



ISTITUTO DI SCIENZA E TECNOLOGIE  
DELL'INFORMAZIONE "A. FAEDO"

Pisa, 5 Dicembre 2016

# Digitalizzazione delle maschere del teatro del NOH

**Attività diagnostica "mategiappi" – IperionCH.IT**

**Consegna dati**

Gaia Pavoni, Marco Callieri, Matteo Dellepiane  
Visual Computing Lab, ISTI-CNR

Questo report descrive il lavoro svolto dal team del Visual Computing Lab (ISTI-CNR), nella campagna di digitalizzazione 3D delle maschere Giapponesi presso l'Istituto di Scienza e Conservazione del Restauro (ISCR) nel contesto del Programma di Accesso 2016 del progetto MIUR IperionCH-it.

Nei giorni 6 e 7 settembre 2016, il Visual Computing Lab ha effettuato la scansione 3D delle maschere presso i locali dell'ISCR. Nelle settimane successive, i dati sono stati elaborati, per produrre i modelli 3D delle maschere, e mappare l'informazione di colore sui modelli 3D. Una prima riunione dove sono stati mostrati i risultati preliminari, è avvenuta in data 27 Ottobre 2016, coinvolgendo anche il personale del museo. Le ultime fasi di elaborazione dei dati 3D e del mappaggio del colore sono terminate, e con la presente relazione verranno consegnati i dati.

CNR • Area della Ricerca di Pisa

via Giuseppe Moruzzi, 1 • 56124 Pisa, Italy • tel. +39 050 315 2878 • fax +39 050 315 2810  
e-mail: [isti@isti.cnr.it](mailto:isti@isti.cnr.it) • <http://www.isti.cnr.it/>





## 1. *Elenco delle maschere e denominazione dei file*

Nei due giorni di lavoro, sono state digitalizzate tredici maschere, tutte quelle presenti presso ISCR. Per comodità, ad ogni maschera è stato associato un breve *nome* identificativo: l'associazione maschera/nome è illustrata nella seguente tabella. I nomi verranno utilizzati in questa relazione per riferirsi al materiale raccolto o prodotto per ogni singola maschera.

Tutte le maschere sono state digitalizzate fronte e retro, ad eccezione di Becco e Blu. Queste ultime, troppo fragili da manipolare in quanto non ancora consolidate, sono state digitalizzate solo nella parte frontale.





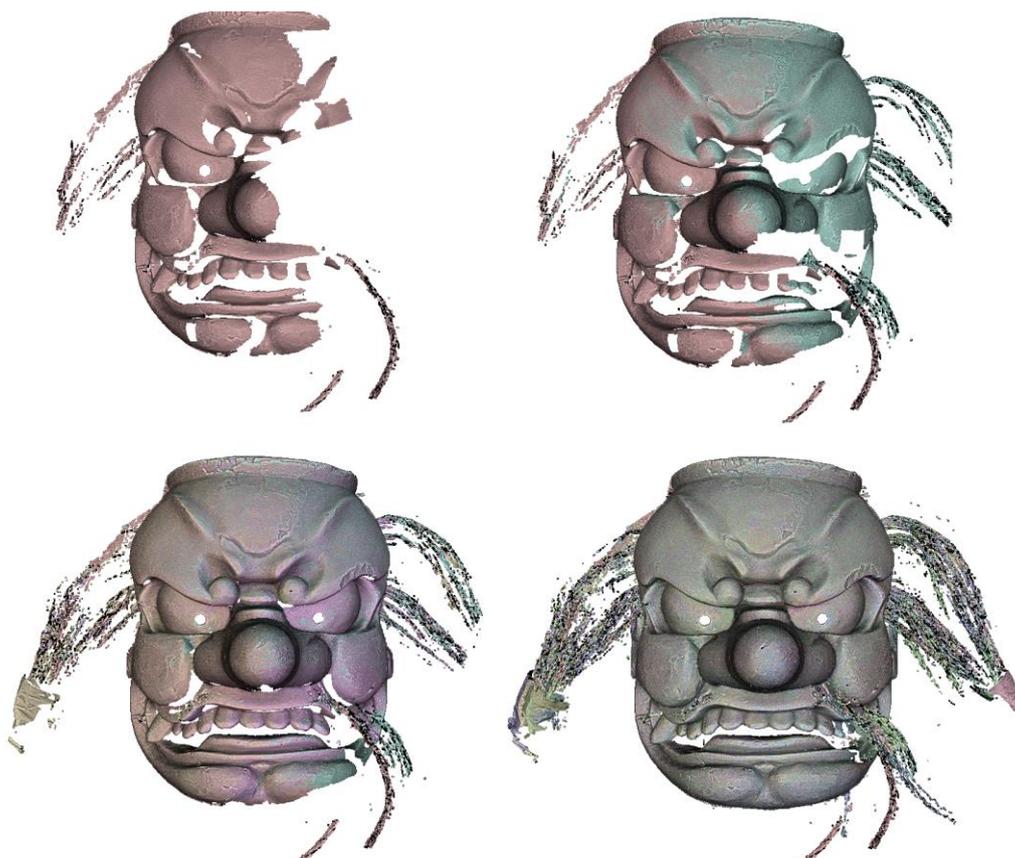
## 2. L'acquisizione geometrica

Per l'acquisizione tridimensionale del gruppo è stato utilizzato il sistema di scansione a luce strutturata GOM ATOS, uno scanner 3D di ultima generazione di altissima precisione.

Ogni modello ricostruito è composto dall' unione di molteplici "scatti" (range map) che ne ritraggono la superficie da diverse prospettive. Ogni range map riproduce un'area di 60x40 centimetri della superficie inquadrata con una densità di campionamento (distanza media tra i successivi punti rilevati sulla superficie dell'opera) di 0.2 millimetri. Per digitalizzare ogni maschera sono stati prodotti un numero variabile tra i 24 e i 46 scatti a seconda della complessità del personaggio.

I diversi scatti vengono allineati fra di loro, ricostruendo l'intera geometria, e poi "fusi" insieme in una singola superficie triangolata. Il modello 3D così ricostruito mantiene un livello di dettaglio variabile tra i 0.1 / 0.2 millimetri per effetto dell'overlap tra i molteplici scatti.

Le mesh di triangoli generate hanno tra i 10 e i 22 milioni di triangoli.



*Gonzo: unione delle range map della parte frontale*





ISTITUTO DI SCIENZA E TECNOLOGIE  
DELL'INFORMAZIONE "A. FAEDO"

Le maschere presentano alcune caratteristiche critiche ai fini dell'acquisizione:

- presenza di superfici lucide;
- presenza di dettagli molto incavati ;
- presenza di parti mobili (nello specifico caso occhi e mandibole) ;
- presenza di superfici/materiali singolari (nello specifico caso ciuffi di pelo) .

Per ovviare a questi problemi, abbiamo usato diverse strategie per evitare che fosse pregiudicato il risultato della ricostruzione.

*Presenza di superfici lucide.* Nella scansione a luce strutturata l'andamento delle superfici viene triangolato tramite la proiezione di un pattern a bande luminose. Superfici riflettenti, specie se scure inducono errori nella stima delle distanze e originano range map rumorose. I modelli 3D ricostruiti presentano regioni "rugose" in presenza di aree riflettenti.

Il problema in genere si risolve rivestendo le superfici con uno spray opacizzante. Nel nostro caso, non essendo possibile opacizzare la superficie delle maschere, la strategia adottata per minimizzare la presenza di riflessi consiste nel riprendere le maschere da un maggior numero di angolazioni per poter scartare in fase di elaborazione le regioni rese imprecise dai riflessi.

*Presenza di dettagli molto incavati.* Dallo scanner viene rilevato tutto cio' che e' contemporaneamente illuminato dal proiettore e visto dalle camere. Dettagli molto scolpiti (come ad esempio l'incavo degli occhi) sono difficili sia da illuminare che da inquadrare con entrambe le camere senza essere occlusi da altre parti della maschera (come ad esempio il naso). Le range map associate mostrano delle lacune in corrispondenza dei dettagli mancanti.

Anche in questo caso la soluzione consiste nell'effettuare più scatti possibile da inclinazioni diverse per riprendere al meglio ogni particolare.

*Presenza di parti mobili.* Superfici non solidali tra loro, che cambiano di posizione tra riprese successive, devono essere separate in fase di elaborazione dal resto della maschere e allineate manualmente.

*Presenza di superfici/materiali singolari.* I ciuffi di pelo usati come barba, sopraccigli, baffi o capelli delle maschere possono essere pensati come un numero elevato di sottili cilindri di materiale anisotropo che coprono le superfici sottostanti creando lacune. In fase di acquisizione sono stati delicatamente spostati con degli stuzzicadenti ma in uno o due casi casi l'effetto delle occlusioni rimane visibile nelle superfici ricostruite. Il difetto è circoscritto ed inevitabile, può essere eliminato con un leggero ritocco delle aree interessate in fase di post produzione.





ISTITUTO DI SCIENZA E TECNOLOGIE  
DELL'INFORMAZIONE "A. FAEDO"



*Triste: effetto delle occlusioni indotte dai capelli*

Le strategie descritte hanno dato un esito positivo, ed è stato possibile eliminare quasi completamente le fonti di errore. Tutte le maschere sono state ricostruite in modo accurato e con una ottima copertura.

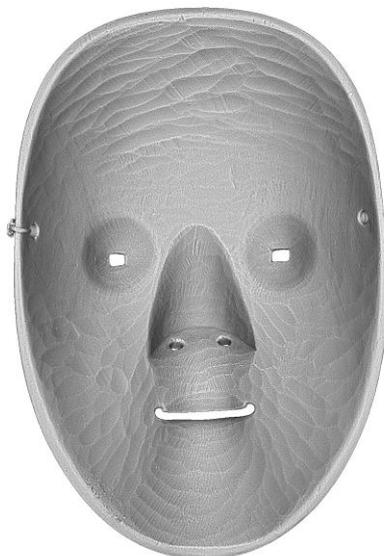
Alcune maschere hanno piccole aree non digitalizzate in corrispondenza dei peli, e delle superfici interne delle parti mobili; queste aree sono comunque state integrate digitalmente.

Attraverso un processo di ottimizzazione (migliorando l'allineamento delle range map, rimuovendo le aree rumorose o estranee, correggendo la geometria nelle aree problematiche), è stato possibile ottenere un netto miglioramento dei modelli 3D ottenuti.

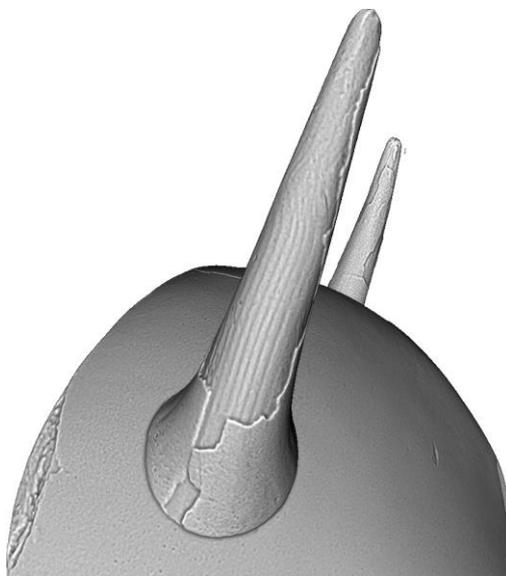




ISTITUTO DI SCIENZA E TECNOLOGIE  
DELL'INFORMAZIONE "A. FAEDO"



*Donna: intaglio della parte posteriore*



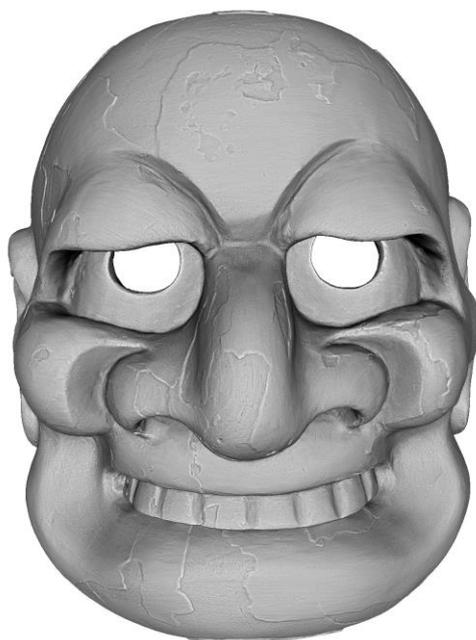
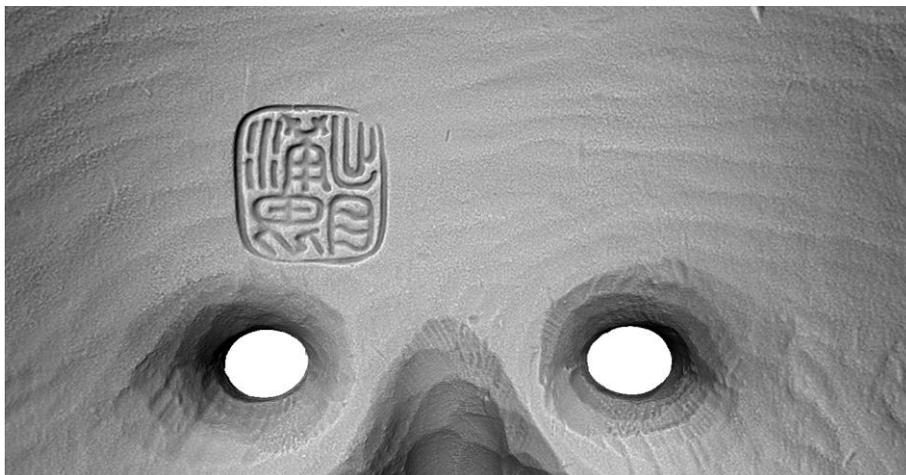
*Demone: dettaglio, scultura legno sotto la vernice delle corna*





ISTITUTO DI SCIENZA E TECNOLOGIE  
DELL'INFORMAZIONE "A. FAEDO"

*Rosso: dettaglio, il marchio dell'autore*

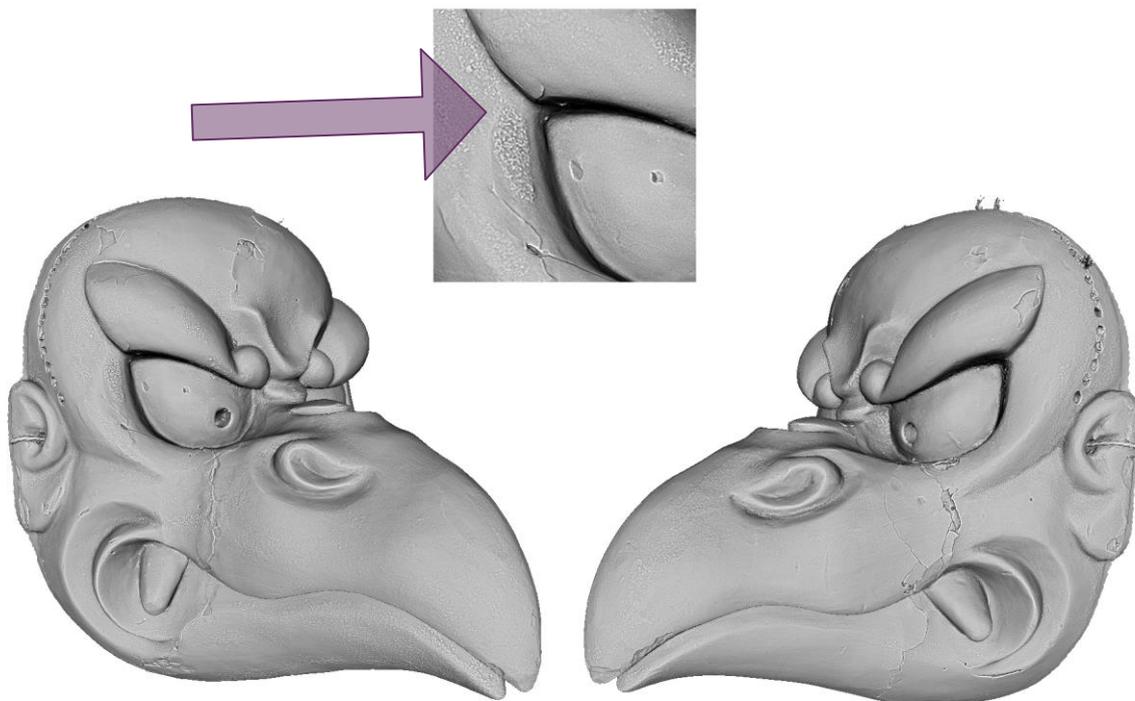


*Comico: modello senza colore*





ISTITUTO DI SCIENZA E TECNOLOGIE  
DELL'INFORMAZIONE "A. FAEDO"



*Becco: dettaglio, porosità del materiale*



*Becco: dettaglio, scaglie di vernice non consolidata sulla fronte*





ISTITUTO DI SCIENZA E TECNOLOGIE  
DELL'INFORMAZIONE "A. FAEDO"

### *3. Acquisizione e mapping del dato colore*

Al termine della generazione del modello geometrico, si è passati alla mappatura del colore fotografico sulla superficie 3D. Questa operazione richiede che prima le foto siano "allineate" nello spazio tridimensionale, ricostruendo la proiezione prospettica dello scatto e, successivamente, che si trasferisca l'informazione di colore dalle foto alla superficie 3D.

Le foto usate nel mappaggio sono state fornite dal personale ISCR.

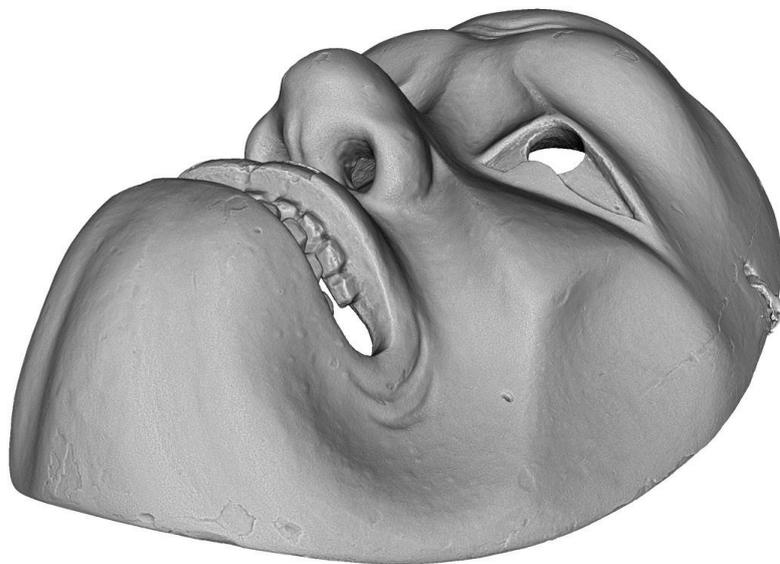
La procedura del mappaggio di colore è stata abbastanza complessa, a causa dei molti dettagli minuti, delle occlusioni provocate dai capelli, e dal fatto che alcune maschere avevano parti mobili (il che ha richiesto di lavorare in due tempi).

Il risultato finale del mappaggio è molto buono. Per tutte e 13 le maschere è stata generata una texture ad alta risoluzione, che permette di ottenere una resa fotorealistica.





ISTITUTO DI SCIENZA E TECNOLOGIE  
DELL'INFORMAZIONE "A. FAEDO"



Monaco: modello e texture





ISTITUTO DI SCIENZA E TECNOLOGIE  
DELL'INFORMAZIONE "A. FAEDO"



Rosso: modello e texture



Becco: modello e texture





#### 4. Acquisizione RTI

Oltre alla digitalizzazione 3D è stato anche fatto un test per la generazione di RTI (immagini reilluminabili). Dal momento che la percezione della geometria e del materiale dipende molto dalla luce, il risultato è abbastanza buono. Purtroppo, però, anche le maschere più sottili, come quella utilizzata, risultano troppo "profonde" per la tecnica RTI, e appena la luce diventa troppo angolata, l'immagine diventa illeggibile. Si sconsiglia quindi una acquisizione completa delle maschere con la tecnica RTI, perché risulterebbe inutile per la maggior parte dei pezzi.

Riteniamo che per 2-3 delle maschere (le più sottili), la tecnica RTI potrebbe essere utilizzabile (anche se con diverse limitazioni nel posizionamento della luce).



Triste : RTI viewer





ISTITUTO DI SCIENZA E TECNOLOGIE  
DELL'INFORMAZIONE "A. FAEDO"

## 5. Consegna

Congiuntamente alla presente relazione, inviamo all'ISCR i dati della scansione ed i modelli 3D ottenuti da ISTI-CNR dopo il processing dei dati.

La chiavetta USB della consegna contiene:

- tutti i dati grezzi della scansione (le singole riprese dello scanner), per archivio.
- Tutte le foto utilizzate per il mappaggio del colore, per archivio.
- Tutti i modelli 3D delle maschere (solo geometria)
- Tutti i modelli 3D texturizzati delle maschere
- Il test di RTI effettuato su "vecchio"

Per la visualizzazione dei modelli 3D è possibile utilizzare il software opensource MeshLab, realizzato da ISTI-CNR, liberamente scaricabile dal sito [www.meshlab.net](http://www.meshlab.net). Con questo software è anche possibile esportare i modelli 3D in altri formati, per essere utilizzati in altri software.

Per ogni informazione e supporto:

Gaia Pavoni [gaia.pavoni@isti.cnr.it](mailto:gaia.pavoni@isti.cnr.it)

Marco Callieri [callieri@isti.cnr.it](mailto:callieri@isti.cnr.it)

Il responsabile Visual Computing Lab  
Roberto Scopigno

