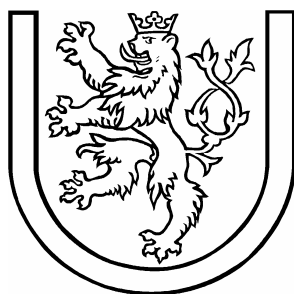


Západočeská univerzita v Plzni  
Fakulta aplikovaných věd



# **Semestrální práce z předmětu KIV/GSVD**

## **MeshLoader & MeshSaver** (moduly do systému MVE<sup>2</sup>)

datum        **2005-05-25**  
počet listů   **8**  
počet příloh **0**

jméno        **BÁRTA Jan**  
osobní číslo **A 04504**  
e-mail        **bart.kv@seznam.cz**

# Zadání

Současný *MeshLoader* poskytuje pouze možnost nahrávání formátu TRI. Vaším úkolem je vytvořit verzi, která bude podporovat následující formáty. K tomu vytvořte i modul *MeshSaver*, který provede uložení ve volitelném formátu.

- TRI (načítání i ukládání)
- STL (načítání textového i binárního formátu, ukládání pouze do textového)
- PLY (načítání i ukládání textového formátu)
- CMX (pouze načítání a to pouze souborů obsahujících model auta)

## Popis modulů

### MeshLoader

Modul načítá vstupní soubor a ukládá data do struktury `Zcu.Mve.Visualization.Mesh`. Má jeden výstupní port a jeho vstupem je jméno souboru, ze kterého mají být data načítána. Podporovány jsou tyto formáty:

#### TRI

Nejprve je vyhledán počet trojúhelníků a vrcholů. Počty jsou uvozeny tagy `Number of triangles` a `Number of vertices`. Dále jsou načítány jednotlivé bloky formátu:

- vrcholy – tag `Vertices`,
- trojúhelníky – tag `Triangles`,
- normály trojúhelníků – tag `Triangles' Normals`,
- sousedi trojúhelníků - `Triangles' Neighbours`,
- normály vrcholů - `Vertices' Normals`.

Při načítání je kontrolováno zda souhlasí počty trojúhelníků a vrcholů a jejich normál a zda indexy vrcholů a sousedů nepřesahují jejich počet.

Ukázka vstupního souboru:

```
# Number of triangles : 160000
# Number of vertices : 80203

[Vertices]

19.115290 -88.851967 61.209560
...
18.943569 -88.851967 61.595181

[Triangles]

0 1 2
...
10 11 9
```

```
[Triangles' Normals]

-0.908108 0.014263 -0.418494
...
-0.908104 0.014261 -0.418501

[Triangles' Neighbours]

19900 101 103
...
0 19902 0

[Vertices' Normals]

-0.908188 0.004754 -0.418536
...
-0.907585 0.033329 -0.418543
```

## STL

U tohoto formátu je třeba nejdříve rozlišit mezi textovým a binárním souborem. Textový soubor je rozeznán podle toho, že na začátku souboru je nalezen řetězec `solid`. Pak jsou načítány jednotlivé trojúhelníky a jejich normály. Trojúhelníky jsou definovány přímo trojicí souřadnic. Je proto nutné vytvořit pole vrcholů a zjistit trojice indexů jednotlivých trojúhelníků. Za tímto účelem jsou vrcholy uloženy do hashmapy.

Ukázka vstupního souboru v textovém formátu:

```
solid ascii
facet normal 0.252716 0.497921 0.829584
  outer loop
    vertex 90.5278 64.9689 30.6195
    vertex 84.2628 64.9689 32.528
    vertex 84.3765 64 33.0749
  endloop
endfacet
...
facet normal 0.0747732 0.643356 0.761907
  outer loop
    vertex 77.5 64.9689 33.1917
    vertex 84.2628 64.9689 32.528
    vertex 84.1436 65.6611 31.9552
  endloop
endfacet
end solid
```

Přesný popis textového i binárního formátu:

<http://www.ennex.com/~fabbers/StL.asp>

## PLY

Jedná se o formát umožňující uložit polygony o různých počtech vrcholů. Opět je nejdříve načten počet vrcholů a počet polygonů. Obě hodnoty opět musí být uvozeny příslušným tagem, jak ukazuje příklad. Pak jsou načteny vrcholy a následně jednotlivé polygony.

Ukázka vstupního souboru:

```
format ascii 1.0
comment created by platoply
element vertex 12
property float32 x
property float32 y
property float32 z
element face 20
property list uint8 int32 vertex_indices
end_header

0 -0.525731 0.850651
...
0 0.525731 0.850651

3 6 2 1
...
3 0 8 4
```

Přesný popis formátu:

<http://astronomy.swin.edu.au/~pbourke/geomformats/ply/>

## CMX

CMX je binární formát umožňující ukládat i texturovací souřadnice a obsahující více objektů. Při načítání jsou všechny objekty sloučeny do jednoho.

Přesný popis formátu:

<http://www.liveforspeed.net/?page=CMX>

## MeshSaver

Modul ukládá data ze struktury `Zcu.Mve.Visualization.Mesh` do zvoleného souboru. Má jeden vstupní port a jeho výstupem je textový soubor daného formátu. Podporovány jsou tyto formáty:

## TRI

U tohoto formátu si lze vybrat jaké bloky se mají uložit (pokud jsou v Mesh obsaženy). Minimum co se musí ukládat a co musí obsahovat Mesh je pole vrcholů. Volitelné bloky se pak v Mesh hledají podle datových typů:

- `Zcu.Mve.Visualization.Normal3D` – normály vrcholů a trojúhelníků,
- `Zcu.Mve.Visualization.TriangleNeighbor` – sousedi trojúhelníků.

## STL

Jak již bylo napsáno dříve, ukládá se pouze textový formát. Pro uložení do tohoto formátu je potřebné, aby Mesh obsahoval pole vrcholů a pole indexů trojúhelníků a normály trojúhelníků. Vychází to z definice formátu STL.

## PLY

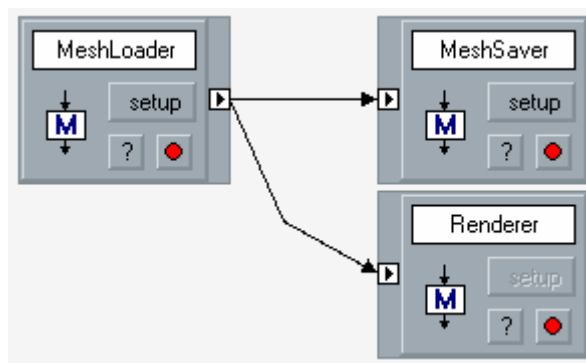
Do formátu PLY se ukládají jak polygony, tak trojúhelníky. Datové typy hledané v Mesh jsou:

- `Zcu.Mve.Visualization.Triangle` – pro trojúhelníky,
- `Zcu.Mve.Visualization.Polygon` – pro polygony.

Pro uložení Mesh musí obsahovat pole vrcholů a trojúhelníky a polygony nebo jejich kombinaci.

## Ukázky výstupu modulů

Pro testování byla použita následující mapa:



Pro zobrazení načtených dat byl použit SimpleVTKRenderer, který je součástí MVE<sup>2</sup>.

## Načítání souborů

Správnost načtení je demonstrována ukázkou.

### Příklady

Vstup: Teapot.tri  
Výstup: Teapot – Saved.tri

Čas načtení: 6 299 ms  
Čas uložení: 6 780 ms

Ukázka:



Vstup: Teapot.stl  
Výstup: Teapot – Saved.stl

Čas načtení: 20 210 ms  
Čas uložení: 10 806 ms

Ukázka:



Vstup: Teapot.ply  
Výstup: Teapot – Saved.ply

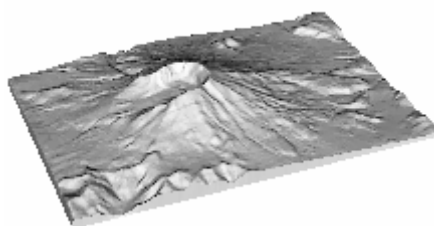
Čas načtení: 3 114 ms  
Čas uložení: 2 514 ms

Ukázka: není k dispozici, protože renderer nezobrazuje polygony

Vstup: Mount St. Helens - Binary.stl  
Výstup: N/A

Čas načtení: 2 544 ms  
Čas uložení: N/A

Ukázka:



Vstup: XR GTR - Binary.cmx  
Výstup: N/A

Čas načtení: 480 ms  
Čas uložení: N/A

Ukázka:



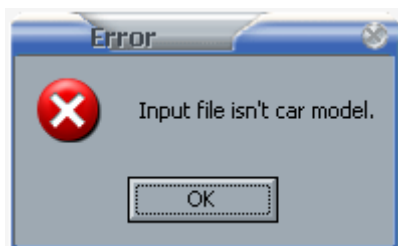
## Detekce chyb ve vstupních souborech

Chyby jsou demonstrovány vždy na jednom formátu, většinou ale platí i pro ostatní formáty, ve kterých může nastat podobná chyba.

Vstup: XR GTR - Binary - Error.cmx

Problém: devátý byte není nastaven na 1 – nejde o model auta

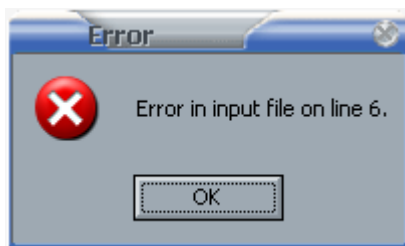
Chybové hlášení:



Vstup: Cube - Error 1.stl

Problém: první face (trojúhelník) nemá definovaný třetí vrchol

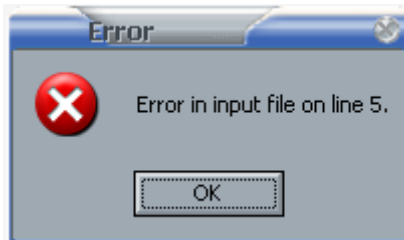
Chybové hlášení:



Vstup: Cube - Error 2.stl

Problém: vrchol na páté řádce nemá definovanou třetí souřadnici

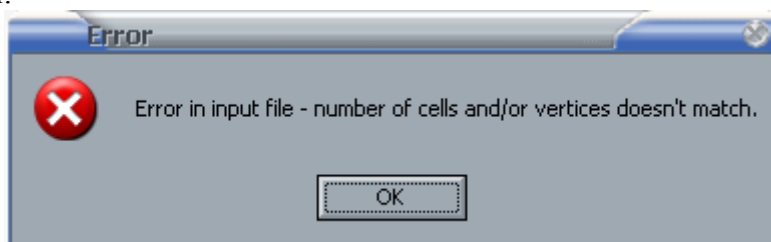
Chybové hlášení:



Vstup: Octahedron - Error 1.ply

Problém: počet vrcholů uvedený v hlavičce souboru neodpovídá počtu dat v souboru

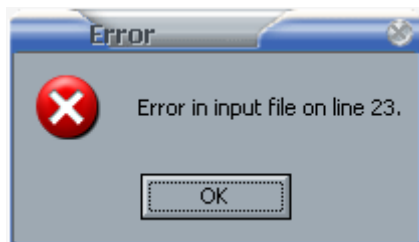
Chybové hlášení:



Vstup: Octahedron - Error 2.ply

Problém: u jednoho polygonu je špatně zadán počet vrcholů nebo chybí jeden nebo více indexů

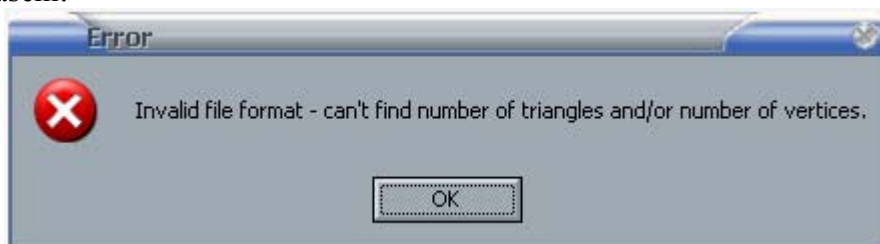
Chybové hlášení:



Vstup: Octahedron - Error 3.ply

Problém: v hlavičce souboru chybí informace o počtu vrcholů

Chybové hlášení:





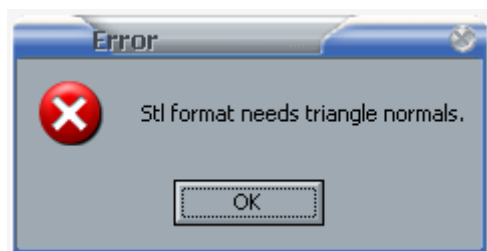
## Pokus o uložení nesprávných dat

Vstup: XR GTR - Binary.cmx

Výstup: do formátu STL

Problém: formát CMX neobsahuje definici normál trojúhelníků, které formát STL vyžaduje

Chybové hlášení:

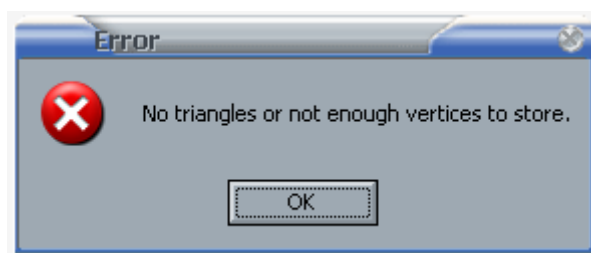


Vstup: Teapot.ply

Výstup: do formátu TRI nebo STL

Problém: oba formáty vyžadují přímo trojúhelníky a nikoli polygony i když se jedná o polygony o třech vrcholech

Chybové hlášení:



## Průběh testování

Testování obou modulů probíhalo postupně již při vývoji. Vždy po implementaci další funkce byla ověřena její správná funkčnost. Bylo také ověřeno zda se neomezila či jinak nezměnila předchozí funkčnost celku.

Hlavním nástrojem pro testování v průběhu vývoje byl debugger Visual Studia 2003. Byly kontrolovány vytvořené struktury datového objektu Zcu...Mesh.

Po dokončení modulů testování probíhalo na ukázkových datech. Po úspěšném otestování byly do dat uměle zavedeny chyby a byla testována schopnost detekce chyb ve vstupních datech.

Po skončení testování byl vytvořen Release 1.0.