

Geomatica per l'archeologia: rilievi 3D ad alta risoluzione di oggetti iscritti con caratteri cuneiformi

Gabriele Bitelli ^(a), Chiara Francolini ^(a), Gianni Marchesi ^(b)

^(a) Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali (DICAM),
Università di Bologna, gabriele.bitelli@unibo.it, chiara.francolini@unibo.it

^(b) Dipartimento di Storia, Culture e Civiltà (DiSCi), Università di Bologna,
gianni.marchesi@unibo.it

Introduzione

L'utilizzo delle tecniche geomatiche nel campo dei Beni Culturali è sempre più diffuso, non solo per la fase di rilievo e rappresentazione, ma anche per la gestione e condivisione dei dati. In questo contesto, la realizzazione di modelli tridimensionali accurati e rigorosi costituisce un elemento chiave a supporto di differenti operazioni specialistiche.

Lo studio descrive l'utilizzo di scanner a proiezione di luce strutturata per il rilievo 3D ad alta risoluzione di quattro piccole tavolette e di un cono d'argilla iscritti, provenienti dall'antica Mesopotamia e facenti parte della collezione Ancarani custodita al Museo Civico Archeologico di Bologna. I reperti epigrafici in questione recano iscrizioni in scrittura cuneiforme (così detta per via della peculiare forma a cuneo degli elementi compositivi dei segni), usata dalle antiche popolazioni della Mesopotamia preclassica (sumeri, babilonesi, assiri).

L'adozione di questa tecnologia presenta numerosi vantaggi rispetto ai metodi classici di rilievo tradizionalmente usati su questi manufatti quali fotografia, calco, disegno e, più di recente, la tecnica nota come Polynomial Texture Mapping (Wagensonner, 2016; Earl et al., 2010).

I modelli 3D così creati possono prestarsi per una molteplicità di applicazioni, dalla condivisione online a fini di studio alla riproduzione di repliche a scopo museale, fino al supporto per l'analisi e interpretazione delle stesse iscrizioni. Fondamentali a questi fini sono la completezza e definizione del modello e la messa a punto di tecniche di visualizzazione efficaci; tra gli obiettivi della ricerca in questo settore vi è infine la definizione di tecniche per la vettorializzazione automatica ed il riconoscimento semantico del contenuto dei testi.

Fase di acquisizione e digital enhancement

Nella fase di acquisizione è stato utilizzato lo scanner 3D a proiezione di luce strutturata Spider, prodotto da Artec 3D. Tale strumento è caratterizzato da dimensione ridotte (che ne favoriscono la portabilità), è brandeggiabile, ed è capace di acquisire fino a un milione di punti al secondo con una precisione intrinseca di alcune decine di micron. Gli oggetti sono stati rilevati con diverse metodiche operative al fine di ottenere modelli molto accurati e completi in ogni dettaglio; va qui ricordato che il testo cuneiforme sovente non è circoscritto alle superfici principali della tavoletta (fronte e verso), ma si estende anche sui bordi, il che rende ancora più interessante la lettura

effettuata interagendo direttamente con il modello numerico a video. Al modello 3D, che si ottiene dalla fusione in laboratorio di porzioni associate alle diverse sequenze video, vengono associate anche le informazioni cromatiche acquisite in tempo reale durante il rilievo (Figura 1, a sinistra). La corretta lettura delle iscrizioni, molto spesso costituite da piccole incisioni non sempre facilmente interpretabili a occhio nudo, è facilitata dalla possibilità di applicare ai modelli numerici algoritmi di filtraggio digitale e modalità di illuminazione artificiale (Figura 1, a destra). Altrettanto interessante è la possibilità di sviluppare sul piano le superfici curve, ad esempio di forma conica, su cui sono impresse le iscrizioni. Sono state sperimentate diverse soluzioni che contribuiscono a evidenziare le incisioni presenti sulla superficie, rendendo il processo di riconoscimento dei segni molto più semplice e facilitando così la loro interpretazione; tra queste si è optato per *Lambertian Radiance Scaling* e *Minnaert reflection* (Hameeuw, Willems, 2011; Vergne et al., 2010; Cignoni et al., 2008; Dempksi, Viale, 2005).

La ricerca in corso si sta infine orientando sulle metodologie di estrazione automatica dei simboli sfruttando le peculiarità della mesh 3D con opportuni algoritmi di riconoscimento delle caratteristiche.

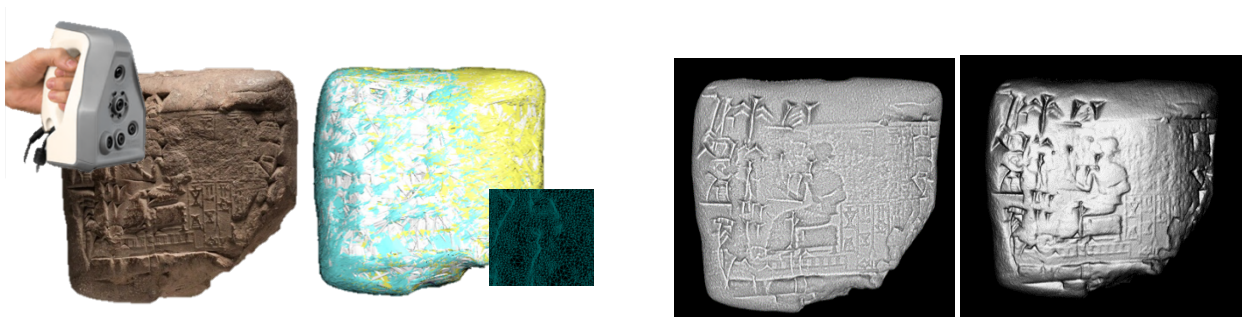


Figura 1 – A sinistra: lo scanner a proiezione di luce strutturata, tavoletta con impronta di sigillo ($4,1 \times 3,7 \times 1$ cm), le scansioni allineate, e un particolare della mesh ottenuta. A destra: modello 3D della stessa tavoletta dopo l'applicazione degli algoritmi *Lambertian Radiance Scaling* e *Minnaert reflection*, rispettivamente.

Conclusioni

La disponibilità di nuovi strumenti di acquisizione ad altissima risoluzione e lo sviluppo di metodi per la successiva elaborazione dei modelli 3D così ottenuti sono elementi chiave per una nuova e diversa fruizione dei reperti archeologici di tipo epigrafico. Tali tecnologie e tecniche possono altresì aiutare considerevolmente il filologo nel suo lavoro di lettura e interpretazione dei testi.

Bibliografia

Cignoni P., Callieri M., Corsini M., Dellepiane M., Ganovelli F., Ranzuglia G. (2008), "MeshLab: An open-source mesh processing tool", *Sixth Eurographics Italian Chapter Conference*, Aire-la-Ville: Eurographics Assoc., 129-136.

Dempski K., Viale E. (2005), *Advanced Lighting and Materials with Shaders*, Plano Texas: Wordware Publishing Inc.

Earl G., Beale G., Martinez K., Pagi H. (2010), "Polynomial texture mapping and related imaging technologies for the recording, analysis and presentation of archaeological materials", *ISPRS International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 38:218-223

Hameeuw H., Willems G. (2011), "New visualization techniques for cuneiform texts and sealings", *Akkadica*, 132:163-178

Vergne R., Pacanowski R., Barla P., Granier X., Schlick C. (2010), "Radiance scaling for versatile surface enhancement", *I3D '10: Proceedings of the 2010 ACM SIGGRAPH symposium on interactive 3D graphics and games*, New York: ACM, 143-150.

Wagensonner K. (2014), "Digitizing in the round", *Cuneiform Digital Library Notes*, 2014:8.

