

OpenGL a OpenGL ES

Tematický seminář pro studenty

Dušan Fedorčák



NOVÉ KREATIVNÍ TÝMY
V PRIORITÁCH VĚDECKÉHO BĚDÁNÍ



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obsah

- **OpenGL**
 - Pojmy (matice, bod, normála, trojúhelník...)
 - Standardní zobrazovací řetězec
 - Programovatelný řetězec (shader)
- **OpenGL ES**
 - Verze 1.x, 2.x
 - OpenGL vs. OpenGL ES
 - Podpora na mobilních platformách

Obsah II

- **Tvorba aplikací**
 - Podpůrné nástroje
 - Grafické formáty
 - Vývojová prostředí , emulátory, aplikační rámce
- **Optimalizace**
 - Správa paměti, Profilování
- **Návrhové vzory**
 - Zobrazení terénu
 - Částicové systémy, Sprites, Billboarding
 - Fyzika, detekce a řešení kolizí

OpenGL

- **Open Graphics Library**
 - Standard specifikující API pro práci s grafikou
 - ARB konsorcium, Khronos Group
 - NVIDIA, AMD, Microsoft, SGI
 - **Multiplatformní**
 - Windows, Mac OS, Linux, iOS, Android, Symbian...
 - **Architektura**
 - Procedurální (žádné OOP)
 - Klient/Server

OpenGL – Pojmy

- **Bod v OpenGL**

- Poloha v prostoru
- Normála
- Poloha na textuře
- Barva

$(1.2, -5.3, 2.1)$
 $(0.707, 0, -0.707)$
 $(0.25, 0.75)$
 $(0.5, 0.1, 0.8, 1.0)$

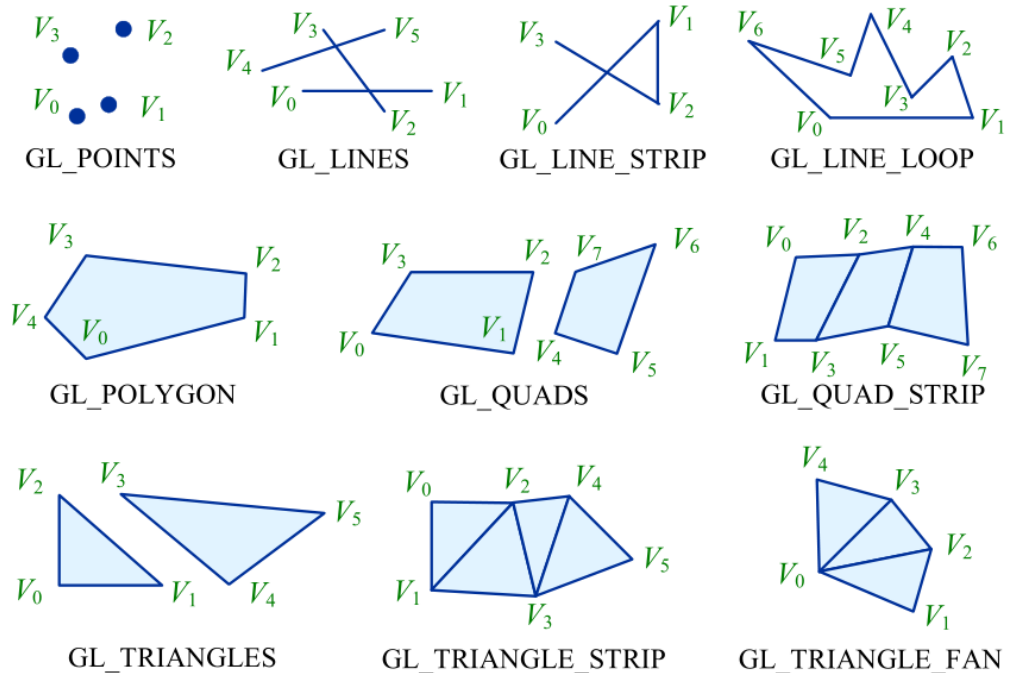
- **Maticy v OpenGL**

- Typy matic
- Zásobník matic
- Maticové operace

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 4 & -3 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

OpenGL – Pojmy

- **Trojúhelník**
 - Tři osvětlené body
 - Orientace plochy
 - Triangulace
- **Ostatní Struktury**
 - Triangle Strip
 - Triangle Fan
 - Quad, Quad Strip
 - Line, Point



OpenGL – Pokročilé struktury

- **Display List**

- Řetěz statických příkazů OpenGL , po kompilaci nelze měnit
- Uloženo pro mnohonásobné využití na GPU
- V novějších verzích nepodporovány

- **Vertex Arrays**

- Pole atributů (poloha, normála, barva atd..)
- Posílá se najednou na GPU
- Ideální pro statické struktury

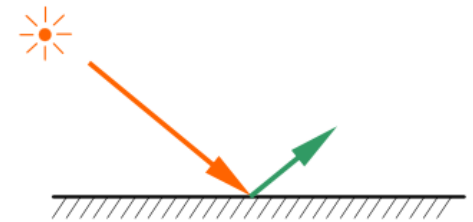
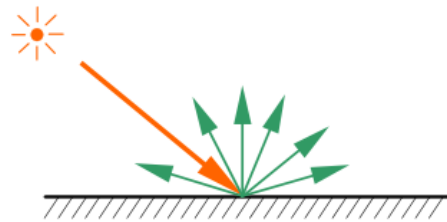
- **VBOs**

- Vertex Buffer Object
- Optimalizační značky pro transfery do video paměti
- Výhody obou předchozích řešení

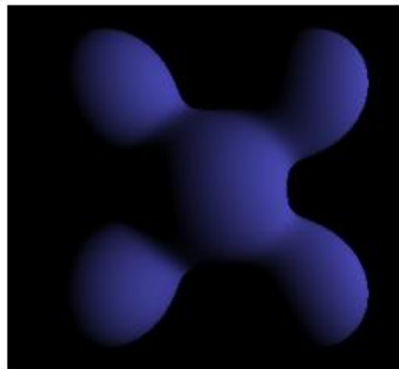
OpenGL – Osvětlení

- **Phongův osvětlovací model**

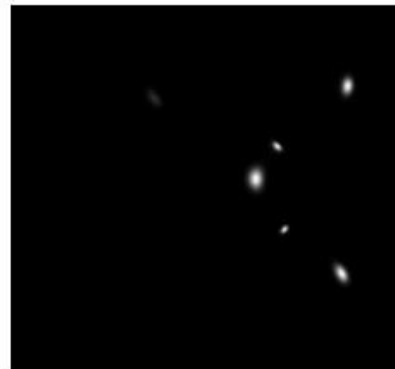
- Okolní světlo
- Rozptýlený odraz
- Zrcadlový odraz



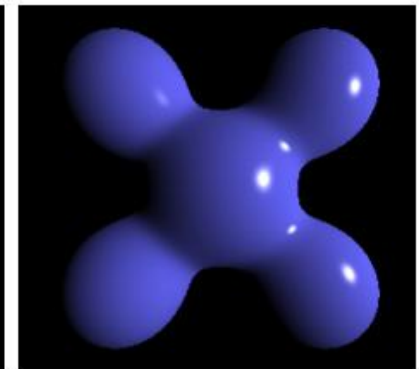
Ambient



Diffuse



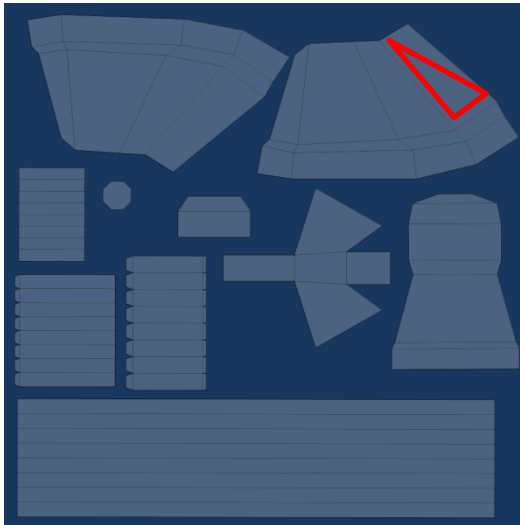
Specular



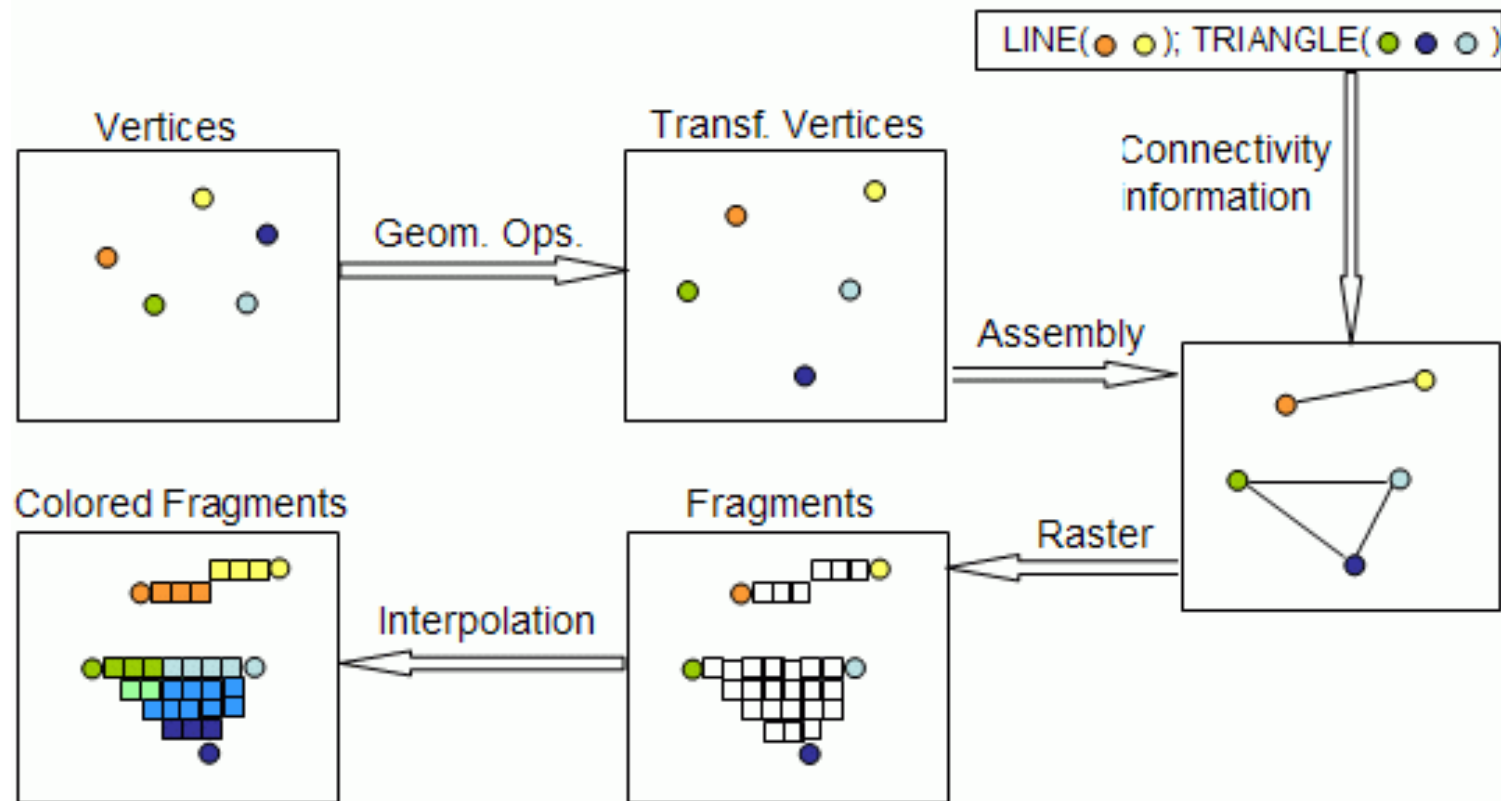
= Phong Reflection

OpenGL Textury

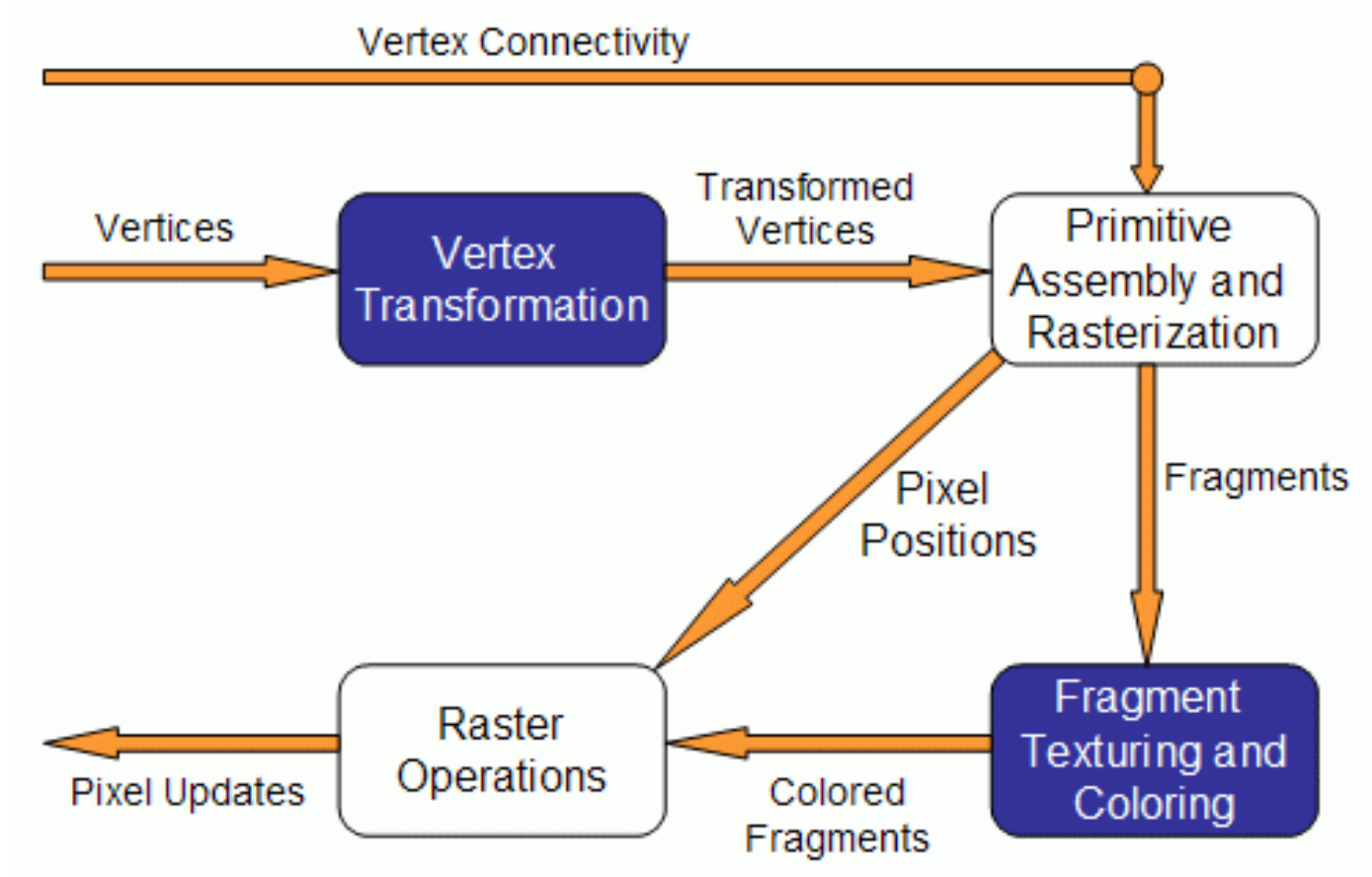
- Nanášení textur
 - Prostor textury, UV mapování, Filtrace



Standardní zobrazovací řetězec



Programovatelný zobrazovací řetězec



Výhody programovatelného řetězce

- **Vertex Shader (Geometry Shader)**
 - Transformacích bodů na GPU
 - Tvorba nových primitiv přímo na GPU
- **Pixel Shader / Fragment Shader**
 - Pokročilejší osvětlovací techniky
 - Phongovo stínování
 - Normálové mapy, mapy lesklých míst, vržené stíny apod.
- **Deferred Shading/Lighting**

OpenGL ES

- **OpenGL for Embedded systems**
 - Podmnožina OpenGL
 - **OpenGL ES 1.x**
 - Vertex Arrays,
 - Žádné glBegin(), glEnd(), glVertex(), glNormal()...
 - **OpenGL ES 2.x**
 - Odvozeno od OpenGL 3.1
 - Fixní grafický řetězec nahrazen shadery
 - Žádný zásobník maticových operací
 - Neexistuje zpětná kompatibilita

OpenGL ES – Podpora

- **OpenGL ES 1.1**
 - Android 1.6
 - iOS (iPad, iPhone, iPod Touch)
 - BlackBerry, WebOS, Nintendo 3DS
- **OpenGL ES 2.0**
 - Android 2.0 (NDK), Android 2.2 (Java)
 - iOS (iPad, iPhone, iPod Touch)
 - WebGL (browsers), BlackBerry OS 7
- **OpenGL ES 3.0**
 - Android 4.3 (specifický ovladač výrobce zařízení)
 - iOS 7 zařízení
 - BlackBerry OS 10

Tvorba aplikací – Podpůrné nástroje

- **Podpůrné nástroje**

- **Blender**

- Volně dostupný modelovací nástroj
 - Jednoduché ovládání a tvorba low-poly modelů
 - UV mapování
 - Export do formátů 3DS, OBJ, STL apod.

- **Inkscape**

- Volně dostupný editor vektorové grafiky
 - Vhodný na přípravu GUI, ikon, textur

- **Gimp**

- Volně dostupný editor rastrové grafiky
 - Vhodný na tvorbu textur

Tvorba aplikací – Datové formáty

- **Texturey**

- **JPEG**

- Ztrátová komprese
 - Nepodporuje průhlednost

- **PNG**

- Podpora průhlednosti
 - 32bit RGBA formát
 - Bezztrátová komprese, větší soubor

- **Modely**

- **Waveform OBJ**

- Triangulované objekty
 - Ukládá normály, texturové souřadnice, materiály apod.

Tvorba aplikací – Waveform OBJ

o Cube

v 1.000000 -1.000000 -1.000000

v -1.000000 -1.000000 -1.000000

v -1.000000 1.000000 -1.000000

...

vt 0.500000 0.749956

vt 0.250044 0.749957

vt 0.500000 0.500000

...

vn 0.000000 -0.000000 -1.000000

vn -0.000000 0.000000 1.000000

vn 0.000000 -1.000000 -0.000000

...

s off

f 1/1/1 2/2/1 4/3/1

f 5/4/2 8/5/2 6/6/2

f 1/1/3 5/7/3 2/2/3

f 2/8/4 6/9/4 3/10/4 ...

Tvorba aplikací – Vývojová prostředí

- **Android**

- **ADT**

- Eclipse Based
 - Emulátor s GPU on host funkcí

- **Genymotion**

- Velmi rychlý Android emulátor
 - Plug-in pro Eclipse
 - Emulace akcelerometru a gest

- **Aplikační rámce**

- **Badlogic libGDX**

- Knihovna pro fullscreen OpenGL ES aplikace
 - Transparentní mapování mezi Dalvik VM a Java SE JRE

- **AndEngine**

- Knihovna pro 2D grafiku pod OpenGL ES
 - Kolizní model, fyzika

Optimalizace

- **Správa paměti**

- **Garbage Collection**

- Spuštění GC zastaví běh virtuálního stroje až na 500ms
 - Při hraní real-time hry k tomu nesmí dojít
 - Manuálně plánovat GC ve vhodné chvíli (pauza, menu atd.)

- **Skryté instace**

- Iterátory for each
 - Mapy, Hash tabulky (insert)
 - String Buffer místo operátoru +

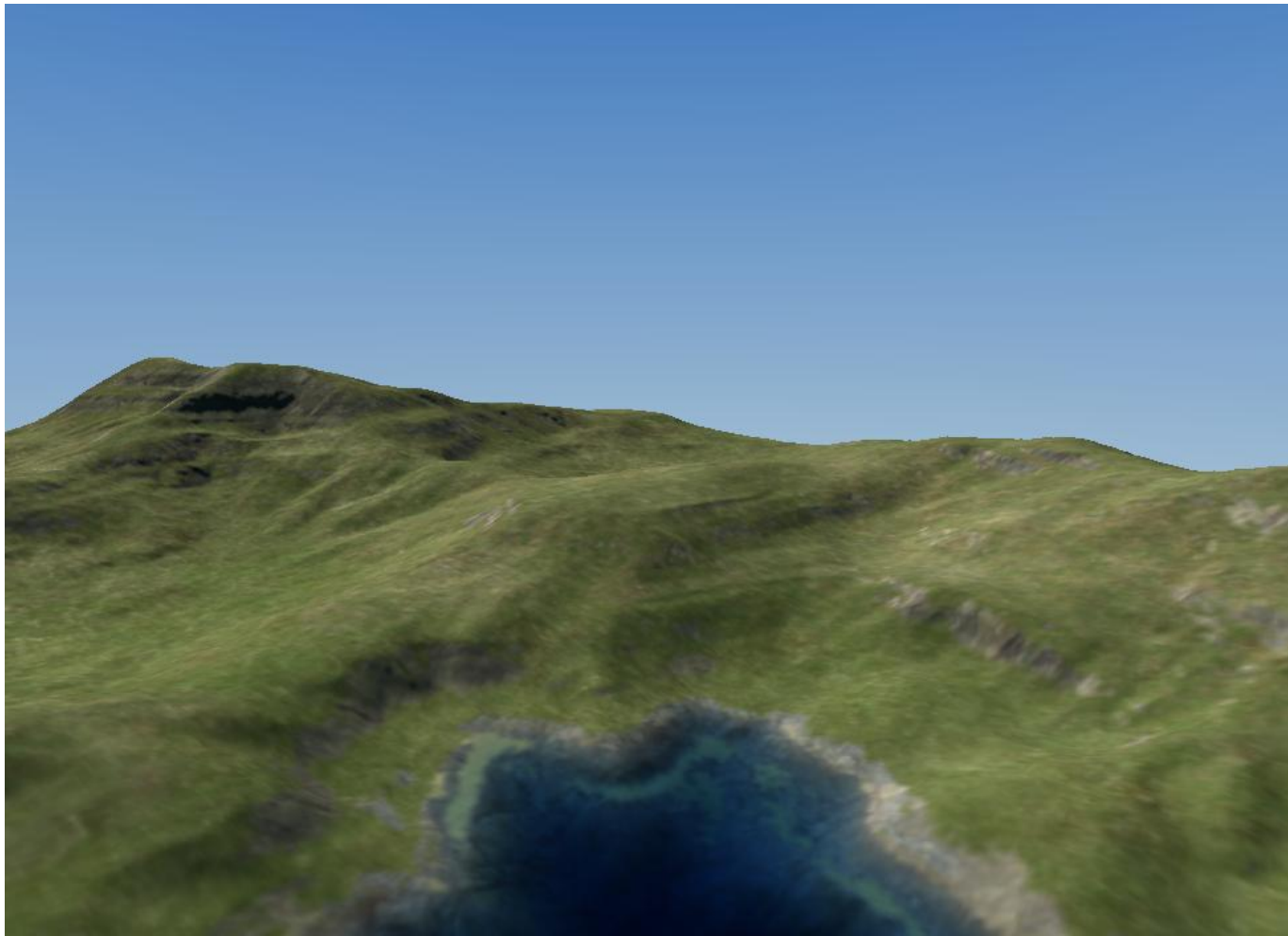
- **Profilování paměti**

- **Používat, používat, používat**

Návrhové vzory

- **Vizualizace terénu**
 - **Výšková mapa**
 - Běžný obrázek ve stupních šedi
 - **Standardní triangulace pravidelné sítě**
 - Využít VBO
 - Normály se mohou spočítat nebo nahrát jako textura
 - **Kolizní model**
 - Příznivá složitost $O(1)$ pro testování kolizí
 - **Generátory terénu**
 - Terragen, L3DT

Vizualizace terénu



Návrhové vzory – Efekty

- **Částicové systémy**
 - oheň, jiskry, bubliny dým, oblaka apod...
 - Vertex shader
- **Billboarding**
 - Textura mapovaná na čtverec
 - Billboard je stále otočen přímo ke kameře
 - Jednoduchá implementace pomocí vymazání rotací
- **Animované textury**
 - Animace může být řízena transformacemi v prostoru textury
 - Fragment shader
- **Poloprůhledné objekty**
 - Problém seřazení objektů
 - Problém bufferu hloubky

Návrhové vzory – Fyzikální simulace

- **Časování**
 - Vypočítání časové změny od minulého kroku
 - Update systému
 - Vykreslení
- **Více jader = více vláken**
 - Synchronizace vykreslení a fyziky
 - Citlivý přístup k CPU zdrojům
- **Integrační techniky**
 - Fixní a variabilní časový krok
 - Eulerovská integrace / RK4 integrace
 - Tvrdé systémy a nebezpečí “výbuchu”

Návrhové vzory – Fyzikální simulace

- **Kolizní model**

- **Detekce kolizí**

- Velmi rychle může být problém s $O(n^2)$ složitostí
 - Hrubá a jemná fáze
 - Prostorové indexování

- **Řešení kolizí**

- Impulzní model
 - Pružinový model

- **Problém rychlých objektů**

- Vícenásobné testování v mezikrocích

Reference

http://mrl.cs.vsb.cz/people/sojka/pg/pocitacova_grafikall.pdf

<http://www.khronos.org/>

http://www.khronos.org/registry/gles/specs/1.1/es_cm_spec_1.1.12.pdf

http://www.khronos.org/registry/gles/specs/2.0/es_full_spec_2.0.25.pdf

<http://www.bundysoft.com/docs/doku.php?id=l3dt:userguide>

<http://wiki.blender.org/index.php/Doc:2.6/Manual>

<http://developer.android.com/tools/sdk/eclipse-adt.html>

<http://developer.android.com/guide/topics/graphics/opengl.html>

http://en.wikipedia.org/wiki/Phong_reflection_model



NOVÉ KREATIVNÍ TÝMY
V PRIORITÁCH VĚDECKÉHO BĚDÁNÍ

CZ.1.07/2.3.00/30.0055



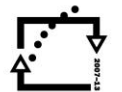
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován z ESF a státního rozpočtu ČR.