Koherencia geometrická a rádiometrická, *podpora poznámok PG1 6. týždeň ZS 2020*

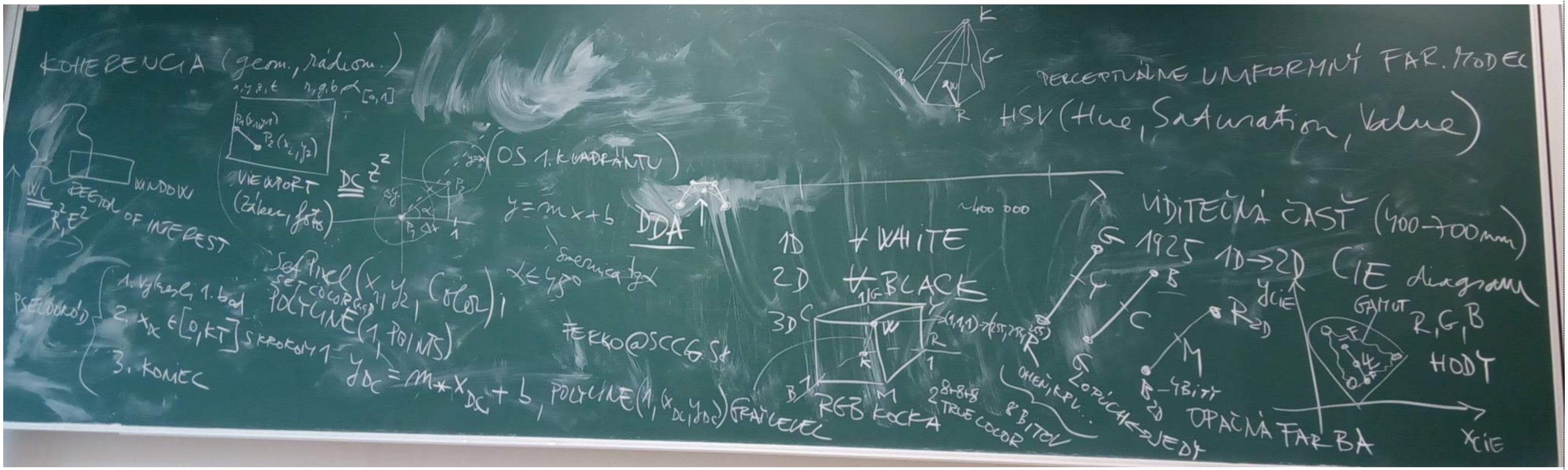


Photo: Nikola Gibasova, 2016

Tyzden pred midtermom nadviazeme na videoprednasku doc. Bozeka **Mnohouholniky**, spajajucu nam uz zname graficke vystupne prvky lomenu ciaru a (jednoduchu) vyplnovu oblast pod oznacenim Mnohouholnik, ktoreho obsah najde pomocou triangulacie. Matfyz/Youtube https://www.youtube.com/watch?v=5mP0sjF7Bfg

K videoprednaske by stacilo pridat jediny dalsi obrazok.

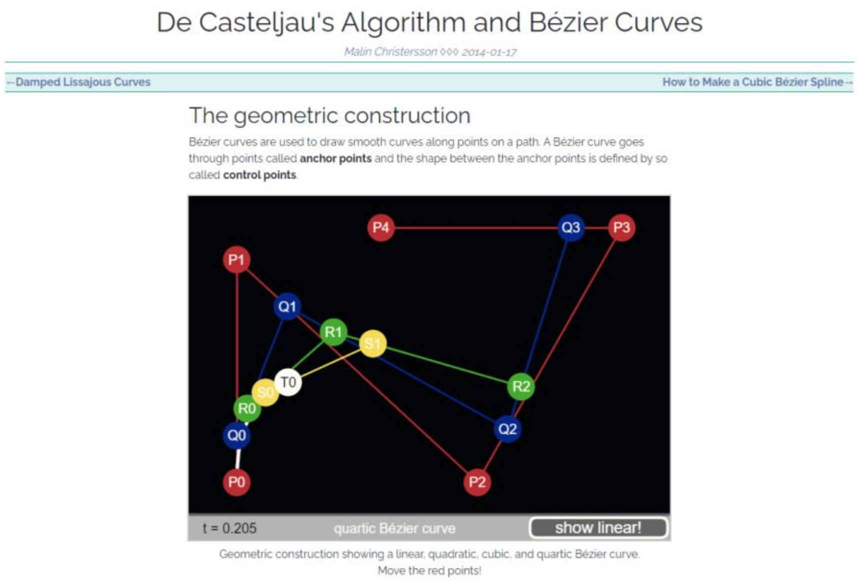
Na obrazku tabule, ktory v roku 2016 laskavo zdokumentovala Nikola Gibasova, popremyslame spolu o dalsom principe v pocitacovej grafike, ktory sme uz vlastne pouzili. Odborne sa nazyva **Koherencia** a pouzili sme ju mlcky pri rasterizacii usecky. Algoritmicka strategia, zapisana v pseudokode vlavo dole, sa nazyva **Iteracia**, isli sme v 1. oktante z bodu (0,0) s krokom 1 a pocitali sme y (v suradniciach zariadenia, DC). Pretoze uz mame zavedeny POLYLINE, vykreslujeme bod po bode na logickej urovni tymto prikazom grafickeho systemu, co fyzicky znamena SetPixel, zapis do pameti obrazu, zobrazenie (display). Parameter Color zatiaľ používame, ako keby sme mu rozumeli, že znamená farbu.

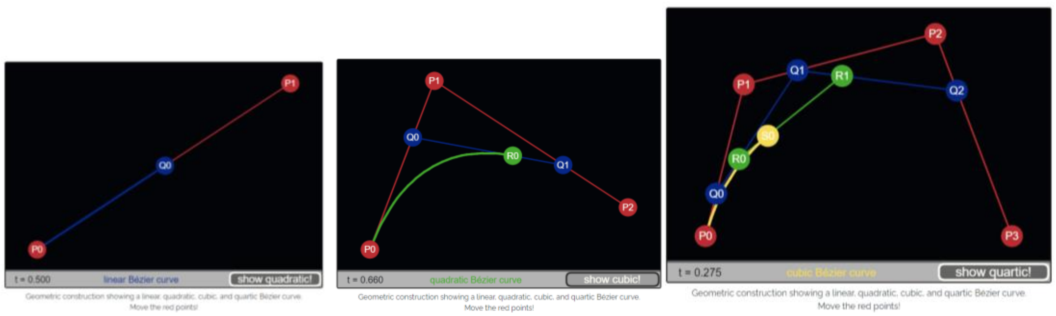
Z okna vo svetovych suradniciach (Euklidovej roviny) sme transformovali do zaberu úsečku P_1P_2 a rasterizujeme ju po priamke v prvom oktante. Bod za bodom mozme vykreslit preto, že „svet sa mení nenápadne“, že platí princíp koherencie, že od pixla k pixlu tu niet rozporov, a preto priatelia informatici hovoria o iteracii, budovani riešenia krok za krokom. Kym vkladanie diagonal (doc. Božek ich nazýva vnútorná uhlopriečka mnohouholníka) vedie na stratégiu **Rozdeľuj a panuj** (ktorú už poznáme z FloodFill), odrezávanie uší (Ear Cutting) je iterácia, ucho po uchu.

Potrebovali sme orezanie do zaberu (stratégia **Prune & Search**) tzv. **Dervišovu ťavu**, pridali sme k úsečke „niečo viac“, presne dve polpriamky, aby sme mohli využiť smernicový tvar priamky v prvom oktante. Použili sme aj dve zo štyroch geometrických súradníc (***x,y,z,t***) na prepis jazyka bodov do jazyka čísiel podľa Decartesovej metódy. Ak už máme úsečku, môžeme pomocou úsečiek alebo bodov na nich vyčísľovať súradnice bodov krivky, a algoritmus de Casteljeau znovu využíva koherenciu, bod za bodom, lineárne, kvadraticky, kubicky aj bikvadraticky (quartic). Bod na krivke „cestuje“ v čase ***t,*** napr. stred úsečky zapíšeme hodnotou parametra ***t=0.5***.

Komenského Škola hrou, pre študijný typ Kinesthetic De Casteljau's Algorithm and Bézier Curves

http://www.malinc.se/m/DeCasteljauAndBezier.php





Vieme teda koherentne interpolovať body na úsečke, keď poznáme iba jej krajné body, a na oblúku krivky kvadraticky a kubicky (bikvadratické interpolácie sa v grafike bežne nepoužívajú). Algoritmická stratégia je rekurzívna, **Rozdeľuj a panuj.** Dva rozdielne body určujú priamku, tri kvadriku, štyri kubiku, na obrázku kubiky vpravo z červenej lomenej čiary získame v čase 0.275 modrú, z nej zelenú úsečku a na nej žltý bod, všetko v tom istom čase. Vyčíslené žlté body pospájame lomenou čiarou a získame aproximáciu časti kubiky, ktorej krajné body zadáme na vstupe a ďalšie dva riadiace červené body určia konvexnú oblasť, v ktorej hľadaná časť krivky vždy leží. Krivku objavil Bézier, algoritmus de Casteljeau pri konštrukcii karosérií áut menom Renault a Citroen.

Načo nám to bude?

Od riadkovej koherencie prejdeme ku plošnej koherencii, keď budeme rasterizovať, osvetľovať alebo vyfarbovať trojuholníky, na ktoré vieme rozdeliť každý jednoduchý mnohouholník. A práve vyfarbovaním trojuholníkov sa zaoberáme na pravej strane tabule. Riešiť budeme prípad, keď máme vo vrcholoch trojuholníka zadané rôzne farby alebo úrovne šedej (graylevel).

Na ľavej polovici tabule nám ostáva nedovysvetlená farba a email prednášajúceho. To znamená iba podpis kriedou pohybujúceho subjektu.

Čo s farbou? [Ružický, Kapitola 12, od s. 179]

Aby sme videli, treba aspoň dve farby, pozadie a popredie. Viditeľná časť elektromagnetického spektra s vlnovou dĺžkou asi od 400 do 700 nanometrov sa dá jednorozmerne matematicky modelovať na úsečke. Ľudia v týchto farbách dúhy rozpoznávajú asi 400-tisíc odtieňov, no programátor v tomto modeli nezapíše bielu farbu.

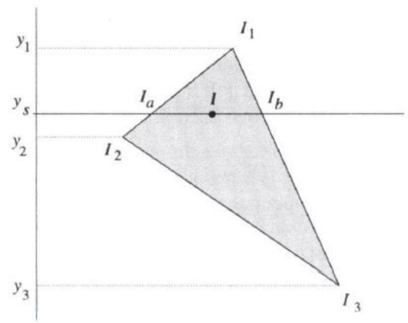
Od roku 1925 zaviedli fyzici dvojrozmerný model, ktorý sa označuje ako CIE diagram, no nezapíšeme v ňom čiernu. Umožňuje zapísať bielu a zaviesť opačné farby. (Trojuholník v CIE diagrame sa nazýva color gamut. Náčrtok je vpravo dole.)

V grafike preto používame na programovanie displejov trojrozmerný model RGB. V bode (0,0,0) kódujeme čiernu, (1,1,1) bielu a na ich spojnici koherentne prechádzajú úrovne šedej, platí R=G=B. Nočné videnie bez farieb vníma iba odtiene šedej. Ostatných 6 rohov kocky patrí trom primárnym farbám a ich opačným, ktoré sa zas používajú na programovanie farebných tlačiarní. Modrú zložku vidíme slabšie, stačili by 4 bity, no v praxi používame 24 bitov.

Používa sa aj perceptuálne uniformný model HSV, ktorý na rozdiel od displejov a tlačiarní vhodne modeluje ľudské vnímanie farby, [Ružický, s. 188.

A interpolujeme v koherentnej farebnej kocke rovnako ako po úsečke, iba namiesto polohy bodu meníme farbu.

Najšedšiu šedú (0.5,0.5,0.5) v strede kocky získame ako polovicu bielej a polovicu čiernej, po zložkách. Vieme teda interpolovať farby v trojuholníku, po hranách lineárne a vovnútri bilineárne.



Obr. 13.9 Interpolácia intenzity pre trojuholník

Na obr. 13.9 máme určené intenzity I_1, I_2, I_3 vo vrcholoch trojuholníka. Najprv vypočítame intenzity I_a, I_b na zvolenom riadku $y = y_s$ v krajných bodoch trojuholníka:

$$I_a = I_1 - (I_1 - I_2) \cdot (y_1 - y_s)/(y_1 - y_2) \ ,$$

$$I_b = I_1 - (I_1 - I_3) \cdot (y_1 - y_s)/(y_1 - y_3) \ .$$

Výslednú intenzitu I v bode (x, y_s) na úseku medzi dvoma krajnými bodmi opäť interpolujeme:

$$I_p = I_b - (I_b - I_a) \cdot (x_b - x)/(x_b - x_a) \; .$$

Daný postup používame nielen na dopočítanie farby, ale aj na otexturovanie daného trojuholníka, pri jeho zväčšovaní či osvetľovaní.

Na midterme bude príklad takéhoto typu:

1. Výpočet bilineárnej interpolácie pre šedotónový obrázok, napr. ťažisko rastrového trojuholníka, ktorého intenzity pre vrcholy sú dané dĺžkami, rozdielmi a súčtami počtu znakov Vášho mena.

Toľko doplnok Koherencia po prednáške doc. Božeka o mnohouholníkoch a triangulácii.

Druhý doplnok sa bude venovať triangulácii samotnej.

Naučíme sa skvelú trianguláciu, ktorá má vynikajúce vlastnosti.

Najprv sa s nou pohrame:

https://demonstrations.wolfram.com/ConvexHullAndDelaunayTriangulation/

Definicie:

https://mathworld.wolfram.com/DelaunayTriangulation.html

https://mathworld.wolfram.com/VoronoiDiagram.html

https://mathworld.wolfram.com/ConvexHull.html