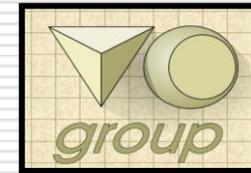


Grafica 3D per i beni culturali: intro

28 Febbraio 2013

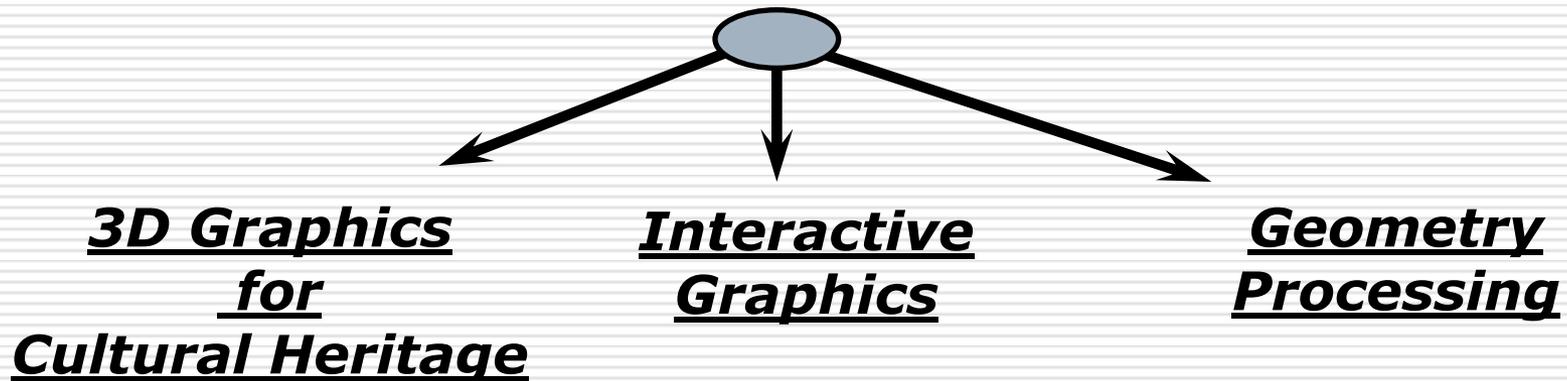
About me

- ❑ Nato: 03/01/1979
- ❑ Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni, Università di Genova
- ❑ 2003-2004: Collaboratore a Elios Labs, DIBE, Università di Genova
- ❑ 2004- ora: Ricercatore a Visual Computing Lab, ISTI-CNR, Pisa
- ❑ Phd in Ingegneria dell'Informazione (2009)
- ❑ Interessi: lettura, sculture palloncini, attività circensi



Visual Computing Lab

- Circa 20 unità full time (ricercatori, stud. PhD , assegnisti...)
 - + collaboratori e tesisti



Obiettivi del corso

Alla fine del corso dovrete:

- Conoscere i possibili approcci per l'acquisizione 3D di oggetti
- Dato un caso reale, capire quale sia la migliore tecnologia da applicare
- Saper usare alcuni software, principalmente freeware
- Essere in grado di progettare, eseguire e presentare un piccolo progetto di acquisizione



Prerequisiti (all'incirca)

Per poter ottenere il massimo del corso dovrete:

- Avere una discreta conoscenza dell'inglese
- Possedere un laptop (o al limite desktop a casa)
- Conoscere le regole base dell'informatica ("Se non funziona, spegni e riaccendi")
- Avere voglia di smanettare sui dati anche fuori dalle lezioni



Prerequisiti (sondaggio)

Avete già esperienza in:

- Programmazione (C++, Java, Javascript)
- Image editing
- 3D Modeling
- Modellazione da immagini
- Principi di fotografia

...?



Info pratiche

- Lezioni:
 - *Giovedì 12.00-13.30 Lab I*
 - *Mercoledì 12.00-13.30 Lab I*
- Ricevimento su appuntamento (vedi contatti)
- Esame finale: preparazione ed esecuzione di un piccolo progetto di acquisizione, presentato in una pagina web
- + Piccolo test bonus/malus...



Programma del corso (ordine sparso...)

- **3D graphics intro:** 3D vs 2D, modelli di rappresentazione, the rendering pipeline
- **3D Scanning:** intro, theory and practice; sistemi 3D scanning, data processing
- **Mesh processing basics:** theory and practice, navigazione, pulizia, re-meshing, coloring...
MeshLab laboratory
- **Advanced visualization:** shaders, multirisoluzione
- **Assisted modeling from images:** theory and practice, photogrammetry basics, image based modeling, tools commerciali, the Sketch-up approach, Sketch-up laboratory
- **3D reconstruction from images:** theory and practice, dense stereo matching, Arc3D eBundler, data processing, Arc3D/Photosynth/Bundler + MeshLab laboratory
- **Color information in acquisition :** theory and practice, cos'è il colore, BRDF et similia, image alignment, proiezione colore, texture mapping and color per vertex, MeshLab laboratory
- **Relightable images (RTI):** Relightable Images, Polynomial Texture Maps, esempi
- **WebGL and 3D on the web**
- **Case studies, projects and success stories:** Photocity, 3D Warehouse di Google, Cenobium, progetti del Visual Computing Lab, etc etc

Software tools:

- MeshLab: <http://meshlab.sourceforge.net/>
- PhotoCloud: <http://vcg.isti.cnr.it/photocloud/>
- Arc3D: <http://www.arc3d.be/>
- SfMToolkit: <http://www.visual-experiments.com/demos/sfmtoolkit/>
- VisualSfM: <http://www.cs.washington.edu/homes/ccwu/vsfm/doc.html>
- PhotosynthToolkit: <http://www.visual-experiments.com/demos/photosynthtoolkit/>
- RTIViewer: http://www.c-h-i.org/learn/learn_RTIviewer_download.html



Websites d'interesse:

- MeshLab:
<http://meshlab.sourceforge.net/>
- Meshlab stuff:
<http://meshlabstuff.blogspot.com/>
- Visual Experiments:
<http://www.visual-experiments.com/>
- Photosynth:
<http://www.photosynth.net/>
- Photocity: <http://photocitygame.com/>
- Cultural Heritage Imaging:
<http://www.c-h-i.org/index.html>



Acquisire modelli 3D “visually rich”

Obiettivo:

Costruire modelli 3D accurati ricostruendo la geometria e le caratteristiche di superficie

Metodi di acquisizione:

- Image-based Rendering
 - *Panoramic images: 2D model!*
- Modellazione standard
- Image-based Modeling
 - *“Blocky” or low-res 3D models*
- 3D scanning
- 3D da immagini (stereo-matching)



Image-based Rendering

Usare alcune immagini di una scena per avere (virtualmente) un punto di vista arbitrario:

□ **Interactive Image-based Rendering (I-BR)**

(panoramic images, QTVR, etc.)

■ Da immagini a immagini



Ma

Non vedremo questa roba in dettaglio...

Relightable images

□ Polynomial Texture Maps

- Acquisizione di molte immagini: punto di vista fisso, illuminazioni varie
 - Le immagini vengono processate per ottenere un'unica immagine re-illuminabile
 - Durante la visualizzazione il colore di ogni pixel dipende dalla posizione della luce (decisa dell'utente)
- Simulazione del comportamento della luce senza dati 3D

An example...

CAD-like modelling standard

Modeling tools per applicazioni CAD:

- Complessi – necessitano di user esperti
- CAD modeling → l'accuratezza del modello è sconosciuta



Raffaello's Apartments and S. Peter Basilica, by InfoByte - Italy

Esempio

- A model obtained with photogrammetry and texture redesign on the basis of digital images (by **Francesco Gabellone - IBAM-CNR**)



Ma

Non vedremo questa roba in dettaglio...

Modelling vs. Acquisition

□ Modelling

- Processo manuale
- Accuratezza sconosciuta
- 3D model "chiuso"



□ Acquisition

- Processo semi-automatico
- Accuratezza conosciuta
- 3D model solitamente incompleto

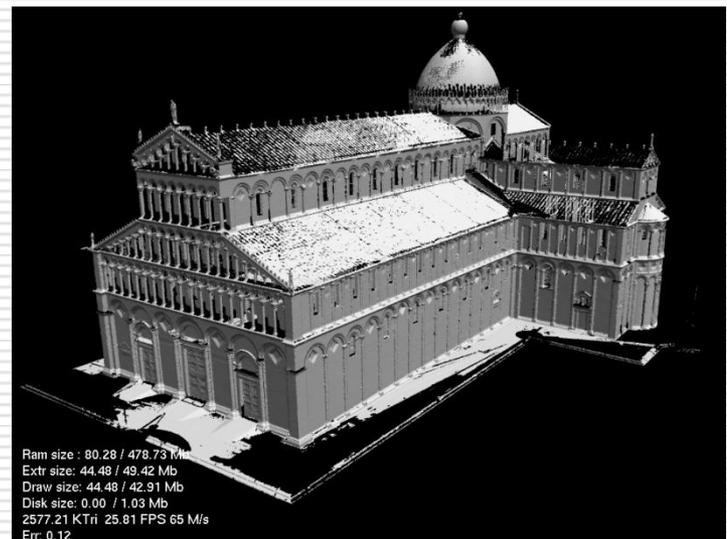


Image-based Modeling

Usare immagini del modello reale per ricostruirne il modello 3D:

□ Image-based Modeling (I-BM)

- Il 3D deriva da **poche** immagini non calibrate
- User-assisted
- Esempi:
 - Fotogrammetria (points, lines)
 - Debevec Sig.'96 (blocky models)
 - etc

Modeling and Rendering Architecture from Photographs
(Debevec, Taylor, and Malik 1996)



Block Model



User-Marked Edges

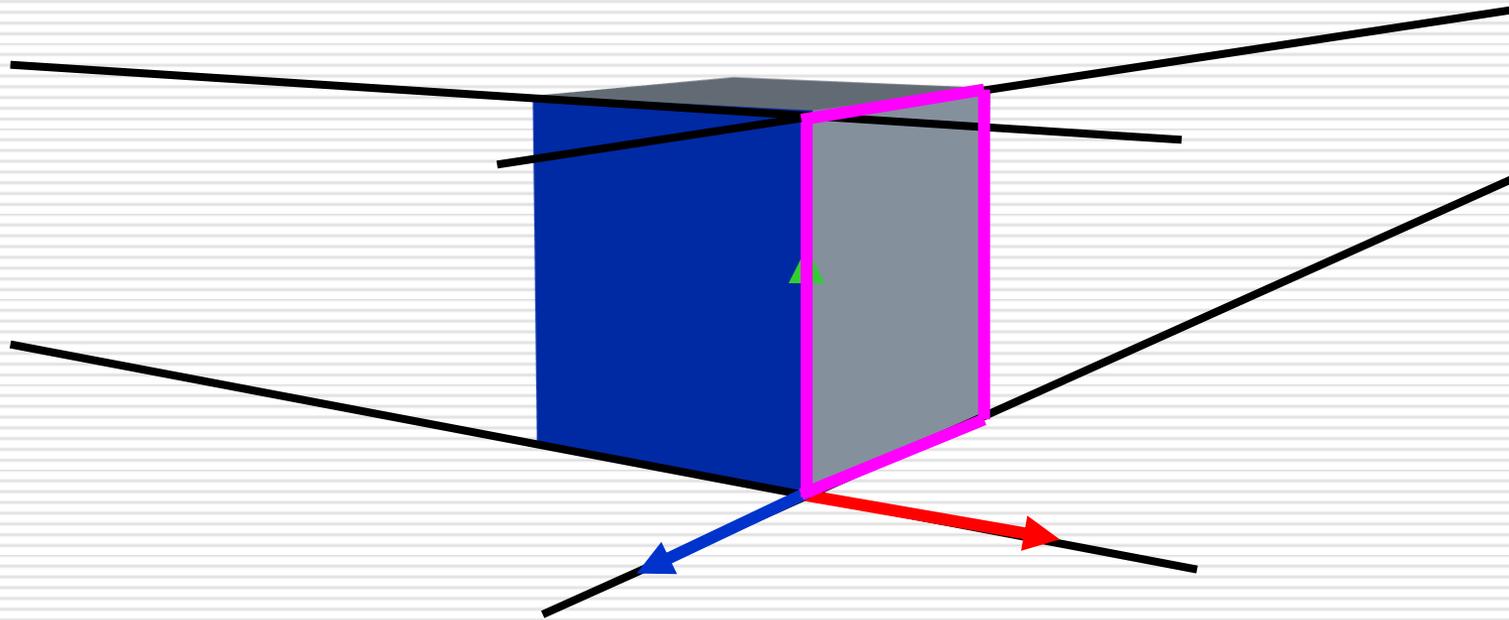


Recovered Model

Approccio Sketchup

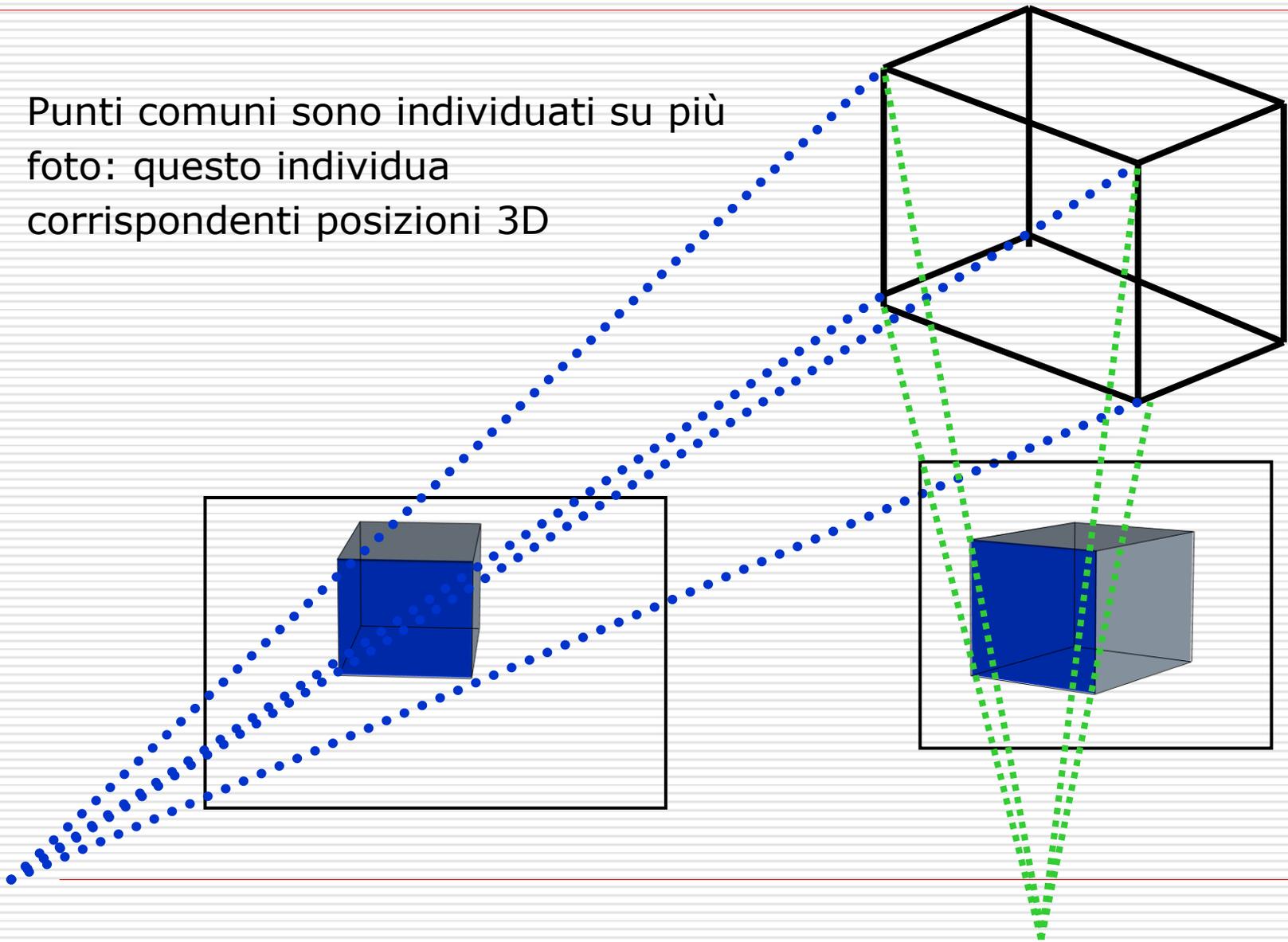
Assisted modeling da UNA immagine

- ❑ Calibrazione: individuazione linee di fuga
- ❑ Modeling: 3D da axis/reference reporting



Fotogrammetria

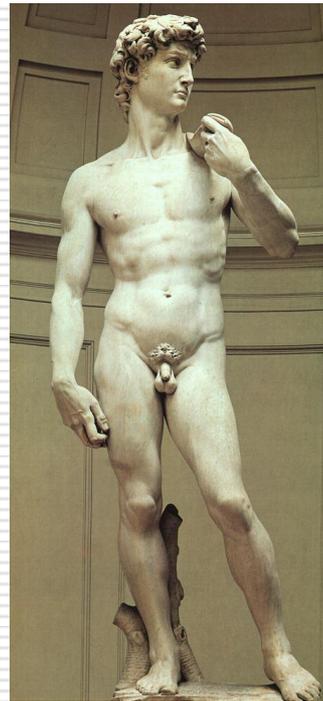
Punti comuni sono individuati su più foto: questo individua corrispondenti posizioni 3D



E le forme complesse?

CAD e I-BM non sono in grado di produrre modelli 3D di oggetti complessi

→ **3D acquisition**

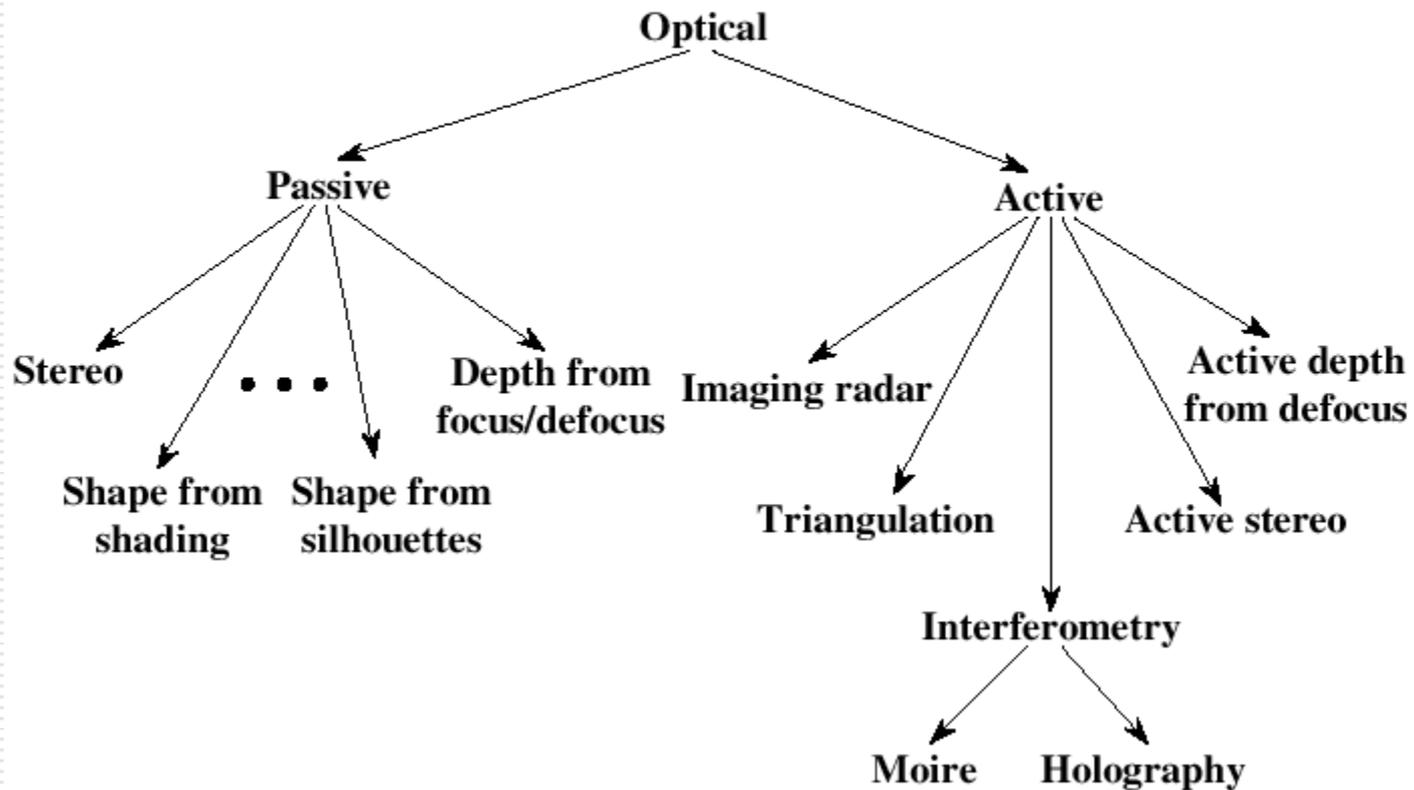


Chiaramente, non solo applicazioni nei Beni Culturali...



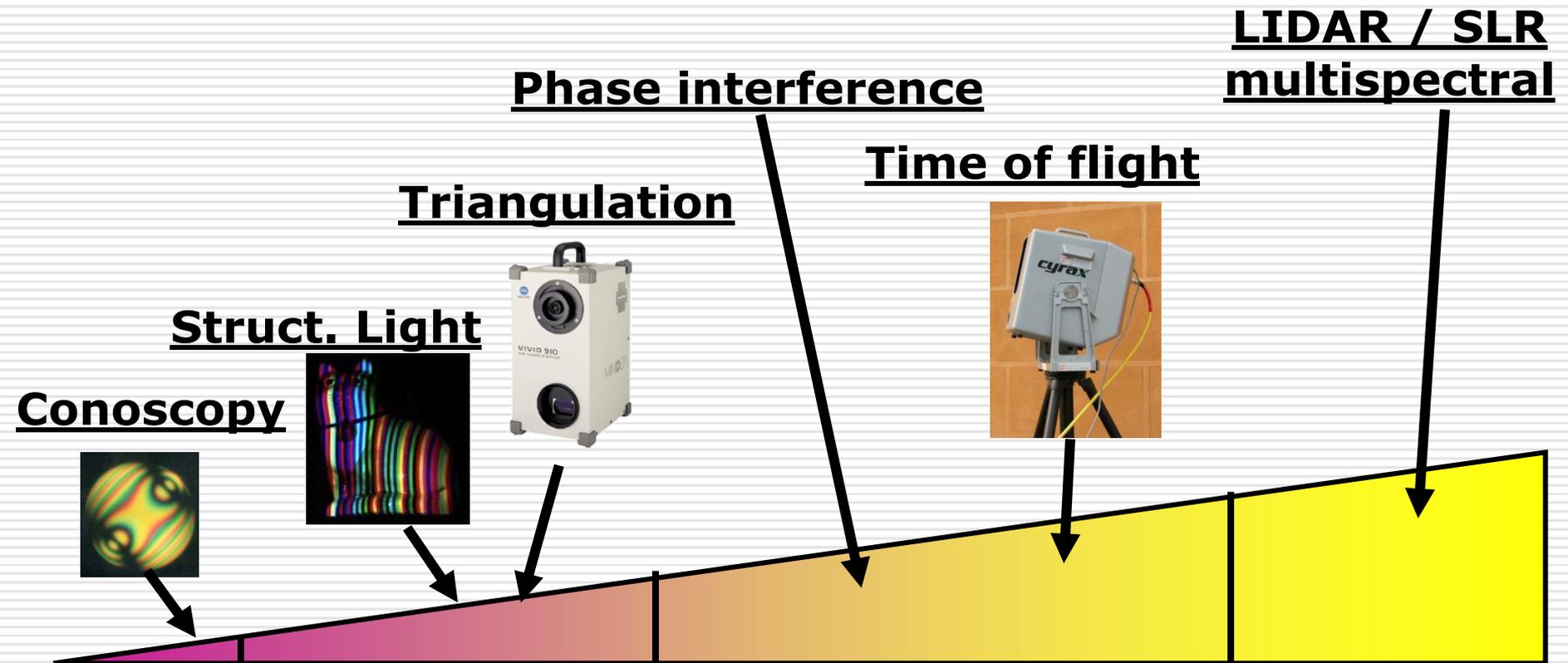
3D Acquisition

A taxonomy



3D scanning devices

L'hardware non è più un problema, esistono soluzioni per ottenere dati tridimensionali da oggetti di ogni grandezza...



Modelli 3D da immagini



Poi...

(noioso mesh processing che vedremo...)

Usare i dati

- Quali sono gli usi potenziali dei dati 3D, in particolare nel campo dei beni culturali?
 - **Rendering-oriented:**
 - Pre-computed animations (didactic appl., tourism, etc.)
 - Interactive rendering (VR, virtual museums, multimedia, etc.)
-

Usare i dati – oltre il Rendering

□ **Non-Rendering:**

■ Modelli 3D per **cataloghi**

- Sostituire immagini (o testo) con modelli 3D
- Dalla conoscenza parziale alla conoscenza totale!

■ Supportare la produzione di copie

■ Usare i dati 3D per il **restauro** → tools for **Computer Aided Restoration**



Un esempio di prototyping

- ❑ Il governo tedesco ci commissiona la riproduzione di una statua marmorea
 - ❑ Supervisionato da Prof. Bernard Andreae,
 - ❑ Obiettivo: riproduzione in marmo ad alto dettaglio
 - ❑ Piano originale: calco e riproduzione
 - ❑ Ma: in Italia è fuorilegge!
- ==> 3D scan + riproduzione semi-automatica



Modelli 3D nel Restauro

Due diverse **modalita'** d'uso:

- Usare i modelli 3D come strumento di lavoro nelle fasi di indagine e studio
[strumento di indagine]
 - Usare i modelli 3D come media per presentare l'informazione
[strumento di documentazione/presentazione]
-

Analisi digitali – Caduta di contaminanti

- Risultati (rosso=no_depos., blu=max_depos.)



5 degrees



15 degrees



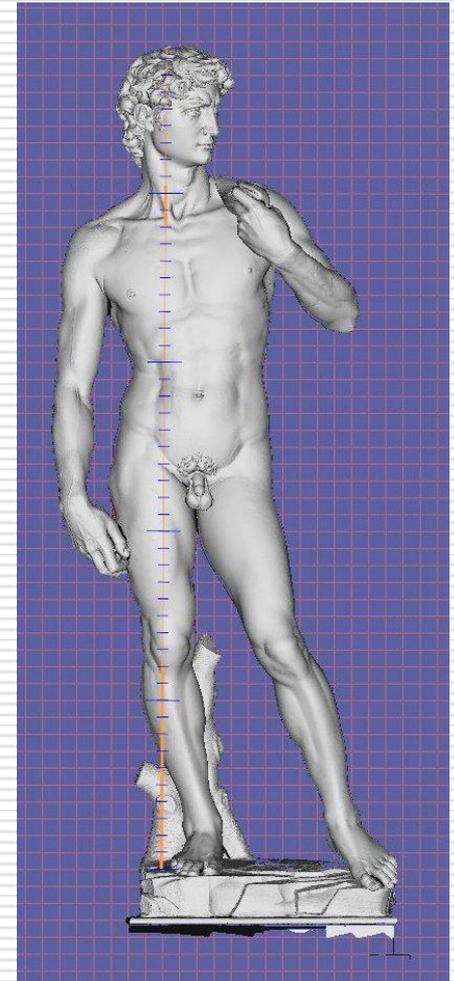
Analisi digitali – Misure

Calcolo di **proprietà' fisiche** direttamente sul modello digitale:

- **Volume & massa: 2,098 m³**
- **Superficie: 19.47 m²**
- **Altezza: 486 / 516 cm**

□ **Statica**

- **Baricentro**
- **Linea di caduta verticale del baricentro**



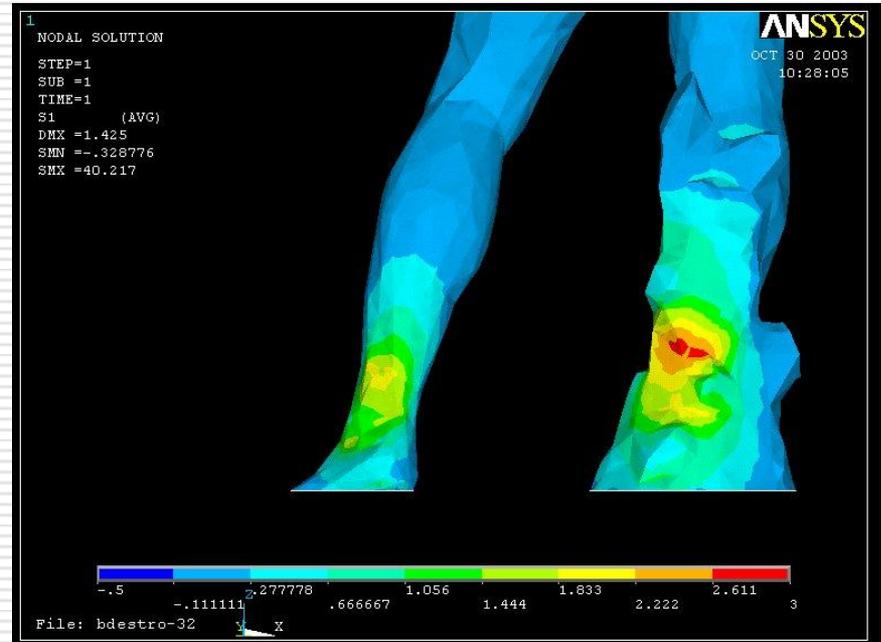
Proprietà fisiche

- ❑ Studio della statica della statua
- ❑ Le fratture sulla base da dove vengono?
- ❑ Analisi scientifica sul modello 3D

FEM processing (prof. A. Borri, Univ. Perugia)

-> 3 gradi di rotazione sull'asse verticale

Le fratture sono nella zona di stress!



Comp. Aided Restoration

- Ricostruire parti mancanti (modeling + rapid prototyping)
 - Simulare **deterioramento** e **invecchiamento**
 - Simulare **pulizia/restauro**
 - → **pianificazione del restauro**
 - **Riassemblare** oggetti frammentati (o incompleti)
 - Produrre rendering **non-fotorealistici**
 - altro...
-

Colorazione originale del reperto

- Statuaria greca (Atene, Delos) con residui di decoro pittorico:
 - Ricostruzione di modelli 3D
 - Elaborazione di ipotesi sul decoro pittorico originale (indagini per fluorescenza, visive, storiche...)
 - Conseguente ripittura del modello 3D

- Prog. EU "ArcheoMed" (2007), in collaborazione:
 - Univ. Aix-en-Provence (prof. Philippe Jockey)
 - Regione Toscana



Ricostruzione di oggetti frammentati

□ Frontone di Luni

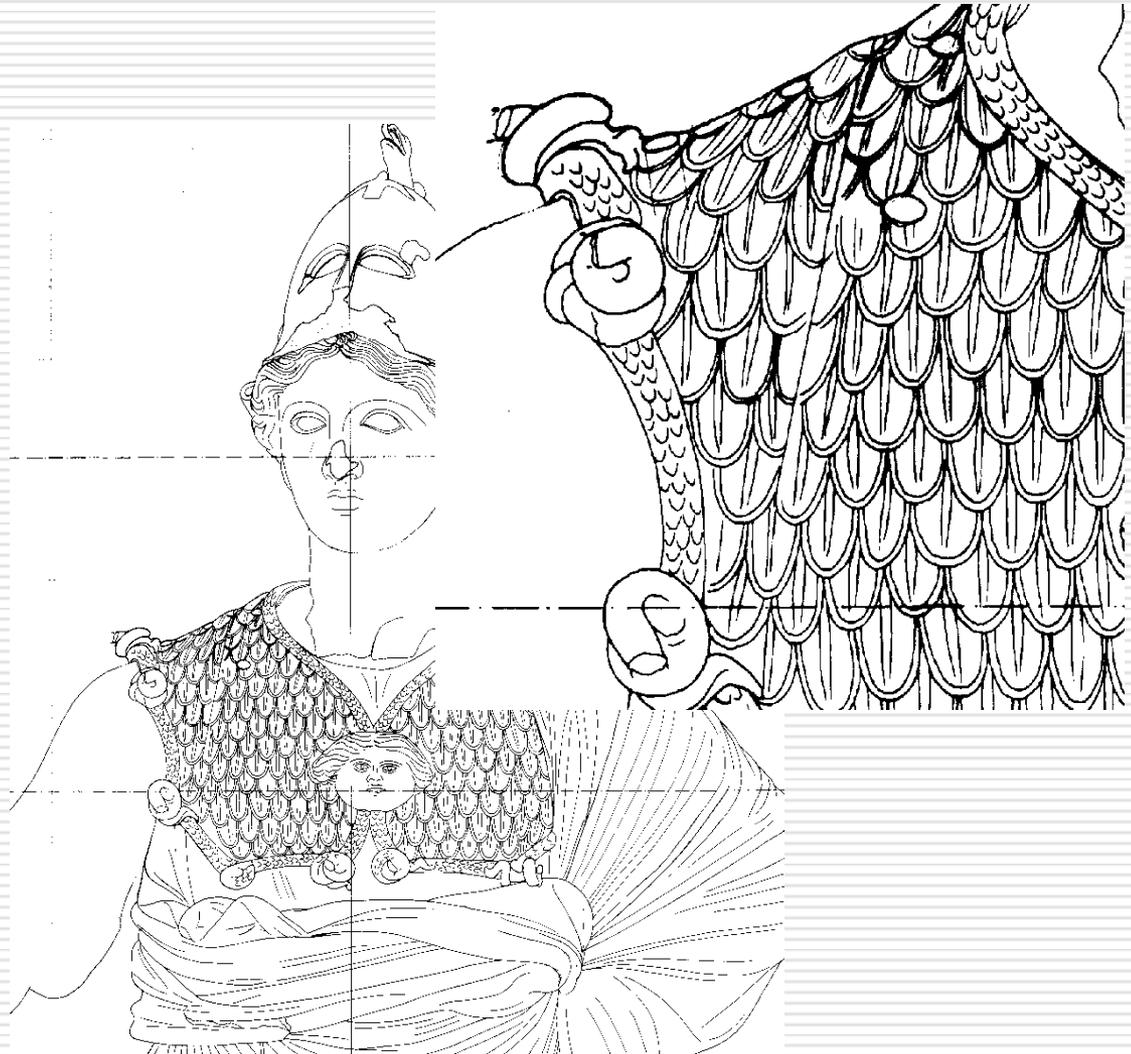


□ Madonna di Pietranico



Documentazione del restauro

- Produrre disegni tecnici e ricostruzioni grafiche sulla base di disegni metricamente accurati prodotti dal modello digitale 3D
- **computer-aided & manual production of drawings**



Documentazione dei lavori

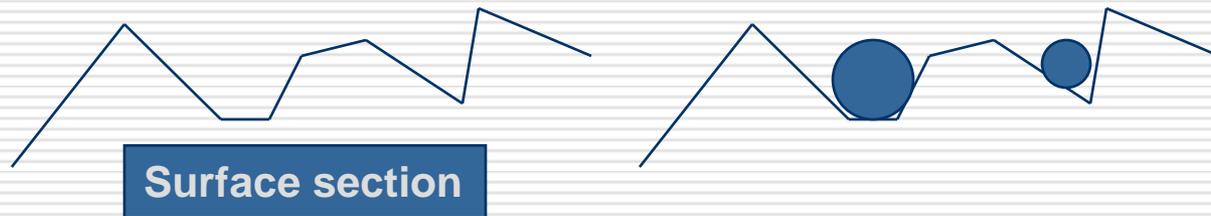
- Ottenere in modo semplice viste predefinite
 - **Viste ortografiche**, da ogni punto di vista
 - **Sezioni**
 - Stampa di viste in scala



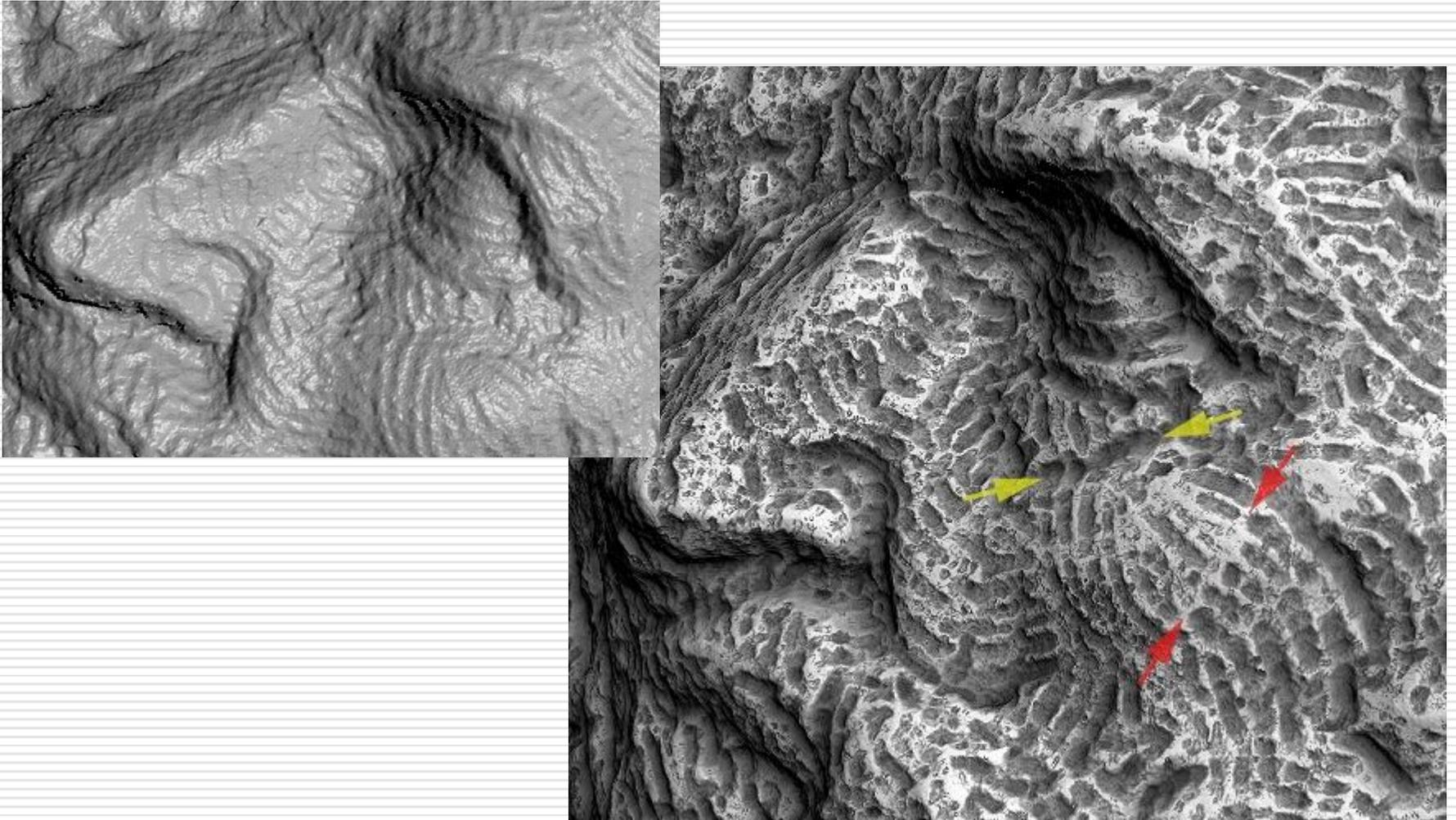
Non-photorealistic Rendering

Migliorare la visualizzazione con rendering non realistici.

- Es.: studiare lo stile di Michelangelo
- Studiare forma e pressione degli strumenti sulla pietra
- Studio automatico usando "sfere" di varia grandezza



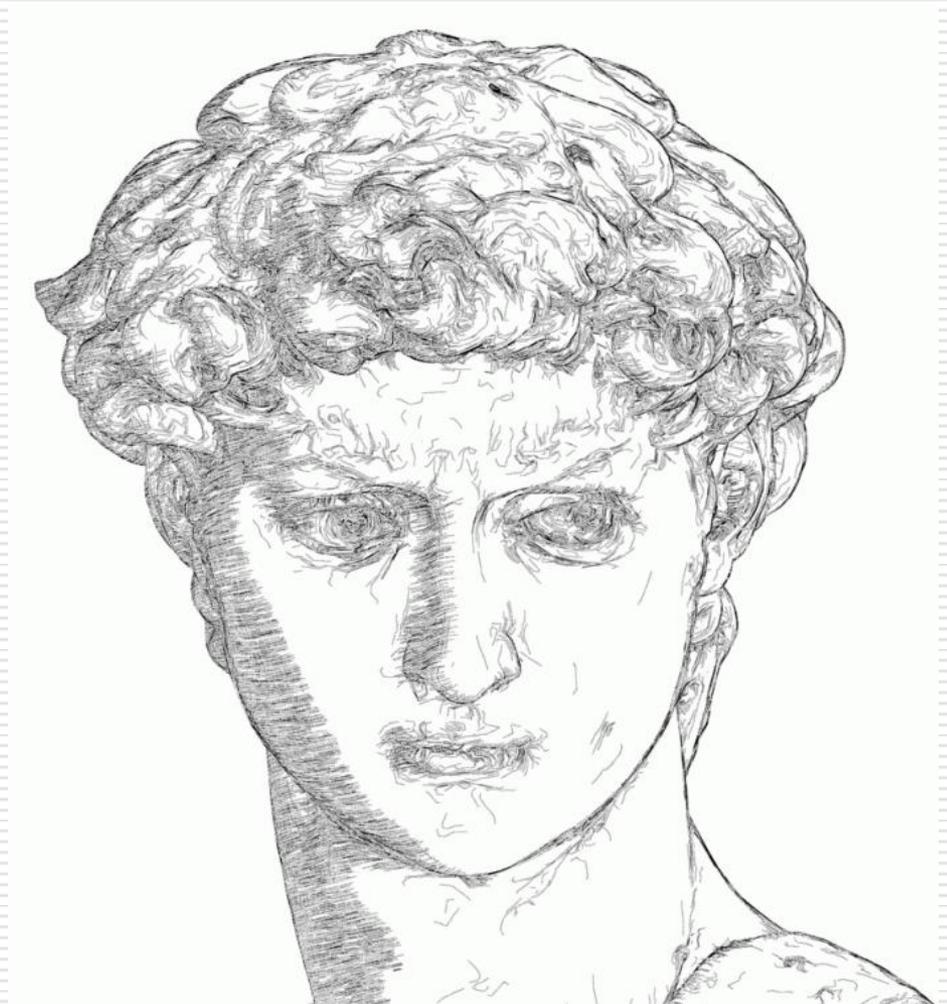
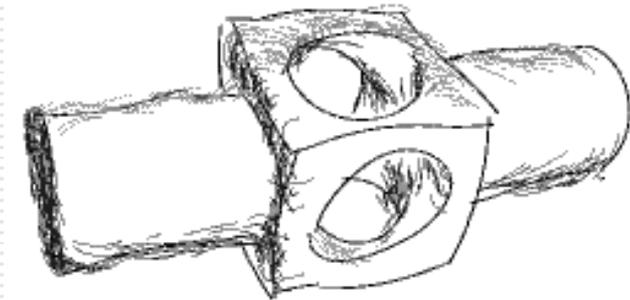
Non-photorealistic Rendering



[Images by M. Levoy]

Non-photorealistic Rendering

□ Esempio: stile disegno



Sepoltura Picena

Prima del restauro:



Sepoltura Picena

Dopo il restauro:



Monitoraggio di scavi

Obiettivo: 3D da immagini per monitorare
la storia di uno scavo :

Vantaggi:

- Dati comparabili
- Acquisizione facile
- Processing pipeline

Usi:

- Documentazione
- Analisi
- Presentazione
- Integrazione dei dati
- Didattica



Nella prossima puntata...

Prossima lezione:

- 3D basics: 3D vs. 2D, 3D models format, rendering pipeline (con guest star)

Contatti:

Matteo Dellepiane

c/o ISTI-CNR Via G. Moruzzi 1

56124 Pisa (PI)

Tel. 0503152925

E-Mail: dellepiane@isti.cnr.it

Personal website: <http://vcg.isti.cnr.it/~dellepiane/>

VCG website: <http://vcg.isti.cnr.it>
