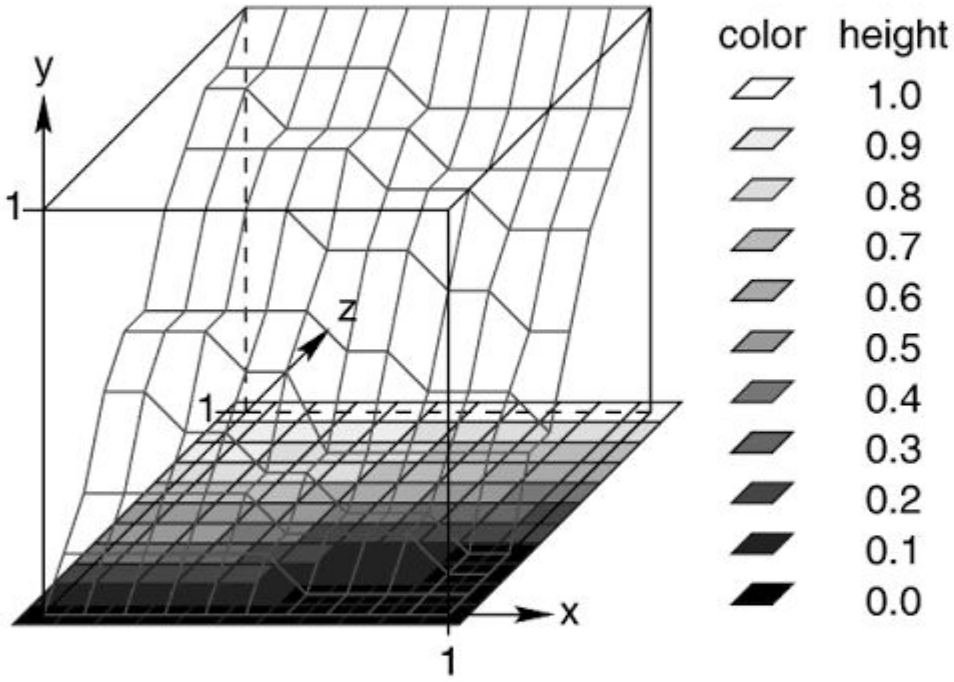
Ray tracing výškových polí

Zuzana Štětinová

Co je výškové pole

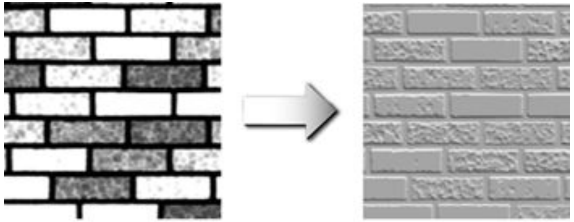
- 2,5D struktura
- Typicky uniformní mřížka se vzorky vzdálenosti od roviny
- Zobrazení
    - Ve stupních šedé (256)
        - Bílá - nejvyšší
        - Černá - nejnižší
    - Barevné (256^3 - 256^4)
        - Více možných výšek
        - Možné použít RGBA



Aplikace výškových polí

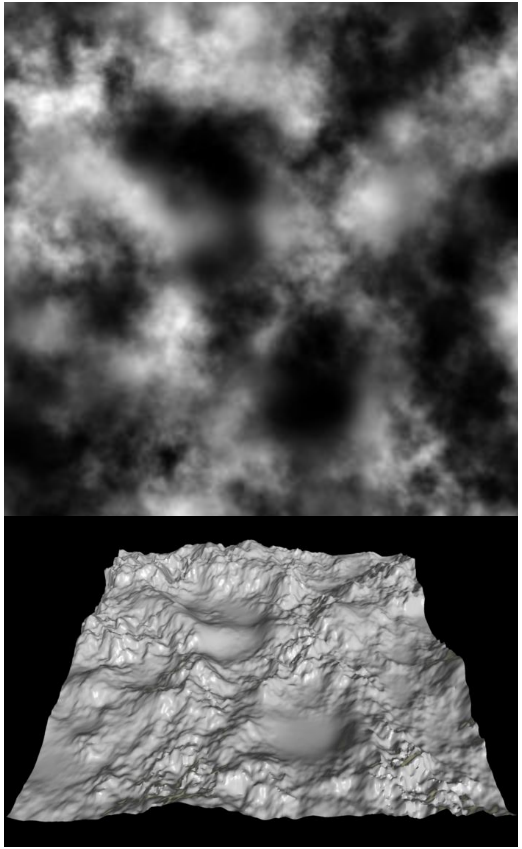
Použití

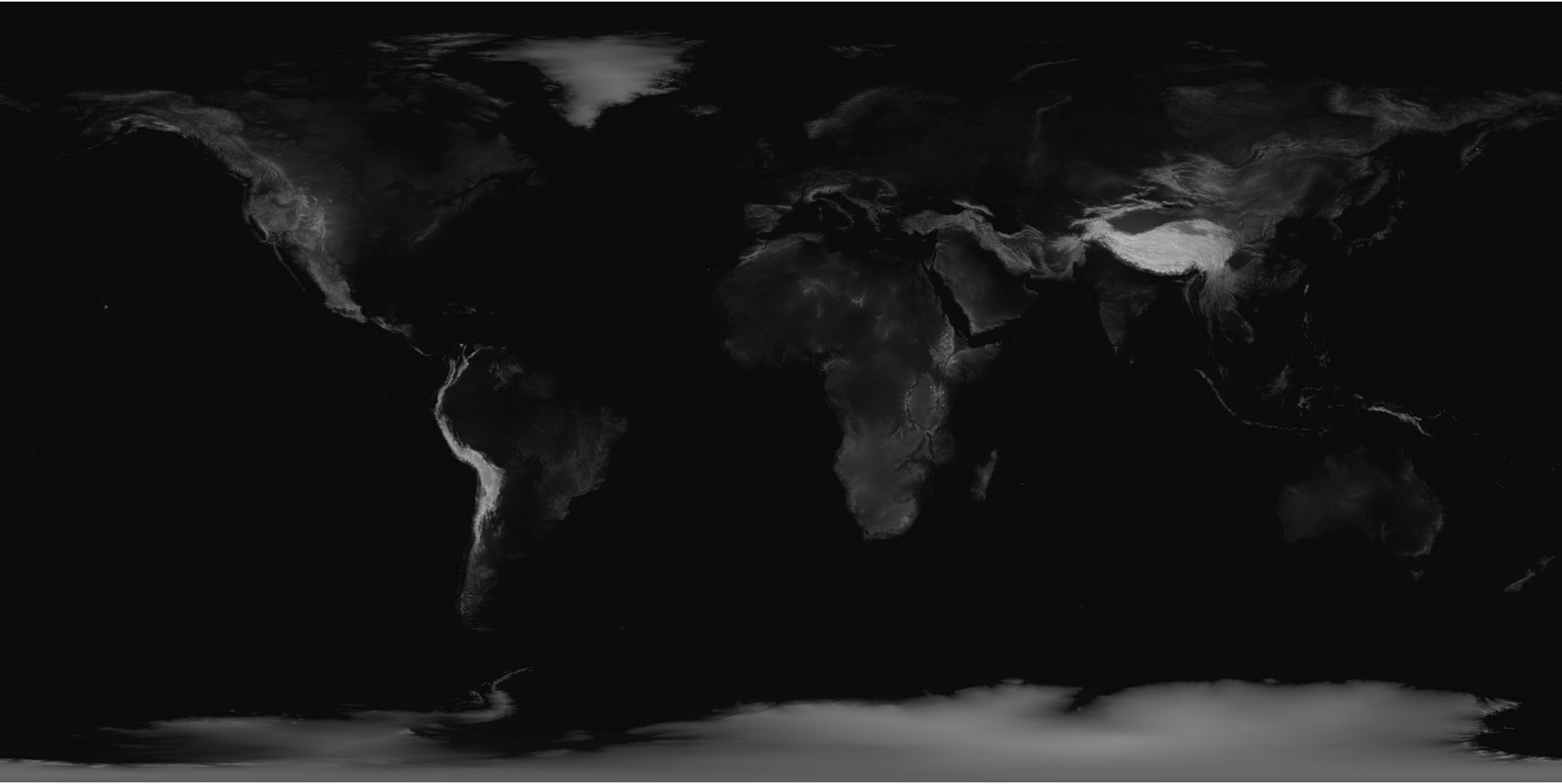
- Bump mapping
- Displacement mapping
- Terén



Reálné aplikace

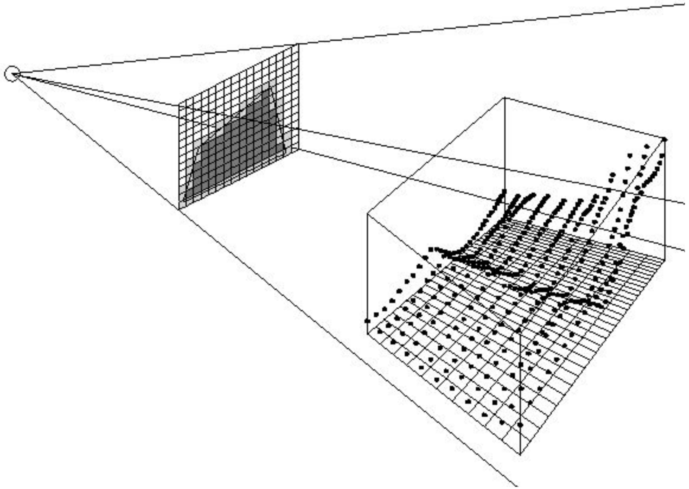
- Geografické informační systémy
- Vědecké vizualizace
- Speciální efekty
- Hry, filmy...





Současné přístupy k renderování

- Konverze do alternativní reprezentace
  - Do polygonové sítě
  - Do množiny bodů
  - Do objemové reprezentace
  - Pro využití HW rendereru
- Přímé renderování pomocí ray tracingu



Výhody a nevýhody použití ray tracingu

Výhody

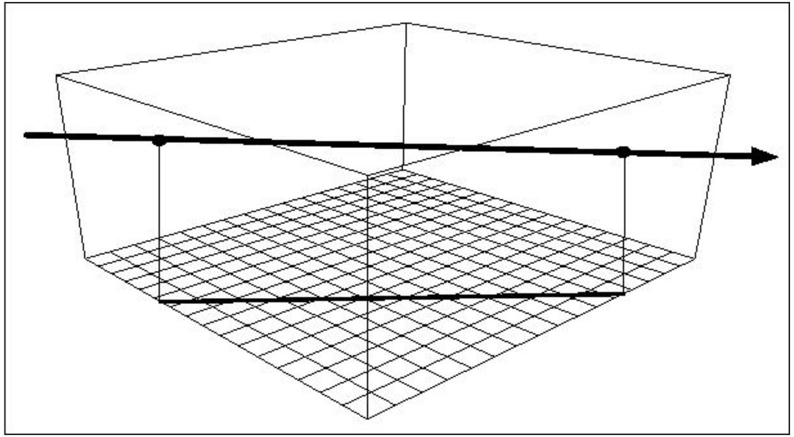
- Stručnější reprezentace
- Výpočetní výhoda
- Informace o struktuře

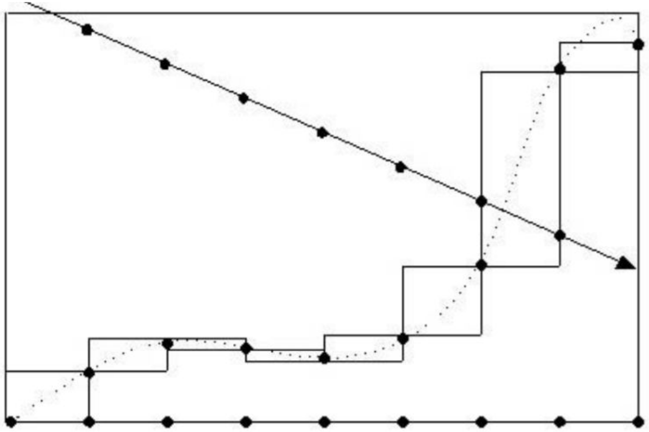
Nevýhody

- HW podporující přímo stále v začátku vývoje

Úvod

- Podmínka existence: průsečík s BB
- Promítnutí
- Iterativní průchod 2D rovinou
  - Např. DDA, či algoritmus středního bodu
- Při průchodu - průsečík proti sousední množině vzorků výšky

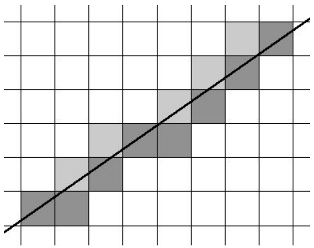




Složitost

- Algoritmus založený na buňkách - O(n)
  - n - počet buněk v dráze paprsku
- Algoritmus založený na úsecích O(n/r)
  - n - počet buněk v dráze paprsku
  - r - průměrná délka paprsku
  - Dráha paprsku - kolekce úseků pro buňku
    - Cena stejná jako buňky

Průchod paprsku



- Předpoklady: paprsek v souřadném systému výškového pole
- Dráha paprsku
  - $y = \alpha x + \beta;\ \alpha, \beta \in \mathbb{R}$
- Použití principů digitální přímky

Pro popis

- $y = \alpha x$
- průsečík v [0,0]

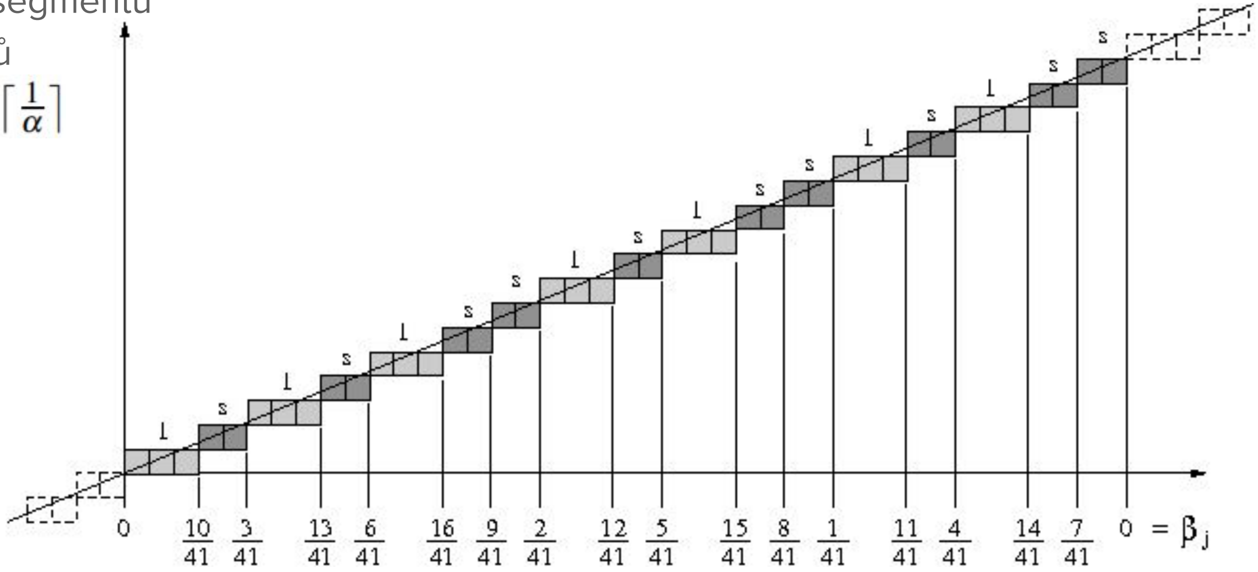
Hledání úseků

- Úsek definován délkou a počátečním bodem (x_j, i_j)
- Přímka - uspořádaná množina délek úseků
  - $(x_{j+1}, y_{j+1}) = (x_j + r_j, y_j + 1)$

Paprsek - segmenty a sklon

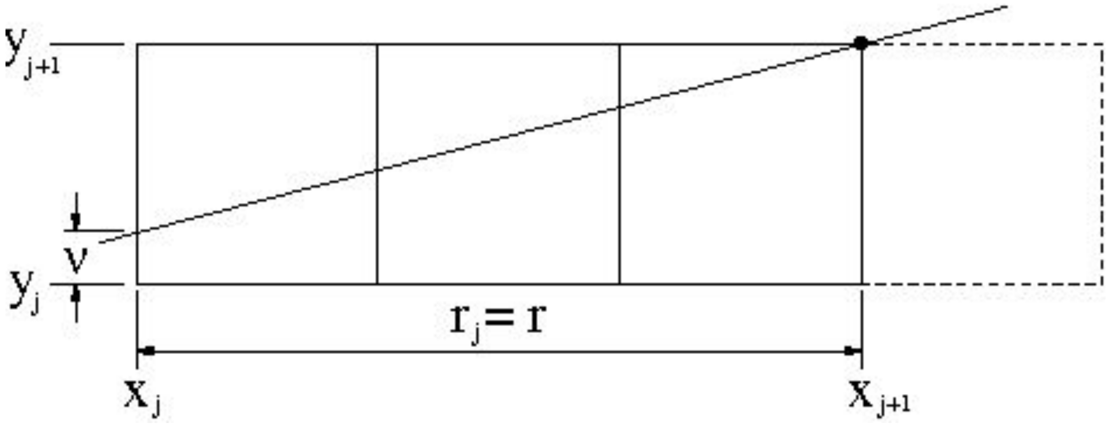
- Racionální - umožňuje opakování
- $\alpha = \frac{\delta y}{\delta x}$
  - δx - počet buněk v segmentu
  - δy - počet segmentů
- Krátké $\lfloor \frac{1}{\alpha} \rfloor$ a dlouhé $\lceil \frac{1}{\alpha} \rceil$
  - *lslslsslslsslslss*
- $\beta_j = \alpha x_j - y_j$
  - $0 \leq \beta_j < 1$
- $\beta_{j+1} - \beta_j = \alpha r_j - 1$

$$y = \frac{17}{41}x.$$



Geometrie průniku úseku a přímky

- Přímka protíná koncový bod krátkého úseku
  - $(x_{j+1}, y_{j+1}) = (x_j + r, y_j + 1)$; $r_j = r$; $\beta_{j+1} = 0$
  - Pozice kritická pro rozhodování o délce
    - Pod ➔ $\beta_j \geq v$ ➔ dlouhý
    - Nad ➔ $\beta_j < v$ ➔ krátký
- $v = 1 - \alpha r$
- $\mu = \alpha - v = \alpha(r + 1) - 1$



Výpočet další hodnoty

- Po krátkém:
  - $\beta_{j+1} - \beta_j = -v$
- Po dlouhém
  - $\beta_{j+1} - \beta_j = \alpha(r + 1) - 1 = \mu$

Oříznutí začátku

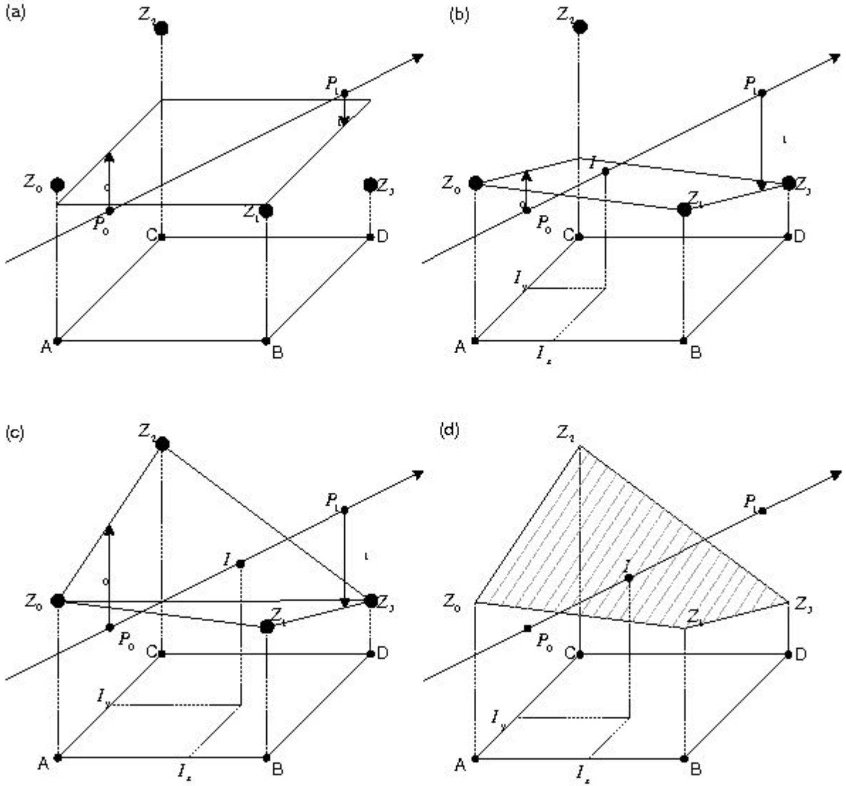
- Počáteční bod paprsku - $(x_0, y_0 + \beta)$
- Pro první úsek, který má být zkrácen jeho délka musí být menší než u krátkého úseku, tj. $r_0 < r$
- Určující poloha spojité přímky pro zkrácení:
  - Přímka protíná bod $(x_0 + r - 1, y_0 + 1)$
  - $\beta \geq 1 - (r - 1)\alpha = \alpha + \nu$
- Pokud je zkrácen - potřeba výpočtu délky a hodnoty první posloupnosti

$$\Delta r = \left\lfloor \frac{\beta - \nu}{\alpha} \right\rfloor$$

$$r_0 = \left\lceil \frac{1-\beta}{\alpha} \right\rceil = r - \Delta r$$

- $\beta_1 = (\beta - \nu) - \Delta r\alpha$

Rekonstrukce povrchu



(a) Rovina z 1 vzorku
(b) Rovina ze 3 vzorků
(c) 2 trojúhelníky
(d) interpolace bilineárního povrchu

Měření

- Výhoda použití úsekového algoritmu pro procházení paprskem oproti buňkovému proto silně závisí na orientaci výškového pole k paprsku
- Průměrné zrychlení 125 %
- Dle délky úseku
    - ≂ 1 ➔ žádné zlepšení
    - ≂ 2 ➔ 110 %
    - ≂ 25 ➔ 180 %

Děkuji za pozornost