on graphics processing units)

- další rozšíření programovatelnosti GPU
- grafická karta jako stream procesor
- OpenCL, CUDA,...