Material, Mesh, GameObject

Szécsi László

3D Grafikus Rendszerek

2. labor

Komponensrendszer

- cél: uniformok kényelmes beállítása
  - vannak anyaghoz kötöttek
    - szín, textúra
  - vannak nem kötöttek (máshoz kötöttek)
    - transzformációk, animációs fázis
- visszavetítés
  - legyenek Kotlin változók, amiket beállíthatunk
    - egyesek a `Material` objektumokhoz tartoznak
    - másokat máshova (`GameObject`, `Scene`, `Camera`)

} `UniformProvider` leszármazottak

  - a `UniformProvider::draw` mindegyiket állítsa be magától

`Material` osztály: visszavetített változók létrehozása

```
import vision.gears.webglmath.UniformProvider

class Material(program : Program) : UniformProvider("material")
{
  init {
    addComponentsAndGatherUniforms(program)
  }
}
```

minden, a programban használt uniformra

megfelelő típusú változó létrehozása és berakása ide:
`UniformProvider::uniforms : Array<Uniform>`

Pillantsuk be a `gatherUniforms`-ba [részlet]

létező kód

```
//UniformProvider-ben:
override fun gatherUniforms(
        target : UniformProvider){
  components.forEach {
    it.gatherUniforms(target)
  }
}
```

```
//ProgramReflection-ben:

override fun gatherUniforms(target : UniformProvider){
  for(structName in target.glslStructNames) {
    val descList = uniformDescriptors[structName] ?: continue
     for(uniformDesc in descList) {
      val reflectionVariable =
ProgramReflection.makeVar(uniformDesc.type, uniformDesc.size)
      target.uniforms[uniformDesc.name] = reflectionVariable
      }
    }
  }
}
```

a célobjektum felelősségébe tartozó uniformokra

nyerjük ki a uniform leírását

hozzunk létre illeszkedő típusú változót

adjuk hozzá a változót a célobjektumhoz, azonos névvel

A shaderben nem használt uniformok

csak magyarázat

- kioptimalizálva
- nincs visszavetítve
- nincs hozzá változó a **`Material`**ban
- tehát lehet **`null`**
  - ilyenkor figyelmeztetés íródik ki
  - nem szeretnénk hibát kapni

példa a visszavetített uniform elérésére

```
val material = Material(solidProgram)
  init {
    material["solidColor"]?.set(1.0f, 1.3f, 0.8f)
    material["noSuchProp"]?.set(0.0f, 0.3f, 0.8f)
  }
```

Elvis operátor, hogy null esetén ne legyen hiba, semmi se történjen

Pillantsunk be a **`ProgramReflection::draw`**-ba [részlet]

létező kód

```
override fun draw(vararg uniformProviders : UniformProvider) {
  gl.useProgram(glProgram)
  for(provider in uniformProviders){

    for(structName in provider.glslStructNames) {
      val descList = uniformDescriptors[structName] ?: continue
      for(uniformDesc in descList) {
        provider[uniformDesc.name]!!.commit(gl,
             uniformDesc.location)
      }
    }
  }
}
```

minden, uniformokat adó komponensre

az ő felelősségi körébe tartozó uniformokra

nyerjük ki a uniformok leírását

töltsük fel az adatot a uniformba
az azonos nevű változóból

Hogyan használjuk az anyagrendszert?

```
//in Scene constructor:
val material = Material(texturedProgram)
init{
  material["colorTexture"]?.set(
    Texture2D(gl, "media/asteroid.png"))
  material["texOffset"]?.set(0.1, 0.4)
}

//in Scene::update:
// egyelőre marad: use program, gl.uniform* az
anyagon kívüli unformokra (pl. modelMatrix)
material.draw()
quadGeometry.draw()
```

sampler2D uniform a shaderből

vec2 uniform a shaderből

csak példa

semmi uniformLocation,
semmi uniform2fv

Feladat: használja a `Material`-t

- legyen két különböző anyag
  - pl. `asteroidMaterial`, `landerMaterial`
- ugyanazzal a programmal
- de eltérő uniform értékekkel
  - pl. `solidColor`, `colorTexture`

- rajzolja ugyanazt a geometriát kétszer, de különböző anyaggal, és különböző `modelMatrix` beállítással (amit egyelőre állítsunk a korábbi módon)

Mesh osztály (Mesh = Geometry & Material)

```
import vision.gears.webglmath.UniformProvider
import vision.gears.webglmath.Geometry

class Mesh(material : Material, geometry : Geometry)
          : UniformProvider("mesh") {


  init{
    addComponentsAndGatherUniforms(
              material, geometry)
    }
}
```

per-mesh uniform nem tipikus, de elképzelhető mindenesetre lehetséges

gyerek-komponensek

Feladat: használja a **`Mesh`**-t

- gyártson két különböző mesh-t
  - pl. **`yellowQuad`**, **`cyanQuad`**
- ugyanazzal a geometriával (ne legyen kettő)
- de különböző anyaggal
  - pl. **`yellowMaterial`**, **`cyanMaterial`**

- rajzolja a mesheket eltérő **`modelMatrix`** beállításokkal (még mindig: **`useProgram`**, **`getUniformHandle`**, **`commit`**)
- így két sor helyett (**`material.draw`** és **`geometry.draw`**) van egy (hurrá!)

opcionális

`GameObject` osztály

```
import vision.gears.webglmath.UniformProvider
import vision.gears.webglmath.Vec3
import vision.gears.webglmath.Mat4
import vision.gears.webglmath.Vec3Array

class GameObject(
  mesh : UniformProvider,
  val position : Vec3 = Vec3.zeros.clone(),
  var roll : Float = 0.0f,
  val scale : Vec3 = Vec3.ones.clone()
   ) : UniformProvider("gameObject") {
 init {
    addComponentsAndGatherUniforms(mesh)
  }
}
```

forgatási szög z tengely körül

GameObject::modelMatrix

```
class GameObject {

  val modelMatrix by Mat4()

  init {
    addComponentsAndGatherUniforms(mesh)
  }
}
```

A uniform-gyűjtéskor, ha a shaderben használjuk, keletkezne egy változó, amit pl. **`avatar["modelMatrix"]`**-ként el is érnénk.

Helyette szeretnénk, hogy a már létező **`modelMatrix`** property játssza ezt a szerepet. A fenti *property delegation* ezt oldja meg: a **`Mat4 providePropery`** operátora beteszi a propery-t a uniformok közé.

GameObject::update

```
class GameObject {
 // ezt a metódust minden frameben meg fogjuk hívni
 // mozgatásra és a modelMatrix kiszámítására
 fun update() {
  // feladat: modelMatrix property beállítása
  // scale, position, roll alapján
  //
  // Mat4::set()
  // paraméter nélkül egységmátrixot állít be
  //
  // rotate() hozzászoroz egy elforgatásmátrixot
  // translate(), scale() hasonlóan működik
  // SORREND A KOMMENTBEN DIREKT VAN KEVERVE
 }
}
```

Feladat: használja a `GameObject`-et

- a `Scene` konstruktorban hozzon létre egy tömböt
  ```
  val gameObjects = ArrayList<GameObject>()
  ```
- hozzon létre pár `GameObject`et a meglevő meshekkel
- `add`juk őket a `gameObjects` tömbhöz
- a `Scene::update`-ben hívjuk meg az `update`-et minden `GameObject`-re
- a `Scene::update`-ben hívjuk meg a `draw`-t minden `GameObject`-re (ezt úgy örökölte)
- a `Scene::update` most már mást nem rajzol
  - de animálni animálhat, és a képet törölheti

Animáció

- játékobjektumok különböző **`move`** metódusokkal
  - leszármaztatás
  - nem kell explicit új osztályokat gyártani feltétlenül, lehet névtelen is (object expression)
- a `Scene::update` hívja mindegyik játékobjektum **`move`**-ját

GameObject::move

```
open class GameObject {

  open fun move() {
      dt : Float = 0.016666f,
      t : Float = 0.0f,
      keysPressed : Set<String> = emptySet<String>(),
      gameObjects : List<GameObject> = emptyList<GameObject>()
      ) : Boolean {
    return true;
  }

}
```

lehessen alosztály, override

akkor hamis,
ha az
objektumot
törölni kell

Scene

helyben definiált és példányosított névtelen GameObject-alosztály (Java-style)

új GameObject property

```
val avatar = object : GameObject(Mesh(asteroidMaterial, quadGeometry)){
  val velocity = Vec3(0.1f, 0.1f)
  override fun move(dt : Float, t : Float,
   keysPressed : Set<String>, gameObjects : List<GameObject>):Boolean {
    position += velocity * dt
    return true
  }
}
init {
  avatar.position.set(0.5f, 0.5f)
  gameObjects.add(avatar)
}
fun update(gl : WebGL2RenderingContext, keysPressed : Set<String>) {
  gameObjects.forEach{ it.move(t, dt, keysPressed, gameObjects) }
  gameObjects.forEach{ it.update() }
  gameObjects.forEach{ it.draw() }
}
```

animációs logikát megvalósító metódus

Feladat

- magától forgó játékobjektum
- különböző sebességekkel, de egyenes vonalban egyenletesen mozgó játékobjektumok
- gombokkal forgatható játékobjektum

OrthoCamera

```
class OrthoCamera(vararg programs : Program) :
UniformProvider("camera") {
  val position = Vec2(0.0f, 0.0f)
  var roll = 0.0f
  val windowSize = Vec2(2.0f, 2.0f)

  val viewProjMatrix by Mat4()
  init{
    updateViewProjMatrix()
    addComponentsAndGatherUniforms(*programs)
  }
}
```

OrthoCamera::
updateViewProjMatrix

```
fun updateViewProjMatrix() {
  viewProjMatrix.set().
    scale(0.5f, 0.5f).
    scale(windowSize).
    rotate(roll).
    translate(position).
    invert()
}
fun setAspectRatio(ar : Float) {
  windowSize.x = windowSize.y * ar
  updateViewProjMatrix()
}
```

Használja a kamerát!

- vegyen fel a színtérbe egy kamerát
  - `*Program.all` a konstruktorparaméter
- `resize` metódusban `camera.setAspectRatio`
  - `toFloat()` jól jön
- vertex shader használja a `camera.viewProjMatrix` uniformot
  - transzformálja vele a világkoordinátás pozíciót
- `gameObject`ek rajzolásakor a `draw` metódusnak adjuk paraméterül a `camera`t
  - mivel ő adja a uniformértéket

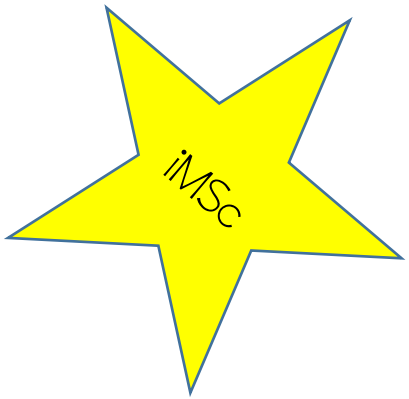
Feladat

- a kamera kövesse az egyik objektumot
  - a kamera pozícióját kell minden képkockában átállítani

Bónusz feladat: eltűnő objektumok

- ha a `GameObject::move` `false`-ot ad vissza, az objektumot dobjuk ki a `gameObjects`-ből
  - ne azonnal, csak ha már minden move lement
- legyen egy játékobjektum, aki ha pl. a világ jobb oldalára téved (x>0), megsemmisül

Bónusz feladat: scrollozó háttérkép



- 1db háttérobjektum
- geometria: teljes képernyős téglalap
- sima textúrázó FS
  - textúra: bármilyen kép (legyen 2-hatvány x 2-hatvány)
- speciális VS
  - pozíciót nem bántja
  - de számolja a világkoordinátát a képernyőkoordinátából
  - ehhez a kamera view matrixának inverzét uniformban megkapja
  - ezzel szorozza a **`vertexPosition`**-t
  - a kapott világkoordináta (* freki) lesz a textúrakoordináta