

STEREOGRAFSKA 3D GRAFIKA

Student: Novak Matija - 37622/08-R

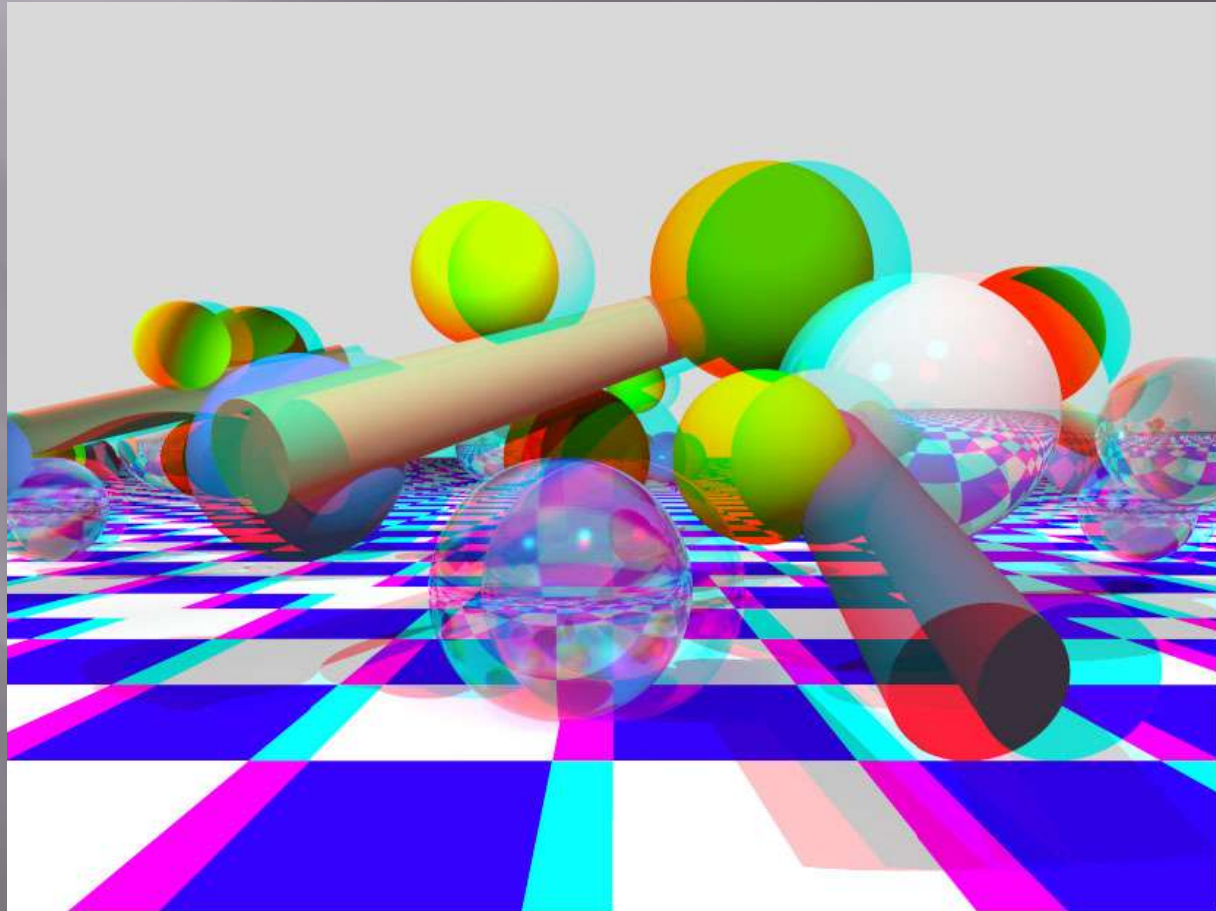
Studij: Diplomski studij

Smjer: Baze podataka i baze znanja

Predmet: Računalna grafika

Uvod

Primjer 1: <http://dogfeathers.com/java/hypercube1.html>



Stereoskopski pogled [Klawonn]

- ▣ Omogućuje da razdvoji 3D informaciju u ono što vidi svako oko binocular faktori.
- ▣ Gledanje jednim okom također proizvodi 3D informaciju, ali sa monocular faktorima.
- ▣ Bicular faktori:
 - **Razlika u slikama** – Gledanjem s dva oka istu scene, s malo različitih pozicija, dobiva se tri-dimenzijska informacija usporednom tih različitih slika.
 - Približavanje (engl. Convergence) – Mijenjanje pogleda malim pomakom oka. Tim pomakom može se u grubo dobiti informacija o udaljenosti fokusiranog objekta.
 - **Pulfrich efekt** – Carl Pulfrich otkrio je efekt. Svjetliji podražaj je prepoznat ili obrađen brže nego tamniji. Nošenjem naočala sa jednom tamnijom stranom može se postići taj efekt i iskoristi da se dobije 3D privid za neku sliku.

Stereoskopski pogled [Klawonn]

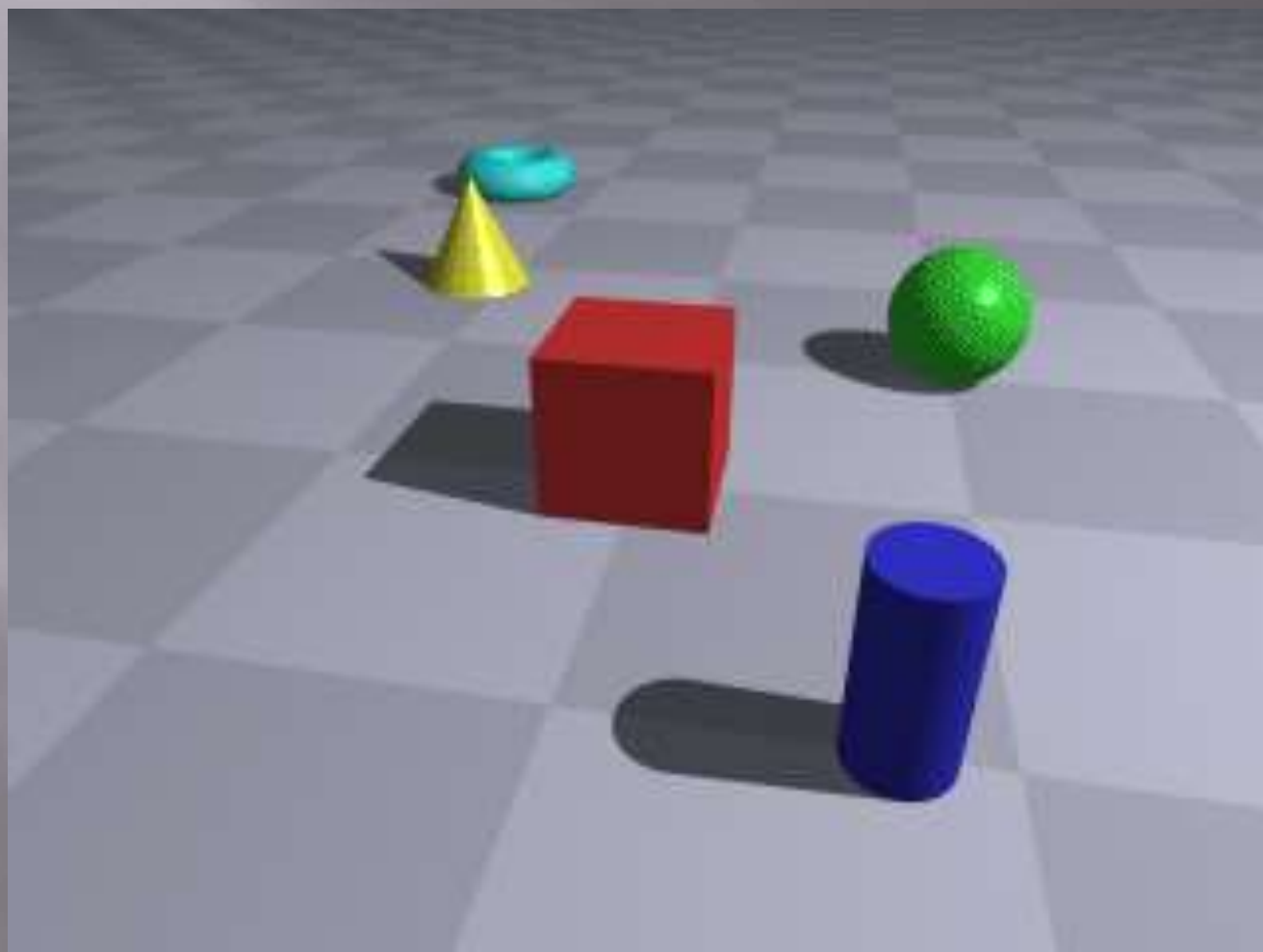
▣ Monocular faktori:

- Fokus – dovodimo neki objekt u fokus, objekti koji su u daljini izlaze iz fokusa, daje inf. o udaljenosti
- Paralaksa pokreta (engl. parallax) – predstavlja kretanje objekata u odnosu jedan na drugoga, tu su važni pozicija i veličina objekta, vidni kut
- Maskiranje (engl. masking) – jedan objekt je djelomično skriven od drugog objekta, što znači da je vidljiv objekt bliže od djelomično skrivenog
- Svjetlost i sjene – lokacija, smjer, obris, i veličina sjene objekta odaje informacije o lokaciji objekta i o objektu na kojeg sjene padaju
- Veličina – usporedba veličine jednog objekta u odnosu na drugi objekt daje informaciju o veličini i udaljenosti objekta u odnosu na gledatelja, bliži objekti su veći, znači manji objekt je dalje
- Kretanja glave (engl. head movements) – Gledanje sa dva oka daje prednost da vidimo sliku sa dvije različite pozicije u isto vrijeme. Ovisno o razlici tih slika dobiva se tri-dimenzijska informacija. Iako s jednim okom uz pomoć kretanja dobiva se isto takva informacija.

Stereoskopski pogled [Klawonn]

- ▣ Da se dobije stereoskopski pogled potrebno je za oba oka stvoriti dvije različite slike.
- ▣ Sve što je potrebno su ustvari dvije perspektivne projekcije iste scene sa malo različitim projekcijama.
- ▣ Povećana je potrošnja resursa (procesor, memorija, grafička kartica).

Pristupi stereoskopskom pogledu : Wiggle stereoscopy



Pristupi stereoskopskom pogledu [Klawonn]



- ▣ Dvostruka slika (engl. Anaglyph images)
 - Stari je pristup. Dvije slike su nacrtane različitim bojama obično crvena i zelena.
 - Da bi se vidjela jedna slika potrebno je imati naočale različitih boja (filtri boja).
 - Nedostatak je gubitak informacije o boji.
- ▣ Polarizirano svjetlo
 - Bolja je alternativa, svjetlosni valovi osciliraju okolo pravca u čijem smjeru se i šire.
 - Polarizirano svjetlo oscilira samo u jednoj ravnini.
 - Slike za oba oka se preslikavaju na ekran sa različitim polarizacijama.
 - Promatrač mora nositi naočale sa odgovarajućim polarizatorima za svako oko.



Pristupi stereoskopskom pogledu [Klawonn]

- ▣ Naočale sa tekućim kristalima (engl. Liquid crystal shutter glasses)
 - Česte su kod računalnih monitora.
 - Slike se prikazuju naizmjenično.
 - Naočale imaju tekući kristal u sebi
 - Potrebno je nositi naočale koje su sinkronizirane sa monitorom.
 - Kristal se može mijenjati od tamnog prema transparentom sa naponom.
 - Zatamnjuje se oko čija slika se trenutno ne prikazuje na monitoru.
 - 100Hz je preporučena frekvencija



Pristupi stereoskopskom pogledu [Klawonn]

- ▣ Zaslon montiran na glavu (engl. Head mounted display)
 - Mala je kaciga koja ima dva LCD zaslona.
 - Praćenje glave je potrebno da promatrač se može kretati okolo po sceni dok ima kacigu.
 - Često se postavljaju slušalice za simulaciju zvuka.
 - Nedostatak je da nošenje te kacige nije udobno.
- ▣ Ostale metode
 - Posebni zasloni
 - Hologramske tehnike
 - ...

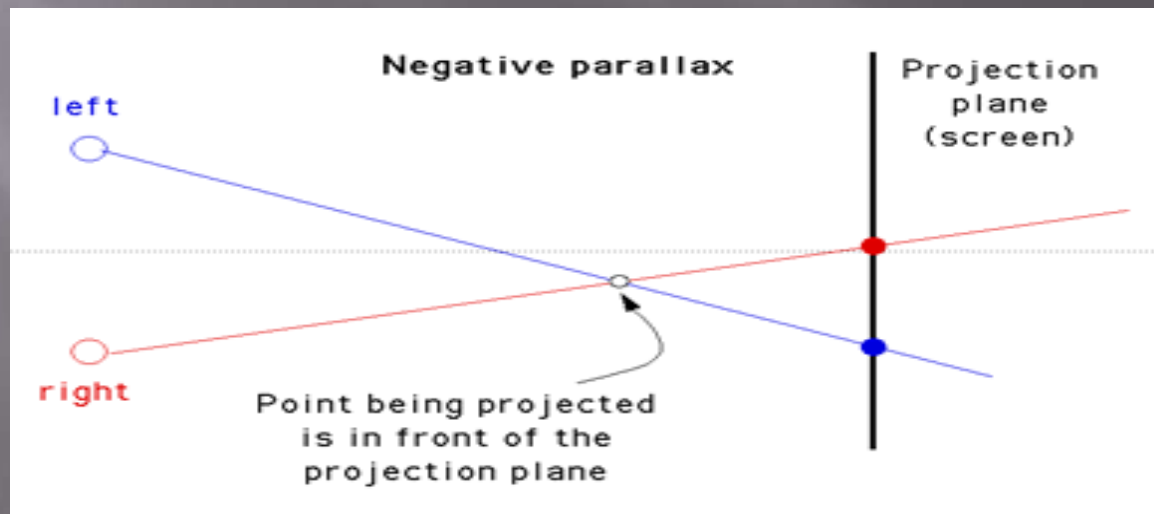
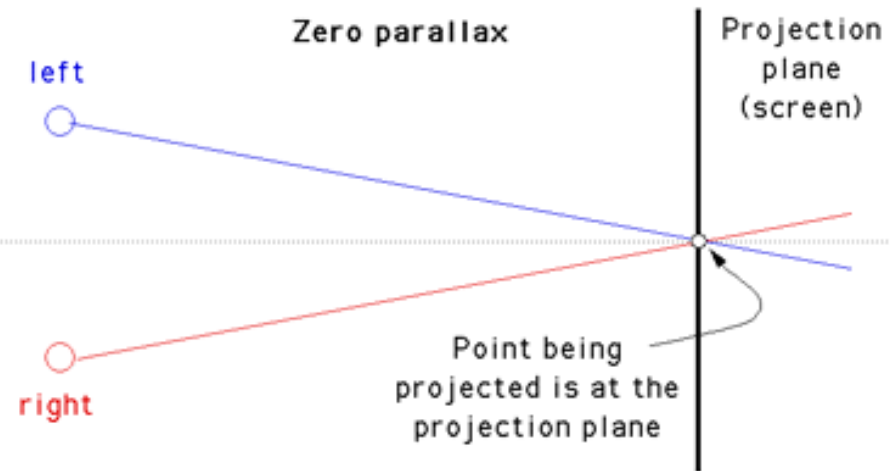
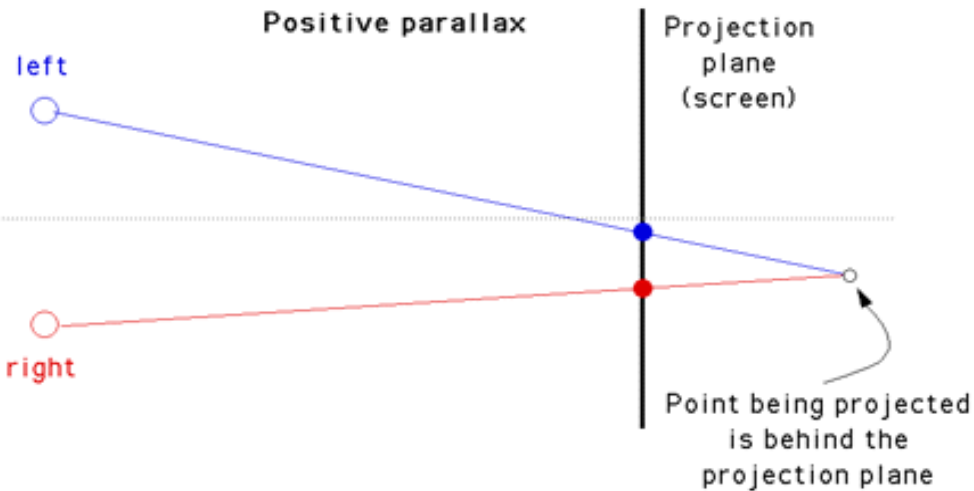


Način gledanja [Klawonn]

- ▣ Potrebno je stalno držati fokus na zaslon, te se postiže efekt da je objekt negdje duboko u monitoru ili izvan monitora.
- ▣ Moguća je glavobolja kod ljudi kod korištenja stereoskopskih pogleda.
- ▣ Stereoskopske tehnike se baziraju na dobrom odabiru paralakse (razlici između slika za oba oka).
 - Nema paralakse - nema razlike u slikama
 - Pozitivna paralaksa - Projekcija objekta iza projekcijske plohe je pomaknuta bolje u desno za desno oko i bolje lijevo za desno oko.
 - Negativna paralaksa situacija je obrnuta nego kod pozitivne paralakse
 - Divergentna paralaksa – nemoguće, za objekt za lijevo oko je lijevo od lijevog oka, a za desno je desno od desnog oka

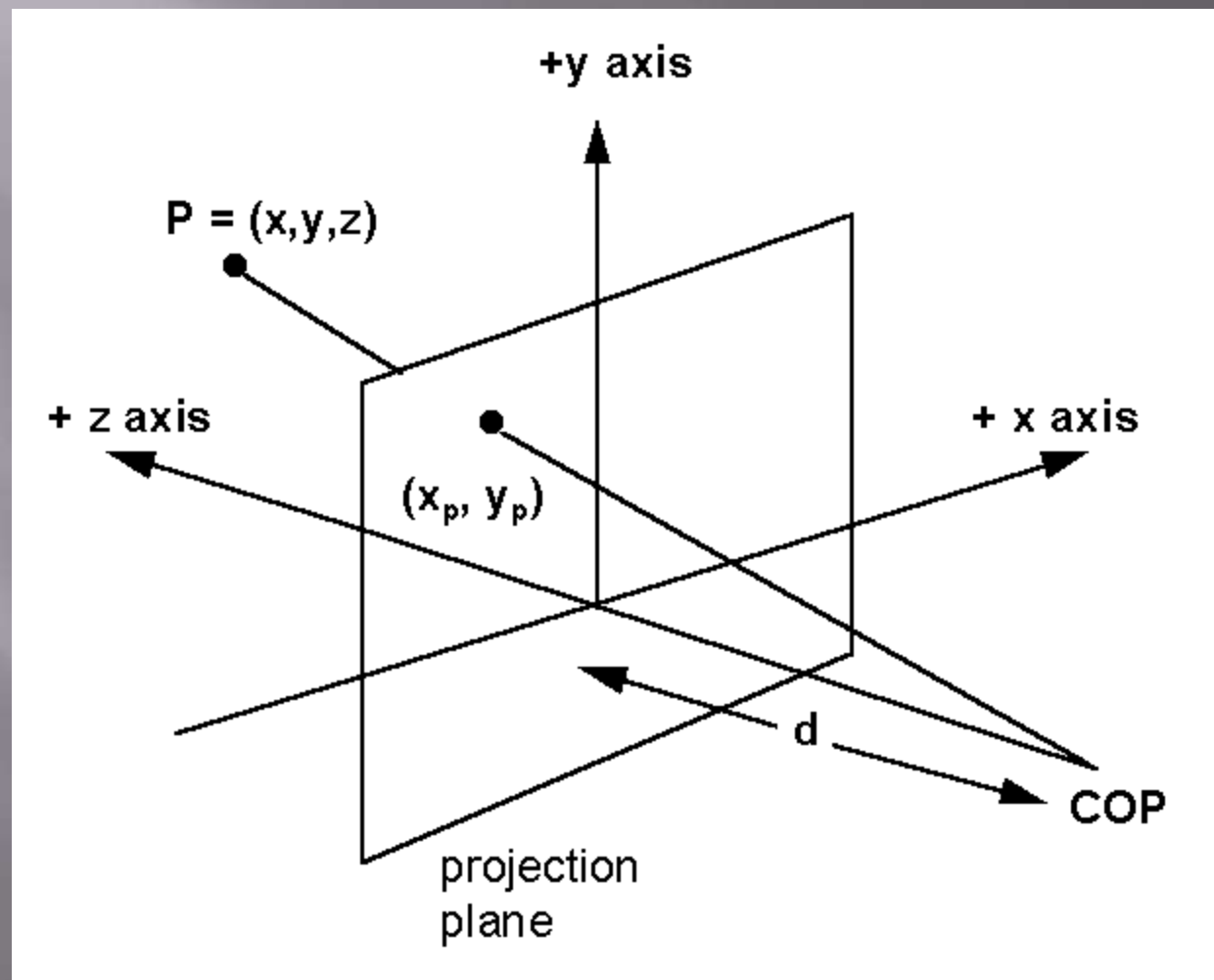
Paralakse (engl. parallax)

[Bourke, 1999]



Perspektivna Projekcija

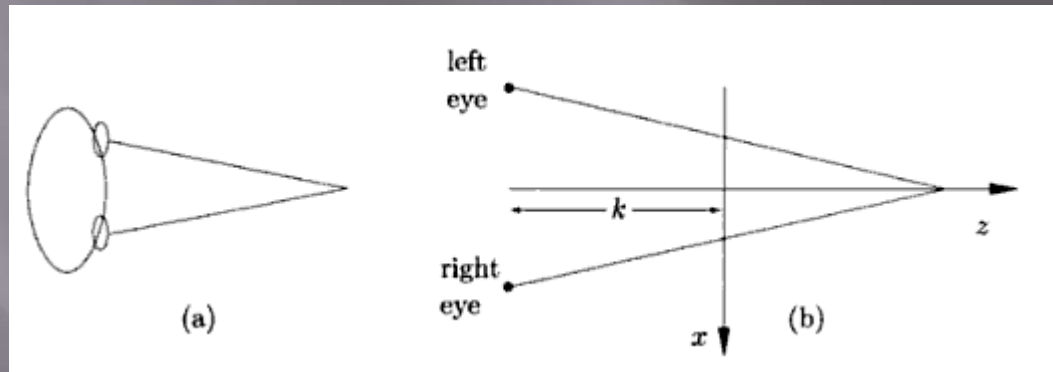
[Brian, 1995]



Stereoskopska Projekcija

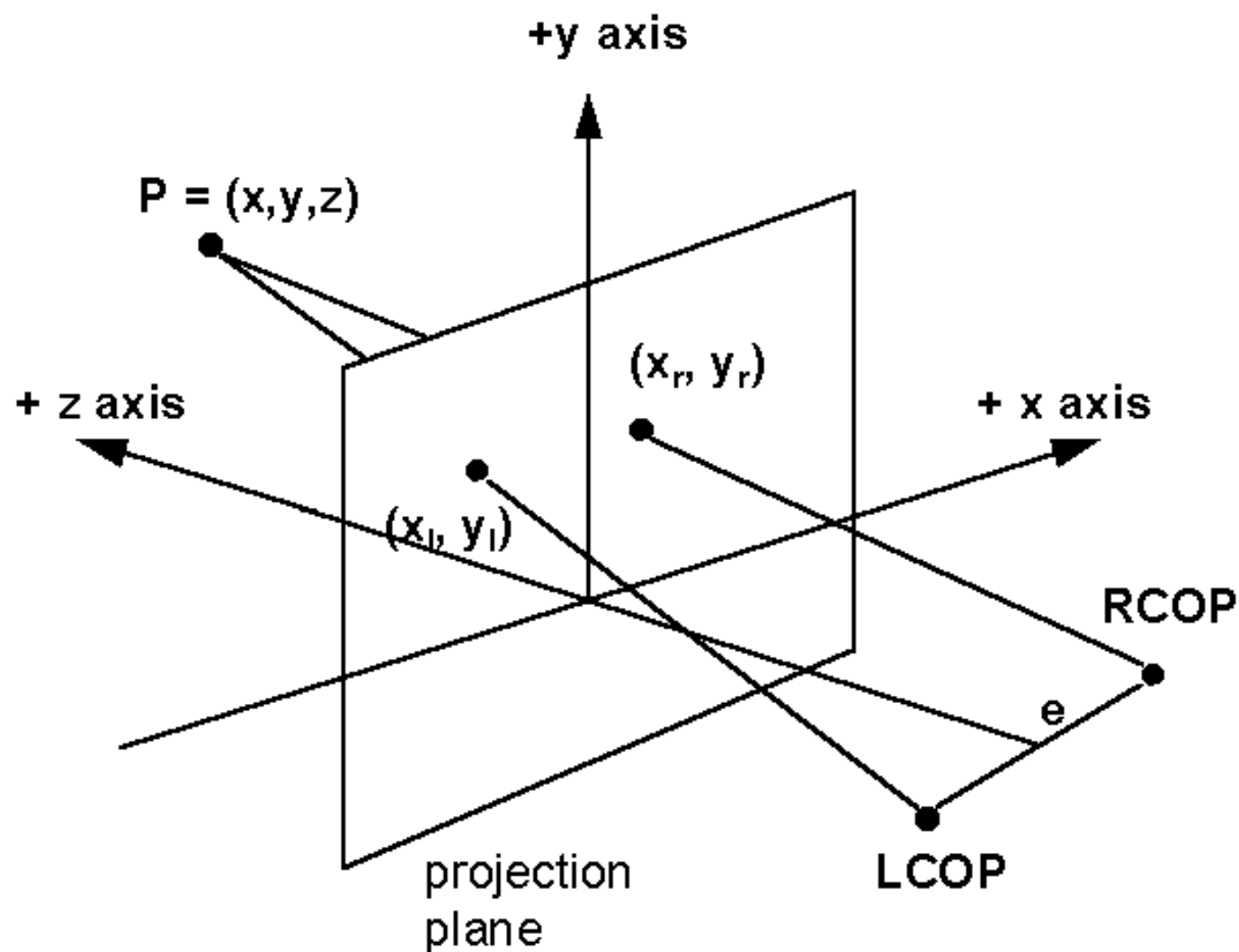
[Brian, 1995]

- Za razliku od perspektivne projekcije ovdje gledamo sliku iz dva položaja tj. imamo dvije kamere.



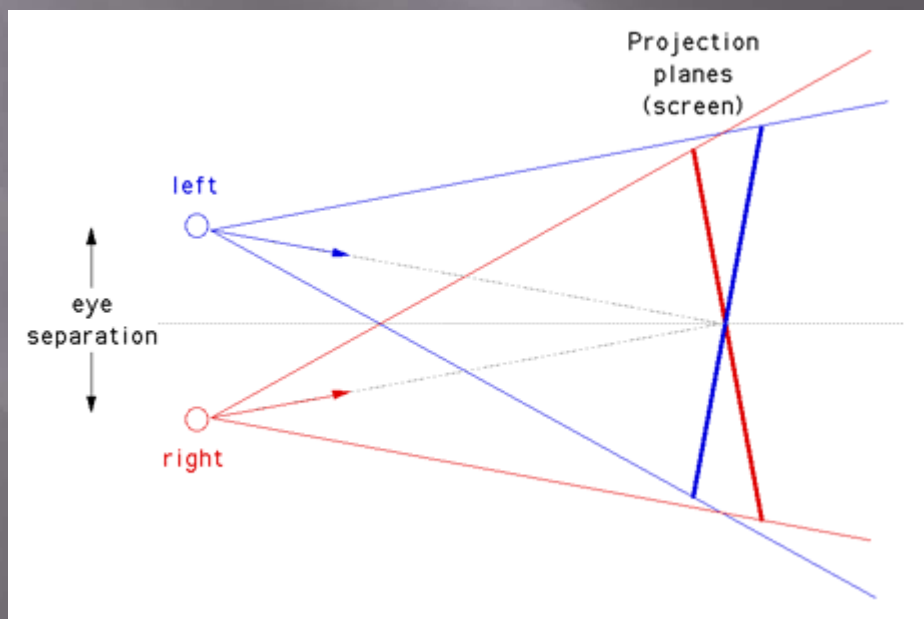
Stereoskopska Projekcija

[Brian, 1995]



Toe-in metoda [Bourke, 1999]

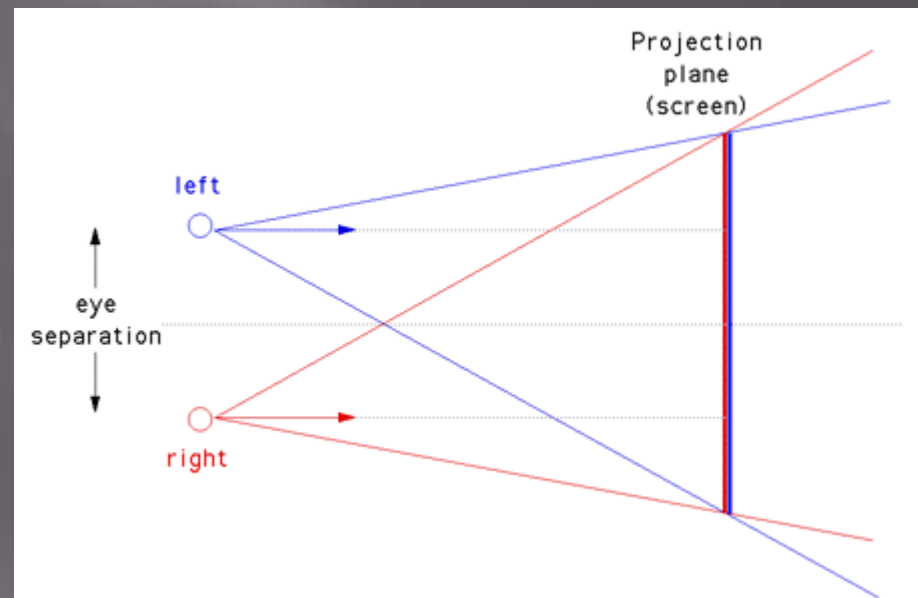
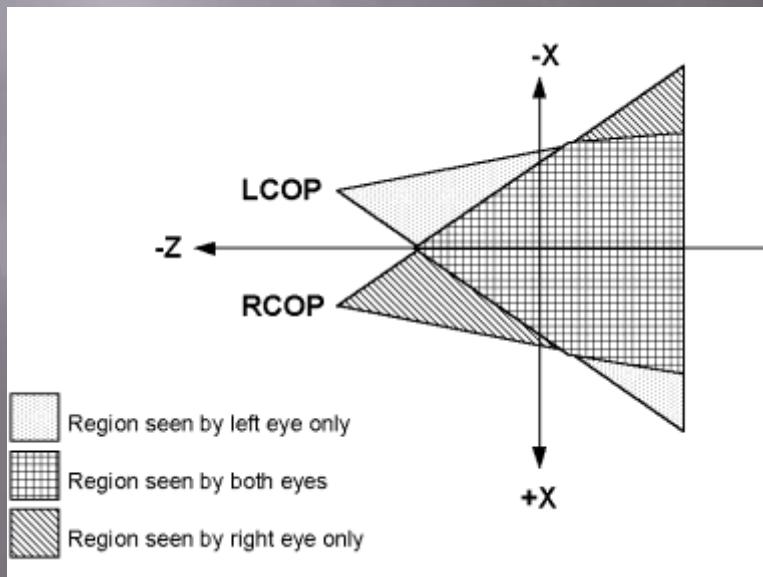
- ❑ Kamera za lijevo i desno oko usmjerena je u istu točku.
- ❑ Na primjer u perspektivnoj projekciji uzmemo dvije kamere koje gledaju u središte s različite pozicije.



Off-axis / On-axis metoda

[Bourke, 1999]

- Off axis za razliku od on-axis metode ne vraća točku za pomaknuti $e/2$.
- On-axis pomičemo točku za $e/2$ napravimo standardnu perspektivnu projekciju i vratimo za $-e/2$.



Off-axis / On-axis metoda

[Brian, 1995]

▣ Perspektivna projekcija

- ▣ $x_p = (x * d) / (d + z)$ - (d+z) je naše z, u principu je svejedno
- ▣ $y_p = (y * d) / (d + z)$ - razlika malo u d dok se podešava (d=1 smo tik pred kamerom, slika je najmanja, 0 je nema)

▣ Off axis stereoskopska projekcija

▪ Ljeva kamera (Ljevo oko)

- ▣ $x_l = (x * d - z * e / 2) / (d + z)$ - e – razmak među očima
- ▣ $y_l = (y * d) / (d + z)$

▪ Desna kamera (Desno oko)

- ▣ $x_r = (x * d + z * e / 2) / (d + z)$
- ▣ $y_r = (y * d) / (d + z)$

▣ On axis stereoskopska projekcija

- ▣ $x_l = ((d * (x + e/2)) / (d + z)) - e/2$
- ▣ $x_r = ((d * (x - e/2)) / (d + z)) + e/2$

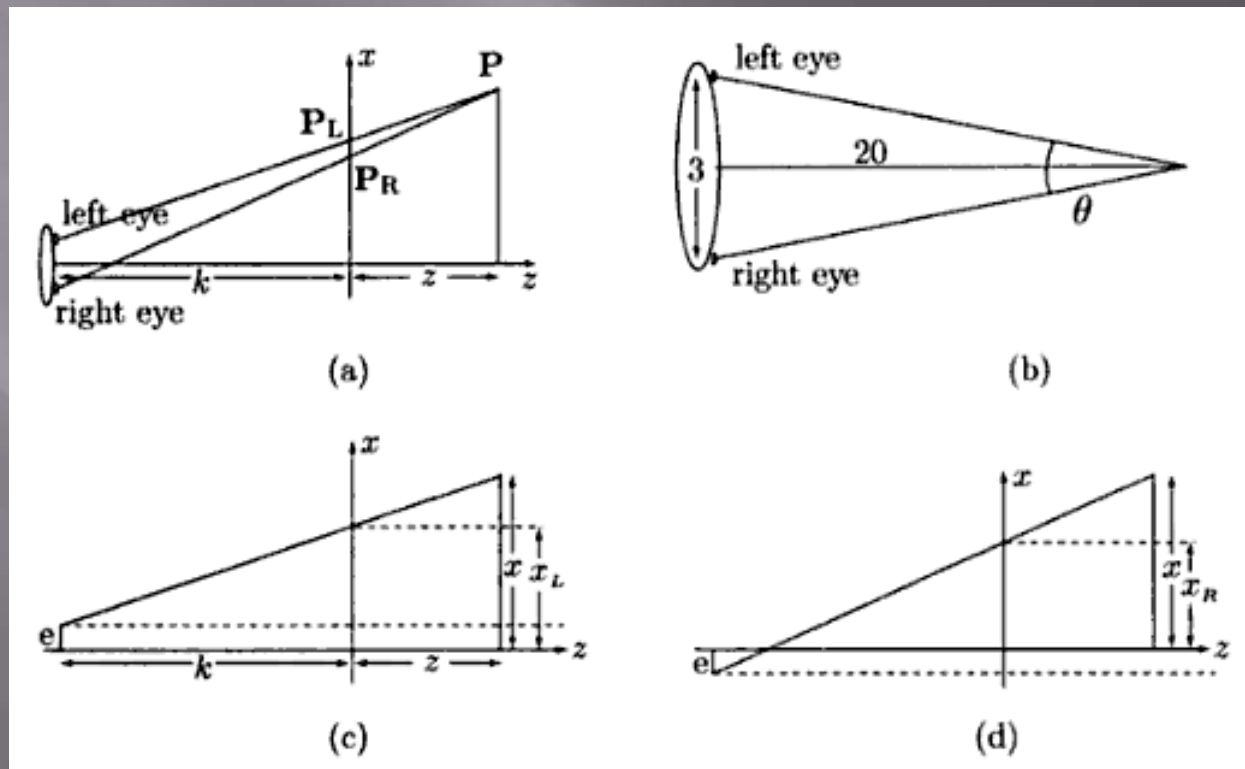
Poligoni algoritam [Brian, 1995]

- ▣ Ako pretpostavimo da su objekti konveksni, onda je jednačba poligona $Ax + By + Cz + D = 0$, gdje je vektor $N = [A, B, C]$. Za svaki poligon računa se $Ax_v + By_v + Cz_v + D$, gdje (x_v, y_v, z_v) je jedna pozicija gledanja. Pa tako poligon koji ima $Ax_v + By_v + Cz_v + D < 0$, mora biti okrenut prema natrag, tj. ne vidi se.
- ▣ Poligoni mogu biti:
 - 1) Poligon je naopačke za oba pogleda
 - 2) Poligon je prema naprijed za oba pogleda
 - 3) Poligon je naopačke za desni pogleda a od naprijed za lijevi pogled
 - 4) Poligon je naopačke za lijevi pogleda a od naprijed za desni pogled
- ▣ Pseudokod:
 - for all polygons if $A > 0$ then
 - ▣ if $Ax_v + By_v + Cz_v + (D + Ae) < 0$ then
 - the polygon is a back face for both views
 - ▣ endif else if $Ax_v + By_v + Cz_v + D < 0$ then
 - the polygon is a back face for both views
 - ▣ endif endif
 - endfor

Stereoskopska projekcija

[Salomon, 1999]

- Za svaku točku $P(x,y,z)$ pomičemo točku x za $x+e/2$ napravimo standardnu perspektivnu projekciju i vratimo za $-e/2$.



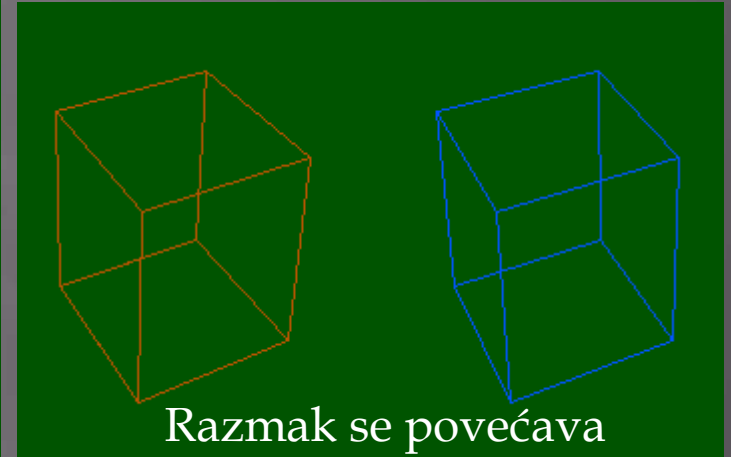
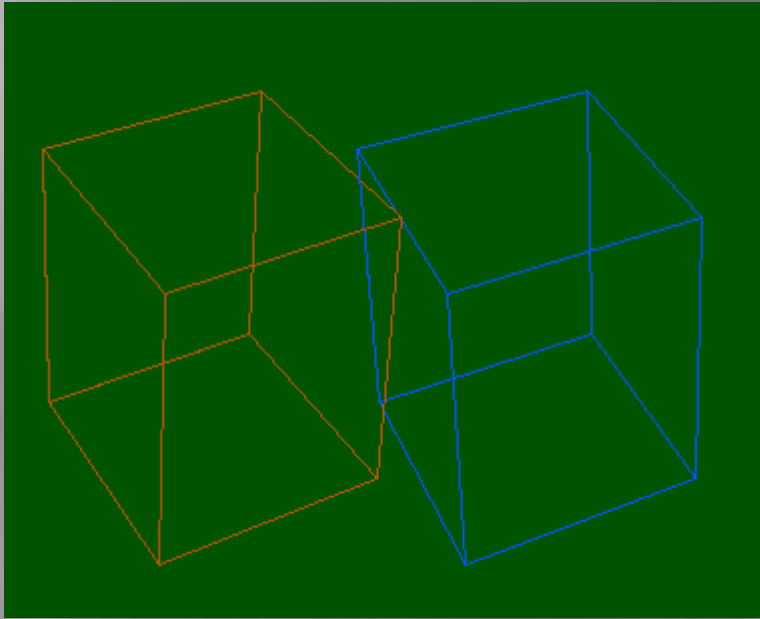
Primjeri

- ▣ [ploha(-20,-10,20,10)]
- ▣ d - udaljenost plohe od kamere, e - razmak očiju
 - Kocka [KSK(10,20,30, 0,0,0, 0,1,0)],
 - ▣ e=8.8 konstantan, d=26
 - ▣ e=8.8 konstantan, d=15
 - ▣ e promjenjiv, d=26
 - ▣ e promjenjiv, d=15
 - FOI [KSK(10sin(60),y,10cos(60), 0,0,0, 0,1,0), d=10],
 - ▣ e=8.8 konstantan, d=10, y=10
 - ▣ e promjenjiv, kamera y=0
 - ▣ e promjenjiv, kamera y=10

$d=26$

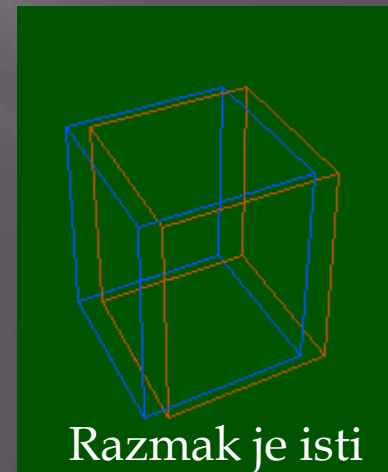
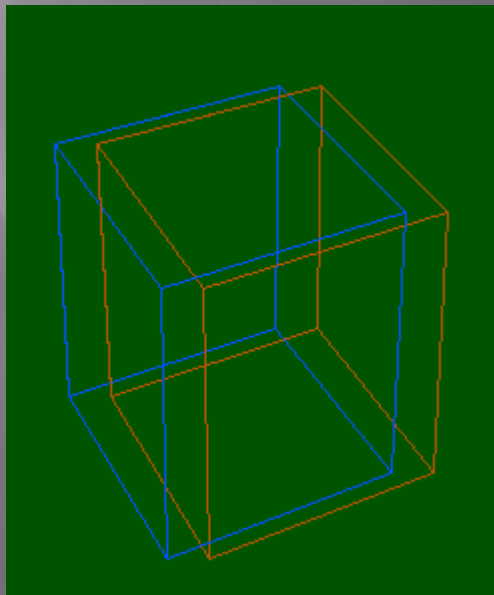
$d=15$

$e=8.8$



Razmak se povečava

$e < >$



Razmak je isti

$y=10$

$y=0$

$e=8.8$

Razmak je prevelik



Razmak je ok



Razmak je ok

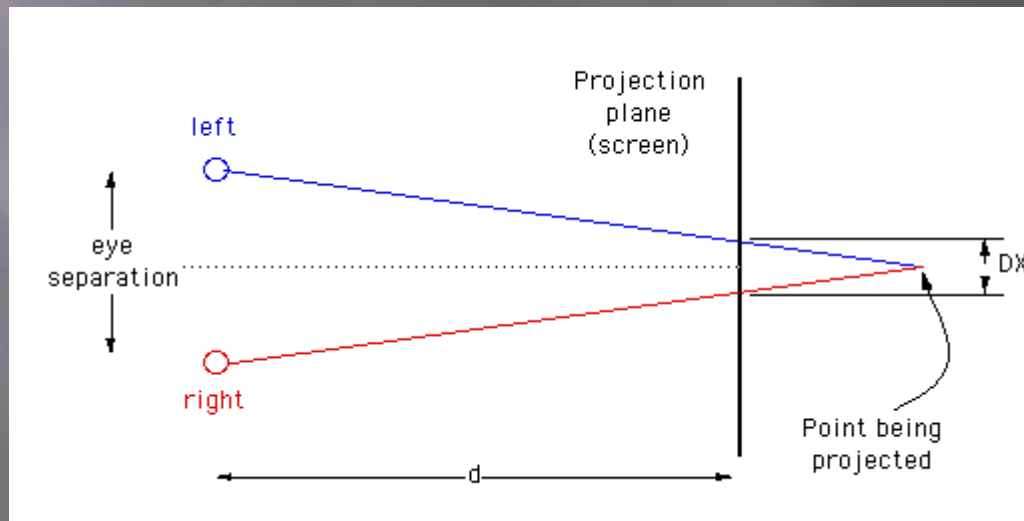


$e < >$

Horizontalna paralaksa

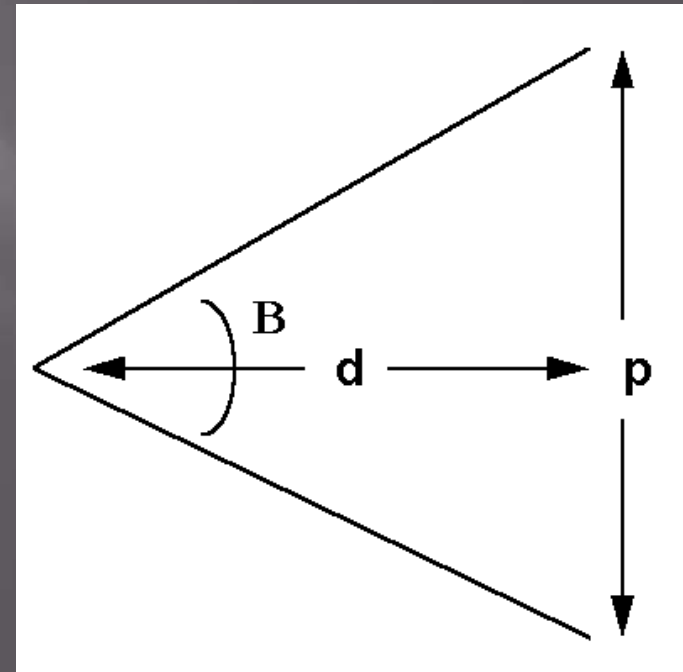
[Brian, 1995]

- ▣ $p = x_r - x_l$ (uvrstiti formule za x_r i x_l)
- ▣ $p = e * (1 - (d / (d + z)))$
- ▣ $z = i * d - i * d$ je najveća dubina i je dio d
- ▣ $e = p * (i + 1) / i$



Horizontalni vizualni kut (engl. Horizontal visual angle HVA) [Brian, 1995]

- $DX=p= 2 * d * \tan(B / 2) \Rightarrow B = 2 \arctan(DX / d)$
- $e = 2 * d * \tan(B / 2) * (i + 1) / i$
- e = razmak između lijeve i desne kamere
- d = razmak do projekcijske ravnine
- B = maksimalni dozvoljeni HVA
- i = dubina scene
- $e = 2 * d * \tan(B / 2) / (1 - (d / (d + z)))$
- HVA prevelik teško je spojiti slike, ako je premali gubi se stereo efekt. Studije pokazuju da HVA ne bi trebao biti veći od 1.5° to jest $B = 0.028d$



KOD persp -> stereo

```
private Color bojaR;
private Color bojaL;
public void postaviBoju()
{
    int redval;
    int blueval;
    int backgval;

    Color leftColor, rightColor;

    redval = 188;
    blueval = 255;
    backgval = 84;
    leftColor = new Color(redval, backgval, 0);
    rightColor = new Color(0, backgval, blueval);

    this.bojaL = leftColor;
    this.bojaR = rightColor;
}
```

```
public void postaviBojuDubina()
{
    Samo zamijeniti lijevu i desnu boju
}
```

```
public void postaviBoju
    (Color bojaL, Color bojaR) {
    this.bojaL = bojaL;
    this.bojaR = bojaR;
}
```

KOD persp -> stereo

```
public void idiNa(double x, double y, double z) {  
    ...  
    izracunaj_udaljenost_oka(koordinate[2][0]);  
    double[][] koordinateL = new double[3][1];  
    koordinateL[0][0] = ((-d*(koordinate[0][0]+e/2.0))/(koordinate[2][0]-d))-e/2.0;  
    koordinateL[1][0] = koordinate2[1][0];  
    koordinateL[2][0] = 1;  
  
    double[][] koordinateR = new double[3][1];  
    koordinateR[0][0] = ((-d*(koordinate[0][0]-e/2.0))/(koordinate[2][0]-d))+e/2.0;  
    koordinateR[1][0] = koordinate2[1][0];  
    koordinateR[2][0] = 1;  
  
    koordinateL = matrice.mnozenje_matrica(koordinatni_sustav, koordinateL);  
    koordinateR = matrice.mnozenje_matrica(koordinatni_sustav, koordinateR);  
  
    this.odxL = koordinateL[0][0];  
    this.odyL = koordinateL[1][0];  
    this.odxR = koordinateR[0][0];  
    this.odyR = koordinateR[1][0]; }
```

KOD persp -> stereo

```
private void izracunaj_udaljenost_oka(double z)
{
    double i=(z)/-d;
    double B=Math.toRadians(1.5);
    e = 2 * -d * Math.tan(B / 2) * ((i + 1) / i);
    //double p = 2 * -d * Math.tan(B / 2);
    //e = p / (1 - (-d / (-d + z)));
}

public void povuciDo(double x, double y, double z) {
...    //sve isto kao i kod idiNa
    this.doxL = koordinateL[0][0];
    this.doyL = koordinateL[1][0];
    this.doxR = koordinateR[0][0];
    this.doyR = koordinateR[1][0];

    g.setColor(bojaL);
    g.drawLine((int) odxL, (int) odyL, (int) doxL, (int) doyL);
    g.setColor(bojaR);
    g.drawLine((int) odxR, (int) odyR, (int) doxR, (int) doyR); ... postaviti od na do}
```

OpenGL i stereografija

[Bourke, 1999]

- ▣ OpenGL ima gotove funkcije za rad s stereografijom
 - dva spremnika (za lijevu i desnu kameru)
- ▣ Ne radi sa svim grafičkim karticama
 - Mora kartica imati podršku za stereo
 - Error (OpenGL visual with stereo capability not found, requested visual not supported)
- ▣ <http://local.wasp.uwa.edu.au/~pbourke/miscellaneous/stereographics/stereorender/pulsar.c> [zamijeniti near i far sa na primjer nears i fars]

OpenGL i stereografija

[Bourke, 1999]

- ▣ `glutInitDisplayMode(GLUT_DOUBLE | GLUT_RGB | GLUT_DEPTH | GLUT_STEREO);`
- ▣ U stereo mogu postojati dva buffera
- ▣ `glDrawBuffer(GL_BACK_LEFT);`
- ▣ `glDrawBuffer(GL_BACK_RIGHT);`
- ▣ **Toe-in metoda**
 - `gluLookAt(camera.vp.x + right.x, camera.vp.y + right.y, camera.vp.z + right.z, focus.x, focus.y, focus.z, camera.vu.x, camera.vu.y, camera.vu.z);`
 - `gluLookAt(camera.vp.x - right.x, camera.vp.y - right.y, camera.vp.z - right.z, focus.x, focus.y, focus.z, camera.vu.x, camera.vu.y, camera.vu.z);`
- ▣ Izvor:
[<http://local.wasp.uwa.edu.au/~pbourke/miscellaneous/stereographics/stereorender/>]

Literatura

- ▣ Lingard Brian(1995) A Tutorial on Time-Multiplexed Stereoscopic Computer Graphics Dostupno 8.11.2009. na <http://web.cs.wpi.edu/~matt/courses/cs563/talks/stereohtml/stereo.html>
- ▣ Paul Bourke (1999) Calculating Stereo Pairs Dostupno 8.11.2009 na <http://local.wasp.uwa.edu.au/~pbourke/miscellaneous/stereographics/stereorender/>
- ▣ Department of Computer Science Research in Stereo Computer Graphics Dostupno 8.11.2009 na <http://research.csc.ncsu.edu/stereographics/>
- ▣ Salomon David(1999) Computer Graphics – Geometric Modeling. Dostupno 11.11.2009. na [google books](#) .

Literatura

- ▣ Angell O. Ian (1981), A Practical Introduction to Computer Graphics, Macmillan
- ▣ Klawonn Frank (2008), Introduction to Computer Graphics Using Java 2D and 3D, Springer

Dobre stranice (nije literatura)

- ▣ Waack G. Fritz (), Stereo Photography – An introduction to Stereo Photo Technology and practical Suggestions for Stereo Photography Dostupno 12.11.2009. na <http://www.stereoscopy.com/library/waack-contents.html>
- ▣ Salomon David (2006) **Curves and surfaces for computer graphics**, Springer. Dostupno 12.11.2009 na [google books](#).

Još malo linkova 1

▣ PDF:

- <http://mis.element.hr/fajli/224/14-09.pdf>
- <http://racunala.ttf.unizg.hr/files/3DPictures.pdf>
- http://hotlab.tel.fer.hr/student_projects/zavrsni-Vadlja.pdf
- <http://research.csc.ncsu.edu/stereographics/wiley.pdf>
- <http://research.csc.ncsu.edu/stereographics/ei06.pdf>
- http://www.cvmt.dk/education/teaching/e07/cvg9/VR/Stereo_Rendering.pdf
- <http://www.cg.tuwien.ac.at/research/publications/2006/Fauster-06-st/Fauster-06-st-.pdf>
- http://www.fer.hr/_download/repository/OVO-P04_Uvod_u_3D_-_Iscrtavanje%5B1%5D.pdf
- <http://hresearch.csc.ncsu.edu/stereographics/LS.pdf>

Još malo linkova 2

▣ STRANICE OPĆENITO:

- <http://www.skytopia.com/gallery/3d/3d.html>
- <http://www.tardis.ed.ac.uk/~lard/java/hyper/index.html>
- <http://dogfeathers.com/3d/index.html>
- <http://research.csc.ncsu.edu/stereographics/>
- <http://dogfeathers.com/java/hypercube1.html>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Stereoscopy>
- <http://diana.zesoi.fer.hr/pvprm/lmalnar/index.htm> [HRV]
- <http://dogfeathers.com/java/hyprjava.html> [KOD]

▣ STRANICE MATEMATIKA:

- <http://local.wasp.uwa.edu.au/~pbourke/miscellaneous/stereographics/stereorender/>
- <http://web.cs.wpi.edu/~matt/courses/cs563/talks/stereohtml/stereo.html>