


Računarska grafika

JavaFX – kamera

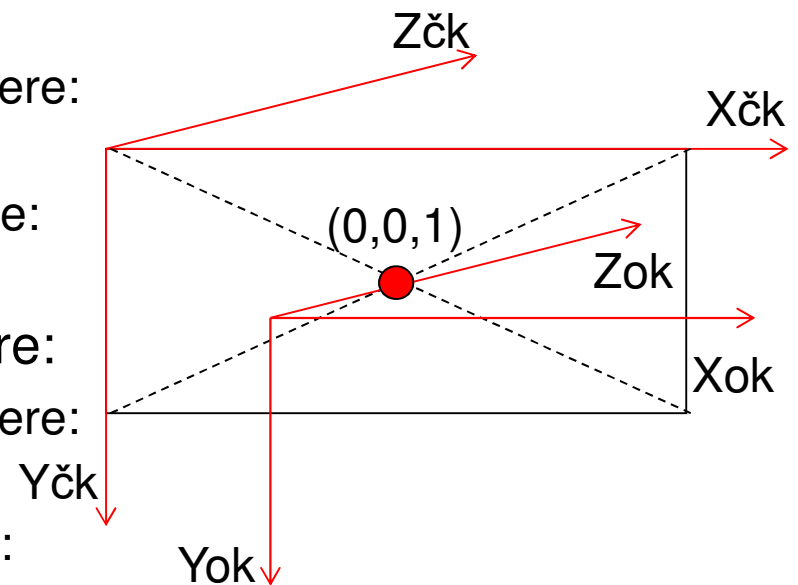


JavaFX kamera

- Kamera je objekat kojim se snima scena i predstavlja čvor scene
- Nalazi se u koordinatnom sistemu realnog sveta 3D scene
- Oko kamere ima i svoj poseban koordinatni sistem
- Snimak kamerom
 - predstavlja projekciju 3D scene na projekcionu ravan kamere
 - projektuje se deo scene u prikaznoj zapremini kamere
- Kao i drugi čvorovi u sceni, kamera ima položaj i orijentaciju
- Na kameru mogu da se primenjuju transformacije
 - da se pozicionira i orijentiše u koordinatnom sistemu scene
- Podrazumevana kamera inicijalno ima:
 - položaj – (x,y) koordinate centra scene, z se izračunava
 - orijentaciju – pravac i smer pozitivne Z-ose

Koordinatni sistemi kamere

- Koordinatni sistem čvora kamere: $X_{\check{c}k}-Y_{\check{c}k}-Z_{\check{c}k}$
(to je i koordinatni sistem scene, ako kamera nije transformisana)
- Koordinatni sistem oka kamere: $X_{ok}-Y_{ok}-Z_{ok}$
- Centar prozora u projekcionoj ravni
 - u koordinatnom sistemu čvora kamere:
(sirina/2,visina/2,0)
 - u koordinatnom sistemu oka kamere:
(0,0,1)
- Mesto (oka) podrazumevane kamere:
 - u koordinatnom sistemu čvora kamere:
(sirina/2,visina/2, z_K), $z_K < 0$
 - u koordinatnom sistemu oka kamere:
(0,0,0)



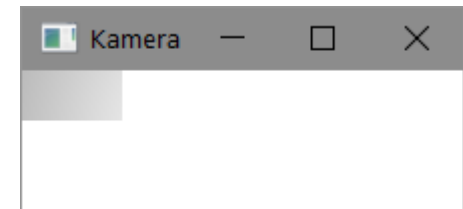
Klase kamera, pridruživanje sceni

- JavaFX kamera je opisana apstraktnom klasom `Camera`
 - iz paketa `javafx.scene`
 - izvedena je iz klase `Node`
 - zato može da predstavlja čvor u grafu scene
- Definisane su 2 izvedene klase:
 - `ParallelCamera` – za paralelnu ortografsku kameru
 - `PerspectiveCamera` – za kameru sa perspektivnom projekcijom
 - podrazumevana kamera u sceni je paralelna ortografska kamera
- Kamera treba da se pridruži sceni da bi se primenila na prikaz scene
 - metod scene: `setCamera(Camera kamera)`
 - nije dovoljno (ni potrebno za prikaz) dodati kameru u graf scene
 - nije potrebno za podrazumevanu kameru

Primeri podrazumevanih kamera

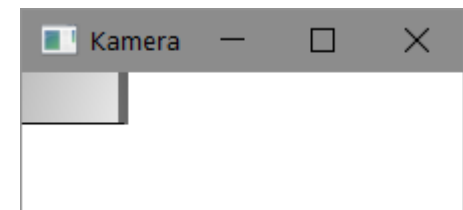
- Podrazumevana kamera (i svetlo):

```
Box kvadar = new Box(100, 50, 10);  
koren.getChildren().addAll(kvadar);  
Scene scena = new Scene(koren, 220, 100);
```



- Perspektivna kamera sa podrazumevanim parametrima (i podrazumevano svetlo):

```
Box kvadar = new Box(100, 50, 10);  
PerspectiveCamera kamera = new PerspectiveCamera();  
koren.getChildren().addAll(kvadar);  
scena.setCamera(kamera);
```



Prikazne zapremine

- Oba tipa kamere prikazuju deo scene iz prikazne zapremine
- Prikazna zapremina
 - kod ortografske kamere – kvadar
 - kod perspektivne kamere – zarubljena piramida
- Kamera se nalazi na podužnoj osi prikazne zapremine
- Ivice prozora pripadaju bočnim stranicama prikazne zapremine
- Svojstva (imaju uticaj samo na perspektivnu kameru):
 - `nearClip` – rastojanje od kamere do prednje odsecajuće ravni
 - `farClip` – rastojanje od kamere do zadnje odsecajuće ravni
- Podrazumevano se zadaju u koordinatnom sistemu oka kamere
- Podrazumevane vrednosti: `nearClip = 0.1`, `farClip = 100.0`
- Kod paralelne kamere se automatski određuju (sledeći slajd)

Paralelna kamera

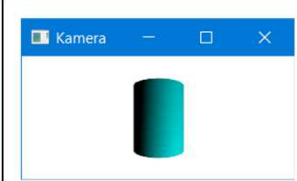
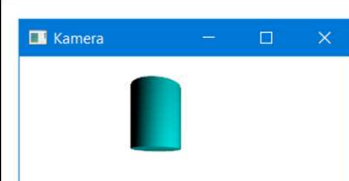
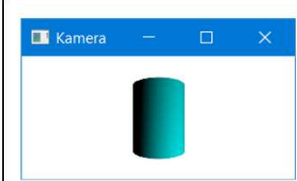

- Kod paralelne kamere
 - projekcioni zraci su paralelni i ortogonalni (normalni) na projekcionu ravan u kojoj se prikazuje scena
- Mesto kamere na Z pravcu, normalnom na projekcionu ravan
 - irelevantno za geometriju prikaza objekta
 - utiče na podrazumevano svetlo
- Prikazna zapremina je kvadar
 - opseg po z-osi: $[-\text{polaDubine}, \text{polaDubine}]$,
 $\text{polaDubine} = (\text{sirina} > \text{visina}) ? \text{sirina} / 2 : \text{visina} / 2$
- Prikaz je veoma efikasan, ali nije dovoljno realističan
- Često se koristi kada se scena prikazuje u 3 od 6 (2.5D) prikaza:
 - spreda/otpozadi, odozgo/odozdo, sleva/sdesna
- Postoji samo podrazumevani konstruktor

Perspektivna kamera

- Prikaz scene je realističan, odgovara čovekovom čulu vida
- Pored podrazumevanog, ima i konstruktor:
`PerspectiveCamera(boolean fiksnoOkoKamereUNuli)`
- Parametar `fiksnoOkoKamereUNuli`
 - `true`: oko kamere se nalazi u koordinatnom početku čvora kamere
 - ne pomera se pri transformacijama kamere u koordinatnom sistemu roditelja
 - promenom veličine prozora menja se veličina objekata u projekcionoj ravni
 - `false` (podrazumevano): oko kamere se nalazi u tački ($\text{šir}/2$, $\text{vis}/2$, zK)
 - zK se računa u zavisnosti od vidnog ugla i odgovarajuće dimenzije prozora
 - za dati vidni ugao, objekti koji leže u projekcionoj ravni biće iste veličine kao u prikazu paralelnom kamerom
 - promenom veličine prozora, menja se obuhvat scene, a objekti u projekcionoj ravni ne menjaju veličinu
- Preporuka: kada se računa se sa transformacijama kamere, `fiksnoOkoKamereUNuli` treba da bude `true`

Primeri za `fiksnoOknoKamereUNuLi`

- Centar valjka: $z=0$, $R=20$; prozor: 220×100
- Podrazumevane vrednosti svojstava – vidni ugao 30°
- Da bi prikaz u originalnom prozoru bio isti, kamera se translira:
 - za `FIKSNO_OKO=false`: po x-osi za $-\text{ŠIRINA}/2$; po y-osi za $-\text{VISINA}/2$
 - za `FIKSNO_OKO=true`: po z-osi za $-(100/2)/\text{tg}(30)=-186.6$
(tako da se oko u koordinatom početku čvora kamere pomeri po z-osi za vrednost z-koordinate kamere sa pokretnim okom – slajd 14)

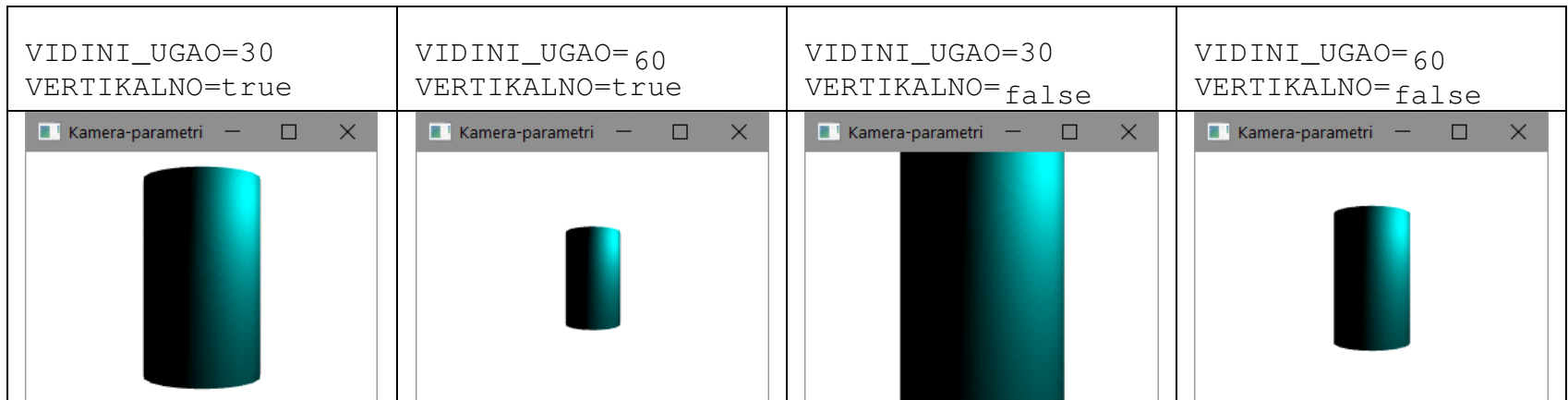
<code>FIKSNO_OKO=false</code> originalni prozor	<code>FIKSNO_OKO=false</code> povećan prozor	<code>FIKSNO_OKO=true</code> originalni prozor	<code>FIKSNO_OKO=true</code> povećan prozor
			

Svojstva perspektivne kamere

- Perspektivna kamera ima dva specifična svojstva:
 - `fieldOfView` i `verticalFieldOfView`
- **Realno (double) svojstvo `fieldOfView`**
 - vidni ugao kamere, meri se u stepenima
 - podrazumevano je 30°
- **Logičko svojstvo `verticalFieldOfView`**
 - određuje da li se podrazumevana z-koordinata kamere računa tako da vrednost `fieldOfView` odgovara visini ili širini 2D scene
 - `true`: računa se prema vertikalnoj dimenziji scene (visini)
 - `false`: računa se prema horizontalnoj dimenziji scene (širini)
 - podrazumevana vrednost svojstva je `true`

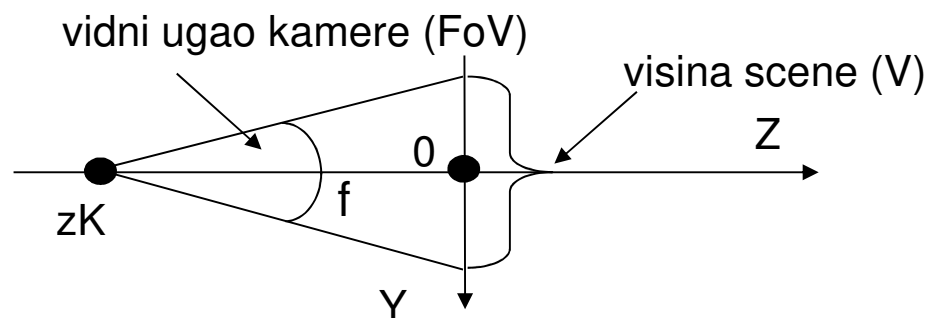
Primeri vidnog ugla

- Centar valjka $Z=600$, $R=75$
- Scena: 280×200 ($V=200$, $H=280$)
- Menja se `fieldOfView` i `verticalFieldOfView`
- `FIKSNO_OKO==true`



Podrazumevana z-koordinata

- Projekciona ravan je ravan $z=0$ u sistemu čvora kamere
- Rastojanje kamere od projekcione ravni se naziva žižna daljina
- Žižna daljina (fokalno rastojanje) f u sistemu scene je određena:
 - visinom (ili širinom) scene (V)
 - vidnim uglom kamere (FoV)

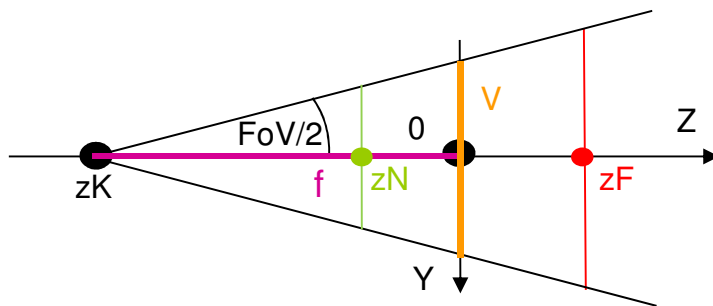


- Potrebno je odrediti z_K u sistemu scene

Parametri kamere u KS čvora kamere

- Vrednosti svojstva `nearClip` i `farClip` se zadaju
 - podrazumevano u KS oka kamere (za fiksno oko u `0 == false`)
- Žižna daljina u KS oka kamere – rastojanje do prikazne ravni: $F=1$
- U KS čvora kamere (scene):

```
final double f = (V/2.0)/Math.tan(Math.toRadians(FoV)/2.0);  
final double zK = -1.0 * f;  
final double zN = f * NCP + zK; // f:1=ncp:NCP → ncp=f*NCP  
final double zF = f * FCP + zK; // ncp - u KS čvora kamere (<0)
```



Zadato:

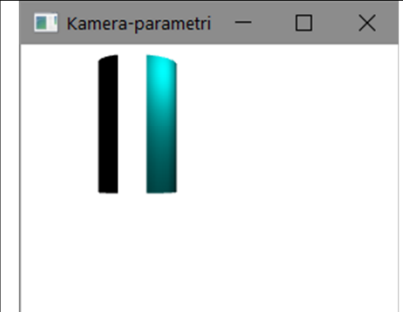
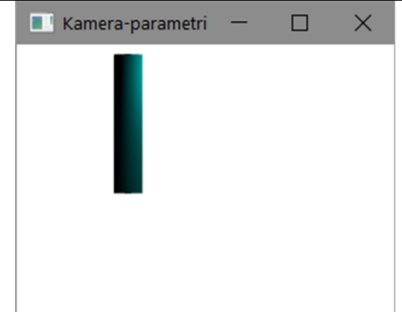
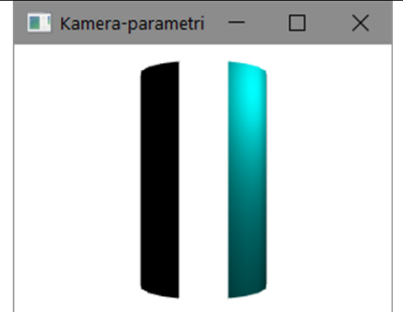
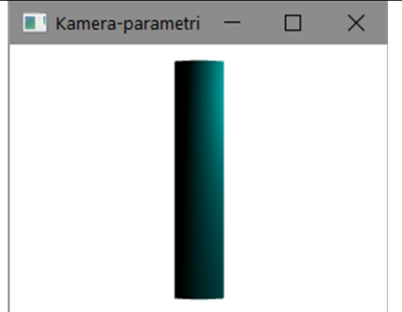
V – visina scene u KS čvor kamere
FoV – vidni ugao kamere u stepenima
NCP – nearClip u KS oka kamere
FCP – farClip u KS oka kamere

Izračunato:

f – žižna daljina u KS čvora kamere
zK, zN, zF – u KS čvora kamere

Primeri nearClip i farClip - STARO

- Centar valjka $Z=600$, $R=75 \rightarrow Z_{VALJAK}=[525,675]$, ravan u $Z=530$
- Scena: 280×200 ($V=200$, $H=280$)
- Menjaju se nearClip i farClip, za `FIKSNO_OKO=false/true`
 - za `FIKSNO_OKO=false` i `VERTIKALNO=true`
$$f = (V/2) / \text{tg}(FoV/2) = 100 / \text{tg}(15^\circ) = 373.205, \quad zK = -f$$
$$NCP = (zN - zK) / f = (530 + 373.205) / 373.205 = 2.42$$

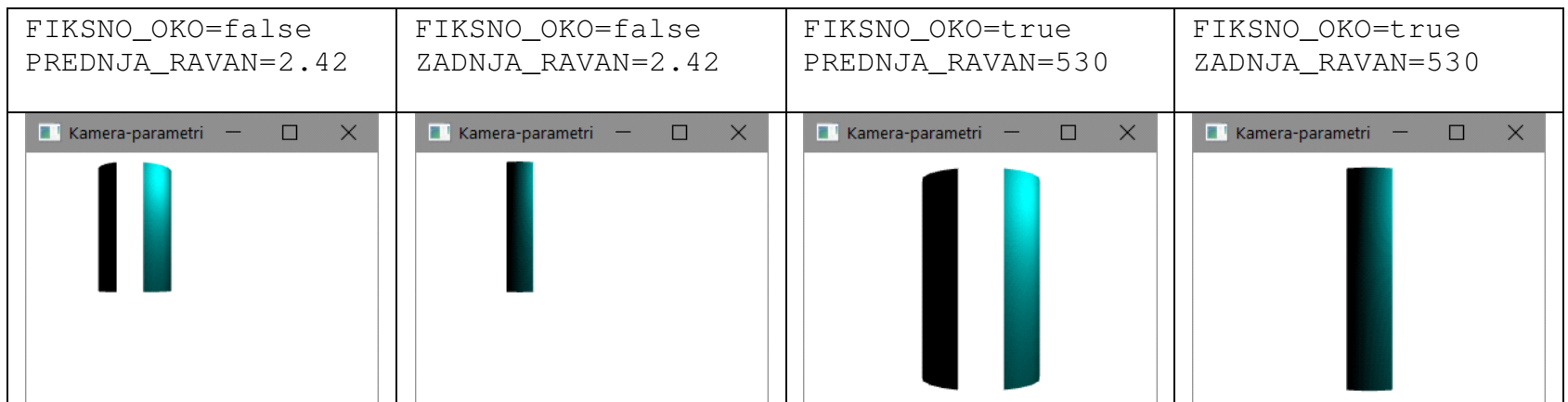
FIKSNO_OKO=false PREDNJA_RAVAN=2.42 VERTIKALNO=true	FIKSNO_OKO=false ZADNJA_RAVAN=2.42 VERTIKALNO=true	FIKSNO_OKO=true PREDNJA_RAVAN=530 VERTIKALNO=true	FIKSNO_OKO=true ZADNJA_RAVAN=530 VERTIKALNO=true
			

JavaFX - kamera

03.04.2024.

Primeri nearClip i farClip

- Centar valjka $Z=600$, $R=75 \rightarrow Z_{VALJAK}=[525,675]$, ravan u $Z=530$
- Scena: 280×200 ($V=200$, $H=280$)
- Menjaju se nearClip i farClip, za $FIKSNO_OKO=false/true$
 - za $FIKSNO_OKO=false$ i $VERTIKALNO=true$
 $f = (V/2) / \text{tg}(FoV/2) = 100 / \text{tg}(15^\circ) = 373.205$, $zK = -f$
 $NCP = (zN - zK) / f = (530 + 373.205) / 373.205 = 2.42$



JavaFX - kamera

03.04.2024.