

---

# Fondamenti di Grafica Tridimensionale

Paolo Cignoni

p.cignoni@isti.cnr.it

<http://vcg.isti.cnr.it/~cignoni>

# Obiettivi

---

- ❖ Conoscere gli aspetti fondamentali riguardo alle nozioni teoriche e algoritmiche per la modellazione geometrica e il rendering di scene tridimensionali
  - ❖ Strutture e algoritmi per la rappresentazione di superfici tramite mesh triangolari
  - ❖ Algoritmi per il rendering
  - ❖ Architetture per la grafica interattiva
  - ❖ Modelli avanzati di illuminazione

# Requisiti

---

- ❖ Conoscenza minima delle basi della grafica
- ❖ Conoscenza del C++
  - ❖ Buona. Se non la avete iniziate subito.
- ❖ Capacita' di progettare GUI ragionevolmente sofisticate
  - ❖ Useremo QT, per il quale si trova materiale in rete a sufficienza.
- ❖ Autosufficienza nell'imparare API di librerie per grafica e GUI.

# Strumenti

---

## ❖ Teorici:

- ❖ Un po' di geometria computazionale, un po' di algebra lineare e un minimo di analisi.

## ❖ Pratici:

- ❖ Linguaggio C++, tool per lo sviluppo collaborativo (svn), sviluppo multiplatform.

## ❖ Libs, Toolkits, ecc

- ❖ Tutto quel che ci serve in modo utilitaristico
  - ❖ Open source obbligatoriamente
  - ❖ Qt per le interfacce

# Esame

---

- ❖ Il progetto e' generalmente costituito da un plugin di MeshLab e costituisce la parte più significativa dell'esame
  - ❖ I possibili progetti (esempi di plugins) li trovate nella wiki di meshlab;

# Esame

---

- ❖ Costituito da una parte teorica ed una progettuale.
- ❖ La parte teorica riguarda gli argomenti di grafica, puo' essere sostenuta:
  - ❖ con un compitino,
  - ❖ con un orale al momento della consegna della parte progettuale.
- ❖ La parte progettuale vale 20/30, mentre la parte teorica vale 10/30.

Voto finale = Progetto + max (Orale, Compitino)

# MeshLab

---

- ❖ Generic mesh processing tool
- ❖ Open source GPL avail for win and linux
  - ❖ The system relies on a large gpl library for mesh processing
- ❖ Aimed to the (almost) automatic processing of large unstructured 3d models
  - ❖ acquired 3D models are different from human built models
    - ❖ No structure, no particular need of a scene graph
    - ❖ Large datasets : millions of primitives

# MeshLab

---

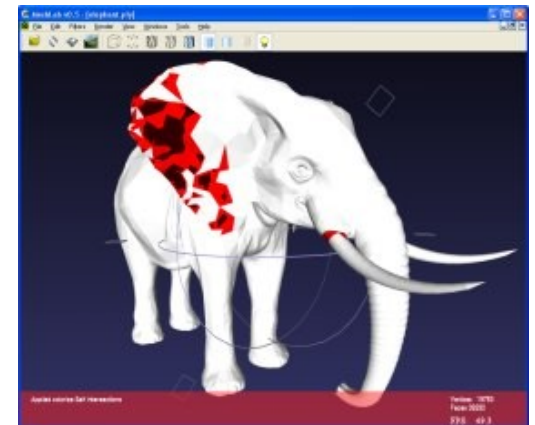
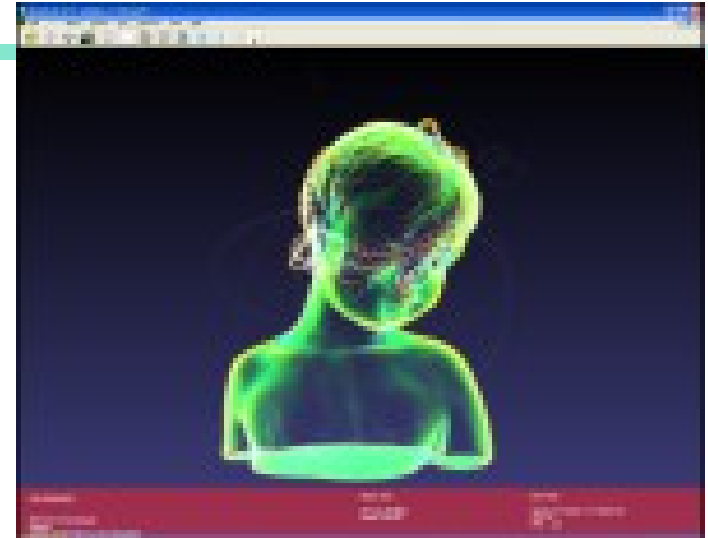
## ❖ Audience

- ❖ 3D scanning (mesh cleaning, etc)
- ❖ Entertainment industry (mesh reduction, checking, conversion)
- ❖ Simulation (checking, visualization)
- ❖ 3D printing
- ❖ Research Labs (it is a swiss knife)



# Checking

- ❖ Visual inspection
  - ❖ See through filters (opengl shaders)
- ❖ Quality evaluation
  - ❖ Curvature dependent
- ❖ Automatic marking of mesh inconsistencies
  - ❖ topological: non manifoldness)
  - ❖ Geometric: self intersection
  - ❖ Small connected components removal



# MeshLab tasks

## ❖ Filtering

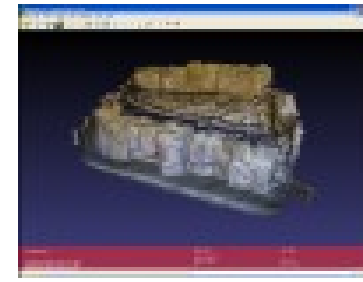
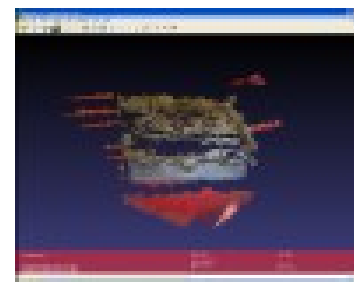
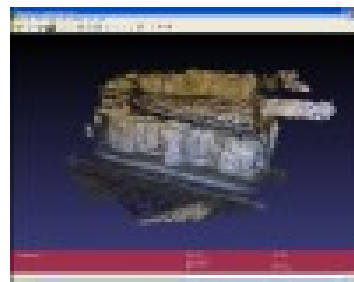
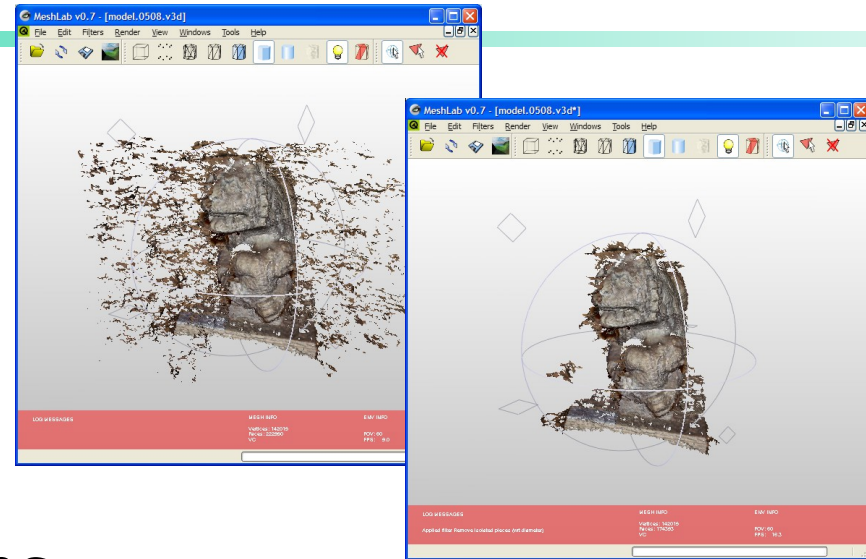
- ❖ Removal of outliers according to various heuristics

## ❖ Smoothing out noise

- ❖ Various fairing algorithms

## ❖ Editing

- ❖ Selection of parts and removal of non interesting portions of the acquired data



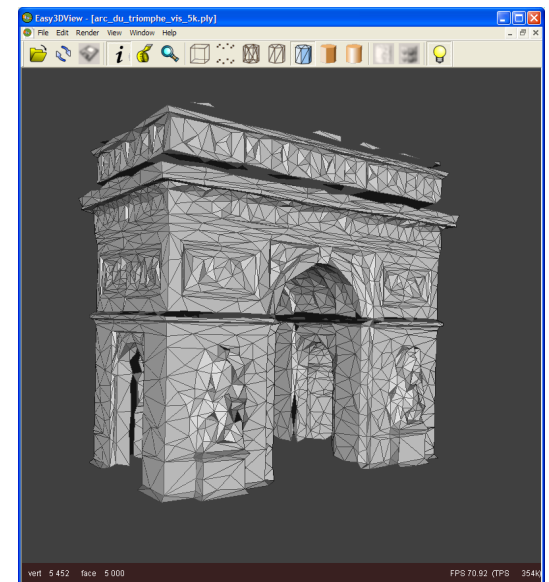
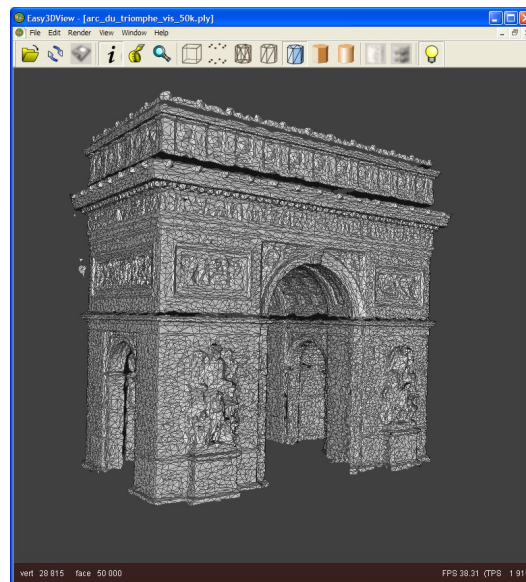
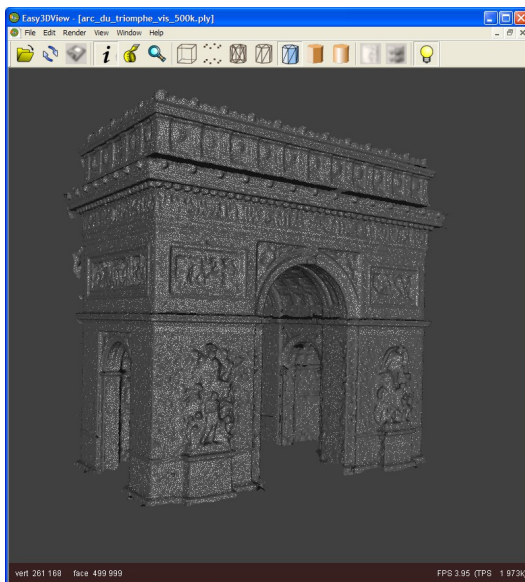
# Remeshing

- ❖ Subdivision Surface (loop and butterfly)
- ❖ Reducing complexity through simplification
  - ❖ Both fast approximate and slower high quality algorithms

❖ 500k

50k

5k



# MeshLab Architecture

---

## ❖ Plugin based

- ❖ All the mesh processing functionality are implemented through plugins

  - ❖ Easy to add new stuff in a consistent and scalable way

  - ❖ Easier distributed development

## ❖ Various classes of plugins

  - ❖ Filter plugins

  - ❖ Edit plugins

  - ❖ I/O plugins

# MeshLab Architecture

---

## ❖ Basic plugins are the filters

- ❖ Algorithms that take some meshes in input, some user parameters and create/modify meshes.

- ❖ Automatic dialog creation

  - ❖ Developer of filters simply declare the parameters and the gui for asking them is automatically created.

## ❖ More than two hundred filters

[http://meshlab.sourceforge.net/wiki/index.php/Filter\\_List](http://meshlab.sourceforge.net/wiki/index.php/Filter_List)

## ❖ MeshLabServer

- ❖ Command line version of meshlab that exploits the same filtering plugins for unattended batch processing

# MeshLab numbers

---

- ❖ 10k monthly downloads
- ❖ Phoning home – stat collection
  - ❖ Simple http call reporting number of opened/saved meshes and their average size.
  - ❖ > than 30k serious users
    - ❖ People that have opened more than 100 meshes.
- ❖ Used in hundred of university all over the world
- ❖ Many companies using it
  - ❖ Game, simulation, aerospace, 3d scanning, FX industries, military, medical,

# MeshLab

---

- ❖ MeshLab NON e' un esercizio didattico.
- ❖ PRO
  - ❖ Avete un'occasione per partecipare allo sviluppo di un sistema Open source vero.
  - ❖ Quello che fate ha una visibilita' concreta e misurabile
  - ❖ Quello che fate RIMANE.
- ❖ CON
  - ❖ L'impegno richiesto puo' essere maggiore del solito
  - ❖ Responsabilita' etica di quel che fate

# Riferimenti

---

- ❖ <http://vcg.isti.cnr.it/~cignoni/FGT1213>
  - ❖ La pagina del corso
- ❖ <http://sourceforge.net/apps/mediawiki/meshlab>
  - ❖ La wiki di documentazione di MeshLab
- ❖ <http://vcg.sourceforge.net/>
  - ❖ La Wiki della libreria per il mesh processing cui si appoggia MeshLab
- ❖



# Riferimenti



- ❖ Fondamenti di grafica tridimensionale interattiva

- ❖ R. Scateni, P.Cignoni., C. Montani, R. Scopigno
- ❖ McGraw-Hil

- ❖ Per quanto riguarda la parte teorica sulla grafica 3D