

Generovanie terénu

Prečo vytvárať terén?

- Filmový priemysel – (napr. neexistujúce krajiny či ťažko prístupné pre nakrúcanie)
- Geografické informačné systémy
- Počítačové hry, virtuálna realita
- Fyzikálne simulácie – (záplavy, erózia, zemetrasenie, atď.), geológia
- Letecké simulátory
- Modely terénu pre ďalšie použitie
 - Vojsko
 - Regionálne plánovanie

Metódy pre generovanie terénu

- Založené na fraktáloch:
 - rýchle, nevyžadujú vstupné dáta
 - geometrické či procedurálne postupy
 - nedostatočne realistické
- Založené na frakt. a fyzikálnych postupoch:
 - využívajú simuláciu vodnej a tepelnej erózie
 - využívajú predvypočítanú sieť vodných tokov
 - realistické

Metódy pre generovanie terénu

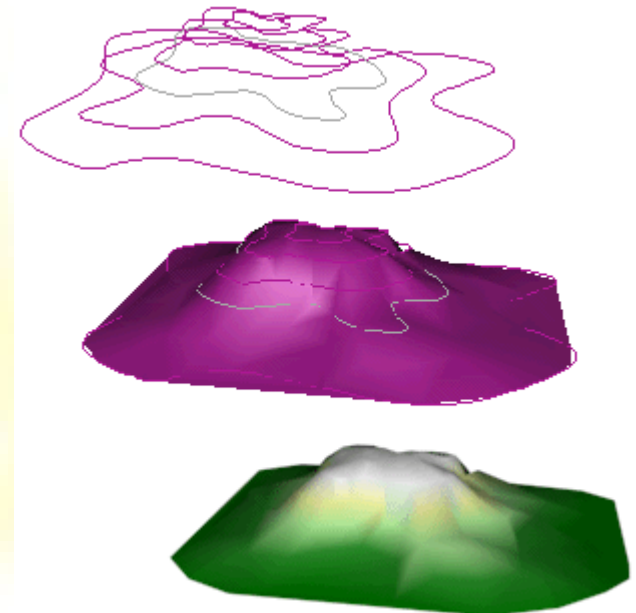
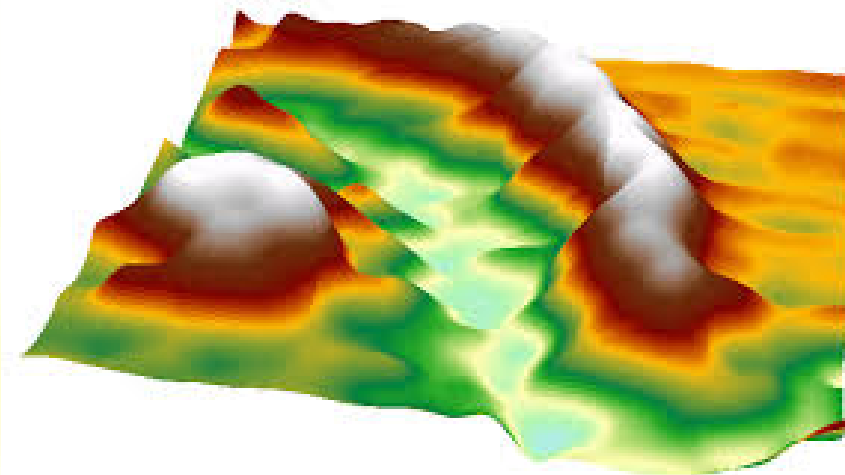
- Založené len na fyzikálnych postupoch:
 - môžu byť veľmi komplexné
 - využívajú simuláciu vodnej a tepelnej erózie napr. pomocou vektorových polí
 - nie sú interaktívne
 - sú realistické
- Deformačné
 - využívajú 2D konvolúciu na deformovanie existujúceho povrchu
- Vytvárané umelcami
 - využívajú metódu pokus/omyl

Metódy pre generovanie terénu

- Pomocou explicitných, parametrických funkcií a splajnov v 3D
- Pomocou výškových máp s následným použitím interpolácie či vyhladenia
 - dopredu dané (napr. získané GPS súradnice)
 - vytvorené náhodne (šumy, turbulencie, ...)
- Pomocou rôznych fraktálnych algoritmov
 - metóda presúvania stredného bodu
 - metóda diamant-štvorec
 - Fourierova syntéza
 - Brownov pohyb a multifraktály

Využitie funkcií a splajnov

- Modelovanie plôch pomocou explicitných funkcií:
$$f(x,y) = \exp\left(\frac{1}{4} \frac{1}{b-a} \frac{1}{x-a} \frac{1}{b-x}\right) \cdot \exp\left(\frac{1}{4} \frac{1}{d-c} \frac{1}{y-c} \frac{1}{d-y}\right)$$
na intervale $\langle a, b \rangle \times \langle c, d \rangle$
- Modelovanie pomocou splajnov
- Plochy vytvorené geometrickou transformáciou – rotačné, translačné, ...



Využitie funkcií a splajnov

- Štvorcová sieť (pravidelná, nepravidelná):
 - interpolačné splajny (kardinálny, kubický splajn, ...)
 - aproximačné splajny (B-splajn, Bézierova záplata, ...)
- Nepravidelná sieť bodov:

Globálne funkcie:

- metódy radiálnych bázických funkcií (tenkostenný splajn, Hardyho multikvadriky, ...)
- metóda najmenších štvorcov

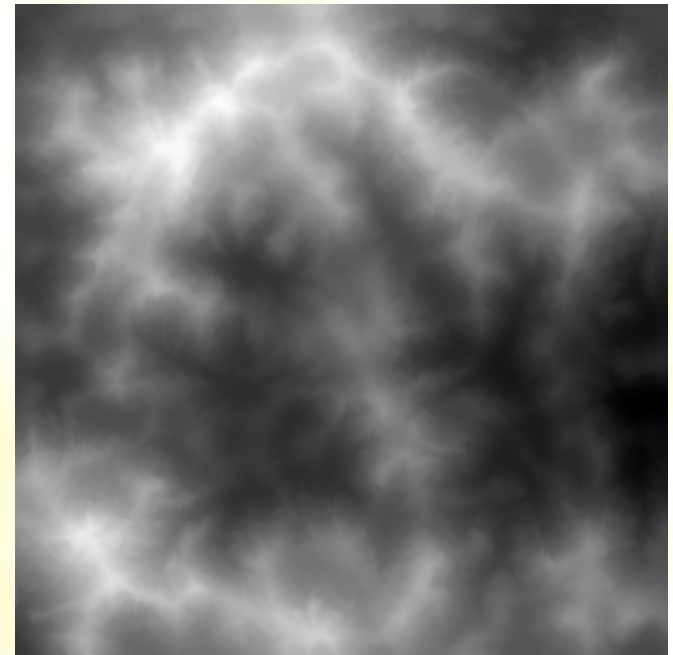
Lokálne funkcie:

- Powel-Sabin, Clough-Tocher (delenie trojuholníkovej siete)
- Sibsonovova interpolácia (Natural neighbour)

Kriging (geoštatistika, interpolované hodnoty sú modelované gaussovským procesom podľa apriórnych kovariancií)

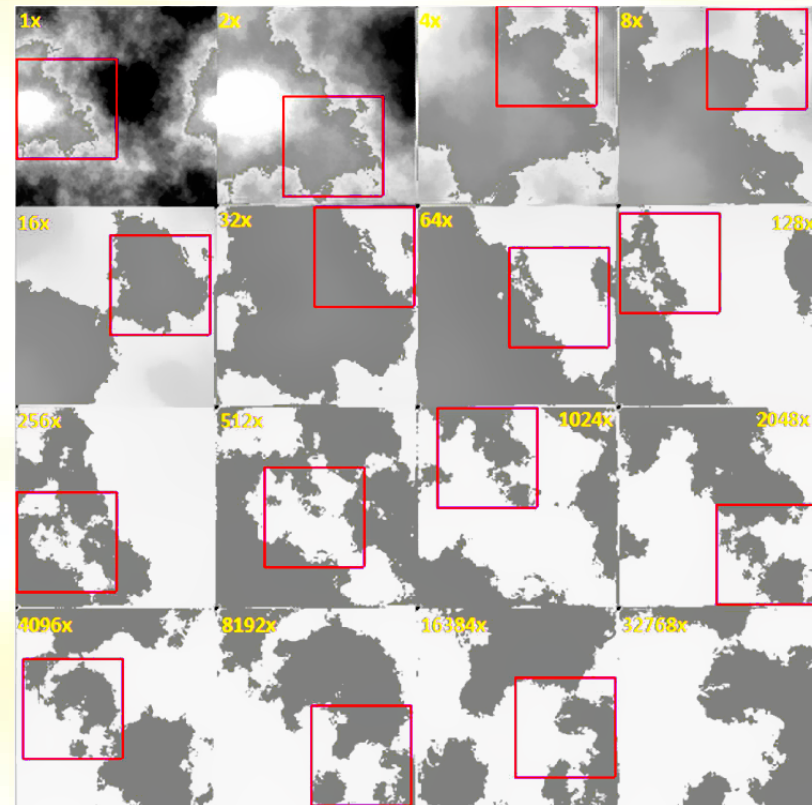
Využitie výškových máp

- Výškové mapy získané meraním (fotogrametria, laserové skenovanie, ...) dostupné napr. z USGS, <http://earthexplorer.usgs.gov/>
- Výškové mapy - textúry - vytvorené technikami procedurálneho modelovania:
 - šumy a turbulencie
 - Fourierova syntéza
 - aplikovanie obrazových filtrov pre simuláciu erózie (vyhladzovanie, ...)
 - použitie celulárnych automatov (tok rieky, erózia, ...)
 - procedurálne štetce, ridge particles



Využitie fraktálov a L-systémov

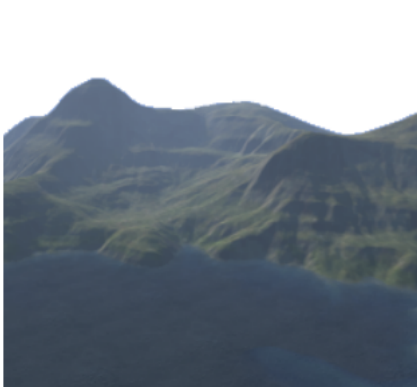
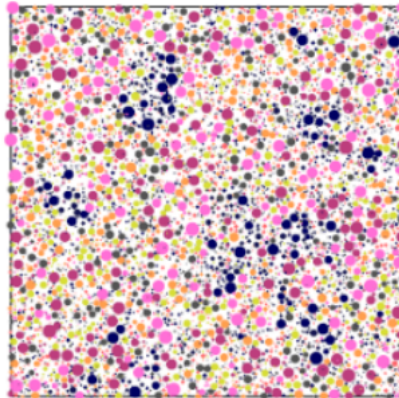
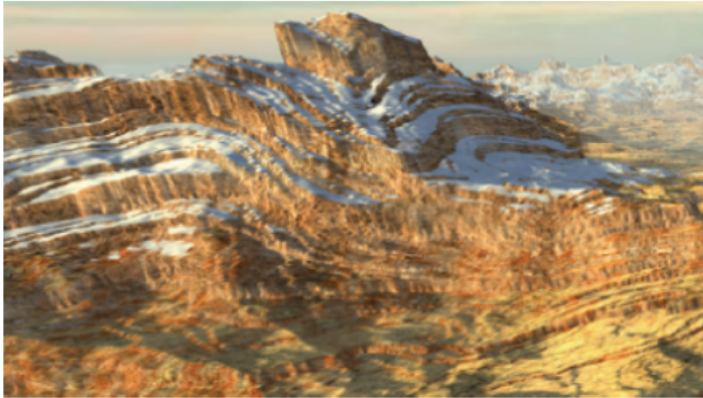
- Terén je vo svojej podstate fraktálny útvar nekonečnej členitosti (Richardson) a samopodobnosti
- Rastliny sú generované L-systémami a časticovými systémami



Generovanie ulíc a miest

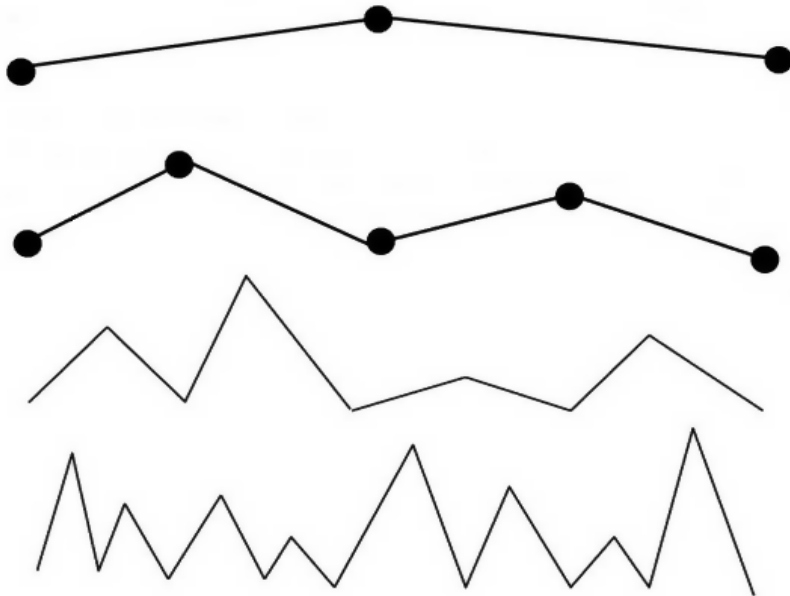
- Generovanie štvorcovej siete s náhodnou výškou (šum)
- Použitie vzoriek so šablónami (populácie)
- Voronoiove diagramy
- L-systémy (tvorba cestných a iných sietí)
- Multiagentné modelovanie
- Tenzorové polia

Generovanie ulíc a miest



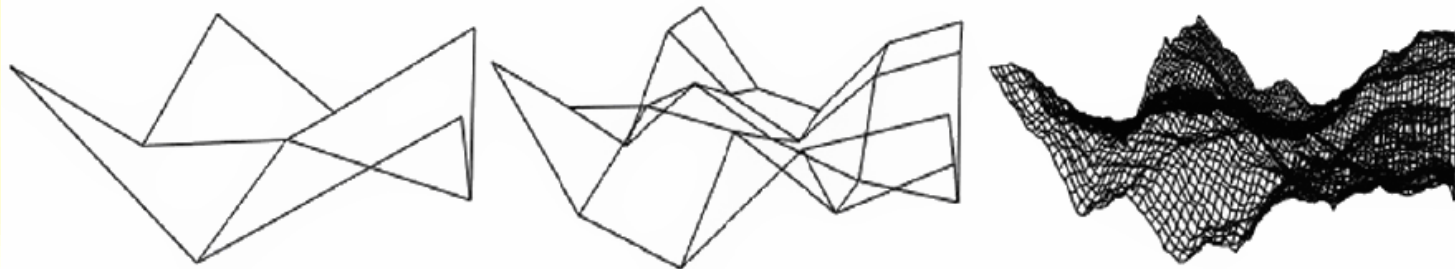
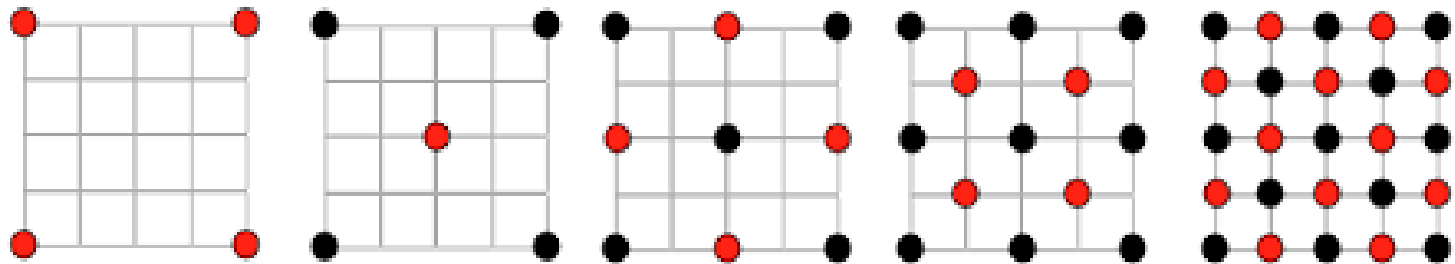
Metóda presúvania stredného bodu

- Relatívne jednoduchá a poskytuje realistické výsledky
- Získame obrys (1D čiaru), ktorá sa môže použiť na modelovanie hôr alebo pobrežia



Metóda diamant-štvorec

- Základným objektom, z ktorého sa generuje nový útvar je štvorec alebo trojuholník
- Pravidlá pre zmenu výšky môžu byť riadené výškovou funkciou. V každej iterácii sa zvyčajne znižuje zmena výšky



Fourierova syntéza

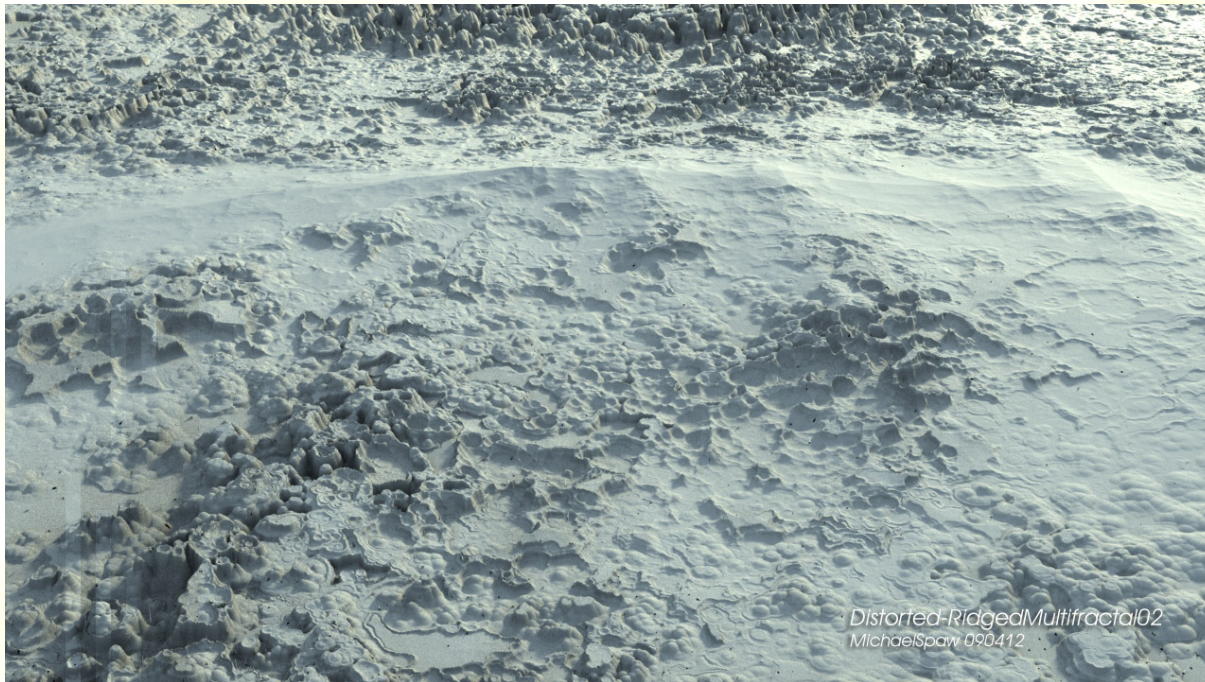
- Nepoužíva klasickú iteračnú metódu
- Najskôr sa vygeneruje biely šum a následne sa aplikuje FFT:

$$F(u, v) = \frac{1}{NM} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} f(x, y) e^{-2\pi i \left(\frac{xu}{N} + \frac{yu}{M} \right)}$$

- FFT rozloží obraz na súčet sínusových a kosínusových funkcií, pričom konvertuje hodnoty obrazu (šumu) do frekvenčnej oblasti (frekvencií)
- Pre jednotlivé frekvencie (u, v) sa aplikuje na $F(u, v)$ frekvenčný filter s hodnotou $1/f^r$, $f = \sqrt{u^2 + v^2}$ (kde napr. $r = 2.4$), a nakoniec sa aplikuje inverzná FFT

Fraktálny Brownov pohyb a multifraktály

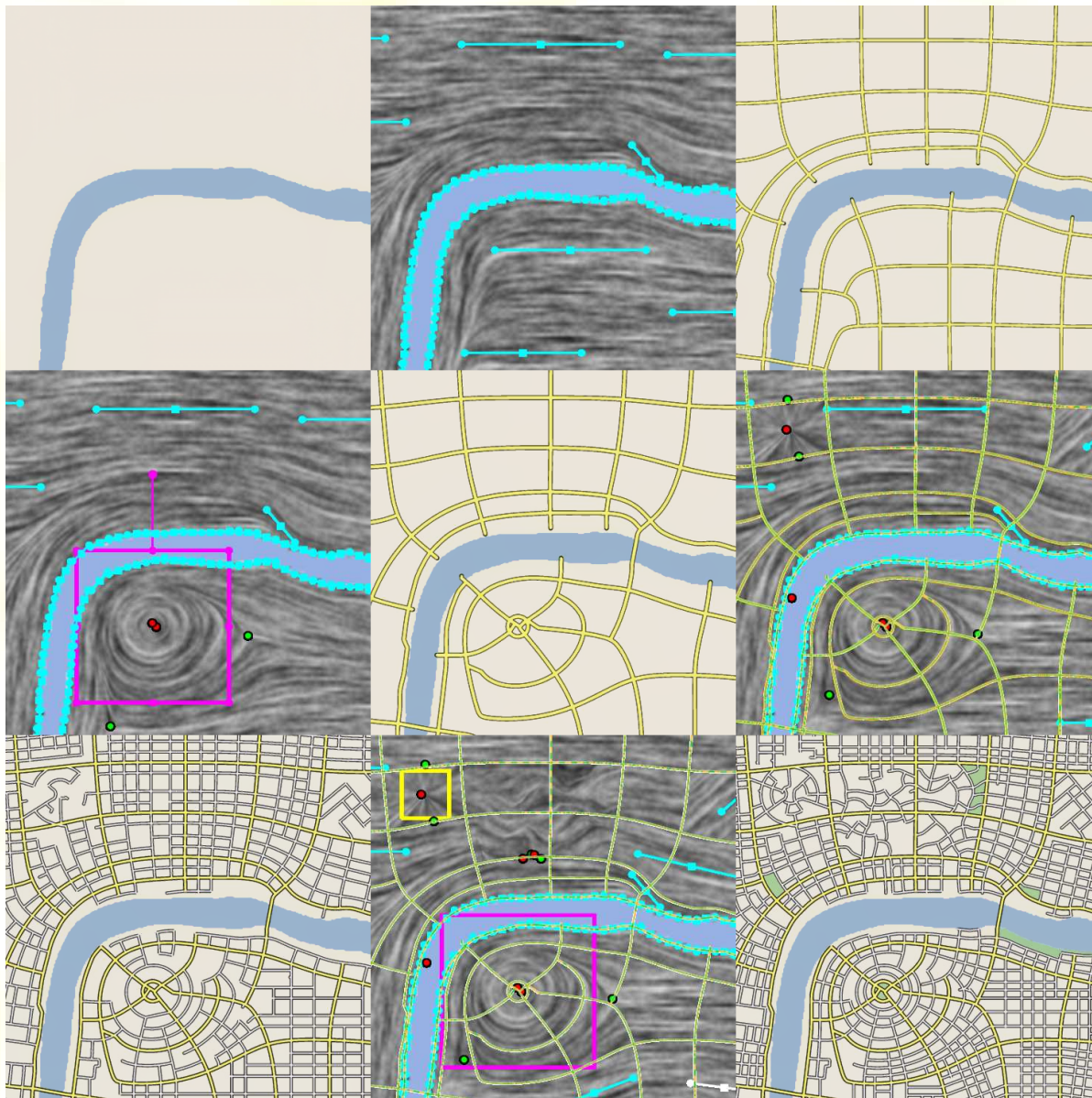
- Fraktál má v rôznych merítkach inú zložitost' (iné vlastnosti). To je dané rôznou váhou vplyvov pôsobiacich na vznik fraktálu v rôznych merítkach.



Tenzorové polia

- Tenzorové pole je generované na základe obmedzujúcich prvkov zadávaných používateľom a topografickej informácie (hranice vodných plôch, parkov, výškovej mapy, ...)
- Každý obmedzujúci prvok je konvertovaný na bázu tenzorového poľa
- Tieto polia sú potom spájané do jedného celku použitím lokálnych radiálnych bázických funkcií
- Používajú sa rôzne typy polí pre generovanie rôznych vzorov - *mriežkové, kruhové, hraničné, výškové*

Tenzorové polia



Softvér na tvorbu terénu

- Vue, Bryce, L3DT, Terragen, World Machine
- Základné verzie týchto programov sú zadarmo, cena sa pohybuje medzi 35 - 1695 USD.









