
Fondamenti di Grafica Tridimensionale

Paolo Cignoni

paolo.cignoni@isti.cnr.it

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

<http://vcg.isti.cnr.it/~cignoni/FGT1516>

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.
- ❖ Conoscenza Javascript
 - ❖ Buona. Basta che sia migliore della mia :)
- ❖ Capacita' di progettare GUI ragionevolmente sofisticate
 - ❖ Useremo jqueryui.
- ❖ 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++, JS, tool per lo sviluppo collaborativo (git), sviluppo multiplatform.

❖ Libs, Toolkits, ecc

- ❖ Tutto quel che ci serve in modo utilitaristico
 - ❖ Open source obbligatoriamente

Esame

- ❖ Il progetto e' generalmente costituito da un pezzo di MeshLaJS e costituisce la parte più significativa dell'esame

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

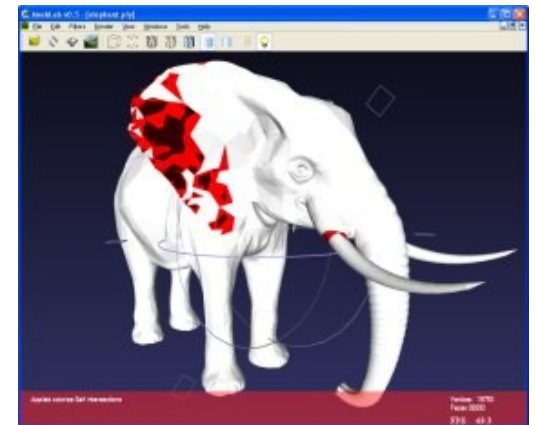
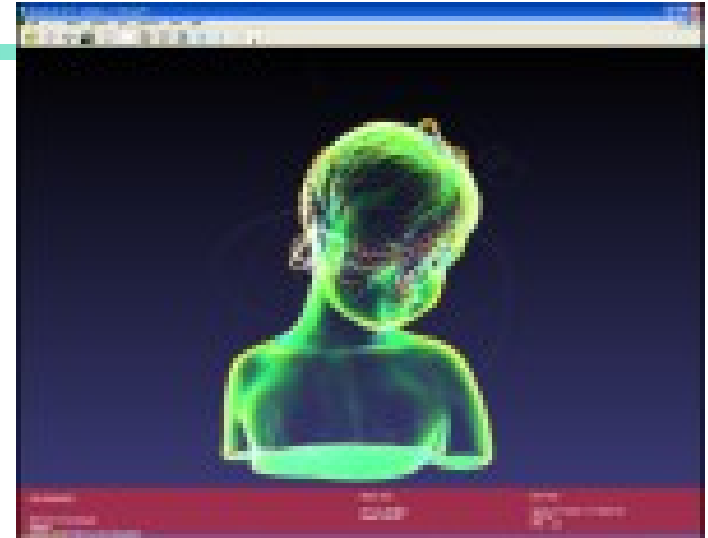
MeshLab

❖ 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

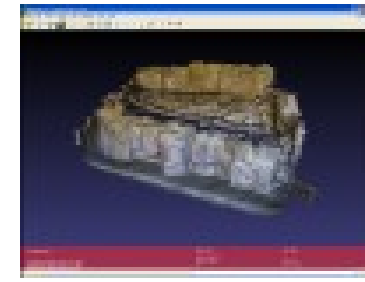
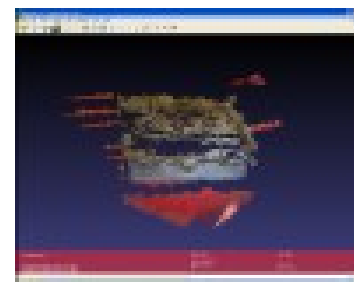
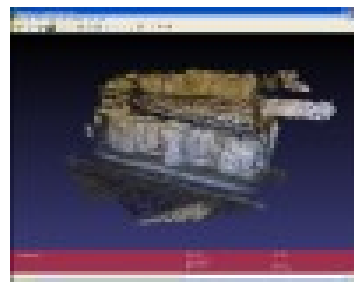
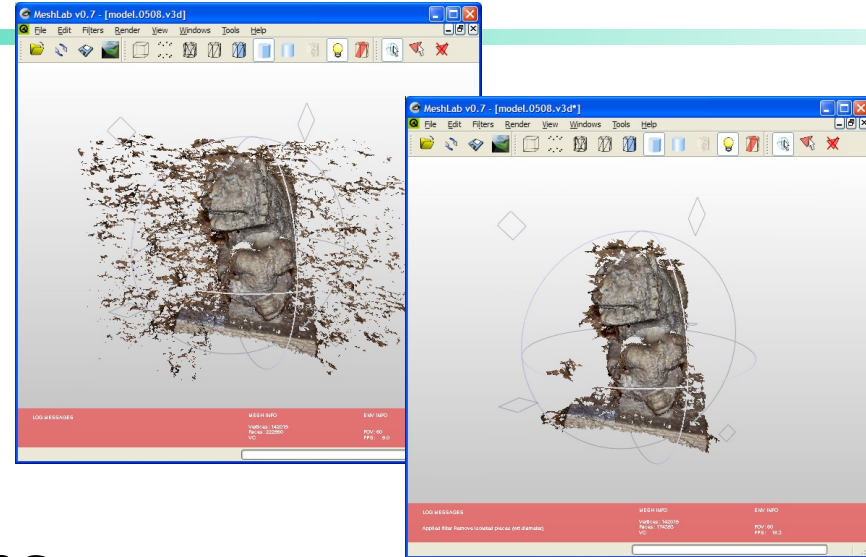
- ❖ Removal of outliers according to various heuristics

- ❖ Smoothing out noise

- ❖ Various fairing algorithms

- ❖ Editing

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



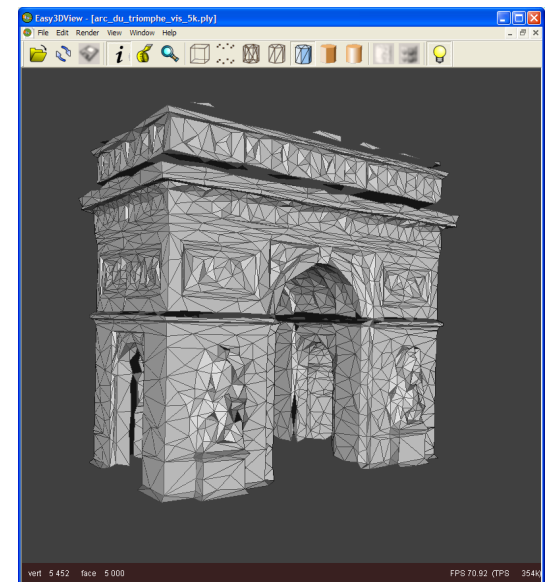
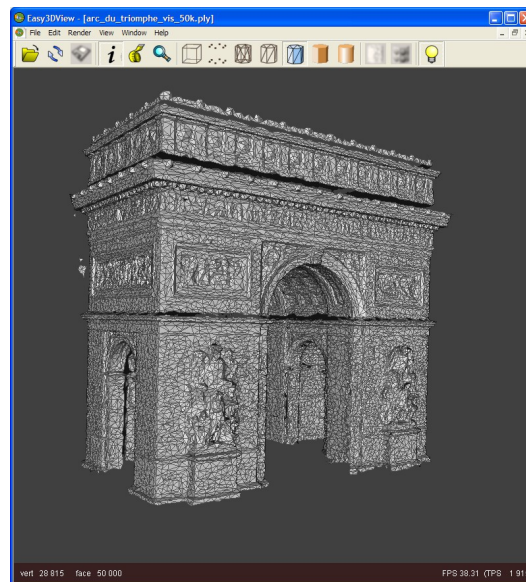
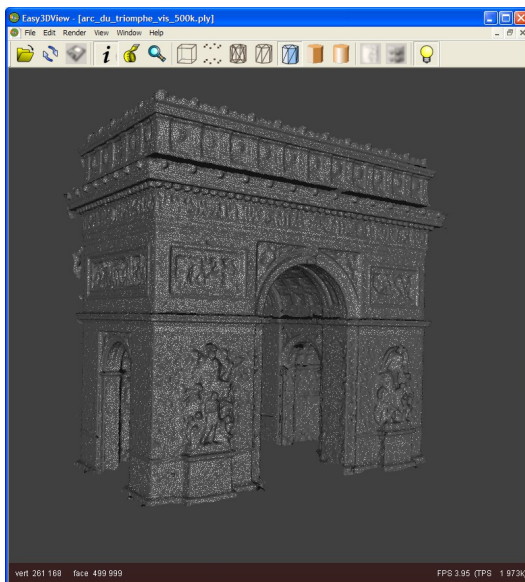
Remeshing

- ❖ 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

- ❖ MeshLabServer

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

MeshLab numbers

- ❖ 1M download in the last 3y
- ❖ 30k monthly downloads
- ❖ Phoning home – stat collection
 - ❖ Simple http call reporting number of opened/saved meshes and their average size.
 - ❖ > than 50k 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

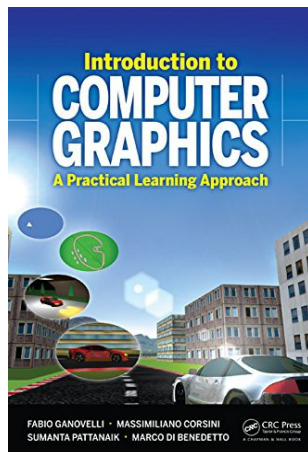
MeshLabJS

- ❖ Progetto nuovo partito nel 2015
 - ❖ <http://www.meshlabjs.net/>
 - ❖ <https://github.com/cnr-isti-vclab/meshlabjs>
- ❖ Basato sulla stessa filosofia di meshlab
 - ❖ Ma differenti tecnologie
 - ❖ C++ → JS via emscripten
 - ❖ WebGL + threejs per rendering

Riferimenti Teoria



- ❖ Fondamenti di grafica tridimensionale interattiva
 - ❖ R. Scateni, P. Cignoni., C. Montani, R. Scopigno
 - ❖ McGraw-Hill



- ❖ Introduction to Computer Graphics: a Practical Learning Approach
 - ❖ F. Ganovelli, M. Corsini, S. Pattanaik and M. Di Benedetto
 - ❖ CRC Press

Fondamenti di Grafica Tridimensionale

Paolo Cignoni

paolo.cignoni@isti.cnr.it

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

<http://vcg.isti.cnr.it/~cignoni/FGT1516>

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.
- ❖ Conoscenza Javascript
 - ❖ Buona. Basta che sia migliore della mia :)
- ❖ Capacita' di progettare GUI ragionevolmente sofisticate
 - ❖ Useremo jqueryui.
- ❖ 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++, JS, tool per lo sviluppo collaborativo (git), sviluppo multiplatform.

❖ Libs, Toolkits, ecc

- ❖ Tutto quel che ci serve in modo utilitaristico
 - ❖ Open source obbligatoriamente

Esame

- ❖ Il progetto e' generalmente costituito da un pezzo di MeshLaJS e costituisce la parte più significativa dell'esame

Esame

- ❖ Costituito da una parte teorica ed una progettuale.
- ❖ La parte teorica riguarda gli argomenti di grafica, puo' essere sostenuta:
 - ❖ con un compito,
 - ❖ 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

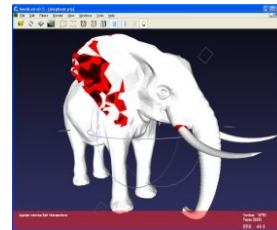
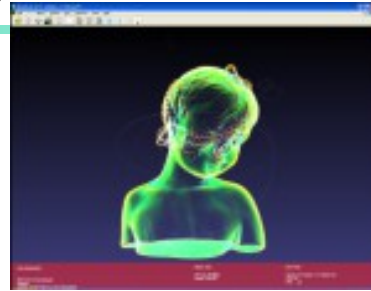
MeshLab

❖ 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

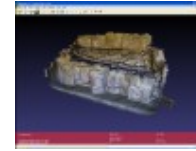
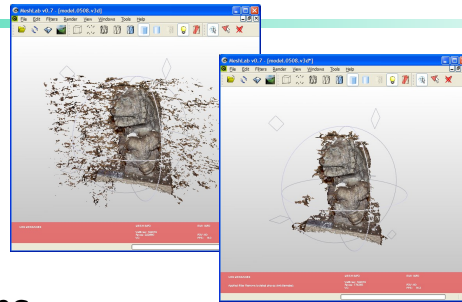
- ❖ Removal of outliers according to various heuristics

- ❖ Smoothing out noise

- ❖ Various fairing algorithms

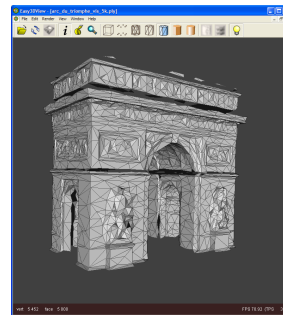
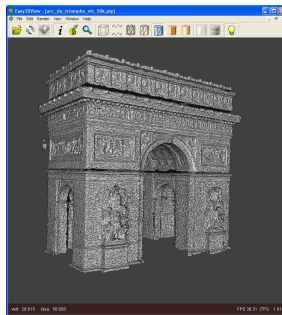
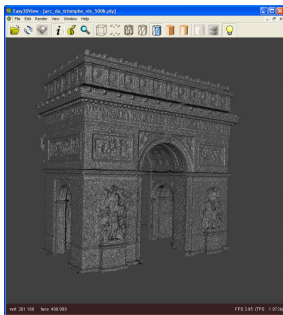
- ❖ Editing

- ❖ 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

❖ MeshLabServer

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

MeshLab numbers

- ❖ 1M download in the last 3y
- ❖ 30k monthly downloads
- ❖ Phoning home – stat collection
 - ❖ Simple http call reporting number of opened/saved meshes and their average size.
 - ❖ > than 50k 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

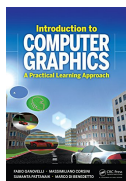
MeshLabJS

- ❖ Progetto nuovo partito nel 2015
 - ❖ <http://www.meshlabjs.net/>
 - ❖ <https://github.com/cnr-isti-vclab/meshlabjs>
- ❖ Basato sulla stessa filosofia di meshlab
 - ❖ Ma differenti tecnologie
 - ❖ C++ → JS via emscripten
 - ❖ WebGL + threejs per rendering

Riferimenti Teoria



- ❖ Fondamenti di grafica tridimensionale interattiva
 - ❖ R. Scateni, P.Cignoni., C. Montani, R. Scopigno
 - ❖ McGraw-Hill



- ❖ Introduction to Computer Graphics: a Practical Learning Approach
 - ❖ F. Ganovelli, M.Corsini, S. Pattanaik and M. Di Benedetto
 - ❖ CRC Press