Základy Počítačové grafiky

Tomáš Maršálek

27. října 2012

1 Úvod

Pro semestrální práci jsem po osobní dohodě se cvičícím zvolil jazyk Java, poté podle vlastního výběru jeden z nejpoužívanějších wrapperů OpenGL pro Javu - **Lightweight Java Game Library (LWJGL)**.

2 Výpočty

2.1 Terén

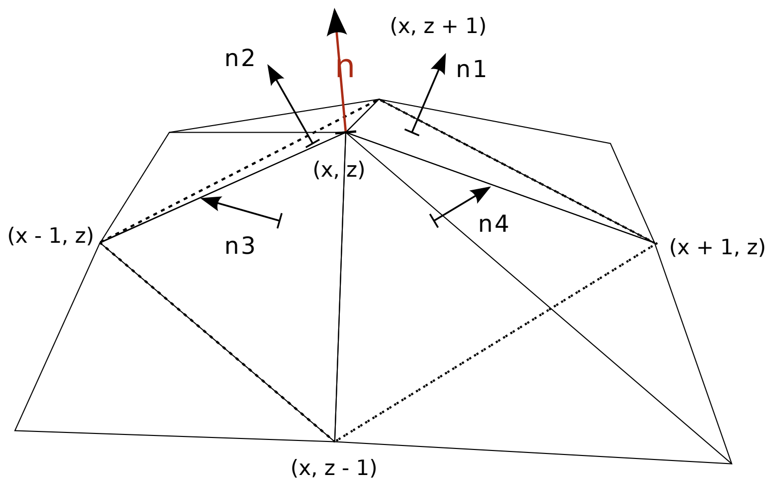
Terén je načten ze souboru a v programu používán jako objekt třídy **Terrain**. Terén je $H-1$ trojúhelníkových pruhů ($GL\_TRIANGLE\_STRIPS$) délky W. Objekt **Terrain** ulehčuje práci pomocí metod umožňujících získání výšky nebo normály v daném bodě této trojúhelníkové sítě.

2.2 Výpočet normál terénu

Normála v každém bodě trojúhelníkové sítě je vypočtena jako průměr normál čtyř okolních myšlených trojúhelníků, popřípadě tří normál na hraně terénu nebo dvou v rozích. Výsledek je pak znormalizován na jednotkovou velikost.

$$
\begin{aligned}
\mathbf{n1} &= [\mathbf{terrain}(x+1,z) - \mathbf{terrain}(x,z)] \times [\mathbf{terrain}(x,z+1) - \mathbf{terrain}(x,z)] \\
\mathbf{n2} &= [\mathbf{terrain}(x,z+1) - \mathbf{terrain}(x,z)] \times [\mathbf{terrain}(x-1,z) - \mathbf{terrain}(x,z)] \\
\mathbf{n3} &= [\mathbf{terrain}(x-1,z) - \mathbf{terrain}(x,z)] \times [\mathbf{terrain}(x,z-1) - \mathbf{terrain}(x,z)] \\
\mathbf{n4} &= [\mathbf{terrain}(x,z-1) - \mathbf{terrain}(x,z)] \times [\mathbf{terrain}(x+1,z) - \mathbf{terrain}(x,z)]
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
\mathbf{n} &:= \mathbf{n1} + \mathbf{n2} + \mathbf{n3} + \mathbf{n4} \\
\mathbf{n} &:= \frac{\mathbf{n}}{\|\mathbf{n}\|}
\end{aligned}
$$



Obrázek 1: výpočet normály vrcholu

2.3 Detekce kolizí při pohybu po terénu

Pro detekci kolizí slouží metoda $float\ getY(x, z)$, která vypočte y-souřadnici nad pozicí (x, z) v rovině.

2.3.1 getY

Body x a z se zaokrouhlí dolů, tedy získáme souřadnice nejbližšího rohu čtverce směrem doleva dolů, tzn. bodu **a**.

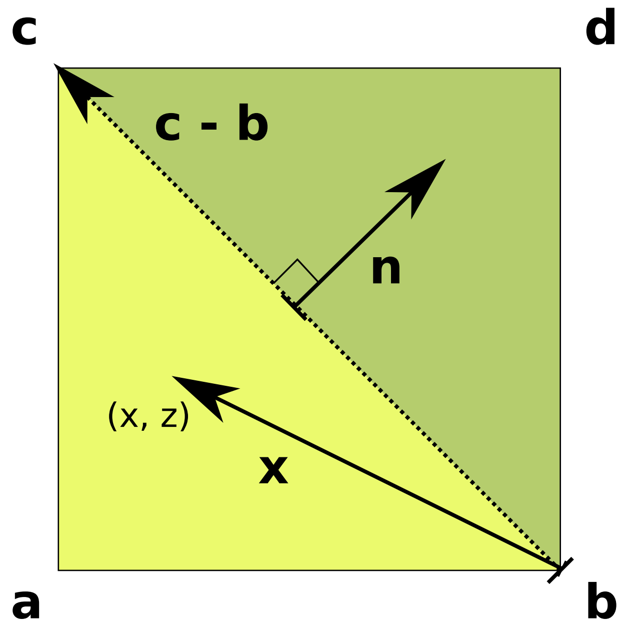
Jestliže víme, ve kterém čtverci sítě terénu se nacházíme, musíme ještě rozhodnout ze dvou trojúhelníků tohoto čtverce. Skalární součin vektoru s rovinnou normálou vektoru $\mathbf{b} - \mathbf{c}$ určuje v rovině XZ polorovinu, podle znaménka výsledku, čímž zjistíme onen trojúhelník.

$$(\mathbf{c} - \mathbf{b}) \cdot \mathbf{n} = 0$$

$$sign(\mathbf{n} \cdot \mathbf{x}) = polorovina$$

Jestliže známe trojúhelník, můžeme vypočítat kýženou y-souřadnici nad bodem (x, z). Rovinu, ve které trojúhelník leží definujeme alespoň jedním bodem trojúhelníku a normálou trojúhelníka. Normálu získáme vektorovým součinem libovolných dvou jeho hran. U normály **n** nezáleží ani na velikosti ani na orientaci. Rovina splňuje rovnici $\mathbf{n} \cdot (\mathbf{x} - \mathbf{a}) = 0$, kde vektor **x** je pozice bodu od počátku a **a** je pozice jednoho z bodů na trojúhelníku. Y získáme jednoduše jako řešení této rovnice.

$$\begin{aligned}
\mathbf{n} \cdot (\mathbf{x} - \mathbf{a}) &= 0 \\
\mathbf{n} \cdot \mathbf{x} &= \mathbf{n} \cdot \mathbf{a} \\
n_x x_x + n_y x_y + n_z x_z &= \mathbf{n} \cdot \mathbf{a} \\
x_y &= \frac{\mathbf{n} \cdot \mathbf{a} - n_x x_x - n_z x_z}{n_y}
\end{aligned}$$



Obrázek 2: Rozdělení čtverce na poloroviny

2.3.2 Rychlostní vektor

Poté je spočten směrový vektor v rovině XZ podle momentálně stisknutých kláves WSAD. Výšková složka tohoto vektoru je dopočtena jako rozdíl výšky v terénu nad současnou pozicí a výškou nad novou pozicí určenou směrovým vektorem v rovině. Vektor je pak normalizován a zvětšen rychlostním koeficientem, který zaručuje, že rychlost bude konstantně 3m/s nehledě na snímkové frekvenci.

Tento rychlostní vektor je pak přičten k současné pozici.

Problém však nastává s výškou pozorovatele nad terénem, která je pevně dána na 1.85m. Použitím relativního vektoru rychlosti dochází ke kumulaci zaokrouhlovacích chyb a po chvíli chození po terénu je výška očí zcela jiná, než 1.85m. Proto je v každém snímku provedena korekce, která zaručuje, že oči budou neustále stejně vysoko.

2.4 Plynulá intenzita světla

Máme-li den, který trvá od času 0 (00:00) do 1 (24:00), očekáváme v čase 0.5 nejvyšší intenzitu světla. Použitá funkce určující intenzitu slunce je Gaussova křivka centrovaná do bodu 0.5.

$$Intenzita = e^{-(C(t-\frac{1}{2}))^2}$$

kde C je magická konstanta, která byla nalezena po chvíli testování tak, aby byl výsledek co nejbližší skutečnosti.

Získaná intenzita se používá přímo jako intenzita hlavního zdroje světla - slunce a jako barva atmosféry.

3 Přeložení a spuštění

Aplikace byla vyvíjena pod GNU/Linux, přiložené knihovny a instrukce pro spuštění aplikace jsou pro Windows. Verze Javy je 1.6.

V kořenovém adresáři jsou dodatečně přiloženy spustitelné soubory vytvořené pomocí utility **jarsplice**, které obsahují všechny potřebné knihovny a nativní soubory.

- **ZPG.exe** pro Windows
- **ZPG.sh** pro Linux
- **ZPG.jar** pro Windows i Linux, spuštění přes příkaz java -jar

3.1 Z příkazové řádky

spuštění přiloženého archivu:

```
bin$  java -jar ZPG_A10B0632P.jar
```

3.1.1 Přeložení ze zdrojového kódu přímo

přeložení:

```
$  javac -cp lib\jars\lwjgl.jar:lib\jars\lwjgl_util.jar; src\Main.java
src\Terrain.java
```

spuštění:

```
$  java -cp lib\jars\lwjgl.jar;lib\jars\lwjgl_util.jar; Main
```

3.2 Použitím Ant

Pokud je nainstalovaný Apache Ant, pak pro přeložení a spuštění stačí použít příkaz z adresáře obsahující skript *build.xml*.

```
$  ant
```

nebo

```
$  ant run
```

3.3 V Eclipse

Získání a integrace **LWJGL** pod eclipse je popsána ve videu [**?**], ale není třeba. Práce je odevzdána přímo jako projekt eclipse, tedy stačí v Eclipse importovat existující projekt. Při importu se však smaže adresář bin, je třeba ho nakopírovat zpátky, jinak chybí soubor s terénem v bin/data.

4 Ovládání hry

Kamerou pohneme standardně klávesami WSAD a otočíme pohybem myši. Invertování vertikálního pohledu provedeme pomocí klávesy U a přepnutí mezi drátěným a plným modelem pomocí klávesy C. Hru ukončíme stiskem klávesy ESC.

Reference

[1] *Bill Jacobs*
OpenGL tutorial 2007 - 2012
http://www.videotutorialsrock.com/

[2] *TheCodingUniverse*
#1 LWJGL Workspace - LWJGL Tutorials
2011
http://youtu.be/0v56I5UWrYY

[3] *Wikipedia contributors*
"Triangle strip," Wikipedia, The Free Encyclopedia
(accessed October 27, 2012)
http://en.wikipedia.org/wiki/Triangle_strip