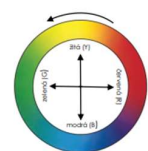
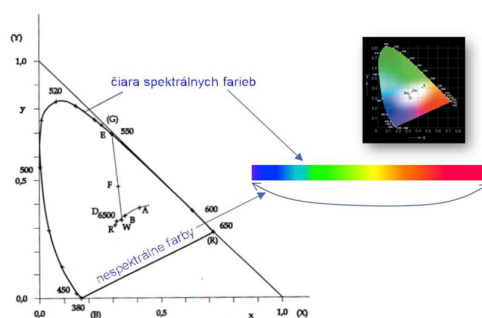
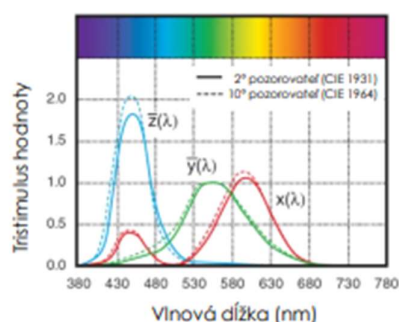


1. Charakterizujte problém používania a spracovania farieb v rámci počítačovej grafiky, základné atribúty svetla, farebný priestor, gamut

- svetelný priestor je bázický; 80 percent informácií vnímame zrakom
- dve reprezentácie svetla: vlnová (vlnenie v oblasti 10^8 Hz) a časticová (prúd fotónov)
- typy svetla: achromatické (svetlo skladajúce sa z viacerých zložiek spektra), monochromatické (jednozložkové)
- základné atribúty svetla: farba (závisí od frekvencie), jas (intenzita svetla), sýtosť (čistota svetla, vyjadruje spektrum frekvencií obsiahnutých vo svetle), svetlosť (veľkosť ostatných zložiek vo svetle s určitou dominantnou zložkou)
- farebný priestor je oblasť farieb pokrytá možnosťami príslušného farebného modelu
- gamut predstavuje dosiahnuteľnú oblasť farieb v danom farebnom priestore. Farby mimo gamutu je možné zobraziť len približne.
- farebná hĺbka je počet zobraziteľných farieb, udáva sa v bitoch

2. Chromatický diagram, typy, odtieň a saturácia

- chromatický diagram je farebný model vyvinutý na základe štandardného pozorovateľa s normálnym farebným videním
- pre určenie farby sa používa trojzložkový (tristimulus) systém. Farba je určená trojicou koordinátov (X, Y, Z)
- trojzložkové hodnoty udávajú množstvo každej z troch hypotetických primárnych zložiek farby. Hodnota Y udáva jas objektu a primárne zložky sú vybrané aby boli viditeľné farby definované ako pozitívne hodnoty.



- odtieň (farebný tón) je spôsob akým vnímame farbu objektu. Definuje spôsob popisu prechodu medzi jednotlivými farbami. Najčastejšie sa používa kruhový spôsob.
- saturácia popisuje živosť alebo nevýraznosť farby, teda ako blízko je farba k sivej alebo k čistému odtieňu. Farby v strede sú sivé (matné) a sýtejšie smerom k obvodu diagramu.

3. Charakterizujte a popíšte model farebné modely RGB a RGBA

- farebný model je definovaný množinou základných farieb, spôsobom ich miešania a pravidlami menenia farebných charakteristík
- RGB: červená, zelená, modrá; aditívne miešanie; lineárna zmena zložky
- RGBA je rovnaký model ako RGB, s tým rozdielom že je pridaná zložka priesvitnosti (alfa)

4. Charakterizujte a popíšte model farebné modely CMY a CMYK

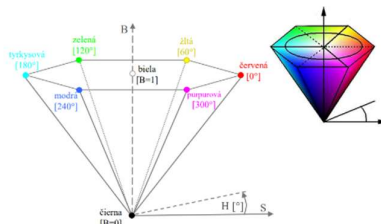
- CMY: tyrkysová, purpurová, žltá; subtraktívne miešanie; lineárna zmena zložky
- CMYK je rovnaká ako CMY, s tým rozdielom že pridáva čiernu farbu ako samostatnú zložku (na rozdiel od CMY, kde čiernu získavame zmiešaním všetkých zložiek)

$$\text{RGB} \rightarrow \text{CMY} \quad \text{CMY} \rightarrow \text{RGB}$$

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix}$$

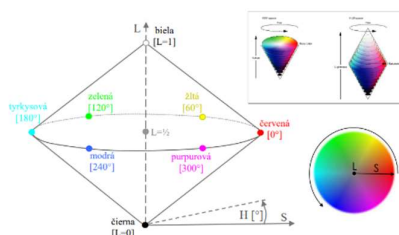
5. Charakterizujte a popíšte model farebný model HSB

- zložky: Hue (farebný tón), saturácia, Brightness (jas)
- miešanie je aditívne
- uhlová a lineárna zmena zložky



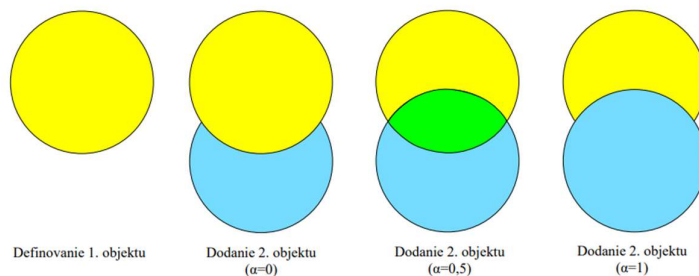
6. Charakterizujte a popíšte model farebný model HLS

- zložky: Hue, Lightness (svetlosť), saturácia
- miešanie je aditívne
- uhlová a lineárna zmena zložky



7. Charakterizujte gama korekciu a popíšte alfa-miešanie

- gama je koeficient určujúci vzťah medzi číselnou hodnotou bodu a jeho skutočnou svietivosťou
- gama korekcia je aplikovaná z dôvodu, že ľudské oko má najvyššiu citlivosť v tieni, kým pri jasnom svetle alebo v tme je menej citlivé. Technické senzory však spravidla vnímajú/emituju svetlo lineárne. Gama korekciou tak znižujeme rozdiel medzi technickým spracovaním farieb a ľudským vnímaním.
- alfa-miešanie je založené na alfa hodnote. V prípade že sa dva objekty prekrývajú, podľa alfa hodnoty vrchného objektu sa určí správanie farieb.



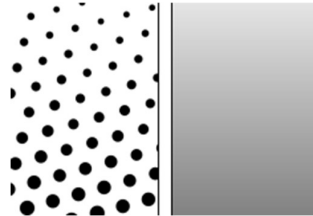
8. Charakterizujte problematiku ľudského vizuálneho vnemu a jeho spracovania v relácii s počítačovou grafikou

- hlavným ľudským orgánom pre príjem obrazových informácií je oko
- hlavným orgánom spracovania obrazových informácií je mozog

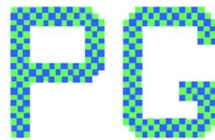
- pri prijímaní svetla sú stimulované rôzne časti oka, najmä tyčinky a čapíky
- tyčinky sú zodpovedné za vnem všeobecných obrazových informácií ako sú obrysy a jas
- čapíky sú citlivé na farby a podľa citlivosti sú delené: červená-zelená a modrá-žltá

9. Charakterizujte problém miešania a rozptyľovania farieb (prevod do šedej škály, halftoning, dithering) v rámci počítačovej grafiky

- prevodom do šedej škály získame intenzitu (úroveň šedej) $I = 0.299 \cdot R + 0.587 \cdot G + 0.114 \cdot B$
- halftoning simuluje plynulý prechod medzi odtieňmi využitím bodov a medzier rôznych veľkostí. Pri dostatočnej vzdialenosti ľudské oko nedokáže vnímať jednotlivé body a obraz vníma ako celok.



- dithering pracuje za pomoci rozličných vzoroch tvorených pixelmi singulárnych farieb. Pri dostatočnej vzdialenosti ľudské oko nedokáže vnímať jednotlivé vzory a namiesto toho vníma farbu zloženú z prvkov vzoru.



10. Charakterizujte dimenziu priestoru a dimenziu objektu, štruktúra dimenzie

- dimenzia je spravidla založená na fyzikálnej veličine (primárne merateľnej), reprezentujúcu daný priestor alebo jeho zložku. Rozmer priestoru je neformálne definovaný ako minimálne množstvo parametrov definujúcich ľubovoľný bod v danom priestore.
- typy dimenzií: číselná; nečíselná
- druhy dimenzií: topologická; Hausdorffova; farebná; ...
- číselná dimenzia môže byť celočíselná a neceločíselná
- štruktúra dimenzie je definovaná ako suma jednotlivých zložiek priestoru a môže byť homogénna a nehomogénna
- $3 = 3 + 0$ (geometria + čas) – homogénna štruktúra
- $3 = 2 + 1$ (geometria + čas) – nehomogénna štruktúra

11. Priestor a jeho súradnicová sústava, stupeň voľnosti

- koordinačný systém umožňuje parametrizovať priestor, definovať jeho počiatočný bod a smery rozvoja fyzikálnej veličiny v príslušnej dimenzii priestoru
- súradnice (parametre) jednoznačne definujú polohu v rámci koordinačného systému
- stupeň voľnosti dimenzie je počet nezávislých parametrov, ktoré definujú konfiguráciu priestoru/objektu alebo stav v príslušnom koordinačnom systéme. Definuje počet translačných a rotačných smerov, v ktorých sa objekt môže pohybovať.
- stupne voľnosti môžu byť jednosmerné vzhľadom na dimenziu alebo obojsmerné.
- stupeň voľnosti možno taktiež považovať za minimálny počet súradníc potrebných na špecifikáciu konfigurácie. Častica v 3D priestore má tri stupne voľnosti (x, y, z, vyjadrujúce jej pozíciu) a teleso v 3D priestore má stupňov voľnosti 6 (3 translačné a 3 rotačné)

12. Popíšte vrstvy vizualizačného procesu

- definovanie/spracovanie modelu (reprezentácia objektov, súradnicové systémy)
- transformácie nad objektami (geometrické)
- riešenie viditeľnosti (či objekt má byť renderovaný alebo nie)
- tieňovanie (vykresľovanie farebných objektov rôznymi odtieňmi farieb na základe vplyvu svetelného zdroja)

- osvetľovanie (sleduje vlastnosti povrchov ako je farba, lesklosť, matnosť, drsnosť; základom je odrazová funkcia, vyjadrujúca intenzitu odrazeného svetelného lúča v závislosti na smere a intenzite dopadajúceho lúča)
- realistické zobrazovanie (metódy pre dosiahnutie fotorealistiky; ray-tracing, ...)
- kompozícia a vykresľovanie (rendering; spôsob ako bude vytvorený výsledný výstup; obraz na obrazovke, 3D priestor virtuálnej reality, ...)

13. Charakterizujte grafickú informáciu po objektovej aj typovej stránke

- grafický systém pracuje s určitými množinami entít, pomocou ktorých dosahuje výsledný grafický efekt
- základné typy sú rastrový a vektorový
- raster: nespojitý priestor, objekt definovaný bodmi
- vektor: spojitý priestor, objekt definovaný funkciami
- dôležitou súčasťou definície grafických systémov je základná množina grafických primitív, ktoré sú v systéme dostupné

14. Vymenujte základné grafické primitíva a ich atribúty

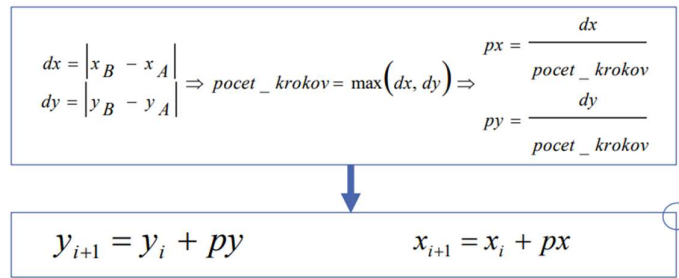
- základné grafické primitíva sú: bod; sled bodov; krivka; lomená čiara; grafický text; plocha; vyplnená oblasť; výplňový vzor; všeobecný grafický prvok;
- konečnú podobu primitív vieme riadiť atribútmi: farba; typ (čiar, písma, ...); hrúbka (čiary, písma, ...); poloha; smer vykreslenia;
- atribúty môžeme elementom priradiť konvenčne (individuálne), čo môže viesť k nekompatibilita na rôznych zobrazovačoch, alebo symbolicky, najčastejšie formou kódu. Symbolické atribúty sú vzhľadom na zobrazovacie zariadenie transparentné

15. Popíšte spracovanie bodu a sledu bodov v rámci počítačovej grafiky

- bod je chápaný ako elementárny objekt
- základné atribúty sú farba a poloha
- typy bodov: pixel (dve súradnice a farba; najmenšia jednotka rastrovej grafiky); voxel (objemový bod, pixel v 3D); texel (bod textúry, okrem polohy v súradnicovej sústave má aj polohu v rámci výplňového vzoru a reláciu priradenia k vyplňanej oblasti);
- rastrové zariadenia vytvára bod zobrazením určitej množiny fyzických bodov výstupného zariadenia
- jemnosť fyzických bodov ovplyvňuje kvalitu zobrazenia; udáva sa v PPI (pixel per inch) alebo DPI (dot per inch)
- sled bodov je rozširujúci prvok, ktorý priamo nadväzuje na bod
- definuje logicky zviazanú množinu bodov na základe relácie medzi atribútmi týchto bodov. Pri operácii nad sledom sa táto operácia deje na všetkých bodoch ktoré ho tvoria.
- relácia medzi atribútmi bodov môže byť homogénna (definovaná rovnakými atribútmi, napríklad medzi atribútmi polohy) alebo heterogénna (definovaná medzi rôznymi atribútmi, napríklad farba jedného bodu je závislá od polohy iného)

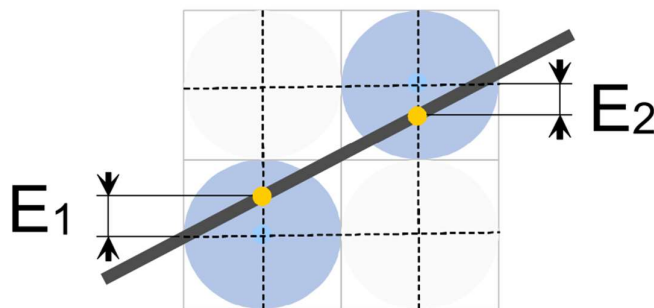
16. Vysvetlite DDA algoritmus

- digital differential analyzer, prírastkový algoritmus
- založený na postupnom pripočítavaní konštantných prírastkov k obom súradniciam x a y
- delí sa na výpočet pre priamku so smernicou menšou ako 1 a väčšou ako 1
- vzhľadom na to, že algoritmus je založený na sčítavaní a nepotrebuje násobiť, tak je jeho rýchlosť vyššia ako pri použití klasickej funkcie pre čiaru



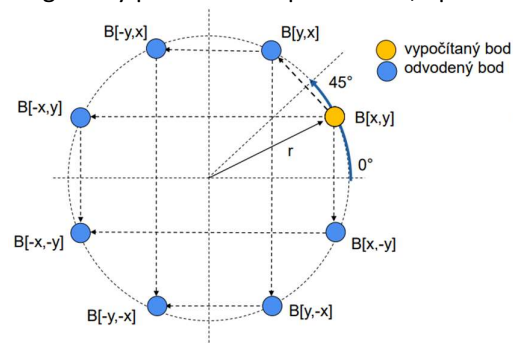
17. Vysvetlite Bresenhamov algoritmus

- efektívny algoritmus generovania bodov na úsečke v rastrovej grafike
- spočíva v nachádzaní bodov ležiacich najbližšie k danej skutočnej úsečke na základe hodnoty predikčného chybového člena E_D
- delí sa na výpočet pre priamku so smernicou menšou ako 1 a väčšou ako 1
- využíva len integer sčítavanie, odpočítavanie a posúvanie bitov

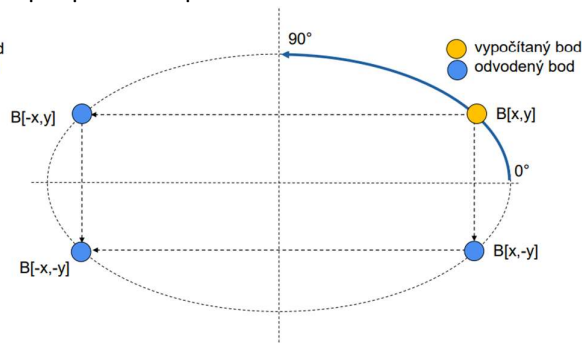


18. Popíšte spracovanie kružnice a elipsy v rámci počítačovej grafiky a uveďte základné metódy jej generovania

- kružnicu tvorí množina bodov rovnako vzdialených od určeného streda
- rôzne algoritmy kreslenia: pomocou parametrického vyjadrenia; podľa predikcie chyby; využitím osovej súmernosti;
- elipsu tvorí množina bodov ktorých súčet vzdialeností od dvoch ohnísk je rovnaký
- algoritmy podobné ako pri kružnici, upravené pre prácu s elipsou



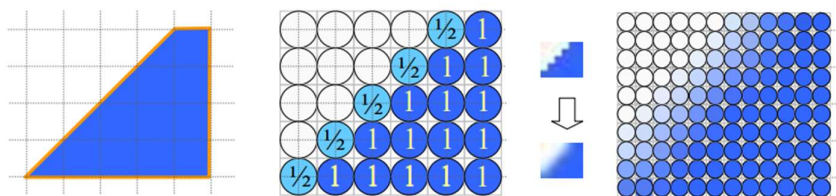
Kreslenie kružnice využitím osovej súmernosti



Kreslenie elipsy využitím osovej súmernosti

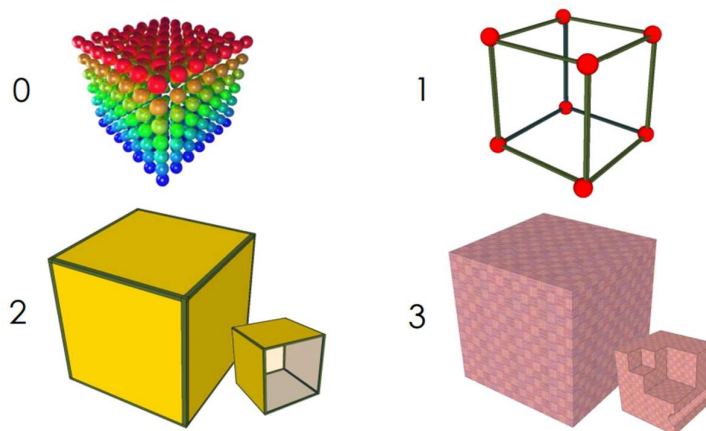
19. Charakterizujte a popíšte antialiasing

- vyhladzuje ostré hrany objektov generovaných grafickým systémom aby zvýšil realizmus obrazu
- pri generovaní objektov s obmedzeným rozlíšením často krát vznikajú na hranách schodiskové artefakty
- antialiasing znižuje efekt schodiskových hrán pridávaním pixelov prechodnej farby, čím samotná hrana vyzerá hladšie
- využíva sa aj pri zobrazovaní objektov menších ako je veľkosť pixelu alebo veľmi tenkých čiarach



20. Popis a reprezentácia objektov v počítačovej grafike, priestor a jeho parametre

- priestor môžeme deliť podľa charakteru, typu dimenzie a štruktúry dimenzií
- charakter: translačný; rotačný; kombinovaný;
- typ: celočíselné (topologické); neceločíselné (float)
- štruktúra: homogénna (všetky dimenzie sa vzťahujú na rovnakú veličinu); heterogénna (dimenzie sa vzťahujú na rôzne veličiny)
- objekty v grafike môžu byť: 0-rozmerné (bod); 1-rozmerné (priamka, úsečka); 2-rozmerné (plocha); 3-rozmerné (teleso)
- všetky objekty sa dajú spojitou transformáciou previesť na vyššie spomenuté objekty v prípade, že majú rovnakú topologickú dimenziu
- všetky objekty môžu reprezentovať objekt vyššieho rozmeru ak majú rovnakú alebo nižšiu topologickú dimenziu
- pri spracovaní objektu máme dve hľadiská: popis a reprezentácia objektu
- tri základné spôsoby popisu: hraničná reprezentácia; konštruktívna geometria telies; vypočítavanie obsadených častí priestoru;
- grafické systémy môžu byť založené na množine bodov, drôťovom modeli, povrchovom modeli, objemovom modeli

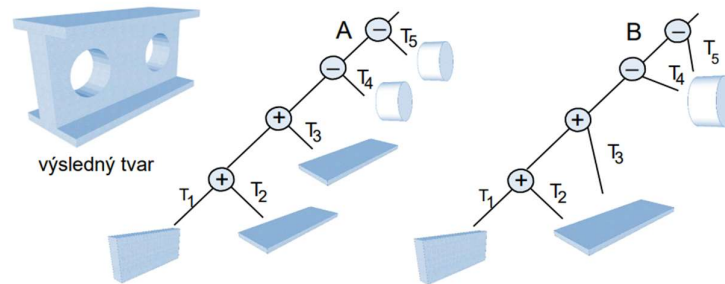


21. Hraničná reprezentácia

- vychádza z predstavy že najvýznamnejšou časťou telesa sú jeho hraničné elementy (hrany alebo povrch tvoriaci hranicu medzi hmotou telesa a okolitým priestorom)
- hraničné plochy delíme na časti rovín, analytické plochy, špeciálne parametrické plochy
- najjednoduchšia metóda popisu hranice telies spočíva v stanovení hrán a vrcholov na povrchu (drôťový model)
- B-REP (boundary representation) definuje objekt svojím povrchom. Povrch je zložený zo stien, ktoré sa navzájom dotýkajú len na spoločných hranách. Každá hrana je orientovaná (či je vnútorná alebo vonkajšia).
- objekt reprezentovaný štruktúrou Winged Edge Structure; zložený zo štyroch druhov uzlov: vrchol; hrana; stena; teleso;

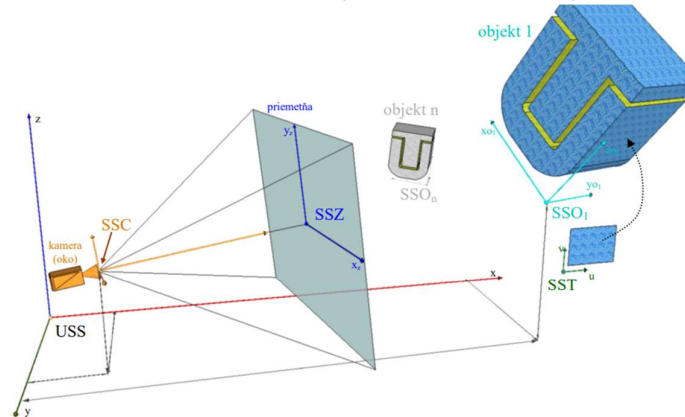
22. Konštruktívna geometria telies

- definovaná údajovou štruktúrou stromu
- strom tvoria: listy (definujú atomárne elementy tvoriace objekt); uzly (definujú operácie medzi listami); hrany (definujú transformácie medzi listami);
- koreňom stromu je definovaný celý objekt

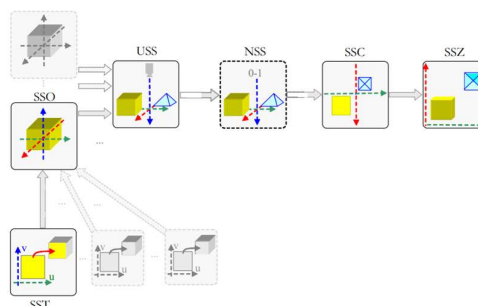


23. Vymenujte a v krátkosti popíšte súradnicové sústavy používané v počítačovej grafike, súradnicový reťazec

- súradnicová sústava umožňuje parametrizovať priestor a definovať jeho počiatočný bod
- tvoria ju: počiatok (stred súradnicovej sústavy); os (definuje smer rozvoja fyzikálne veličiny v príslušnej dimenzii priestoru); súradnice (parametre, jednoznačne definujú polohu v rámci súradnicovej sústavy); smer rozvoja (točivosť, ľavo alebo pravotočivá)
- súradnicové sústavy delíme podľa rozvoja hodnôt veličín na lineárne a nelineárne
- podľa vzťahu medzi osami na pravouhlé a nepravouhlé
- počítačová grafika používa primárne celočíselné translačné alebo rotačné lineárne súradnicové sústavy
- 2D typy: karteziánska 2D pravouhlá sústava (dva body); polárna sústava (vzdialenosť a uhol);
- 3D typy: karteziánska 3D pravouhlá sústava (tri body); sférická sústava (vzdialenosť a dva uhly);
- pracovné priestory delíme na: univerzálny (globálny) USS; sústava objektu SSO; normalizovaná sústava NSS; sústava zariadenia SSZ; sústava kamery SSC; sústava textúry SST;



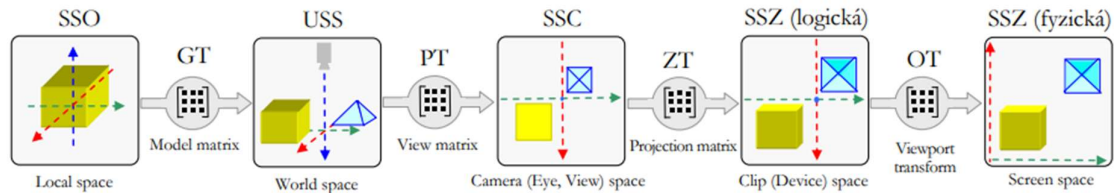
- súradnicový reťazec predstavuje vzťahy medzi jednotlivými pracovnými priestormi od sústavy objektu až po sústavu zariadenia



24. Charakterizujte transformácie a transformačné zobrazovacie reťazce v rámci počítačovej grafiky

- transformácia je proces, ktorý mení vstupný objekt na výstupný

- transformácie delíme na lineárne (transformáciou sa nemení charakter objektu, so zachovaním sémantiky) a nelineárne (transformáciou sa mení charakter objektu, s prekladom sémantiky)
- lineárne: posunutie, otočenie, zmena mierky, skosenie, zrkadlenie
- nelineárne: distorzia, rybie oko, panoráma, zošikmenie
- zreťazenie transformácií medzi jednotlivými súradnicovými sústavami sa nazýva transformačný reťazec
- transformačný reťazec tvoria: globálna transformácia GT; pohľadová transformácia PT; zobrazovacia transformácia ZT; orezávacia transformácia OT



- transformácie môžu byť implementované analyticky alebo pomocou maticového počtu

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} * \mathbf{T} = \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} \quad \text{v 2D}$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} * \mathbf{T} = \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} \quad \text{v 3D}$$

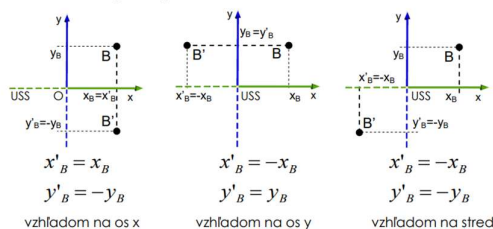
- problém nastáva pri použití pre posunutie, kde matice nemožno použiť; riešením je zavedenie homogénnych súradníc

$$\begin{bmatrix} xw \\ yw \end{bmatrix} \equiv \begin{bmatrix} x \\ y \\ w \end{bmatrix} \quad \text{alebo} \quad \begin{bmatrix} \frac{x}{w} \\ \frac{y}{w} \end{bmatrix} \equiv \begin{bmatrix} x \\ y \\ w \end{bmatrix} \quad \text{pre 2D}$$

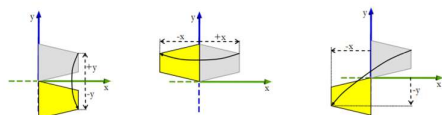
$$\begin{bmatrix} xw \\ yw \\ zw \end{bmatrix} \equiv \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ w \end{bmatrix} \quad \text{alebo} \quad \begin{bmatrix} \frac{x}{w} \\ \frac{y}{w} \\ \frac{z}{w} \end{bmatrix} \equiv \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ w \end{bmatrix} \quad \text{pre 3D}$$

26. Charakterizujte geometrickú transformáciu zrkadlenia

ZRKADLENIE (2D)

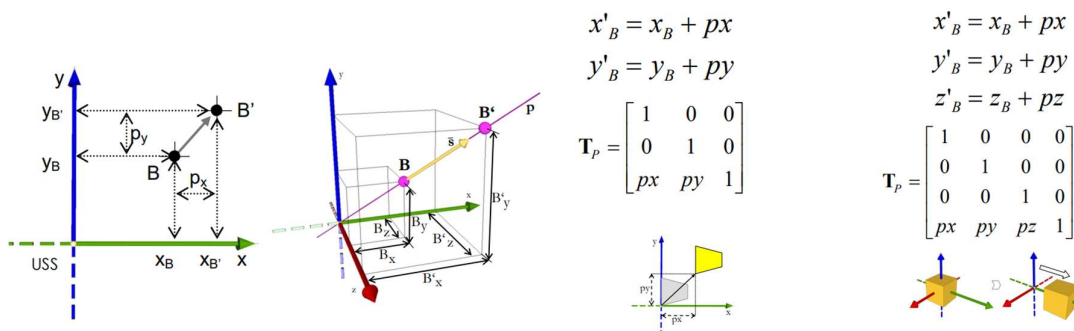


ZRKADLENIE (3D)



$$\mathbf{T}_{Zx} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \mathbf{T}_{Zxy} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \mathbf{T}_{Zs} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

27. Charakterizujte geometrickú transformáciu posunutia



28. Charakterizujte geometrickú transformáciu zmeny mierky, zväčšenie/zmenšenie rastrového objektu

$$\begin{aligned} x'_B &= M_x \times x_B \\ y'_B &= M_y \times y_B \end{aligned}$$

$$\mathbf{T}_M = \begin{bmatrix} M_x & 0 & 0 \\ 0 & M_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} x'_B &= M_x \times x_B \\ y'_B &= M_y \times y_B \\ z'_B &= M_z \times z_B \end{aligned}$$

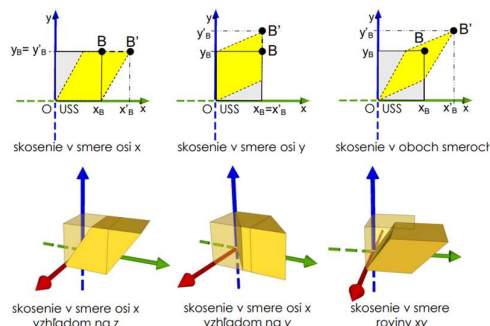
$$\mathbf{T}_M = \begin{bmatrix} M_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & M_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & M_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- zväčšenie:

1. výpočet predpokladaného nového rozmeru rastra;
2. určenie celočíselnej a desatinnej časti koeficientu zmeny mierky;
3. otestovanie, či desatinná časť koeficientu zmeny mierky je väčšia ako 0,5;
4. určenie pomocného výpočtového nového priameho koeficientu (totožný s celočíselnou časťou koeficientu ak desatinná časť je $\leq 0,5$ alebo o 1 väčší ako celočíselná časť koeficientu ak je desatinná časť $> 0,5$);
5. výpočet veľkosti rozmeru rastra
6. výpočet rozdielu medzi novým rozmerom a celočíselným rozmerom (aby sme vedeli koľko bodov je nutné doplniť)
7. výpočet korekčného kroku (určuje kedy sa vykoná zmena celočíselného koeficientu zmeny mierky o 1)
8. vykonanie konečného priradenia celočíselnej štandardnej hodnoty koeficienta zmeny mierky a celočíselného korekčného koeficienta v jednotlivých krokoch

- zmenšenie prebieha podobne ako pri zväčšení, ale zmena mierky je vypočítaná v opačnom smere
 - následné určenie farby: priemerovaním farieb, výberom farby ktorá sa vyskytuje najčastejšie, výberom farby ktorá sa vyskytuje najmenej krát, výber farby ľavého horného bodu obdĺžnika

29. Charakterizujte geometrickú transformáciu skosenia skosenie rastrového objektu



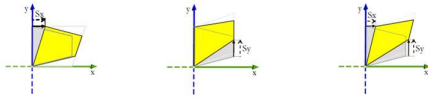
$$x'_B = x_B + S_x \times y_B$$

$$x'_B = x_B$$

$$y'_B = y_B$$

$$y'_B = y_B + S_y \times x_B$$

$$T_{Sx} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ S_x & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad T_{Sy} = \begin{bmatrix} 1 & S_y & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



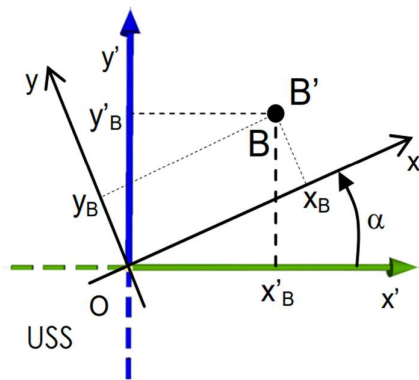
$$\begin{aligned} x'_B &= x_B + S_{xoz} \times z_B & x'_B &= x_B + S_{xoy} \times y_B & x'_B &= x_B + S_{xoz} \times z_B \\ y'_B &= y_B & y'_B &= y_B & y'_B &= y_B + S_{yoz} \times z_B \\ z'_B &= z_B & z'_B &= z_B & z'_B &= z_B \end{aligned}$$

$$T_{Sxoz} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ S_{xoz} & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad T_{Sxoy} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ S_{xoy} & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad T_{Syoy} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ S_{yoz} & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

30. Charakterizujte geometrickú transformáciu otočenia

- definované Eulerovými uhlami a reprezentované všeobecnými transformačnými maticami
- ide o rozloženie všeobecného otočenia na tri zložky otáčania okolo jednotlivých osí
- je reprezentované quaterniónmi

OTÁČANIE (ROTÁCIA 2D)

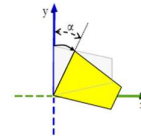


OTÁČANIE (ROTÁCIA, 2D)

$$x'_B = x_B \times \cos(\alpha) - y_B \times \sin(\alpha)$$

$$y'_B = x_B \times \sin(\alpha) + y_B \times \cos(\alpha)$$

$$T_O = \begin{bmatrix} \cos(\alpha) & \sin(\alpha) & 0 \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



OTÁČANIE (ROTÁCIA, 3D)

$$x'_B = x_B$$

$$y'_B = y_B \times \cos(\alpha) - z_B \times \sin(\alpha)$$

$$z'_B = y_B \times \sin(\alpha) + z_B \times \cos(\alpha)$$

$$x'_B = x_B \times \cos(\alpha) + z_B \times \sin(\alpha)$$

$$y'_B = y_B$$

$$z'_B = -x_B \times \sin(\alpha) + z_B \times \cos(\alpha)$$

$$x'_B = x_B \times \cos(\alpha) - y_B \times \sin(\alpha)$$

$$y'_B = x_B \times \sin(\alpha) + y_B \times \cos(\alpha)$$

$$z'_B = z_B$$

OTÁČANIE (ROTÁCIA, 3D)

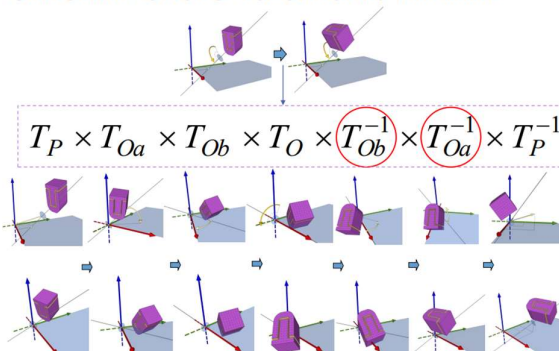
$$T_{Ox} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ 0 & -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad T_{Oy} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & 0 & \sin \alpha & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin \alpha & 0 & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_{Oz} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



31. Rotácia okolo všeobecnej priamky využitím Eulerových uhlov, gimbal lock, quaternióny

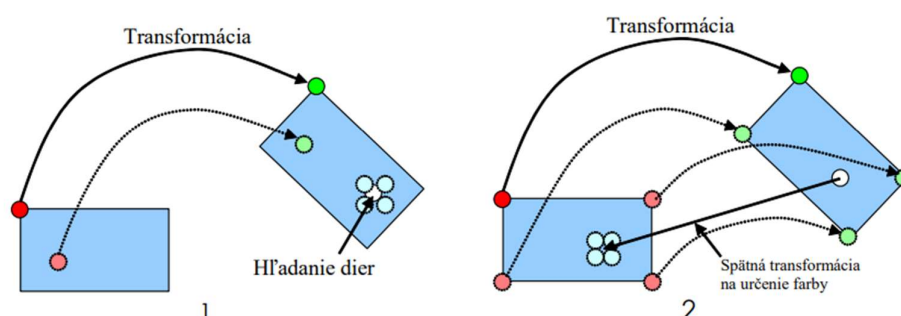
OTÁČANIE OKOLO VŠEOBECNEJ PRIAMKY



- je náročné predvídať ako sa postupné rotácie navzájom ovplyvnia.
- existuje postupnosť rotácií, že vo výslednej rotácii stratíme jeden stupeň voľnosti – gimbal lock, ktorý vytvára umelý horizont
- quaternión definovaný ako komplexné číslo tvorené 4 zložkami: číslom popisujúcim veľkosť zmeny mierky; číslo popisujúce veľkosť uhla (v stupňoch); dve čísla označujúce rovinu, v ktorej sa vektor bude otáčať

32. Charakterizujte transformáciu otočenia rastrového objektu

- priame otáčanie – otočenie s interpoláciou medziľahlých bodov
- spätné otáčanie – otočenie s interpoláciou všetkých bodov

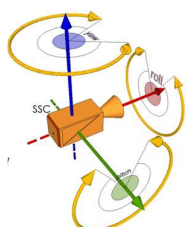


33. Vymenujte a v krátkosti popíšte 2D premietacie transformácie používané v počítačovej grafike, logická a fyzická pracovná oblasť, otáčanie kamery na báze Eulerových uhlov, kolmá (ortografická) projekcia

- typy zobrazovacích transformácií v 2D: normalizačná (z USS do NSS); orezávací (z NSS do SSZ)
- pracovná oblasť sa delí na logickú (virtuálna oblasť) a fyzickú (časť logickej oblasti, predstavuje oblasť reálne zobrazenú zariadením)
- pri orezávacej transformácii sa logická oblasť rozdelí na niekoľko častí: stred, predstavujúci fyzickú oblasť a zvyšné okolie ďalej delené podľa pozície

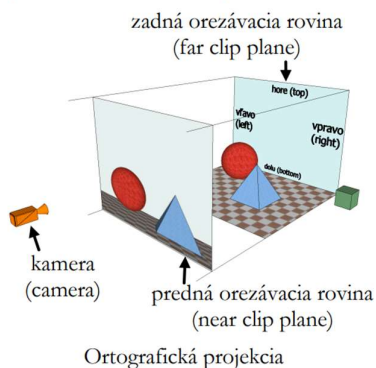
vľavo hore 1001	hore 0001	vpravo hore 0101
vľavo 1000	Zobrazovacie okno (fyzická oblasť) 0000	vpravo 0100
1010 vľavo dolu	0010 dolu	0110 vpravo dolu

- všetkým bodom obrazu sú pridelené kódy na základe ich pozície
- nutnosť orezania je následne daná kódmi: ak sú koncové body nulové, netreba orezávať; ak je jeden z bodov nenulový, dôjde k orezaniu; ak sú oba nenulové, je potrebné zistiť či majú spoločné jednotkové bity – ak áno, úsečka je mimo fyzickej oblasti a nič sa nevykreslí, ak nie, časť úsečky prechádza fyzickou oblasťou a je potrebné orezanie)
- otáčanie kamery je zložené z troch zložiek: otáčanie v pôdoryse SSC; sklon/zdvih pohľadu kamery v SSC; otáčanie okolo vektora pohľadu kamery v SSC“

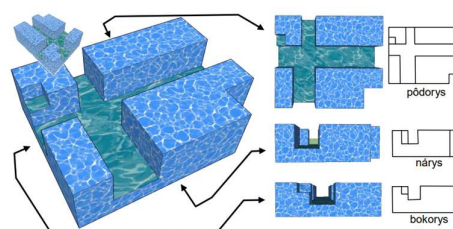


$$T_{cam} = T_{yaw} \times T_{pitch} \times T_{roll}$$

KOLMÁ (ORTOGRAFICKÁ) PROJEKCIA

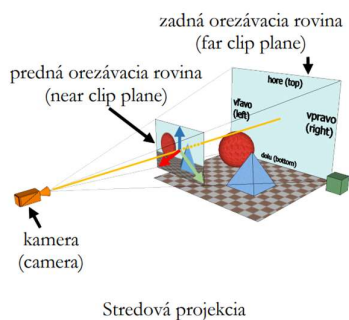


KOLMÁ (ORTOGRAFICKÁ) PROJEKCIA

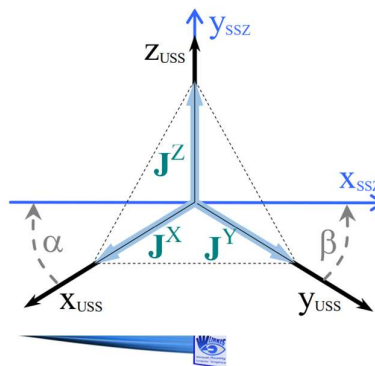


35. Popíšte axonometrickú projekciu používanú v počítačovej grafike

AXONOMETRIA



AXONOMETRIA

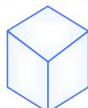


AXONOMETRIA

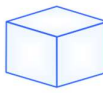
$$x_{SSZ} = -J^X \cdot \cos(\alpha) \cdot x_{USS} + J^Y \cdot \cos(\beta) \cdot y_{USS}$$

$$y_{SSZ} = -J^X \cdot \sin(\alpha) \cdot x_{USS} - J^Y \cdot \sin(\beta) \cdot y_{USS} + J^Z \cdot z_{USS}$$

- izometria: $J^X = J^Y = J^Z$ a $\alpha = \beta$
- dimetria: $J^X = J^Y$ a $\alpha \neq \beta$
- trimetria: $J^X \neq J^Y \neq J^Z$ a $\alpha \neq \beta$
- technická axon.: $J^X = J^Y$, $J^Z = \frac{1}{2} J^X$, $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 0^\circ$



Izometria



Dimetria



Trimetria

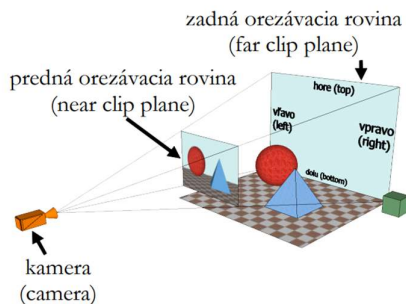


Technická axonometria

36. Popíšte perspektívnu projekciu v počítačovej grafike

- da Vinciho okno (perspektíva je videnie miesta za oknom z číreho skla, ako plochu, na ktorú sú zobrazované predmety spoza skla)

PERSPEKTÍVA



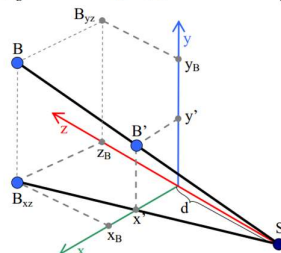
PERSPEKTÍVA

$$P = \frac{d}{d + z_B}$$

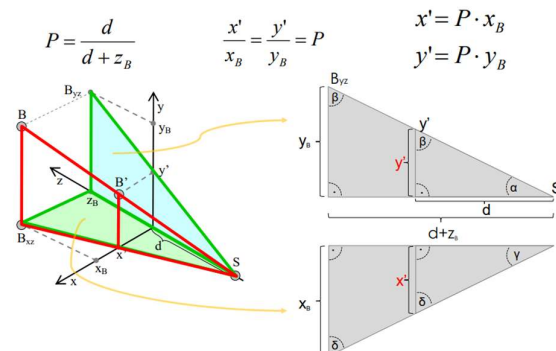
$$\frac{x'}{x_B} = \frac{y'}{y_B} = P$$

$$x' = P \cdot x_B$$

$$y' = P \cdot y_B$$

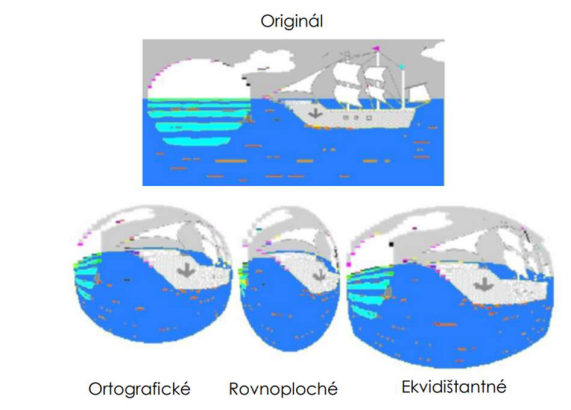


PERSPEKTÍVA



37. Nelineárne premietacie transformácie, distorzia obrazu, rybie oko

- distorzia (skreslenie) je vlastne optická chyba spôsobená rôznou mierou zväčšenia naprieč plochou obrazu. Narúša tak predmetovú a obrazovú podobnosť, zobrazenie jednotlivých bodov je správne, ale ich konfigurácia je skreslená.
- rybie oko je súhrn zobrazení, vznikajúcich rôznymi rovnicami a môže byť ortografické, rovnoploché a ekvidištantné

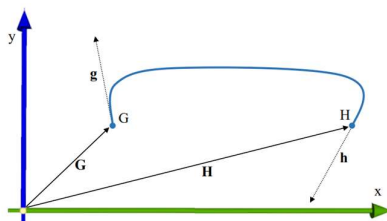


38. Charakterizujte krivky používané v počítačovej grafike, spôsob využitia, 1D krivkové útvary

- používame krivky: dané analytickým popisom; interpolačné; aproximačné
- krivkami môžeme reprezentovať geometriu objektu alebo ich využiť ako riadiacu funkciu
- 1D útvar definovaný vrcholmi a hranami je polyline a môže byť acyklický alebo cyklický
- podľa typov hrán môžu byť lineárne (rovné) a nelineárne (krivé)
- podľa vplyvu vrcholov na tvar delíme krivky na interpolačné (všetky vrcholy sú súčasťou krivky) a aproximačné (vrcholy nemusia byť súčasťou krivky ale ovplyvňujú jej tvar)
- používané krivky: lineárna interpolácia (lomená čiara); Bézierove krivky stupňa n; racionálne Bézierove krivky; B-spline krivky; kubické B-spline krivky (uniformné a neuniformné); racionálne B-spline krivky (uniformné a neuniformné)
- krivky možno modifikovať zmenou polohy riadiacich vrcholov, zmenou váh riadiacich vrcholov, modifikáciou uzlového vektora

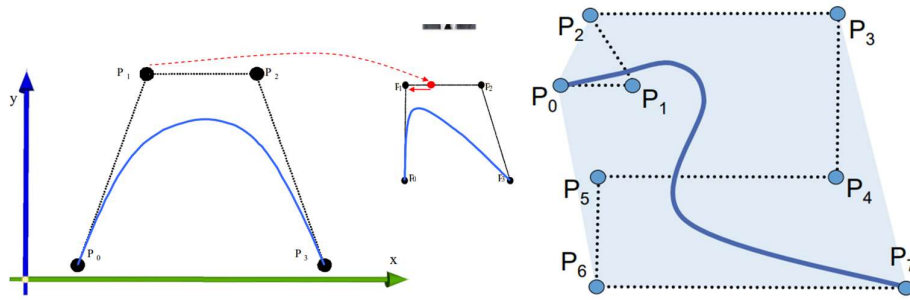
39. Charakterizujte a popíšte Fergusonovu krivku

- je to interpolačná krivka



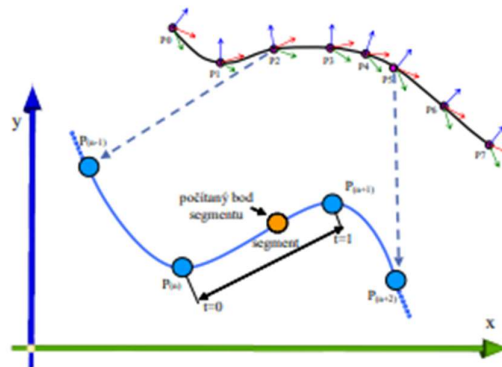
40. Charakterizujte a popíšte Bézierove krivky

- aproximačná krivka, ktorá interpoluje koncové vrcholy
- je definovaná polynomiálnou funkciou stupňa n ($n = \text{počet vrcholov} - 1$)
- afinná invariancia (zachováva tvar aplikovaním afinných transformácií)



41. Charakterizujte a popíšte spline, Catmull-Rom spline a B-spline krivku

- spline krivka je popísaná funkciou $f(x)$ stupňa m pre daných $n+1$ bodov, pre ktorú platí: $f(x) = f_k(x)$ na intervale $\langle x_k, x_{k+1} \rangle$, kde f_k je polynóm stupňa m ; $f(x)$ má spojité derivácie;
- najčastejšie sú používané kubické spline funkcie ($m = 3$)
- Catmull-Rom spline krivka patrí medzi interpolačné krivky – prechádza všetkými riadiacimi bodmi.
- zakrivenie krivky sa lineárne mení po dĺžke segmentu, každý segment je definovaný pomocou 4 riadiacich bodov, samotný spline môže mať ľubovoľný počet ďalších riadiacich bodov.

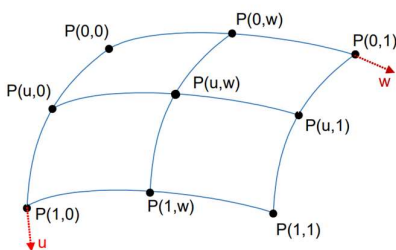


- B-spline krivky sú zovšeobecnením Bézierových kriviek, používa jednoduchšie funkcie
- sú aproximačné a uniformné; zadaním špeciálnych vstupných hodnôt (násobností) spôsobíme, že krivka začína v bode P_0 a končí v bode P_{L+n-1} kde n = počet vrcholov, L = počet násobností vrcholov
- pseudolokálna kontrola a segmentovateľnosť
- afinná invariancia
- B-spline krivka je zložená z $n-1$ segmentov, ktorý je každý popísaný polynómom tretieho stupňa
- nevýhodou B-spline je že krivka nezačína a nekončí v začiatočnom a končiacom bode polygónu; nevýhodu možno odstrániť zmenením násobností prvých a posledných prvkov uzlového vektora

42. Charakterizujte plochy používané v počítačovej grafike, 2D plošné útvary, modifikovateľnosť plôch

- plochy môžu byť: dané analytickým spôsobom, interpolačné plochy, aproximačné plochy
- 2D útvar je definovaný vrcholmi a hranami (je to polygón) a môže byť lineárny a nelineárny
- používané plochy: rovinné (lineárne); Bézierove (nelineárne); B-spline (nelineárne); Racionálne B-spline (uniformné, neuniformné; nelineárne);
- plochy možno modifikovať: zmenou polohy riadiacich vrcholov; zmenou váh riadiacich vrcholov; modifikáciou uzlových vektorov;

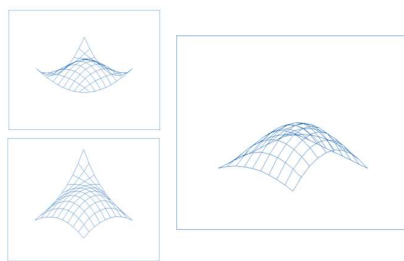
43. Charakterizujte a popíšte Coonsovú bilineárnu plochu



- definovaná maticou 3x3 bodov
- v prípade že by protiľahlé strany boli úsečky, získali by sme priamkovú plochu; je teda všeobecnejšia ako priamková plocha
- základným problémom je náročné vyjadrenie priamych dotyčnicových vektorov, čím sa obťažne dosahuje hladké spojenie dvoch plôch

44. Charakterizujte a popíšte Beziérovú bikubickú plochu

- je daná maticou 4x4 bodov, teda 16-imi uzlami
- v mnohých aspektoch interpolačná; povrch plochy často krát neprechádza centrálnymi riadiacimi bodmi ale je natiahnutý smerom k nim
- sú vhodné na reprezentáciu hladkých povrchov, potrebujú menej bodov (a teda menej pamäte) pre reprezentáciu zakrivených plôch, ľahko sa s nimi manipuluje
- sú náročné pre priame vykresľovanie; náročný výpočet priesečníkov s čiarami, čo vytvára bariéru pre použitie geometrických techník ako napríklad ray tracing



45. Charakterizujte problém riešenia viditeľnosti a jeho kategorizáciu v rámci počítačovej grafiky

- spočíva v odstránení (odlíšení) tých častí 3D objektov, ktoré pri premietaní do 2D nie sú z miesta pozorovateľa viditeľné. Zakrytím týchto častí dostávame jednoznačné priemety želaných telies.
- podľa priestoru, kde je riešená: v 3D; v 2D (priemetne);
- podľa reprezentácie objektov: objektovo orientované algoritmy (riešia ktorá časť objektu je viditeľná); obrazovo orientované algoritmy (riešia spätne pre každý obrazový bod, ktorý objekt je v ňom vidieť);
- podľa uvažovania osvetlenia telesa: bez osvetlenia (vyhodnotenie farieb je aplikované lokálne na každý objekt); s osvetlením (metódy s globálnou aplikáciou farieb v rámci scény, ray tracing, radiosity);
- podľa vplyvu nožnej chyby pri vykonávaní: s lokálnym vplyvom chyby; s globálnym vplyvom chyby;
- podľa času potrebného na vykonanie: mimo reálneho času; riešenie v reálnom čase;
- časová závislosť riešenia je exponenciálna pri objektových algoritmoch a lineárna pri rastrových algoritmoch

46. Uveďte postup pri získaní horizontu v rámci algoritmu plávajúceho horizontu

- rieši viditeľnosť na úrovni rezov (kriviek)
- v SSZ sa nakreslí prvý rez (krivka) a vyhlási sa za plne viditeľnú – jej hodnoty sú uložené ako horný a dolný horizont. Nakreslí sa druhý rez a skúma sa či jej hodnoty sa nachádzajú nad horným horizontom (resp. pod dolným horizontom). Na základe porovnania týchto hodnôt sa následne upravuje horný a dolný horizont na jej maximálne hodnoty.
- plocha medzi horným a dolným horizontom je zakrytá

47. Charakterizujte a popíšte maliarov algoritmus riešenia viditeľnosti

- objekty sa zoradia podľa vzdialenosti od pozorovateľa (pomocou Pytagorovej vety)
- kreslia sa všetky objekty zozadu dopredu
- nedefinuje presne ako počíta vzdialenosť objektu
- náročnejšie pri cyklickom prekryve, nie je 100 percentne správny

48. Charakterizujte a popíšte Freeman-Lotrelov algoritmus riešenia viditeľnosti

- pracuje v 3D a je založený na rozdelení stien na neviditeľné a potencionálne viditeľné na základe uhla medzi vektorom pohľadu kamery a normálou steny
- všetky steny musia byť orientované rovnako (v smere alebo proti smeru hodinových ručičiek)
- uhly riešime na základe ostroty (ostrý, tupý uhol)
- ďalej do výpočtu postupujú len potencionálne viditeľné steny, tento výpočet je podobný s maliarovým algoritmom

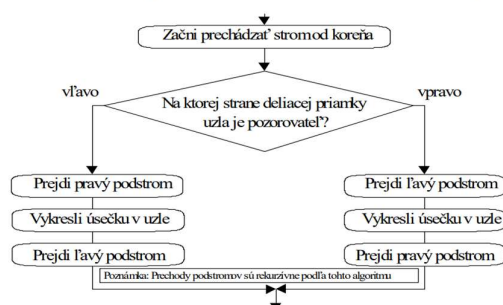
49. Charakterizujte a popíšte algoritmus pamäte hĺbky (Z-buffer)

- využíva dve matice: matica farby; matica hĺbky;
- pomocou Pytagorovej vety určujeme vzdialenosť medzi kamerou a priesečníkom objektu
- určíme farbu priesečníka; hĺbku priesečníka vzhľadom na jeho priemet (Pytagorovou vetou)
- rozmery matic je dané rozlíšením; inicializované sú na nekonečno (resp. farbou pozadia)
- jednotlivé hodnoty matíc sa prepisujú na základe porovnania medzi novo zistenou hodnotou a hodnotou už zapísanou v matici
- je hardwarovo riešený – značné zrýchlenie
- vždy korektne vyrieši viditeľnosť
- vysoké nároky, náročný pri veľkých scénach

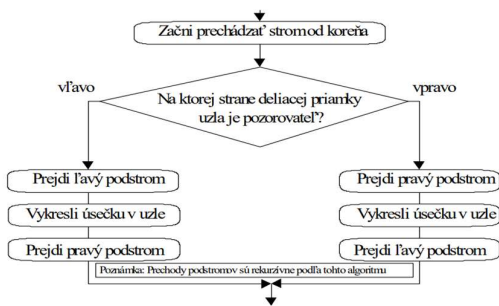
50. Charakterizujte metódu BSP stromov pri riešení viditeľnosti v rámci počítačovej grafiky, popíšte tvorbu a prechod BSP stromom

- delenie podľa rozloženia objektov: vyvážené; nevyvážené;
- podľa rozloženia deliacich rovín: statické; dynamické; adaptívne (vznikajúce kvadranty nemusia byť rovnaké); stratové;
- zvolíme ľubovoľnú priamku ako deliacu
- rozdelíme dané úsečky do množín napravo a naľavo od deliacej priamky
- ak existuje úsečka pretínajúca deliacu priamku, rozdelíme ju na dve časti a priradíme do množín

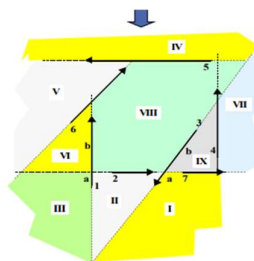
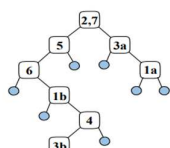
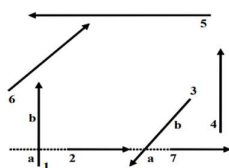
BSP STROMY (PRECHOD ZOZADU DOPREDU)



BSP STROMY (PRECHOD SPREDU DOZADU)



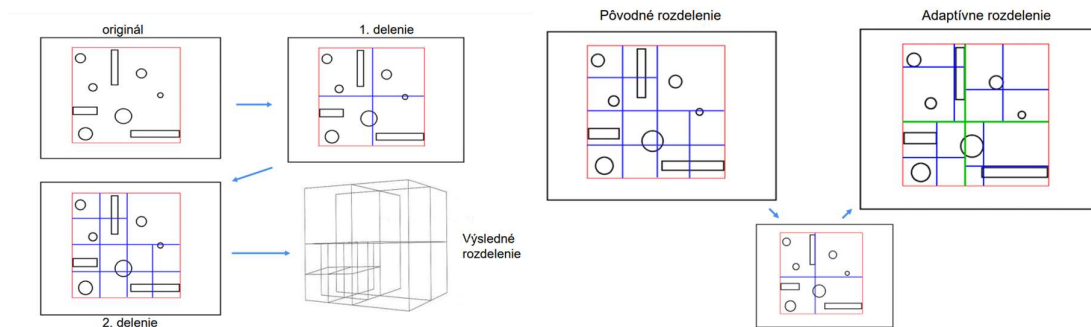
- náročný problém je určenie deliacej priamky



- pri riešení cyklickej scény viem rozdeliť objekty a vytvoriť acyklickú scénu

51. Charakterizujte metódu oktantových stromov pri riešení viditeľnosti v rámci počítačovej grafiky

- celý podpriestor sa delí na pravidelné kvadranty
- výhodou je rýchlosť; nevýhodou je možnosť rezania objektov do rôznych kvadrantov



- pri adaptívnom delení je snaha upraviť pozíciu rozdelenia kvadrantov aby čo najmenej objektov bolo rozrezaných
- náročné získať optimálne rozdelenie
- rozdelenie do kvadrantov je možné spraviť pred samotným vykreslením mimo reálneho času počas dizajnu
- pri stratovom delení určíme hranice straty; časti odrezaných objektov, ktoré spadajú pod hranicu straty sú zahodené

52. Vymenujte a v krátkosti popíšte urýchľovacie techniky pre riešenie viditeľnosti v počítačovej grafike (53., 54.)

- redukcia polygónov vstupujúcich do algoritmov viditeľnosti
- FV (front view) / BC (back cut): vytvorením deliacej roviny postupuje len to čo je pred pozorovateľom, zvyšok je nepodstatný
- orezávanie na zorný ihlan: vyradenie objektov ktoré nijako nezasahujú do zorného ihlanu, samotný ihlan nemusí byť symetrický (napríklad pri stene)
- ohraničujúce útvary: zrýchlenie na úrovni výpočtov, nepravidelné útvary sú generalizované na jednoduchšie útvary, čím jednoduchší útvar, tým rýchlejší výpočet na úkor presnosti
- sektorovanie: scéna je rozdelená na jednoznačne identifikovateľné sektory, do výpočtu idú len objekty sektorov ktoré sú viditeľné zorným ihlanom
- potenciál viditeľnosti: určuje ktoré sektory sú potenciálne viditeľné
- S-buffer (span buffer): prioritne v 2D, vykreslené steny už nie sú prekresľované, do výpočtu prechádzajú len pixeli ktoré ešte môžu byť vykreslené

55. Charakterizujte vyplňovanie oblastí používané v počítačovej grafike

- typy: vyplnenie jednou farbou; vyšrafovanie oblastí; vyplnenie farebným vzorom (textúrovanie);
- hranica: definovaná geometricky (výpočtovo); nakreslená na zobrazovači;

56. Charakterizujte a popíšte algoritmus riadkového rozkladu pri vyplňovaní oblastí

- hranica definovaná geometricky
- postupuje od najvyššieho vrcholu oblasti k najnižšiemu, zľava doprava v každom riadku
- rozkladové riadky rovnobežné s osou X a s konštantnou súradnicou Y sa nájdu priesečníky s hranicami vyplňanej oblasti
- vo výslednom zozname sú usporiadané priesečníky zľava doprava a vyfarbené úseky medzi nepárnymi a párnymi priesečníkmi; počet priesečníkov musí byť párne číslo

57. Charakterizujte a popíšte vyplňovanie spektrom

- dva spôsoby

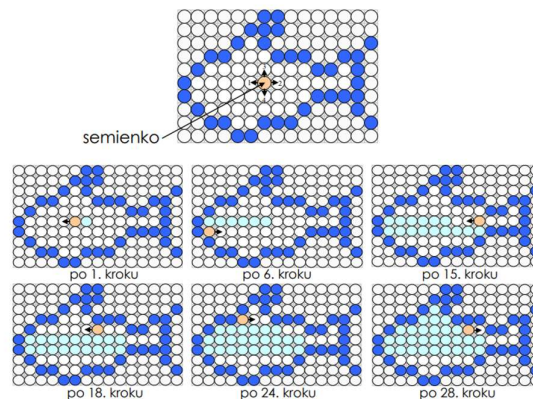
- prvý spôsob: otočenie mnohouholníka aby smer vykresľovania priamok bol rovnobežný s osou x a metódou riadkového rozkladu sa nájdu priesečníky; pri vykresľovaní sú úseky spätne otočené do pôvodnej pozície; farba pri vyplňovaní plynule prechádza z jednej do druhej farby;
- druhý spôsob: využitie možnosti nastavenia orezávacej oblasti; na začiatku sa nastaví orezávacia oblasť na celú oblasť mnohouholníka a sú vypočítané maximálne a minimálne súradnice X a Y; podľa veľkosti uhla je vyplnený príslušný rovnobežník a orezávacia oblasť zabezpečí vyplnenie len mnohouholníka
- radiálny alebo lineárny prechod
- plynulý prechod farieb: zistenie rozdielu zložiek prvej a druhej farby; vypočítanie počtu úsečiek v rovnobežníku; vypočítanie prírastkov jednotlivých zložiek ako pomer rozdielu zložiek prvej a druhej farby a počtu úsečiek;
- je ekvivalentom alfa miešania

58. Charakterizujte a popíšte inverzné a plotové vyplňovanie

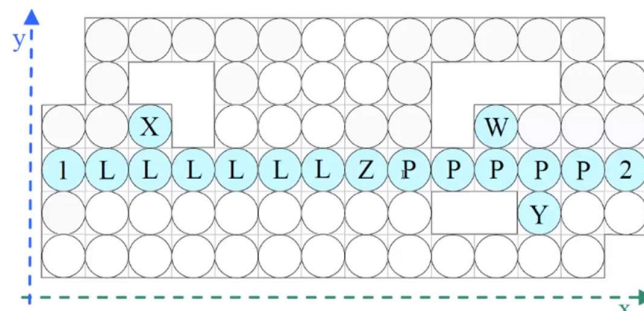
- využiteľné pri zobrazovaní s možnosťou zmeny obsahu
- využíva XOR metódu
- vodorovné (riadkové) – rýchlejšie (z dôvodu prístupu k pamäti)
- zvislé (plotové)
- hranica je daná geometricky; pre každý riadok je vypočítaný priesečník, napravo od priesečníku kreslíme farebnú čiaru metódou XOR; prejdením všetkých riadkov vzniká finálne vyplnenie

59. Charakterizujte a popíšte rekurzívne aj nerekurzívne semienkové vyplňovanie

- rekurzívne volanie funkcie
- riešenie v 4 smeroch (hore, dole, vľavo, vpravo)
- pri prechode pixelom zisťujeme či je hraničným pre farbu alebo či už je zafarbený
- ak nie je zafarbený, voláme opäť funkciu vyplnenia



- nevýhodou je vyplňovanie veľkých plôch; vysoká pamäťová náročnosť
- nerekurzívne vyplňovanie pracuje podobným spôsobom; možné body pokračovania sú ukladané do stacku; vybraný je vhodný bod zo stacku;
- menej náročné na pamäť



60. Charakterizujte textúrovanie a jeho vzťah k zobrazovacím reťazcom

- proces nanášania obrazových vzoriek na povrch objektu alebo na objem objektu
- cieľom je získanie vizuálneho dojmu

- typy textúr pod topológiu: 1D; 2D; 3D;
- podľa spôsobu nanášania: statické; dynamické (procedurálne, zmena funkciou; animačné, zmena poradím statických textúr)
- textúrovacia transformácia je prvým krokom v transformačnom reťazci; vzťahuje sa takmer výlučne na SSO (na objekt) až na pár výnimiek (pozadie SSZ)

61. Charakterizujte bilinéarne textúrovanie a bump-map textúrovací proces a použitie tieňovania a osvetľovania textúry

- ako vzor sa najčastejšie používa obrázok (textúra)
- využíva dvojrozmernú súradnicovú sústavu SST, ktorej hodnoty súradníc u, v zodpovedajú jednotkovej miere obrazového formátu
- u zodpovedá x osi
- v zodpovedá y osi
- možnosť priradenia vrcholov textúry na plochu objektu
- optimálne je mať orientáciu textúr rovnakú
- výrazné zlepšenie grafického dojmu
- využitie LOD (level of detail)
- využitie lineárne aj nelineárne
- mapovanie textúry: 2D (rotácia, opakovanie); 3D (prechody medzi stenami, opakovanie, rotácia);
- bump mapa (výšková mapa) vytvára ilúziu rôznych výšok bodov textúry. Určuje vplyv svetla pri dopade na povrch. Upravuje farbu (jas alebo saturácia) bodov textúry čím vzniká dojem hrboľatosti.
- môžeme využiť fyzikálny prístup (reálnejšie, náročnejšie) alebo len na základe výškovej mapy prifarbiť výsledný bod (rýchlejšie)

62. Charakterizujte a popíšte konštantné (flat) tieňovanie v rámci počítačovej grafiky

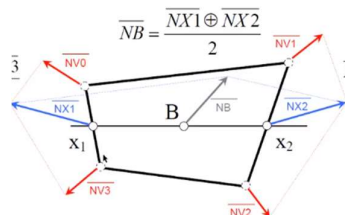
- proces vplyvu svetelného zdroja na objekt (najčastejšie na jeho povrch)
- typy: konštantné (flat); Gourardovo (interpolácia farby); Phongovo (interpolácia normály);
- podporné technológie: poltónovanie (halftoning); rozptyľovanie (dithering);
- pri konštantnom tieňovaní je podmienkou, aby všetky steny boli rovnako orientované
- určujeme normály vychádzajúce zo stredov stien (plôch); normály sú určované na základe smerových vektorov hrán (na poradí záleží);
- intenzita tieňa je závislá od uhla medzi vektorom dopadu lúča a normálou steny

63. Charakterizujte a popíšte tieňovanie interpoláciou farby (Gourard) v rámci počítačovej grafiky

- okrem normál stien sú určované aj normály hrán; určené ako suma normál stien tvoriacich hranu;
- druhým krokom je vypočítanie intenzity na hranách tvoriacich stenu a následne je počítaná lineárna interpolácia medzi hranami

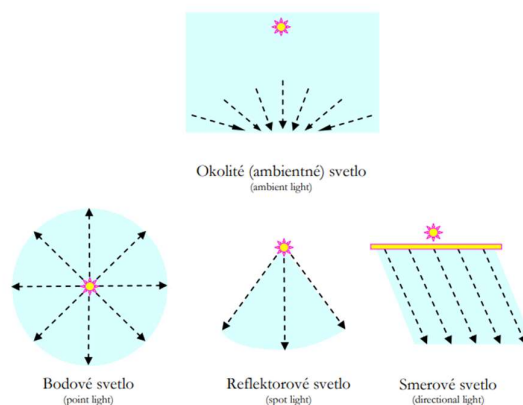
64. Charakterizujte a popíšte tieňovanie interpoláciou normály (Phong) v rámci počítačovej grafiky

- využíva difúziu a reflektívnu zložku
- normálu je potrebné počítať v každom bode povrchu
- výpočet je jednoduchý – ale je ich veľa
- pri viacerých svetelných zdrojoch sa často krát robí suma všetkých zdrojov a ich percentuálny podiel
- veľmi náročné pre v reálnom čase; je ale fotorealistické;
- určujeme normály vrcholov; počítané sú ako suma normál hrán, ktoré ho tvoria
- tretím krokom je interpolácia normál



65. Popíšte problematiku osvetľovania a osvetľovacích modelov, svetelné zdroje, osvetľovacie mapy

- proces vplyvu svetelného zdroja/zdrojov, materiálu a iných objektov na svoje okolie – vrhanie tieňa, lom svetla pri prechode materiálom
- typy: statické (svetelný zdroj sa nepohybuje, počítame len na začiatku); dynamické (objekty sa pohybujú);
- osvetľovací model je model sledujúci vlastnosti povrchu ako je farba, lesklosť, matnosť, drsnosť a podobne
- základom modelu je odrazová funkcia, vyjadrujúca intenzitu svetelného lúča rozptýleného svetla
- čím lepšie odrazová funkcia simuluje reálny svet, tým presvedčivejší je generovaný obraz
- typy svetelných zdrojov podľa farby: monochromatické (jednej farby); achromatické (viacero zložiek);
- typy podľa spôsobu vyžarovania: bodové; reflektorové (spotlight); plošné;
- typy podľa kinematiky: statické; dynamické;



66. Spracovanie osvetľovacích modelov, zložky svetla podľa Phongovho osvetľovacieho modelu

- ambientná zložka používaná najmä v empirických odrazových rovniciach
- predstavuje svetlo prichádzajúce zo všetkých smerov
- difúzna zložka nezáleží na smere pohľadu, po viacerých odrazoch je smer lúča náhodný
- jej intenzita záleží len na uhle dopadu a nosí informáciu o farbe povrchu
- zrkadlová zložka záleží na smere pohľadu, po viacerých odrazoch a lomoch môže byť lúč utlmený
- väčšinou je riadená po odraze štatistickým rozdelením a jej veľkosť závisí od uhlu dopadu a zrkadlových vlastnostiach povrchu
- celkový odraz svetla je tvorený difúznou a zrkadlovou zložkou
- náročné pre reálny čas, pristupuje sa k obmedzovaniu funkcií odrazu (zníženiu štatistického rozdelenia zrkadlovej zložky, ...)
- osvetľovacia mapa je celkový výpočet vplyvov svetelných zdrojov na scénu (kde bude farba živšia/bledšia)
- environmentálne zrkadlo (využitie pohľadu kamery umiestnenej v zrkadle ako textúry objektu zrkadla)
- geometrické zrkadlo (zrkadlové modelovanie scény viditeľné cez polopriehľadnú plochu)

67. Charakterizujte problém realistického zobrazovania a globálne osvetľovacie techniky v rámci počítačovej grafiky a v krátkosti popíšte fotorealistické metódy vychádzajúce od pozorovateľa a od svetelného zdroja

- globálne osvetľovacie techniky slúžia na riešenie zobrazovacej rovnice (vrátane riešenia viditeľnosti)
- delenie: výpočet osvetlenia všetkých plôch (pohľadovo nezávislé); výpočet osvetlenia pre určitý smer (pohľadovo závislé)
- rozdelenie techník: vychádzajúce od pozorovateľa (sledovanie lúča, sledovanie cesty); vychádzajúce od svetelného zdroja (sledovanie fotónov, Monte Carlo sledovanie svetla); obojsmerné metódy (obojsmerné sledovanie cesty, fotónové mapy); vyžarovacia metóda (radiosity);

- vychádzajúce od pozorovateľa – ide o pohľadovo závislé metódy, ktoré zhromažďujú svetelnú informáciu (energiu), ktorú lúč akumuluje po svojej trajektórii. Označujeme ich aj ako spätné sledovanie trajektórie svetla.
- vychádzajúce od svetelného zdroja – riešia problémy ako sú kaustika, skryté svetelné zdroje, ...
- zaťažujú šumom; hľadajú riešenie rovnice náhodným sledovaním dráh lúča zo svetelného zdroja

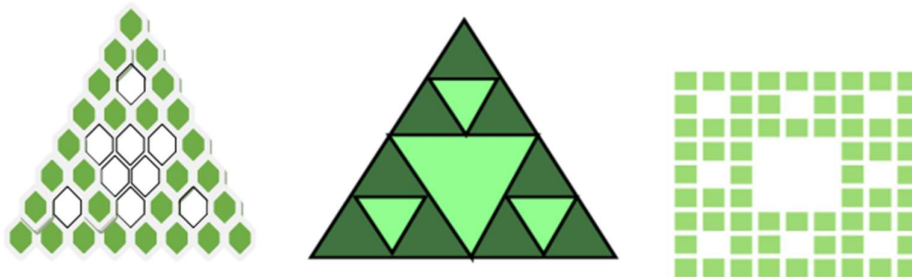
68. Uvedte a v krátkosti popíšte algoritmy fotorealistických metód a popíšte metódu raytracing

- algoritmy zobrazujúce povrchy: vytvárajú pomocnú geometrickú reprezentáciu; hľadajú hrany a body povrchu a z nich interpretuje povrch 2D záplatami.
- patria sem: sledovanie obrysov (contour tracking); marching cubes (pochodujúce kocky); marching tetrahedra; dividing cubes; opaque cubes;
- tieto metódy sa snažia z objemových dát aproximovať povrch za pomoci geometrických primitív
- vnútro objektu je zahodené
- objemové algoritmy: využívajú celú priestorovú informáciu na vykreslenie a sú nezávislé od zložitosti scény
- využívajú celú mriežku údajov, sú náročné na procesor a pamäť
- delia sa na: binárne (pokrývajú každý voxel úplne alebo vôbec, povrchovo orientované algoritmy); pravdepodobnostné (voxelom je priradený percentuálny podiel nejakého objektu, nahrádzujú príspevky všetkých vzoriek pozdĺž lúča do jedného obrazového pixela)
- algoritmy pracujúce v obrazovom priestore: pre každý pixel výsledného obrazu sa hľadajú voxely v objektovom priestore, ktoré prispievajú do výslednej farby bodu
- často krát je nutná interpolácia pre zistenie hodnôt voxelov mimo vrcholu mriežky
- patria sem: trasovanie lúčov (raytracing, raycasting); Sábelova metóda
- algoritmy pracujúce v objektovom priestore: pre každý voxel objektového priestoru sa hľadajú pixely výsledného obrazu, ktoré daný voxel ovplyvnia. Na každý voxel je aplikovaný konvolúcia s 3D rekonštrukčným filtrom
- príspevok filtrovaných bodov sa nahromaďuje do obrazového priestoru
- algoritmy: V-buffer; Splatting;
- algoritmy pracujúce na hybridnom princípe: kombinujú výhody predchádzajúcich prístupov
- algoritmus Shear-warp: myšlienka spočíva v posunutí jednotlivých rezov v objektovom priestore tak, aby ich namapovanie na 2D zobrazovací priestor bolo jednoduché a rýchle – vzorky pozdĺž lúčov budú ležať presne v rovinách rezov.
- algoritmus obsahuje až dva kroky prevzorkovania, čo môže spôsobiť rozmazanie a stratu detailných informácií
- rekonštrukčný filter je iba dvojrozmerný. V rezoch sa používa iba bilineárna interpolácia, medzi rezmi iba interpolácia najbližším susedom. Tento bod je hlavnou nevýhodou algoritmu shear-warp
- počet lúčov je rovný počtu voxelov jedného rezu, algoritmus produkuje alias kvôli podvzorkovaniu.
- raytracing: z každého obrazového bodu je vyslaný lúč smerom do scény a je sledované jeho správanie v scéne, lúč končí v momente keď dosiahne zdroj svetla alebo dopadne mimo scénu (poprípade obmedzíme hĺbku rekúzie)
- po nájdení svetelného zdroja postupujem späť
- zápis je reprezentovaný stromom, koreňom je zobrazovaný bod
- výpočet intenzity je suma intenzít jednotlivých zložiek

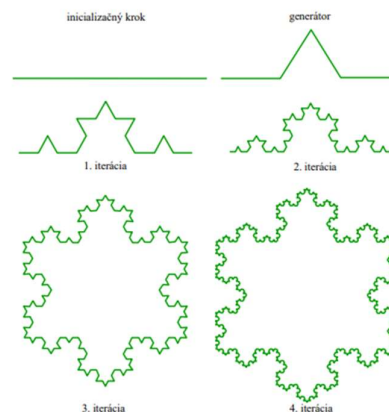
69. Uvedte a v krátkosti popíšte fraktály a časticové systémy

- fraktál je množina, ktorej Hausdorffova dimenzia je väčšia ako topologická dimenzia
- typy: L-systémy; IFS; Dynamické množiny-systémy;
- L-systémy patria medzi najjednoduchšie fraktály
- sú vhodné pre popis objektov prírody; pracujú na princípe aplikácii pravidiel nezávisle od poradia;
- systém je definovaný svojím stavom a tabuľkou akcií; stav je popísaný polohou a orientáciou L-systému;
- grafickou interpretáciou je najčastejšie korytnačia grafika, založená pomocou programovacieho jazyka LOGO (programovanie na základe ovládania pohybu korytnačky)

- 4 základné pravidlá pohybu: presunutie vpred s kreslením; presunutie vpred bez kreslenia; otočenie vľavo; otočenie vpravo;
- vhodné pre použitie na prírodných javoch (listy, rastliny, stromy)
- IFS (iterated function system) je generatívny typ fraktálov; má veľké použitie napríklad pri komprimácii údajov
- iteratívnym spôsobom vykresľuje body



• Kochovej vločka



- dynamické množiny sú najčastejšie rovinným obrazom trojrozmerných objektov; tretí rozmer je vyjadrený farbou (farba predstavuje výšku v danom bode)
- založené na komplexných číslach
- Juliova množina je sebestopodbná (pozostáva z kópií samej seba získaných nelineárnymi transformáciami); je ohraničená kružnicou
- často krát používaná na generáciu povrchu (hory, ...)
- Mandelbrotova množina (komplikovaný tvar, pripomína chrobáka)
- využitie dynamických fraktálov: plazma (simulácia oblakov a ohňa)
- časticové systémy sú rovnako ako fraktály využívane pre zvýšenie realizmu vo vykresľovanej scéne
- môžu predstavovať mraky, počasie, svetelné lúče, dym, oheň
- využívajú efekt použitia veľkého množstva malých častíc
- typy: usporiadané správanie (pohyb, rotácia, zmena farby); chaotický vzor správania (výbuch, chemická reakcia, vietor)

70. Charakterizujte XR (eXtended Reality) s dôrazom na virtuálnu realitu a jej príslušné technológie vrátane ich uplatnenia

- virtuálna realita predstavuje interaktívny systém, vytvárajúci ilúziu v reálnom čase neexistujúceho priestoru
- zmiešaná realita kombinuje prvky reálneho sveta s počítačom generovanými objektmi; vnem môže byť komponovaný zobrazením obrazu na priehľadnom display alebo snímaním okolitého priestoru kamerou a zobrazovaním kamerového výstupu obohateného o počítačom generovaný obsah
- extended reality poskytuje zobrazenie spoločného priestoru medzi viacerými užívateľmi v reálnom čase
- využitie virtuálnej reality: hry, simulácie, ...