



## **SCANSIONE E STAMPA 3D: esempio applicativo su modelli anatomici**

Elaborato di: **Davide ROLANDI**

Relatore: Dott. Ing. **Michele CONTI**  
Correlatore: Dott. Ing. **Luca TENUTA**

*Ringraziamenti: Prof.ssa G. Cusella (Anatomia) ed Ing. S. Marconi (Proto-Lab)*

## SCANSIONE 3D



Reverse engineering

## STAMPA 3D



Rapid prototyping

**APPLICAZIONI  
BIOINGEGNERISTICHE**



Facilità d'uso

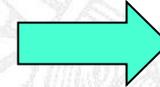
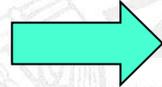


Risparmio di tempo e materiale

## Testare e validare processo di acquisizione e stampa

problemi e strategie

possibili sviluppi e  
campi di applicazione



# Scan 3D: metodologia e tecniche

- **Scopo:** acquisire le coordinate di punti reali per ricostruire un modello geometrico, con precisione e rapidità
- **Tecniche di acquisizione**



a contatto



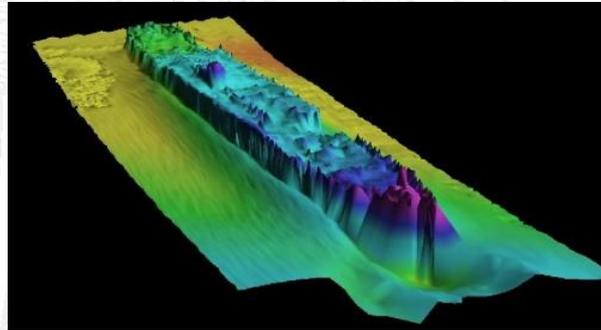
senza contatto

# Scan 3D: metodologia e tecniche

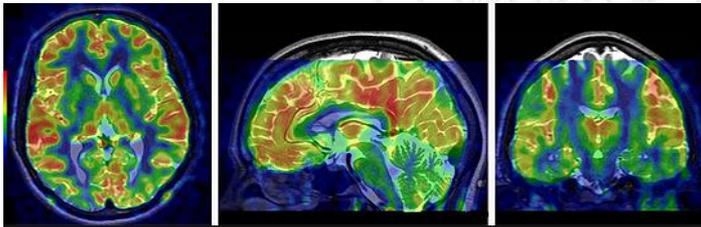
## Metodi di acquisizione:



Fotografia



Onde (radar e sonar)



TAC



Laser  
(luce pulsata)



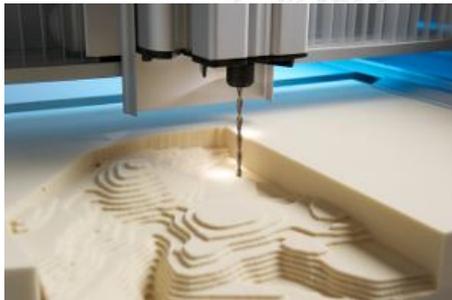
Luce strutturata

# Stampa 3D: metodologia e tecniche

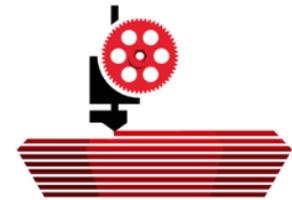
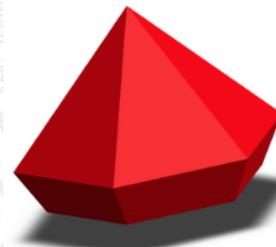
**Scopo:** realizzare oggetti reali partendo da geometrie e informazioni da file

**Metodi:**

## SOTTRATTIVO



## ADDITIVO



Modello  
virtuale

Slicing

Stampa 3D

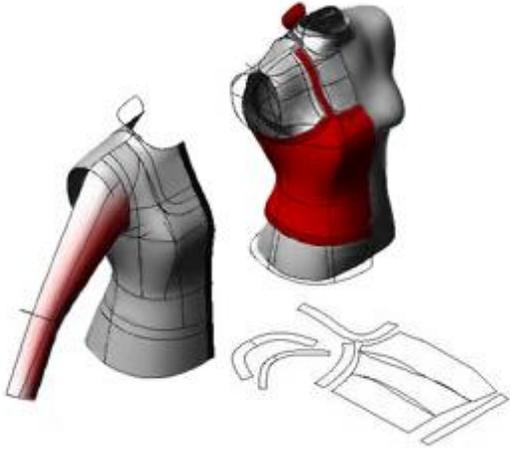
### Materiali

Polimeri  
Polveri plastiche e metalliche  
Ceramica, **gesso**, cemento, vetro  
Idrogel  
Sostanze commestibili

### Metodi

Estrusione  
Sinterizzazione di plastiche e metalli  
Metodo con uso di luce  
Incollaggio delle polveri

# Applicazioni



Moda



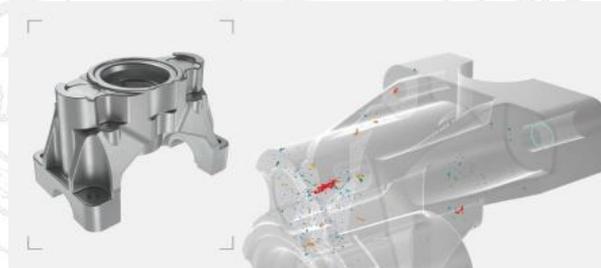
Design



Rilievi ambientali



Architettura



Industria



Medicina

# Strumentazione utilizzata



## Specifications

Ability to capture texture

3D resolution, up to 0.5 mm

3D point accuracy, up to 0.1 mm

3D accuracy over distance, up to 0.03 % over 100 cm

Texture resolution 1.3 mp

Colors 24 bpp

Light source flash bulb (no laser)

Linear field of view, HxW @ closest range 214 mm x 148 mm

Linear field of view, HxW @ furthest range 536 mm x 371 mm

Angular field of view, HxW 30 x 21°

Working distance 0.4 - 1 m

Video frame rate, up to 16 fps

Exposure time 0.0002 s

Data acquisition speed, up to 2'000'000 points per second

Calibration no special equipment required

Output formats OBJ, PTX, STL, VRML, ASCII, AOP, CSV, PLY

Processing capacity 40'000'000 triangles/1GB RAM

Multi core processing Yes

Dimensions, HxDxW 261.5 x 158.2 x 63.7 mm

Weight 0.85kg

Power consumption 12V, 48W

Interface 1x USB2.0

Compatibility Windows Vista and Windows 7 - 64 bit

Minimum computer requirements Intel® Core™ Quad, 4Gb RAM, NVIDIA GeForce 9 (9xxx) series

Stereo Support Requirements NVIDIA Quadro or better



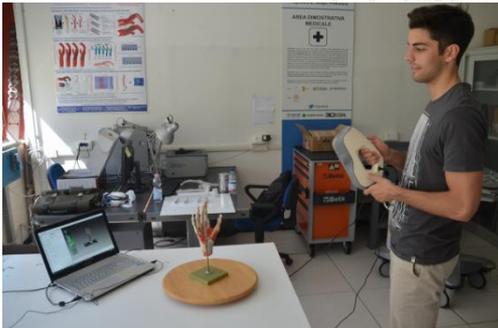
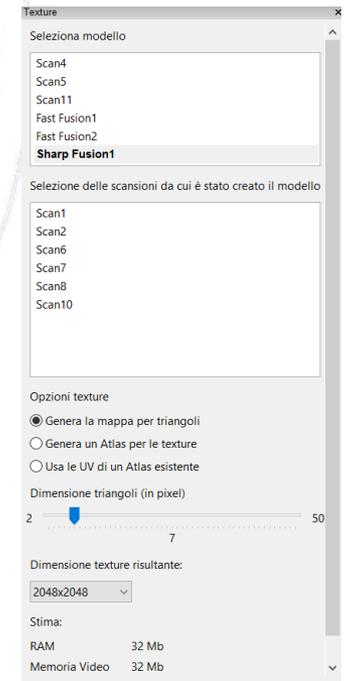
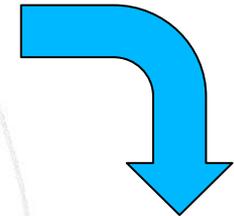
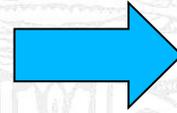
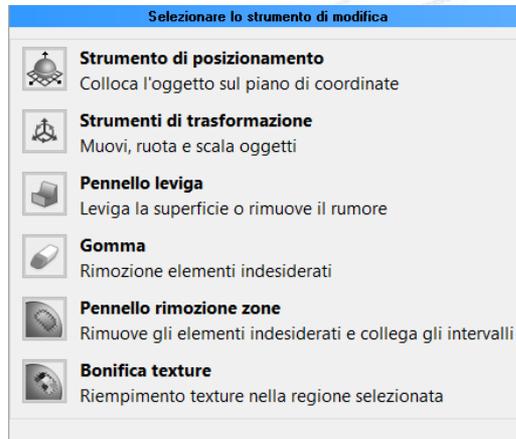
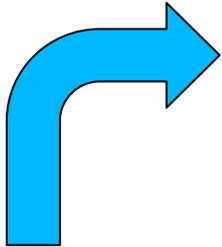
ProJet 460Plus

Risoluzione	300 x 450 dpi
Colore	Full CMY
Opzione colori: pastello o vivaci	
Dimensione minima del dettaglio	0,15 mm
Spessore dello strato	0,1 mm
Velocità di costruzione verticale	23 mm/ora
Prototipi per costruzione*	18
Modalità stampa di bozza (monocromatica)	
Volume di costruzione netto (xyz)	203 x 254 x 203 mm
Materiali di costruzione	VisiJet® PXL™
Numero di getti	604
Numero di testine di stampa	2
Formati file dati in entrata	STL, VRML, PLY, 3DS, FBX, ZPR

# Acquisizione



# Fasi del processo



- Acquisizione
- Sistemazione
- Registrazione
- Fusione (Mesh)
- Semplificazione
- Texture
- Esportazione

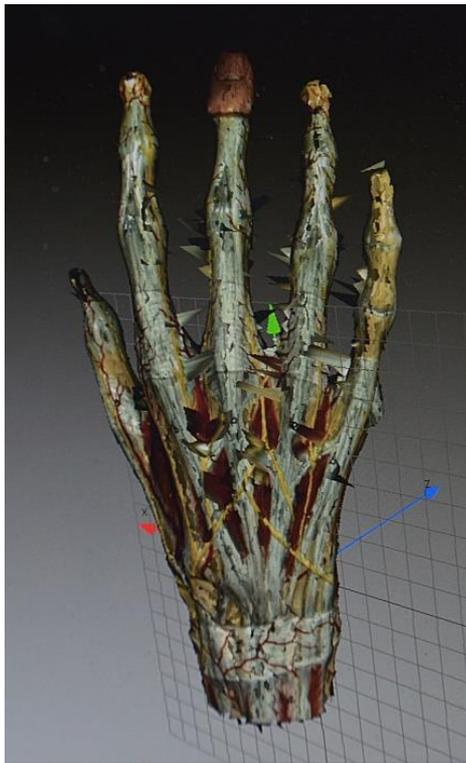
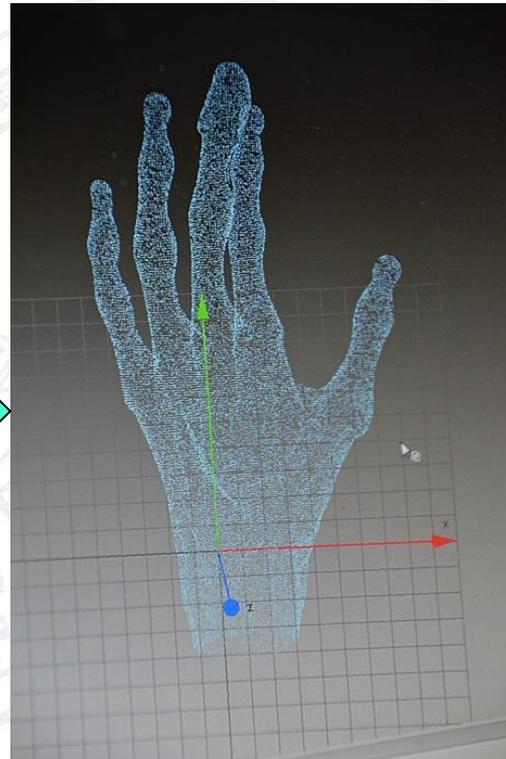
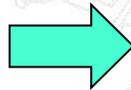


Immagine acquisita  
con scanner



Nuvola di punti  
(mesh)

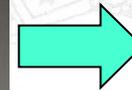
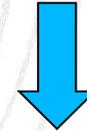
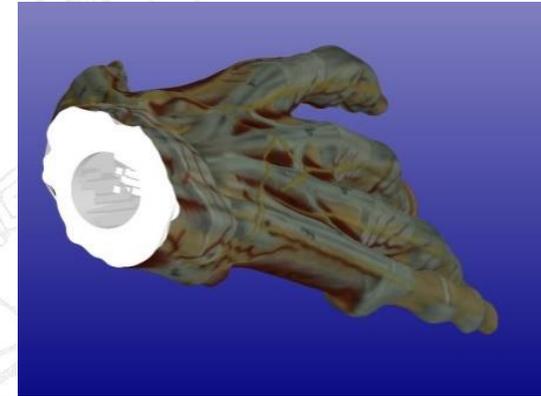
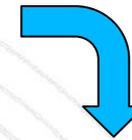
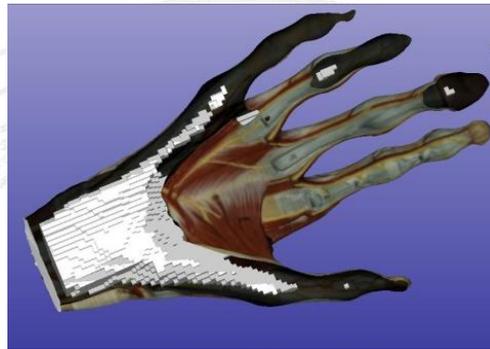
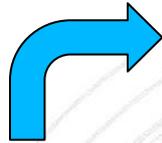
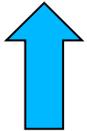
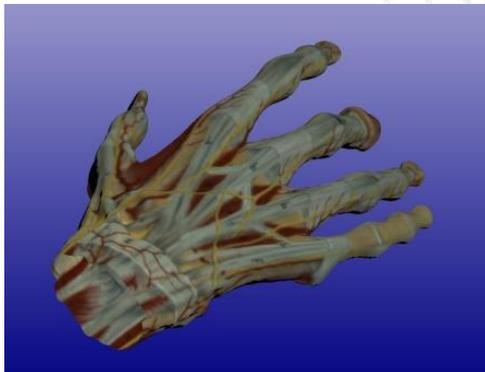
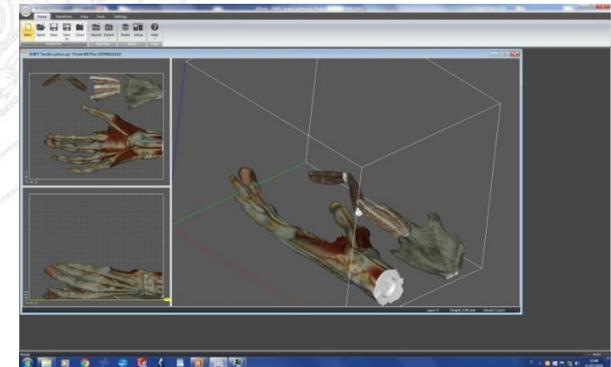


Immagine finale  
modificata

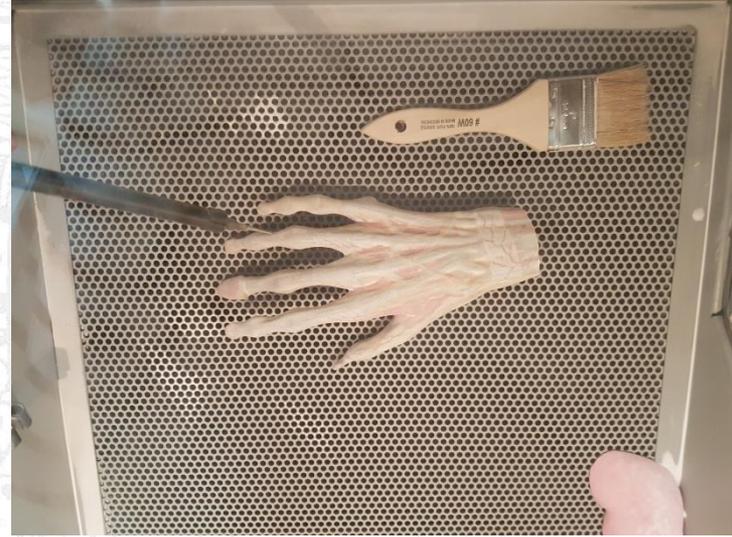
# Processo di stampa



- Importazione
- Texture
- Chiusura
- Verifica della mesh
- Modifiche preparatorie
- Stampa



# Post-processo di stampa



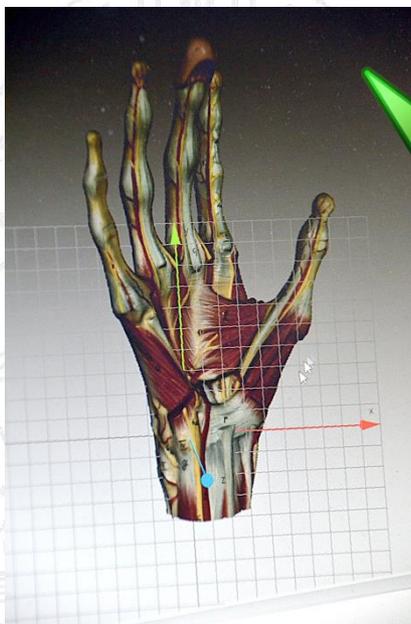
Riscaldamento del piatto di stampa

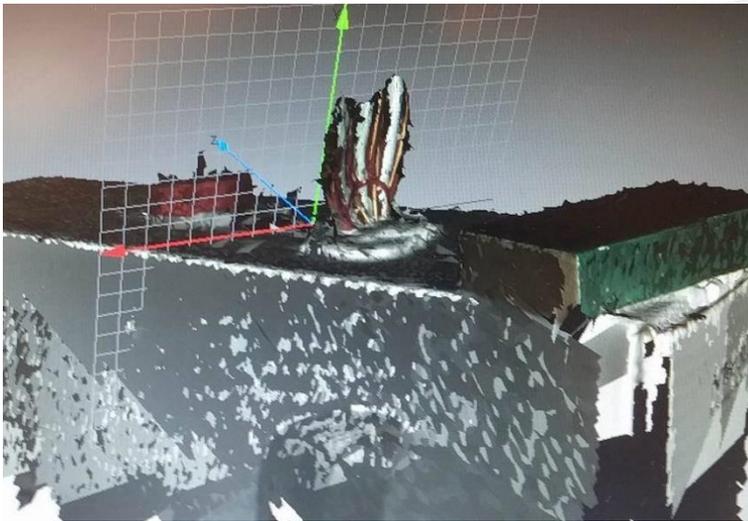
Asportazione della polvere in eccesso

Bagno di colla

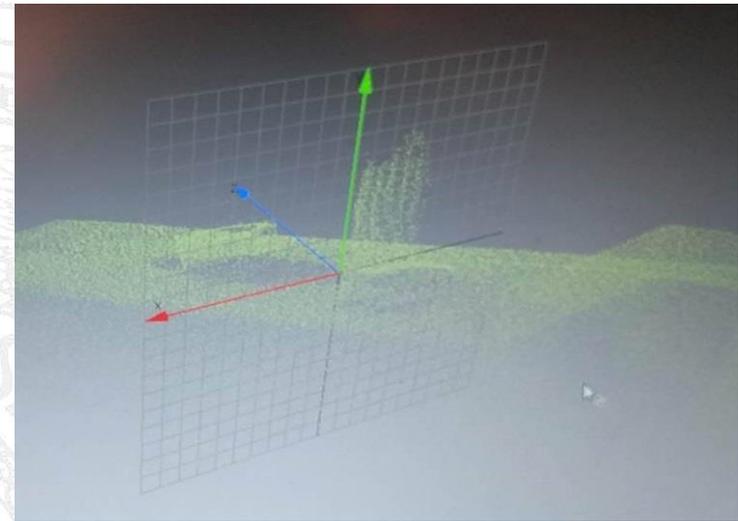


## ■ Risultati ottenuti:

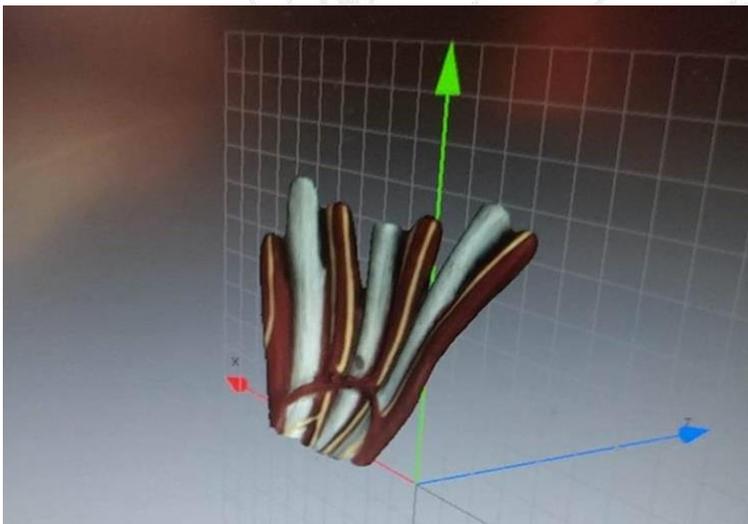




Acquisizione tramite scanner



Nuvola dei punti acquisita



Ricostruzione finale

**N.B:** acquisiti pezzi di dimensioni ben al di sotto di quelle minime garantite dal produttore

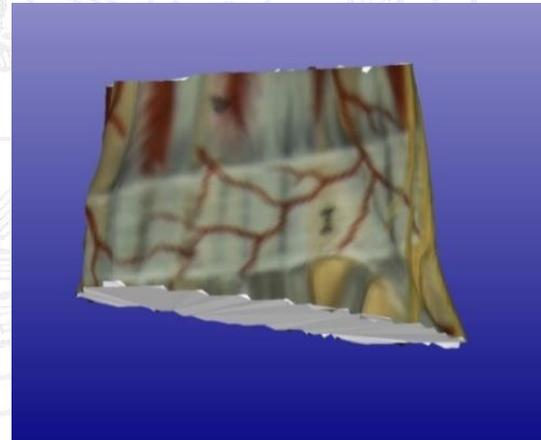


Bordi frastagliati

## TEXTURE

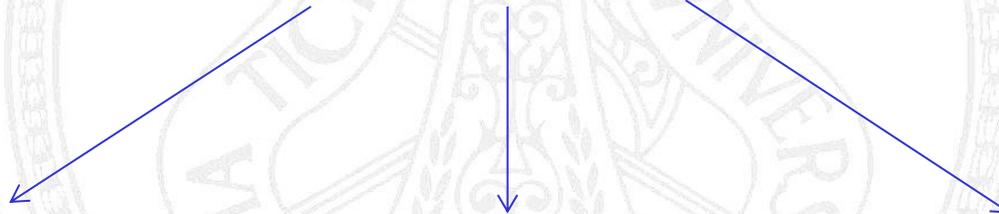


Alta risoluzione



Bassa risoluzione

## TRATTAMENTI



Lucido



Plasticante



Plasticante+ Lucido

# Scan & Print: best practices

---

## PROBLEMI

## SOLUZIONI

## EFFICACIA

- Acquisizione modello (spazi limitati)	Far ruotare l'oggetto	Ok
- Ombre e angoli di ripresa	Definizione di una traiettoria di acquisizione	Ok
- Dimensioni piccole (spessore ed altezza)	Oggetti di riferimento	Ok
- Equilibrio	Sostegni e superfici adesive	Ok
- Piccoli spessori	Movimento rotatorio del polso	Ok
- Lati significativi	Scansioni multiple e somma di parti	Ok
- Surriscaldamento	Tempo di scansione e di attesa	Ok
- Sovrapposizione di scansione	Unica rotazione per l'acquisizione	Ok
- Peso delle scansioni	Computer ad hoc e processore avanzato	Ok
- Bordo frastagliato	Uso dello strumento di taglio	<b>Parziale</b>
- Colore	Strumento interno al software	<b>No</b>
- Individuare formato di interscambio	Test di file con estensioni diverse	Ok
- Applicazione texture ad alta definizione	Usare formati di file più dettagliati (BMP)	<b>No</b>
- Brillantezza colore finale	Applicazione prodotti esterni	<b>Parziale</b>

FASI DI LAVORO	TEMPI (h)	COSTO INDICATIVO (€/h)
Acquisizione	3	50
Matematica	2	50
Preparazione stampa	1	30
Post produzione	1	30

In laboratorio si è comunque stimato che il costo dei soli materiali di consumo usati nella stampa (collante, polveri e colori) e nei trattamenti di post produzione è di **€ 83,38**.

Costo totale realizzazione primo pezzo circa € 400. Repliche circa €100.

**OBIETTIVI**



**OCCASIONE DI CRESCITA**



**RISOLUZIONE PROBLEMA REALE**



**SPERIMENTATE TECNOLOGIE CORRENTI**



**APPLICARE CONOSCENZA DI STUDIO**



**APPROFONDIMENTO TECNOLOGICO**



# Possibili sviluppi

Indagare la possibilità di applicare lo studio a modelli complessi (cavità, fori ed elementi sottili) elaborando nuove strategie

Protesi minimizzare forze di contatto

Unione di scansioni multiple

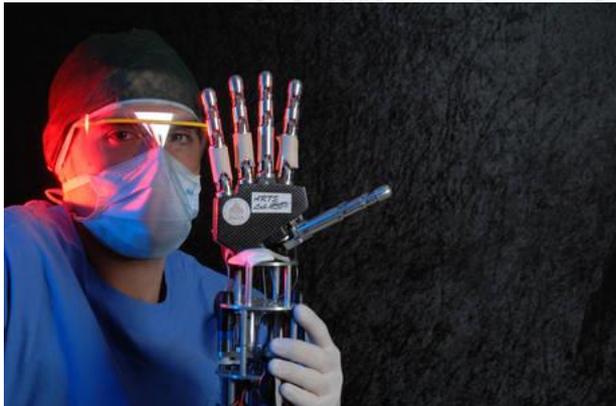


Creare applicazioni in ambito medicale

Verificare utilità per creazione modelli anatomici a supporto della didattica in medicina

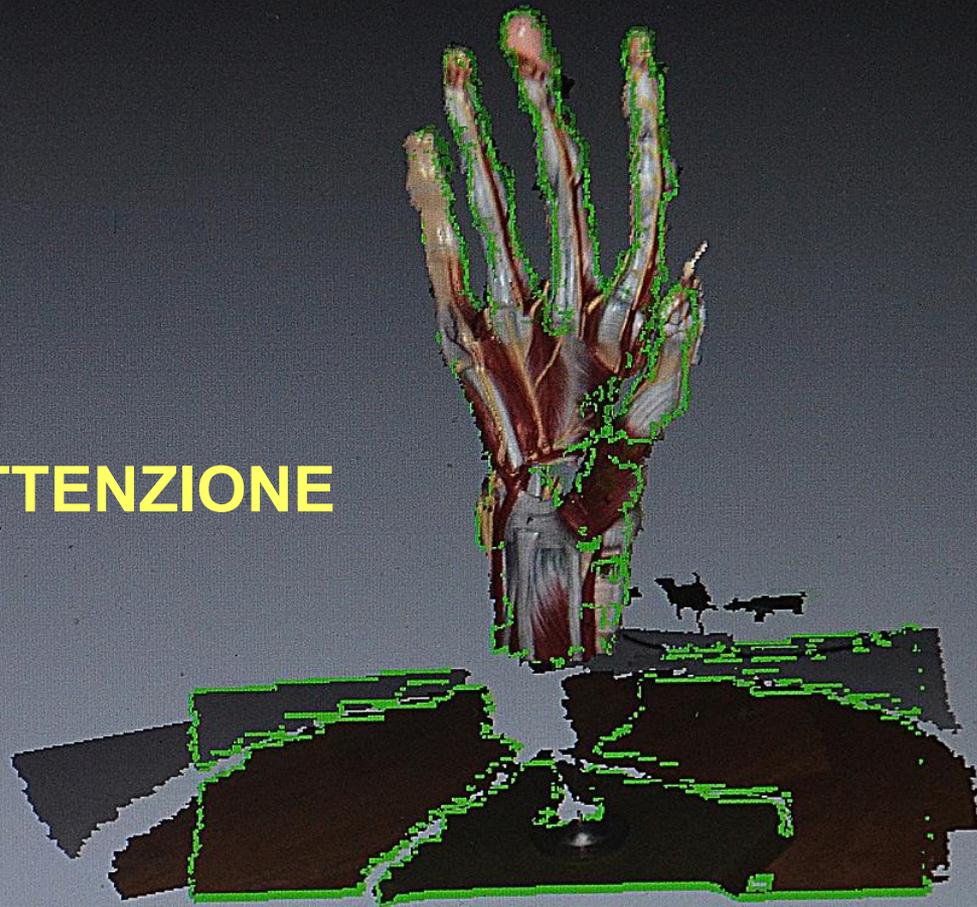
Customizzare, rendere scomponibile flessibile il modello

# Possibili applicazioni bioingegneristiche





**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**





## General specifications



Space Spider & Spider



Eva

3D resolution, up to	0.1 mm	0.5 mm
3D point accuracy, up to	0.05 mm	0.1 mm
3D accuracy over distance, up to	0.03% over 100 cm	
Warm up period for achieving maximum accuracy	Space Spider: 3 min. Spider: 30 min.	
Colors	24 bpp	
Texture resolution	1.3 mp	
Light source	blue LED	flash bulb (no laser)