

AR e VR per la comunicazione e fruizione del patrimonio al Museo d'Arte Orientale di Torino

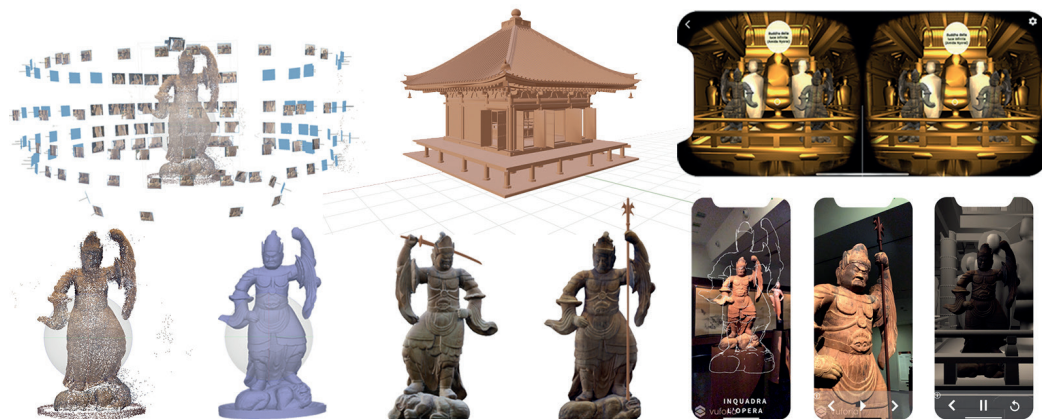
Roberta Spallone
Fabrizio Lamberti
Marco Guglielminotti Trivel
Francesca Ronco
Serena Tamantini

Abstract

Il presente lavoro nasce nell'ambito della convenzione fra il Politecnico di Torino e il Museo d'Arte Orientale e sviluppa una proposta di applicazione di tecnologie di realtà aumentata e virtuale per la comunicazione e fruizione delle opere esposte. L'attività ha impegnato una compagine multidisciplinare che contempla i saperi della rappresentazione, dei sistemi di elaborazione delle informazioni, della storia dell'arte, dell'archeologia, della museografia. Il progetto di seguito esposto prevede l'individuazione di una serie di opere che possano essere oggetto di esperienze di AR e VR e costituire, anche nella loro sequenza, nuove narrazioni del patrimonio. Il caso studio sviluppato, relativo a due statue giapponesi (Ni-Tennō, guardiani del tempio), ha condotto alla contestualizzazione dei manufatti nel modello digitale di un tempio coevo, verificatane la coerenza, e alla modellazione delle armi che in origine i guardiani avrebbero potuto impugnare. Informazioni testuali e vocali completano il prototipo di app sviluppato che, utilizzando tecnologie di AR, arricchisce la fruizione in situ attraverso dispositivo mobile e ancoraggio *markerless*. L'esperienza è pensata per essere effettuata e replicata anche in modalità VR, con la possibilità di navigare negli spazi digitalmente creati, fruendo di *cardboard*.

Parole chiave

rilievo digitale, modellazione, realtà aumentata, realtà virtuale, Museo d'Arte Orientale.



Workflow della ricerca.
Elaborazione grafica di
F. Ronco.

Un progetto multidisciplinare fra ricerca e didattica

Il dibattito tema del continuum fra reale e virtuale [Maldonado 2007] e il recente concetto di *digital twin* [El Saddik 2018] stanno attingendo nuova linfa dai rapidi e continui sviluppi di tecnologie sempre più accessibili e dispositivi sempre più diffusi e a basso costo.

L'esperienza di cui si presentano gli esiti si sviluppa nella cornice della convenzione fra il Politecnico di Torino e il Museo d'Arte Orientale di Torino (MAO). In questo ambito, nel 2019 sono stati realizzati rilievi digitali del percorso cerimoniale all'interno di Palazzo Mazzonis, sede del Museo, e attualmente si sta esplorando la possibilità di realizzare repliche tattili degli spazi espositivi e di alcune opere finalizzate alla fruizione inclusiva. Nell'attuale occasione, sono riuniti i saperi della rappresentazione e dei sistemi di elaborazione delle informazioni con le competenze storico artistiche, archeologiche e museografiche per sperimentare nuove modalità di comunicazione e fruizione del patrimonio. L'accoglienza offerta dal MAO alle iniziative di ricerca e didattica [1] si concretizza oggi nella costruzione di un percorso fra le opere esposte che si avvale dell'integrazione delle tecniche fotogrammetriche con la modellazione digitale, la realtà aumentata (AR) e la realtà virtuale (VR). Nell'attuale periodo di emergenza pandemica, riportare l'attenzione sulla visita reale, proponendone espansioni digitali, significa anche pensare di rendere utilizzabili su dispositivi personali i contenuti proposti attraverso un'app con un'interfaccia semplice e intuitiva che consenta, inoltre, di collegare le opere osservate con altre, presenti nel sito del MAO e con informazioni selezionate in archivi digitali dedicati al patrimonio culturale, contribuendo alla costruzione di nuovi nessi di conoscenza. Esperienze di AR e VR che integrino manufatti artistici con modelli digitali ricostruttivi attraverso la metodologia *markerless*, come nel presente caso, sono finora relativamente ridotte. Fra queste possiamo ricordare le ricostruzioni filologiche del teatro di Byblos [Younes 2017], la riproduzione digitale degli interni della chiesa di Moissac fruibile attraverso l'installazione museale del portale [Cannella 2018], e la sovrapposizione dei modelli geometrici ai sistemi voltati barocchi torinesi condotta dagli autori [Spallone 2019].

Computer Graphics per il patrimonio culturale

La computer grafica (CG) ha da sempre giocato un ruolo chiave in particolare per ciò che riguarda i processi di restauro, conservazione, presentazione e comunicazione del patrimonio artistico e culturale globale. Al tempo stesso, questo particolare dominio applicativo ha stimolato continue innovazioni nel mondo della CG, creando un importante circuito virtuoso.

In questo contesto si inseriscono, ad esempio, le attività connesse alla ricostruzione digitale del mondo reale attraverso tecniche di scansione 2D/3D e fotogrammetria su scale diverse, da piccoli manufatti a strutture e siti dalle dimensioni decisamente più estese [Callieri 2004]. Uno degli usi più comuni dei modelli digitali ottenuti con queste tecniche consiste nella realizzazione di nuove soluzioni per la fruizione dei contenuti. Alla iniziale creazione di siti web come copie digitali di esposizioni reali è seguita la diffusione di dispositivi per la VR e l'AR che hanno permesso di definire nuove modalità di visita un tempo impensabili, con livelli di coinvolgimento sempre maggiori. Oggi, prodotti come Google Arts & Culture (<<https://artsandculture.google.com>>) permettono di visitare liberamente oltre 2000 musei e più di 10000 luoghi di interesse artistico e culturale non solo con un comune browser web, ma anche immergendosi direttamente in un mondo completamente virtuale attraverso un visore composto, nella sua configurazione più economica, da uno smartphone e da un *cardboard* VR.

Attraverso le tecnologie VR, il visitatore può non solo vivere un'esperienza molto simile a quella che potrebbe sperimentare nel corrispondente luogo fisico, ma anche ricevere contenuti aggiuntivi in grado, ad esempio, di posizionare una particolare opera nello specifico contesto spaziale e temporale di riferimento, viverne le fasi di realizzazione, oppure ancora interagire, con la propria voce, con una rappresentazione digitale dell'artista [Walczac 2006]. Le tecnologie di AR possono invece cambiare il modo di intendere la visita in loco [Barry 2012]. In questo caso, attraverso lo schermo di uno smartphone o le lenti di un visore olografico è possibile aggiungere contenuti digitali a quelli reali. L'utente può visionare, nel contesto fisico dell'esposizione o del sito visitato, contenuti aggiuntivi, affiancati o sovrappo-

sti all'opera di interesse, ad esempio per osservare quest'ultima nelle sue condizioni originali oppure approfondirne aspetti non facilmente visualizzabili.

Il presente lavoro mira a dimostrare alcuni esempi concreti di impiego delle suddette tecnologie e metodologie.

Il MAO e la comunicazione del patrimonio

Il MAO è una delle realtà più importanti e più dinamiche nel panorama italiano nell'ambito della presentazione, valorizzazione e diffusione delle arti e delle culture asiatiche. Fin dalla sua apertura al pubblico alla fine del 2008 ha prestato attenzione alle tecnologie digitali per la comunicazione del suo patrimonio, soprattutto verso l'esterno e per raggiungere un ampio pubblico. Gestisce un sito web dedicato [2], con impostazione e grafica analoga agli altri musei della Fondazione Torino Musei, di cui il MAO è parte. Dispone inoltre di un canale YouTube e di diversi profili social: Facebook, Instagram, Flickr. Da ottobre del 2020 partecipa al nuovo canale digitale 'In Onda' della Fondazione [3], pensato per fornire contenuti didattici a distanza e promuovere i laboratori per le scuole – non solo a distanza; a breve sarà possibile anche per il pubblico adulto fruire di visite al museo accompagnati virtualmente da una guida, costruita dal concessionario di questo tipo di servizi per la Fondazione.

Il museo partecipa all'Art Project del Google Cultural Institute [4], ed è totalmente visitabile virtualmente tramite StreetView. Il MAO è stato il primo museo italiano nel 2015 ad aderire al progetto pilota Google 3D, che consente la visione a 360° degli oggetti [5]. E prossimamente compariranno anche i primi dipinti digitalizzati ad altissima risoluzione mediante Art Camera.

A fronte di un'indubbia attenzione alla comunicazione del patrimonio a distanza, la visita in presenza alle collezioni permanenti del MAO fa un uso limitato di elementi multimediali: al momento sono disponibili soltanto le classiche audioguide in italiano e in inglese a selezione numerica. Fino al 2013 i visitatori avevano anche a disposizione diversi schermi touch-screen distribuiti lungo tutto il percorso di visita, che permettevano approfondimenti multimediali su molte altre opere esposte, ma sono stati dismessi nel 2014. Di fatto, escludendo allestimenti specifici di alcune mostre temporanee, la visita al MAO era più 'tecnologica' nel 2008 che nel 2021.

Il progetto avviato rappresenta sicuramente un incremento delle proposte fruibili da remoto, ma soprattutto un primo passo verso un MAO più digitale e più al passo coi tempi anche per quando riguarda le proposte di approfondimento e di suggestione durante una vera visita. Attraverso la VR e l'AR risulta anche più facile coinvolgere le generazioni più giovani e ampliare il target dei visitatori.

Percorsi di conoscenza e acquisizione digitale


Il lavoro qui presentato affianca quello più ampio oggetto della tesi di dottorato di Francesca Ronco (programma di *Arquitectura, Edificación, Urbanística y Paisaje de la Universidad Politécnica de València*) che prevede all'interno del MAO la realizzazione di percorsi espositivi accessibili che comprendano esperienze multi-sensoriali in situ (percorsi tattili ed esperienze di AR) e on-line (proposte VR).

A partire da questa premessa sono state individuate alcune opere, per ognuna delle quali è stata realizzata una tabella di valutazione contenente i seguenti parametri: manovrabilità e ispezionabilità; illuminabilità; scabrosità; percepibilità dei dettagli; opacità; ricchezza cromatica (fig. 1).

Tra tali opere vi sono due Ni-Tennō (fig. 2), statue in legno della collezione giapponese, particolarmente interessanti in quanto oggetto di possibili esperienze di VR e AR, come specificato nel paragrafo successivo.

Per il rilievo, data l'attrezzatura a nostra disposizione e le caratteristiche geometriche, materiche e le condizioni espositive delle opere, si è scelto di utilizzare la tecnica *Struc-*

TESTA DI VISHNU scheda n. 05



Breve descrizione
Testa di Vishnu di stile Bahling, scolpita in alto bordo, con tratti facciali essenziali e ben definiti, occhi aperti con pupille rotonde, naso fortemente scozzato, bocca, baffi e sopracciglia ben disegnati. I capelli si fondono in un riccio che si staglia nel vertice della testa. La base mostra una pittura a strisce, con lunghe linee in un motivo che conguglia le idee estetiche della cultura indiana.

Localizzazione Museo Nazionale di Tokio, Giappone.
Periodo Secolo VIII.
Materiali Bronzo.
Caratteristiche dimensionali 10 x 11 x 6,5 cm.


Analisi caratteristiche al fine del rilievo digitale e sua restituzione materiale

	livelli			voto	voto ideale
	1	2	3		
1. Manovrabilità	4	5		4	5
2. Ipermanibilità	4	5		4	5
3. Illuminabilità	5	5		5	5
4. Sculturabilità	2	5		2	5
5. Percepibilità dettagli	4	5		4	5
6. Opacità	5	5		5	5
7. Ricchezza cromatica	1	5		1	5

NOTE: necessità di spostamento per rilievo a 360°

Valutazione al fine del rilievo digitale: 25/35

VASO A FORMA DI ANIMALE FANTASTICO scheda n. 13



Breve descrizione
Questo oggetto del corpo poliforme rappresenta una testa di animale. Bocca ampia a forma di basso scoppo inserita con un ingegnoso uso diretto a risultato visuale. Dal corpo lavorato al tornio sono stati applicati elementi modellati a stampo che conferiscono al vaso la similitudine di un grosso animale addorciato sulla zampa posteriori. Il grande naso in rilievo è privo di narici, ha un corpo ovale, forse un po' conico, con la punta in alto e la base in basso. Una piccola testa posta fra la mandibola superiore e la lingua inferiore. Al dorso della testa è applicata una lunga balza pinnata in bassorilievo. Sul lato opposto del vaso è raffigurata una cresta ricciuta.

Localizzazione Cina.
Periodo Pre-Qin.
Materiali Terracotta.
Caratteristiche dimensionali 10 x 11 x 6,5 cm.


Analisi caratteristiche al fine del rilievo digitale e sua restituzione materiale

	livelli			voto	voto ideale
	1	2	3		
1. Manovrabilità	3	5		3	5
2. Ipermanibilità	3	5		3	5
3. Illuminabilità	5	5		5	5
4. Sculturabilità	4	5		4	5
5. Percepibilità dettagli	4	5		4	5
6. Opacità	5	5		5	5
7. Ricchezza cromatica	2	5		2	5

NOTE: necessità di rimozione teca e spostamento

Valutazione al fine del rilievo digitale: 26/35

DAMA DI CORTE (DANZANTE?) scheda n. 18



Breve descrizione
Questa figura rappresenta la raffigurazione di una dama di corte. La figura è modellata con un alto collo, un ampio scollone, una gonna riccamente decorata con motivi geometrici e animali. La figura è modellata con un alto collo, un ampio scollone, una gonna riccamente decorata con motivi geometrici e animali. La figura è modellata con un alto collo, un ampio scollone, una gonna riccamente decorata con motivi geometrici e animali.

Localizzazione Cina.
Periodo Pre-Qin.
Materiali Terracotta.
Caratteristiche dimensionali 10 x 11 x 6,5 cm.


Analisi caratteristiche al fine del rilievo digitale e sua restituzione materiale

	livelli			voto	voto ideale
	1	2	3		
1. Manovrabilità	3	5		3	5
2. Ipermanibilità	3	5		3	5
3. Illuminabilità	5	5		5	5
4. Sculturabilità	3	5		3	5
5. Percepibilità dettagli	4	5		4	5
6. Opacità	5	5		5	5
7. Ricchezza cromatica	3	5		3	5

NOTE: necessità di rimozione teca e spostamento; suscettibile a furti (cassetti?)

Valutazione al fine del rilievo digitale: 26/35

COPPIA DI NI-TENNO' scheda n. 26



Breve descrizione
La coppia di statue dell'altare imperiale nipponico che, coprendo figure demistiche, sono il braccio rappresentativo di un'era oggi assai lontana. Il tratto del gruppo dei Quattro Re degli Onnari (Onnari) che la consorte di Buddha è colta a lei dal Re Meiji. Il suo ruolo di Protettori ebbe parte riconoscimento in Giappone, e questo gli "Onnari" hanno così in questi angoli intorno all'altare imperiale del tempio. Le due figure (Ni-Tenno') che vennero così a trovarsi sul fronte dell'altare centrale insieme con l'immagine in sé la funzione guardiana dell'altare.

Localizzazione Giappone.
Periodo Secolo VIII.
Materiali Bronzo.
Caratteristiche dimensionali 10 x 11 x 6,5 cm.


Analisi caratteristiche al fine del rilievo digitale e sua restituzione materiale

	livelli			voto	voto ideale
	1	2	3		
1. Manovrabilità	2	5		2	5
2. Ipermanibilità	2	5		2	5
3. Illuminabilità	5	5		5	5
4. Sculturabilità	3	5		3	5
5. Percepibilità dettagli	5	5		5	5
6. Opacità	5	5		5	5
7. Ricchezza cromatica	1	5		1	5

NOTE: non possibile spostare in posizione più bassa, sarebbe ottimale per le prove di rilievo a 360°. Sculture monumentali per i proprioli. **nota: un'altare imperiale.**

Valutazione al fine del rilievo digitale: 25/35

CAVALLO E CAVALIERE scheda n. 32



Breve descrizione
La piccola statua in figura ritrae un cavaliere in sella a un cavallo e fuggiva da vaso o da bottiglia. Il cavaliere è raffigurato in modo stilizzato, con una figura minuta e un cavallo di dimensioni superiori. Il gruppo è modellato in modo semplice e diretto, con una certa rigidità di linee. La figura è modellata in modo semplice e diretto, con una certa rigidità di linee.

Localizzazione Giappone.
Periodo Secolo VIII.
Materiali Terracotta.
Caratteristiche dimensionali 10 x 11 x 6,5 cm.


Analisi caratteristiche al fine del rilievo digitale e sua restituzione materiale

	livelli			voto	voto ideale
	1	2	3		
1. Manovrabilità	2	5		2	5
2. Ipermanibilità	2	5		2	5
3. Illuminabilità	5	5		5	5
4. Sculturabilità	3	5		3	5
5. Percepibilità dettagli	5	5		5	5
6. Opacità	5	5		5	5
7. Ricchezza cromatica	1	5		1	5

NOTE: necessità di rimozione teca; superficie leggermente riflettente; prestare attenzione in fase di rilievo all'illuminazione e sfondo

Valutazione al fine del rilievo digitale: 30/36

COPPA CON BECCUCCIO scheda n. 35



Breve descrizione
La coppa presenta un ingobbio di colore rosso scuro sul quale è dipinto il motivo centrale costituito da un grande uccello che sembra la superficie interna dell'oggetto. L'animale è decorato con ampie campiture di colore bianco, delimitato da sottili linee nere o discolate, sul rosso. La testa è decorata con motivi in nero. Le due ali dipinte sono ornate da una fitta decorazione ricamata in rosso scuro con motivi in bianco. La testa è decorata da motivi in nero. La base è decorata da motivi in nero. La base è decorata da motivi in nero.

Localizzazione Giappone.
Periodo Secolo VIII.
Materiali Terracotta.
Caratteristiche dimensionali 10 x 11 x 6,5 cm.

Analisi caratteristiche al fine del rilievo digitale e sua restituzione materiale

	livelli			voto	voto ideale
	1	2	3		
1. Manovrabilità	2	5		2	5
2. Ipermanibilità	2	5		2	5
3. Illuminabilità	5	5		5	5
4. Sculturabilità	3	5		3	5
5. Percepibilità dettagli	5	5		5	5
6. Opacità	5	5		5	5
7. Ricchezza cromatica	5	5		5	5

NOTE: necessità di rimozione teca; superficie riflettente; prestare attenzione in fase di rilievo a illuminazione e sfondo

Valutazione al fine del rilievo digitale: 26/35

Fig. 1. Quadro riepilogativo delle schede di valutazione delle opere rilevate (contenuti descrittivi tratti dalla schedatura interna del MAO: M. Guglielminotti, C. Ramasso, elaborazione grafica di F. Ronco).



Fig. 2. Esposizione delle statue Ni-Tenno' all'interno del MAO (foto di F. Ronco).

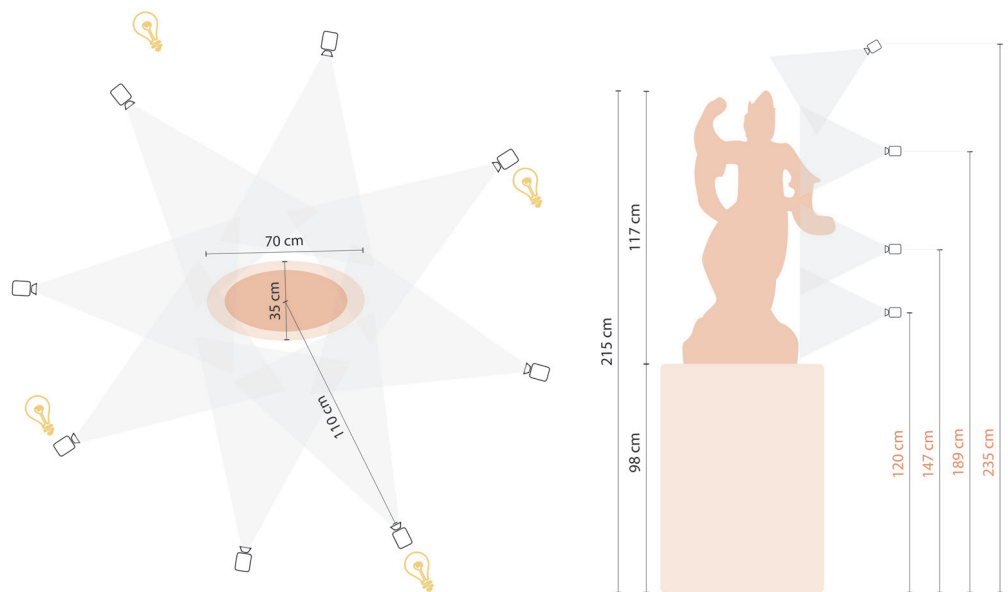


Fig. 3. Punti di ripresa in pianta e prospetto (elaborazione grafica di S. Tamantini).

ture from Motion (SfM). Sono stati usati: una fotocamera digitale Canon modello EOS 6D con obiettivo Canon EF 50mm; un treppiede e un set di luci (due *softbox* e due lampade accoppiate a ombrelli riflettenti). Tutte le foto sono state scattate con ISO 200 e con apertura del diaframma impostata su $f/4.5$, per evitare il disturbo da parte del contesto. Le riprese sono avvenute attorno alle statue a una distanza di circa 1,10 m a quattro altezze diverse (fig. 3).

Le foto acquisite sono state importate nel software *Agisoft Metashape*® che consente di ottenere modelli virtuali tridimensionali attraverso le seguenti fasi di elaborazione: allineamento delle immagini (fig. 4), costruzione delle nuvole di punti sparse e densa, generazione delle superfici/mesh e generazione delle texture (fig. 5).

Il modello ottenuto, editabile e replicabile, può essere utilizzato per diversi scopi: semplice archiviazione; implementazione dell'offerta museale attraverso *repository on-line*; repliche fisiche [Balletti 2019] e comunicazione tramite AR e VR.



Fig. 4. Allineamento delle foto con nuvola sparsa (riprese fotografiche di F. Ronco e S. Tamantini).

Caso studio: le statue Ni-Tennō fra reale e virtuale

Realizzare esperienze di AR e VR da proporre in un contesto museale permette di trasformare contenuti informativi e interpretativi in elementi visivi chiari ed esplicativi e di mostrare al visitatore qualcosa che fino ad ora veniva raccontato, e quindi poteva essere semplicemente immaginato.

Per contestualizzare i due Ni-Tennō è stato modellato un tempio coerente con quello in cui avrebbero potuto essere collocati e sono state ricostruite le armi che probabilmente impugnavano. È stato perciò individuato uno dei pochi esempi oggi esistenti di tempio giapponese del periodo Heian (VIII-XII secolo d.C.), il Kōnjikidō appartenente al complesso di Chūson-ji situato nella prefettura di Iwate, nel nord del Giappone. Questo piccolo edificio (circa otto metri per lato e otto in altezza) presenta al suo interno una composizione di statue dorate tra cui due Ni-Tennō. Il modello tridimensionale del Kōnjikidō reso disponibile da 3D Warehouse è stato modificato con l'uso di Blender® v. 2.9, sulla base delle immagini e delle informazioni bibliografiche [Yiengruksawan 1993]. La ricostruzione ha fatto riferimento a immagini di altri Ni-Tennō integri, che reggono la spada (Guardiano del Sud) e la lancia (Guardiano dell'Est) (fig. 6).

Queste ricostruzioni sono state utilizzate nei prototipi di applicazione di AR e VR, integrando gli strumenti della piattaforma di sviluppo Unity® con quelli forniti da Vuforia™ e dal plug-in Google VR (fig. 7).

In Unity® sono stati impostati i parametri per i materiali di ogni oggetto presente all'interno della scena, scegliendo di far concentrare l'attenzione dell'osservatore sui Ni-Tennō attraverso una resa dettagliata e una semplificazione di forme e texture degli altri artefatti. Infatti, durante la riproduzione delle esperienze la 'renderizzazione' *real-time* della scena richiede potenza di calcolo da parte dei dispositivi mobili, per cui più gli oggetti virtuali sono ricchi di informazioni, maggiore è il tempo che i dispositivi impiegano per mostrare i contenuti al visitatore. Per queste ragioni è stato utilizzato un materiale dall'aspetto metallico a tinta unita, realizzato in Unity® modificando il valore 'Albedo', per definire il colore e 'Metallic' per gestire l'interazione della luce con l'oggetto.

Per l'esperienza di AR è stato scelto di utilizzare le opere stesse come attivatrici dell'esperienza, sfruttando le potenzialità della tecnologia ModelTarget proposta da Vuforia™. In particolare, con il programma ModelTarget Generator, il modello tridimensionale delle opere ottenuto mediante l'acquisizione digitale è stato trasformato in un oggetto da riconoscere e tracciare attraverso l'uso di dispositivi mobili. Durante l'esperienza il visitatore viene guidato da una voce narrante e può interagire con gli elementi visualizzati con un semplice touch (fig. 8).

Per la VR viene proposto un tour virtuale del Kōnjikidō, al cui interno sono posizionate le opere esposte al museo, mentre un puntatore permette di interagire con alcuni oggetti presenti nello spazio virtuale (fig. 9).

Nell'ottica di una fruizione in sicurezza del patrimonio esposto si sta valutando la possibilità di fornire al pubblico *cardboard* personali, realizzati presso il MODLab Arch del Politecnico, che possano anche consentire di replicare l'esperienza dopo la visita.



Fig. 5. Generazione della nuvola densa, del modello mesh, del modello texturizzato (elaborazione digitale di S. Tamantini).



Fig. 6. Elaborazione dei modelli del Kōnjikidō e dei due Ni-Tennō con aggiunta delle armi (elaborazione digitale di S. Tamantini).

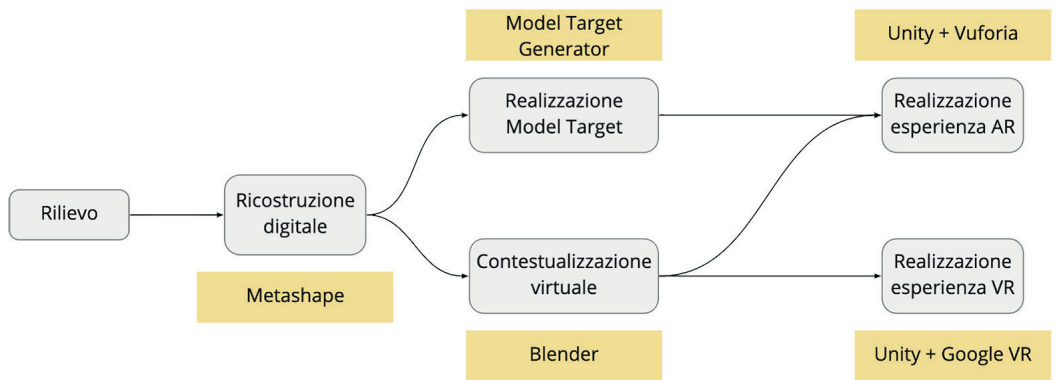


Fig. 7. Workflow completo dal rilievo agli output in AR e VR (elaborazione grafica di S. Tamantini).

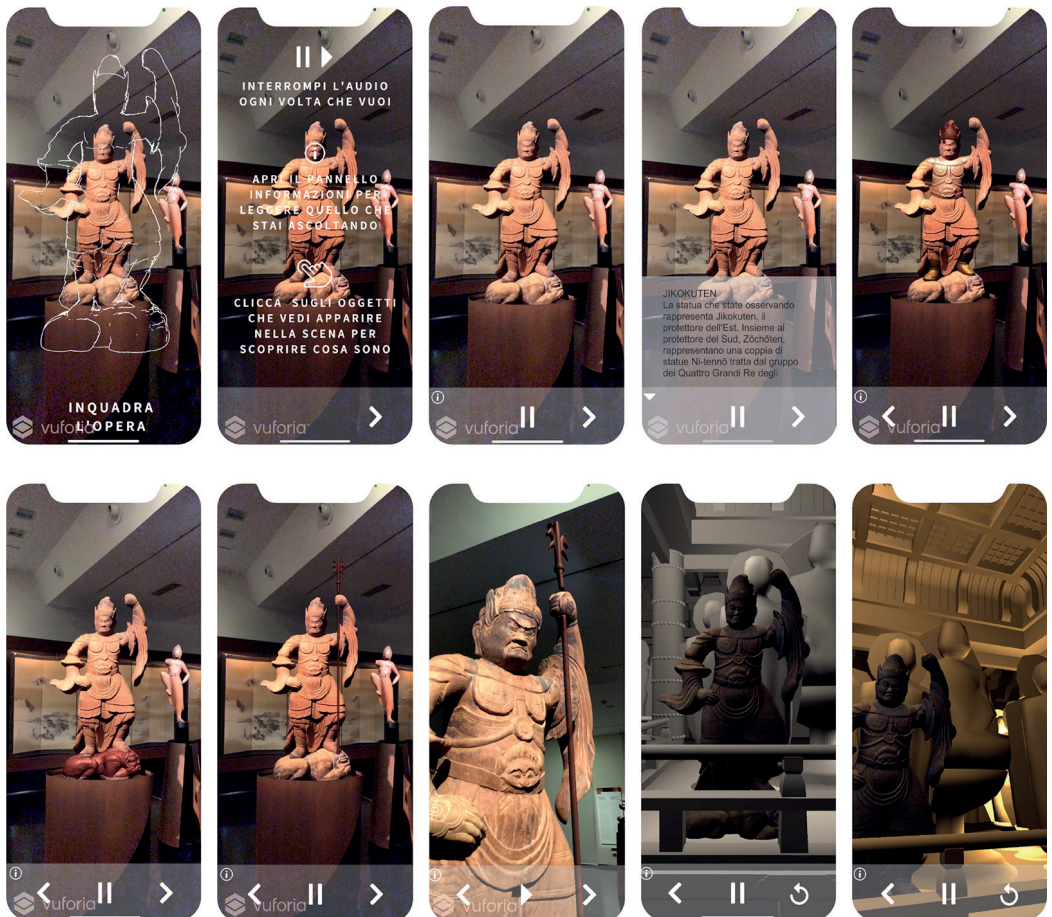


Fig. 8. Screenshot dell'applicazione AR realizzata sulle due statue Ni-Tennō (elaborazione digitale di S. Tamantini).

Conclusioni

L'attuale tendenza a concentrare in un unico dispositivo mobile una serie sempre più ampia di funzioni, insieme alle applicazioni delle tecnologie 5G e di intelligenza artificiale, fanno presagire possibili sviluppi della ricerca che prevedano il tracciamento dei flussi per il controllo e la gestione, e per indirizzare le scelte espositive, e la creazione di sistemi di raccomandazione per ampliare le occasioni culturali degli utenti. Inoltre, i feedback dei visitatori potranno contribuire all'organizzazione e comunicazione degli eventi museali. In aggiunta, la disponibilità di modelli digitali potrà aprire possibilità di utilizzo molteplici, che vanno nella direzione dell'accessibilità anche per le persone diversamente abili, un aspetto questo a cui il museo negli ultimi anni ha prestato un'attenzione sempre crescente.

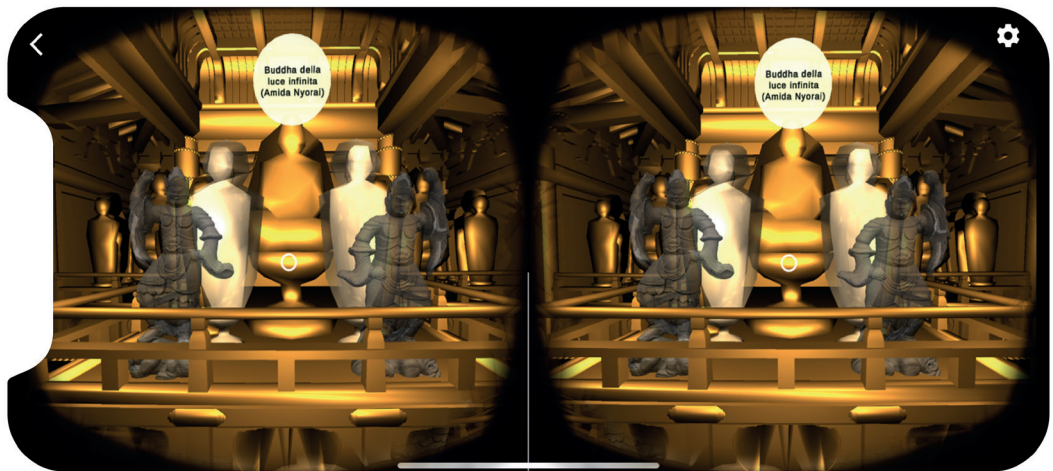


Fig. 9. Screenshot dell'esperienza VR per cardboard (elaborazione digitale di S. Tamantini).

Crediti

Il presente contributo, di cui gli autori hanno condiviso l'impianto metodologico, è stato redatto da Roberta Spallone (par: Un progetto multidisciplinare), Fabrizio Lamberti (par: Computer Graphics), Marco Guglieminotti Trivel (par: Il MAO e la comunicazione), Francesca Ronco (par: Percorsi di conoscenza), Serena Tamantini (par: Caso studio).

Note

[1] Le attività presso il MAO sono state condotte con il contributo scientifico del Direttore dott. Marco Guglieminotti Trivel e della Conservatrice dott.ssa Claudia Ramasso.

[2] www.maotorino.it (consultato il 25 maggio 2021).

[3] <https://inonda.fondazioneatorinomusei.it> (consultato il 25 maggio 2021).

[4] <https://artsandculture.google.com/partner/museo-d-arte-orientale?hl=it> (consultato il 25 maggio 2021).

[5] <https://www.lastampa.it/tecnologia/2015/04/09/fotogalleria/le-opere-del-museo-mao-di-torino-in-3d-su-google-le-opere-del-mao-in-3d-su-google-1.35270993> (consultato il 25 maggio 2021).

Riferimenti bibliografici

Balletti C., Ballarin M. (2019). An Application of Integrated 3D Technologies for Replicas in Cultural Heritage. In *ISPRS International Journal of Geo-Information*, n. 8, 285, pp. 1-29.

Barry A., et al. (2012). Augmented reality in a public space. The Natural History Museum, London. In *Computer*, vol. 45, 7, pp. 42-47. <<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&number=6165244&tag=1>> (consultato il 10 gennaio 2021).

Callieri M. et al. (2004) Visualization and 3D data processing in the David restoration. In *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 24, 2, pp. 16-21. <<https://ieeexplore.ieee.org/document/1274056>> (consultato il 10 gennaio 2021).

Cannella M., Gay F. (2018). Ambienti aumentati e archeologia dei media. In Luigini A., Panciroli C. (a cura di). *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*, pp. 64-78. Milano: Franco Angeli.

El Saddik A. (2018). Digital Twins. The Convergence of Multimedia Technologies. In *IEEE MultiMedia*, n. 25, 2, pp. 87-92. <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8424832>> (consultato il 7 gennaio 2021).

Maldonado T. (2007). *Reale e virtuale*. Milano: Feltrinelli.

Palma V., Spallone R., Vitali M. (2019). Augmented Turin Baroque Atria: AR Experiences for Enhancing Cultural Heritage. In *ISPRS Archives*, XLII-2/W9, pp. 557-564. <<https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLII-2-W9/557/2019/>> (consultato il 12 dicembre 2020).

Petrelli D. et al. (2013). Integrating material and digital: A new way for cultural heritage. In *Interactions: new visions of human-computer*, n. 20, 4, pp. 58-63.

Rahaman H., Champion E. (2019). To 3D or Not 3D: Choosing a Photogrammetry Workflow for Cultural Heritage Groups. In *Heritage*, n. 2, 3, pp. 1835-1851. <<https://www.mdpi.com/2571-9408/2/3/112>> (consultato il 21 dicembre 2020).

Tamantini S. (2020). *Tecnologie virtuali per la valorizzazione del patrimonio museale Sperimentazioni con il Museo di Arte Orientale di Torino*. Tesi di laurea in Design e comunicazione visiva, relatrice prof. R. Spallone, correlatori prof. F. Lamberti, dott. Marco Guglielminotti Trivel, arch. Francesca Ronco. Politecnico di Torino.

Walczak K., Cellary W., White M. (2006). Virtual museum exhibitions. In *Computer*, vol. 39, 3, pp. 93-95. <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1607962>> (consultato il 12 dicembre 2020).

Wilson P. F. et al. (2017). Evaluation of touchable 3d-printed replicas in museums. In *Curator*, n. 60, 4, pp. 445-465. <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cura.12244>> (consultato il 7 gennaio 2021).

Yiengruksawan M. H. (1993). The House of Gold. Fujiwara Kiyohira's Kōnjikidō. In *Monumenta Nipponica*, XXXX- VIII, n. 1, pp. 33-52.

Younes G. et al (2017). Virtual and augmented reality for rich interaction with cultural heritage sites: A case study from the Roman Theater at Byblos. In *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, n. 5, pp. 1-9. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212054816300637?via%3DIihub>> (consultato il 12 dicembre 2020).

Autori

Roberta Spallone, Politecnico di Torino, roberta.spallone@polito.it

Fabrizio Lamberti, Politecnico di Torino, fabrizio.lamberti@polito.it

Marco Guglielminotti Trivel, Fondazione Torino Musei, MAO Museo d'Arte Orientale, marco.guglielminotti@fondazionetorino-musei.it

Francesca Ronco, Politecnico di Torino, francesca.ronco@polito.it

Serena Tamantini, Politecnico di Torino, serena.tamantini@polito.it

Per citare questo capitolo: Spallone Roberta, Lamberti Fabrizio, Guglielminotti Trivel Marco, Ronco Francesca, Tamantini Serena (2021). AR e VR per la comunicazione e fruizione del patrimonio al Museo d'Arte Orientale di Torino/AR and VR for Heritage Communication and Fruition at the Museo d'Arte Orientale of Turin. In Arena A., Arena M., Mediatì D., Raffa P. (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Linguaggi Distanze Tecnologie. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationship. Languages Distances Technologies. Proceedings of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2659-2676.



AR and VR for Heritage Communication and Fruition at the Museo d'Arte Orientale of Turin

Roberta Spallone
Fabrizio Lamberti
Marco Guglielminotti Trivel
Francesca Ronco
Serena Tamantini

Abstract

This work comes up within the agreement between the *Politecnico di Torino* and the *Museo d'Arte Orientale* and develops a proposal to implement augmented and virtual reality technologies aimed to the communication and fruition of the exhibits. The activity has involved a multidisciplinary team that covers the knowledge of representation, information processing systems, art history, archaeology and museography. The project foresees the identification of a series of artworks that can be subject to AR and VR experiences and constitute, also in their sequence, new heritage narratives. The case study, concerning two Japanese statues (*Ni-Tennō*, temple guardians), led to the contextualization of the artefacts in the digital model of a coherent coeval temple and to the modelling of the weapons that the guardians might have originally held. Textual and vocal information accompany a prototype app thanks to which the *in situ* experience, through mobile devices and markerless anchoring, uses AR technologies. The experience is designed to be carried out and replicated also in VR mode, with the possibility to navigate in the digitally created spaces, using cardboards.

Keywords

digital survey, modelling, augmented reality, virtual reality, Museo d'Arte Orientale.



Research workflow.
graphic elaboration by
F. Ronco.

A multidisciplinary project between research and education

The debated topic of the continuum between the real and the virtual [Maldonado 2007] and the recent concept of the digital twin [El Saddik 2018] are drawing new life from the rapid and continuous developments of increasingly accessible technologies and low-cost devices.

The experience presented here is developed in the framework of the agreement between the Politecnico di Torino and the Museo d'Arte Orientale di Torino (MAO). In this context, in 2019, digital surveys of the ceremonial path inside Palazzo Mazzonis, the Museum's headquarters, were carried out. Moreover, the possibility of creating tactile replicas aimed at inclusive use of the exhibition spaces and of some works is currently being explored.

On the current occasion, fields of knowledge of representation and information processing systems are brought together with historical, artistic, archaeological, and museo-graphical skills to experiment with new ways of heritage communication and fruition.

The MAO's support for research and educational initiatives [1] is now reflected in the construction of a path through the exhibited artworks. The workflow integrates photogrammetric techniques with digital modelling, augmented reality (AR) and virtual reality (VR).

In the current period of pandemic emergency, bringing the focus back to the real visit, proposing its digital expansions, also means thinking of making the contents usable on personal devices through an app. This app has a simple and intuitive interface that enables the artworks observed to be linked with others on the MAO website and with information selected from digital archives dedicated to cultural heritage, contributing to the construction of new connections of knowledge.

AR and VR experiences integrating artistic artefacts with reconstructive digital models through markerless methodology, as in the present case, are so far relatively small. Among these we can mention the philological reconstructions of the theatre of Byblos [Younes 2017], the digital reproduction of the interior of the church of Moissac usable through the museum installation of the portal [Cannella 2018], and the superimposition of geometric models on the baroque vaulted systems of Turin carried out by the authors [Palma 2019].

Computer Graphics for the cultural and artistic heritage

Computer Graphics (CG) has always played a key role in this domain, especially for what it concerns restoration, conservation, presentation and communication of cultural and artistic heritage worldwide. At the same time, this particular application field stimulated continuous innovations in the context of CG, setting up an important virtuous cycle.

In this scenario are framed, for instance, activities pertaining the digital reconstruction of the real world through 2D/3D scanning and photogrammetry techniques applied at different scales, from small artefacts to structures and sites with much larger sizes [Callieri 2004].

One of most common uses of digital models obtained through these techniques consists in envisioning new approaches for content fruition. In fact, early solutions based on websites devised as digital replicas of real exhibits have been superseded with the spread of VR and AR devices, which fostered the definition of new visiting modalities characterized by increasing levels of engagement that were simply unconceivable just few years ago. Today, with products like Google Arts & Culture (<<https://artsandculture.google.com>>), users can freely access over 2,000 museums and 10,000 cultural and artistic heritage sites not only with a common web browser, but also immersing themselves in a completely virtual world using a headset made up of, in its cheaper configuration, by a smartphone and a VR cardboard.

Though VR technology the visitor can live an experience that is very close to that he or she would experiment in the corresponding physical location, while also receiving additional content that can, e.g., show a particular artwork in a specific spatial and temporal context, let him or her live its realization phases, or even make him or her interact, using the voice, with a digital representation of the artist [Walckzac 2006].

AR technology can, in turn, change the way to intend an on-site visit [Barry 2012]. In this case, through the screen of a smartphone or the lens of a holographic wearable display it is

possible to add digital content to real ones. The user can see, in the physical context of an exhibit or of a visited site additional content, either side by side or overlapped to a given artwork, e.g., for observing it in its original conditions or for examining details that would be hard to spot.

The present work aims to showcase some concrete application examples for the above technologies and methods.

MAO and the communication of heritage

The MAO is one of the most important and dynamic institutions on the Italian scene in the context of the presentation, enhancement and promotion of Asian arts and cultures. Since its opening to the public at the end of 2008, the Museum has paid attention to digital technologies for the communication of its heritage, especially to the outside and to reach a wide audience. It manages a dedicated website [2], with a layout and graphics similar to the other museums of the *Torino Musei* Foundation, of which the MAO is a part. It also has a YouTube channel and several social profiles: Facebook, Instagram, Flickr. From October 2020 it started participating in the Foundation's new digital channel 'In Onda' [3], designed to provide educational content and promote workshops for schools, remotely and in presence. Soon it will also be possible for the adult public to enjoy visits virtually guided, through a platform built by the concessionaire of this type of services for the Foundation.

The museum participates in the Art Project of Google Cultural Institute [4] and can be completely visited virtually via Street View. The MAO was the first Italian museum in 2015 to join the Google 3D pilot project, which allows a 360° view of the objects [5]. And soon the first paintings digitized at very high resolution using Art Camera will also appear.

In the face of undoubted attention to the communication of heritage at a distance, the in-person visit to the permanent collections of MAO makes limited use of multimedia elements: at present only the classic audio guides in Italian and English with numerical selection are available. Until 2013, visitors had also access to various touch-screens distributed throughout the museum, which allowed multimedia insights into many works on display, but they were discontinued in 2014. In fact, when we exclude specific set-ups of some temporary exhibitions, the visit to MAO was more 'technological' in 2008 than in 2021.

The present project certainly represents an increase of contents that can be accessed remotely, but above all a first step towards a more digital MAO that is more updated with the times, even when it concerns in-depth and suggestive proposals during a real visit. Through VR and AR, it is also easier to involve younger generations and expand the target of visitors.


Paths of knowledge and digital acquisition

The work presented here accompanies the broader one subject of Francesca Ronco's doctoral thesis (*Arquitectura, Edificación, Urbanística y Paisaje* program of the Universidad Politècnica de València), which envisages the creation of accessible exhibition paths within the MAO that include *in situ* multi-sensory experiences (tactile paths and AR experiences) and online (VR proposals).

Starting from this premise, some works have been identified, for each of which an evaluation table containing the following parameters has been created: handling and accessibility; illuminating possibility; roughness; perceptibility of details; opacity; chromatic richness (fig. 1). Two wooden statues from the Japanese collection, Ni-Tennō (fig. 2), are among these works and are particularly interesting as object of possible VR and AR experiences, as specified in the next paragraph.

The survey, given the equipment at our disposal, the geometric and material characteristics and exhibition conditions of the works, was conducted with the Structure from Motion

TESTA DI VISHNU scheda n. 05



Breve descrizione
Testa di Vishnu di stile Bahling scolpita a tutto tondo, con tratti facciali esaltati e ben definiti, occhi aperti con pupille rotonde, naso fortemente spiccato, bocca, baffi e sopracciglia ben disegnati. I capelli si fa batuta insieme e s'arruffano sul volto disegnando un caratteristico motivo a spirale sulla testa. La nuca mostra una pletturata arcuata, con lunghe trecce in un nodo che congungono le due estremità della corona.
Isolamento: che guarda nella parte anteriore del cerchio, il contributo di una faccia con medusa e biondo coronato da fiori bianchi e da fili di piccole perle. La base scolpita ha la struttura originale in più piani ("Tonda spagna") che è la base del grande Bahling, scolpito nel caratteristico bronzo di tutti i giorni.


Sezione-collezione: Asia Meridionale - Gandhara
Provenienza: 18-19

Analisi caratteristiche al fine del rilievo digitale e sua restituzione materiale

	livelli				
	1	2	3	4	5
1. Manovrabilità	min.	max.			
2. Iperonniabilità					
3. Iperonniabilità					
4. Scabrità					
5. Percepibilità dettagli					
6. Opacità					
7. Ricchezza cromatica					

NOTE: necessità di spostamento per rilievo a 360°
Valutazione al fine del rilievo digitale: 25/35

VASO A FORMA DI ANIMALE FANTASTICO scheda n. 13



Breve descrizione
Cilindrico, con corpo allungato, esternamente verso la spalla. Bocca ampia a forma di bassa coppa ornata con un rigonfiato alto diritto a livello verticale. Dal corpo lavorato al barile sono stati applicati elementi modellati a stampo che conferiscono al vaso la similitudine di un grosso animale addorciato sulle zampe posteriori. Il grande rilievo in alto davanti presenta tratti evidenti: naso lungo e curvato, occhi rotondi con pupille e un'orbita ben vista, una piccola area posta tra la mandibola superiore e la lingua inferiore. Al di sotto della testa è applicata una lunga barba parrucca in bassorilievo. Sul lato opposto del vaso è raffigurata una cresta cilindrica.


Sezione-collezione: Cina
Provenienza: 19-20

Analisi caratteristiche al fine del rilievo digitale e sua restituzione materiale

	livelli				
	1	2	3	4	5
1. Manovrabilità					
2. Iperonniabilità					
3. Iperonniabilità					
4. Scabrità					
5. Percepibilità dettagli					
6. Opacità					
7. Ricchezza cromatica					

NOTE: necessità di rimozione teca e spostamento
Valutazione al fine del rilievo digitale: 26/35

DAMA DI CORTE (DANZANTE?) scheda n. 18



Breve descrizione
Cilindrica, con corpo allungato e raffigurazione di una figura femminile in pose danzante, quasi in leggero spostamento dall'asse centrale tra i piedi distanziati e la posizione generale delle gambe non canonici. La destra indica la terra con il braccio destro, la sinistra parte verso destra con il braccio piegato davanti al petto. Questo gruppo, accomodato da una leggera inclinazione del corpo verso destra verso il basso. La presenza di una decorazione a spirale. La corona era un alto cilindro con elementi decorativi, forse in metallo, con un'apertura verso un cerchio di metallo e un'apertura all'altro e si regge su un'asta di metallo decorata con due piccoli fiori. La base era riccamente decorata con motivi geometrici e di animali a "V" formati dall'incrocio sul davanti del braccio destro sopra il sinistro. Il viso armonico è spigolato sui fianchi e rivolto nella stessa area, basata su vita. La testa destra della testa presenta due bracci decorati di gemme verde chiaro. Sotto la gonna, dagli spacci laterali si intravede una sottoveste (gonna e pantaloni). La donna indossa delle scarpe rosse con la punta riccamente decorata di grandi applicazioni rosse. Poggia su una sottile base piana.


Sezione-collezione: Cina
Provenienza: 21-22

Analisi caratteristiche al fine del rilievo digitale e sua restituzione materiale

	livelli				
	1	2	3	4	5
1. Manovrabilità					
2. Iperonniabilità					
3. Iperonniabilità					
4. Scabrità					
5. Percepibilità dettagli					
6. Opacità					
7. Ricchezza cromatica					

NOTE: necessità di rimozione teca e spostamento; suscettibile a fumi carbonari?
Valutazione al fine del rilievo digitale: 26/35

COPPIA DI NI-TENNO' scheda n. 26



Breve descrizione
La coppia di statue, dall'abito militare, figurano due figure demistiche, forse il coppia rappresentativa di un'era oggi assai lontana, il tratto del gruppo dei Quattro Re degli Chien (Chien) che la famiglia buddhista creata a lei dal Re Ma, il suo ruolo di Protettori ebbe parte riconoscimento in Giappone, e sono gli "Shitenno" forse così in questi angoli intorno all'ingresso principale del tempio. Le due figure (Nitenno) che venivano così a trovarsi sul fronte dell'altare centrale insieme con l'assommo e la funzione guardiana del tempio.


Sezione-collezione: Giappone
Provenienza: 23-24

Analisi caratteristiche al fine del rilievo digitale e sua restituzione materiale

	livelli				
	1	2	3	4	5
1. Manovrabilità					
2. Iperonniabilità					
3. Iperonniabilità					
4. Scabrità					
5. Percepibilità dettagli					
6. Opacità					
7. Ricchezza cromatica					

NOTE: forse possibile spostare in posizione più bassa, sarebbe ottimale per le prove di affollamento a 360°. Sculture intagliate per piccoli in stile **Yamato-kamatake**.
Valutazione al fine del rilievo digitale: 25/35

CAVALLO E CAVALIERE scheda n. 32



Breve descrizione
La piccola statua in figura ritrae un cavaliere in sella a un cavallo e fuggiva da vaso o da bottiglia.


Sezione-collezione: Iran
Provenienza: 25-26

Analisi caratteristiche al fine del rilievo digitale e sua restituzione materiale

	livelli				
	1	2	3	4	5
1. Manovrabilità					
2. Iperonniabilità					
3. Iperonniabilità					
4. Scabrità					
5. Percepibilità dettagli					
6. Opacità					
7. Ricchezza cromatica					

NOTE: necessità di rimozione teca; superficie leggermente riflettente; prestare attenzione in fase di rilievo all'illuminazione e sfondo
Valutazione al fine del rilievo digitale: 30/36

COPPA CON BECCUCCIO scheda n. 35



Breve descrizione
La coppa presenta un ingobbio di colore verde scuro sul quale è dipinto il motivo centrale costituito da un grande uccello che sembra la superficie interna dell'oggetto. L'animale è decorato con ampie campiture di colore bianco, delimitato da sottili linee nere e decorate, sul interno, da motivi curvilinei di colore nero. Le due ali dipinte sono ornate da una fila decorativa riccamente decorata in verde scuro con motivi neri. La testa è caratterizzata da un grande occhio nero. Bocca e zampe sono dipinte in rosso scuro. Lo sfondo è decorato da motivi neri, puntiformi in bianco e rosso. In prossimità del beccuccio, come una corona di colore bianco con caratteri quadrangolari in nero.

Sezione-collezione: Iran orientale o Transoxiana
Provenienza: 27-28

Analisi caratteristiche al fine del rilievo digitale e sua restituzione materiale

	livelli				
	1	2	3	4	5
1. Manovrabilità					
2. Iperonniabilità					
3. Iperonniabilità					
4. Scabrità					
5. Percepibilità dettagli					
6. Opacità					
7. Ricchezza cromatica					

NOTE: necessità di rimozione teca; superficie riflettente; prestare attenzione in fase di rilievo a illuminazione e sfondo
Valutazione al fine del rilievo digitale: 26/35

Fig. 1. Overview of the evaluation sheets for the surveyed works (descriptive content taken from the MAO's internal files: M. Guglielminotti, C. Ramasso, graphic elaboration by F. Ronco).



Fig. 2. Exhibition of Ni-Tenno statues inside the MAO (photo by F. Ronco).

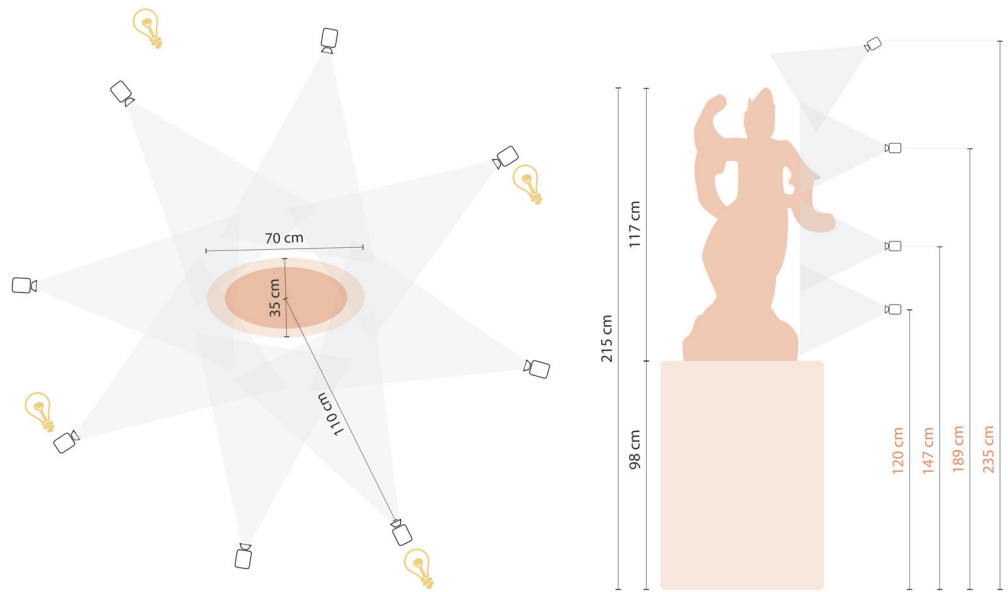


Fig. 3. Photographic viewpoints in plan and elevation (graphic elaboration by S. Tamantini).

(SfM) technique. We used: a Canon digital camera model EOS 6D with Canon EF 50mm lens; a tripod and a set of lights (two softboxes and two lamps coupled with reflective umbrellas). All photos were taken with ISO 200 and with the aperture set to f/4.5, to avoid disturbance from the context. The shots were taken around the statues at a distance of about 1.10 m at four different heights (fig. 3).

The acquired photos were imported into the Agisoft Metashape® software that allows to obtain three-dimensional virtual models through the following elaboration phases: alignment of the images (fig. 4), construction of the scattered and dense point clouds, surface/mesh generation and texture generation (fig. 5).

The obtained model, editable and replicable, can be used for different purposes: simple archiving; implementation of museum offerings through online repositories; physical replications [Balletti 2019] and communication through AR and VR.



Fig. 4. Photo alignment with sparse cloud (photos by F. Ronco and S. Tamantini).

Case study: the Ni-Tennō statues between real and virtual

Designing AR and VR experiences to be proposed in a museum context allows to transform informative and interpretative contents into clear and explanatory visual elements and to show the visitors something that until now was just told, and therefore could simply be imagined.

A temple, coherent with the one in which the two Ni-Tennō could have been placed, was modeled to contextualize them and the weapons they probably wielded were reconstructed. Therefore, one of the few existing examples of a Japanese temple from the Heian period (VIII-XII century AD) has been identified: the Kōnjikidō, belonging to the Chūson-ji complex located in Iwate prefecture, in northern Japan. This small building (about eight-meters wide, long and high) has an inner composition of golden statues including two Ni-Tennō. The three-dimensional model of the Kōnjikidō, available on 3D Warehouse, has been modified with the use of Blender® v. 2.9, based on images and bibliographic information [Yiengruksawan 1993]. The reconstruction of weapons started from the images of others intact Ni-Tennō, holding the sword (Guardian of the South) and the spear (Guardian of the East) (fig. 6).

These reconstructions were used in the AR and VR application prototypes, integrating the tools of Unity® development platform with those provided by Vuforia™ and the Google VR plug-in (fig. 7).

In Unity®, the parameters for the materials of each object of the scene were set, choosing to focus the observer's attention on the Ni-Tennō through their detailed rendering and a simplification of the shapes and textures of the other artifacts. In fact, during the reproduction of experiences, the real-time rendering of the scene requires computing power for mobile devices, so the more the virtual objects are rich in information, the more time the devices take to show the contents to the visitor. For these reasons, a solid-colored metallic-looking material was used, made in Unity® by modifying the 'Albedo' value to define the color and the 'Metallic' one to manage the interaction of light with the object.

For the AR experience, it was chosen to use the works themselves as activators of the experience, exploiting the potential of the Model Target technology proposed by Vuforia™. Particularly, with the Model Target Generator program, the three-dimensional model of the works obtained through digital acquisition has been transformed into an object to be recognized and tracked through the use of mobile devices. During the experience, the visitor is guided by a narrator and can interact with the elements displayed, with a simple touch (fig. 8).

For the VR experience, a virtual tour of the Kōnjikidō is proposed, and inside it, the works exhibited at the museum are positioned, while a pointer allows the visitor to interact with some objects in the virtual space (fig. 9).

In the perspective of a safe fruition of the exhibited heritage, the possibility of providing the public with personal cardboard, made at the MODLab Arch of the Politecnico, is being considered, which may also allow you to replicate the experience after the visit.



Fig. 5. Creation of dense cloud, mesh model, textured model (digital elaboration by S. Tamantini).



Fig. 6. Processing of the models of the Konjikidō and the two Ni-Tennō with the addition of the weapons (digital elaboration by S. Tamantini).

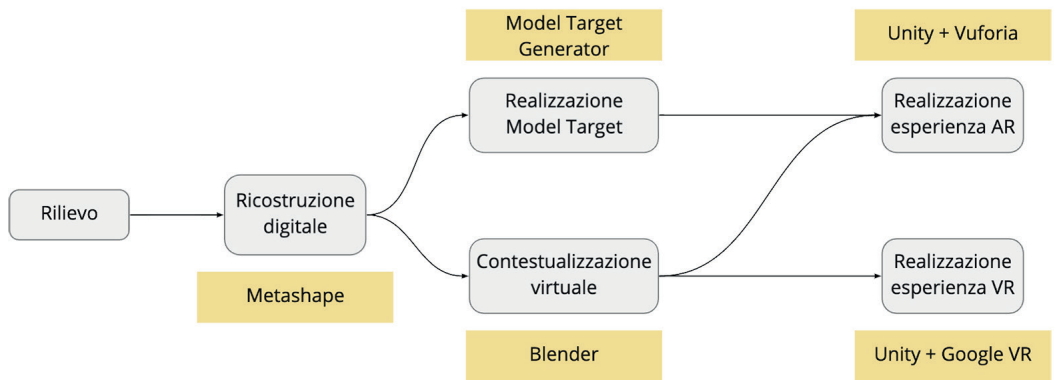


Fig. 7. Full workflow from survey to output in AR and VR (graphic elaboration by S. Tamantini).

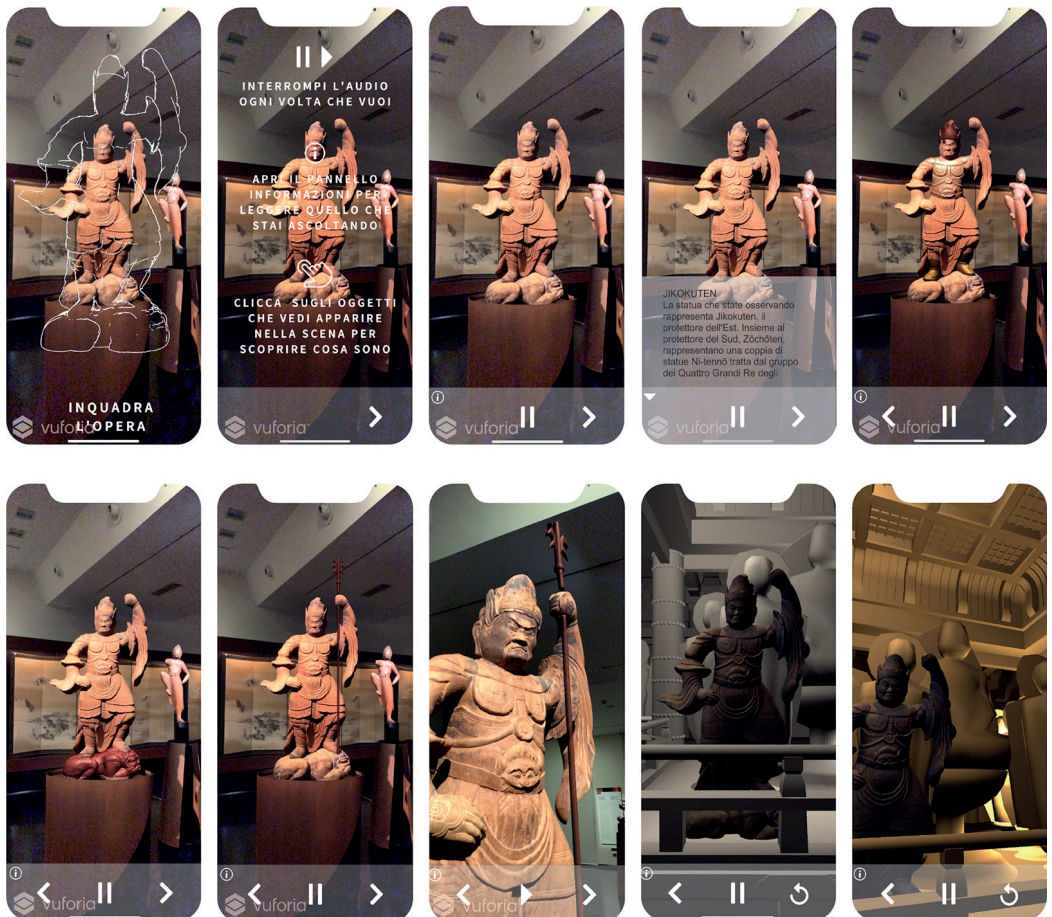


Fig. 8. Screenshot of the AR application created on the two Ni-Tennō statues (digital elaboration by S. Tamantini).

Conclusions

The current trend of integrating an increasingly wide range of functions in a single mobile device, together with the applications of 5G and artificial intelligence technologies, point to possible developments in research involving flow tracking for control and management, and to guide exhibition choices, and the creation of recommendation systems to expand users' cultural opportunities. Furthermore, visitors' feedback will contribute to the organization and communication of Museum events. In addition, the availability of digital models will open up a wide range of possibilities of use in the direction of accessibility also for people with disabilities, an aspect to which the Museum has paid increasing attention in recent years.

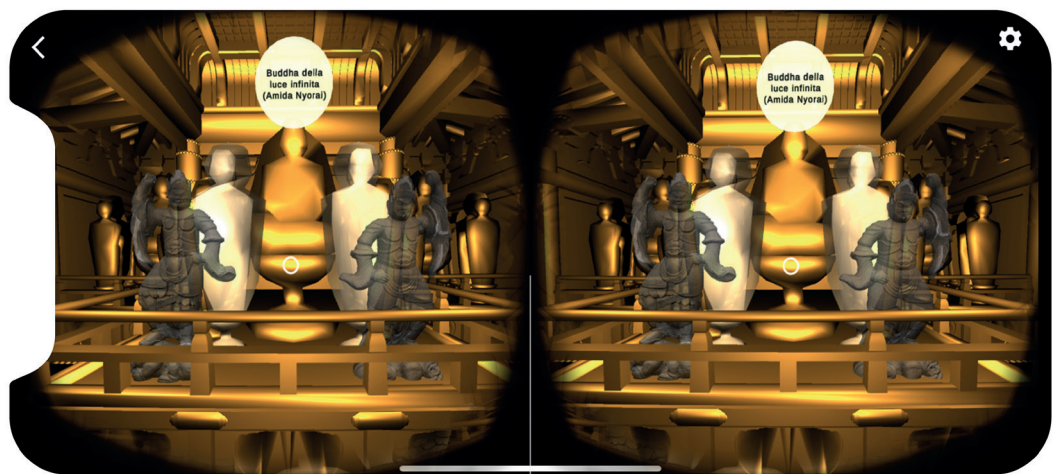


Fig. 9. Screenshots of the VR experience for cardboard (digital elaboration by S. Tamantini).

Credits

This paper, whose authors shared the methodological framework, was written by Roberta Spallone (par: A multidisciplinary project), Fabrizio Lamberti (par: Computer Graphics), Marco Guglieminotti Trivel (par: The MAO and communication), Francesca Ronco (par: Knowledge paths), Serena Tamantini (par: Case study).

Notes

[1] The activities at the MAO were carried out with the scientific contribution of Director Dr. Marco Guglieminotti Trivel and Conservator Dr. Claudia Ramasso.

[2] www.maotorino.it (accessed 2021, May 25).

[3] <https://inonda.fondazioneatorinomusei.it> (accessed 2021, May 25).

[4] <https://artsandculture.google.com/partner/museo-d-arte-orientale?hl=it> (accessed 2021, May 25).

[5] <https://www.lastampa.it/tecnologia/2015/04/09/fotogalleria/le-opere-del-museo-mao-di-torino-in-3d-su-google-le-opere-del-mao-in-3d-su-google-1.35270993> (accessed 2021, May 25).

References

- Balletti C., Ballarin M. (2019). An Application of Integrated 3D Technologies for Replicas in Cultural Heritage. In *ISPRS International Journal of Geo-Information*, n. 8, 285, pp. 1-29.
- Barry A., et al. (2012). Augmented reality in a public space. The Natural History Museum, London. In *Computer*, vol. 45, 7, pp. 42-47. <<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6165244&tag=1>> (accessed 2021, January 10).
- Callieri M. et al. (2004) Visualization and 3D data processing in the David restoration. In *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 24, 2, pp. 16-21. <<https://ieeexplore.ieee.org/document/1274056>> (accessed 2021, January 10).
- Cannella M., Gay F. (2018). Ambienti aumentati e archeologia dei media. In Luigini A., Panciroli C. (a cura di). *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*, pp. 64-78. Milano: Franco Angeli.
- El Saddik A. (2018). Digital Twins. The Convergence of Multimedia Technologies. In *IEEE MultiMedia*, n. 25, 2, pp. 87-92. <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8424832>> (accessed 2021, January 7).

Maldonado T. (2007). *Reale e virtuale*. Milano: Feltrinelli.

Palma V., Spallone R., Vitali M. (2019). Augmented Turin Baroque Atria: AR Experiences for Enhancing Cultural Heritage. In *ISPRS Archives*, XLII-2/W9, pp. 557-564. <<https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLII-2-W9/557/2019/>> (accessed 2021, December 12).

Petrelli D. et al. (2013). Integrating material and digital: A new way for cultural heritage. In *Interactions: new visions of human-computer*, n. 20, 4, pp. 58-63.

Rahaman H., Champion E. (2019). To 3D or Not 3D: Choosing a Photogrammetry Workflow for Cultural Heritage Groups. In *Heritage*, n. 2, 3, pp. 1835-1851. <<https://www.mdpi.com/2571-9408/2/3/112>> (accessed 2021, December 21).

Tamantini S. (2020). *Tecnologie virtuali per la valorizzazione del patrimonio museale Sperimentazioni con il Museo di Arte Orientale di Torino*. Tesi di laurea in Design e comunicazione visiva, relatrice prof. R. Spallone, correlatori prof. F. Lamberti, dott. Marco Guglielminotti Trivel, arch. Francesca Ronco. Politecnico di Torino.

Walczak K., Cellary W., White M. (2006). Virtual museum exhibitions. In *Computer*, vol. 39, 3, pp. 93-95. <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1607962>> (accessed 2021, December 12).

Wilson P. F. et al. (2017). Evaluation of touchable 3d-printed replicas in museums. In *Curator*, n. 60, 4, pp. 445-465. <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cura.12244>> (accessed 2021, January 7).

Yiengruksawan M. H. (1993). The House of Gold. Fujiwara Kiyohira's Kōnjikidō. In *Monumenta Nipponica*, XXXX- VIII, n. 1, pp. 33-52.

Younes G. et al (2017). Virtual and augmented reality for rich interaction with cultural heritage sites: A case study from the Roman Theater at Byblos. In *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, n. 5, pp. 1-9. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212054816300637?via%3Dihub>> (accessed 2021, December 12).

Authors

Roberta Spallone, Politecnico di Torino, roberta.spallone@polito.it

Fabrizio Lamberti, Politecnico di Torino, fabrizio.lamberti@polito.it

Marco Guglielminotti Trivel, Fondazione Torino Musei, MAO Museo d'Arte Orientale, marco.guglielminotti@fondazionetorino-musei.it

Francesca Ronco, Politecnico di Torino, francesca.ronco@polito.it

Serena Tamantini, Politecnico di Torino, serena.tamantini@polito.it

To cite this chapter: Spallone Roberta, Lamberti Fabrizio, Guglielminotti Trivel Marco, Ronco Francesca, Tamantini Serena (2021). AR e VR per la comunicazione e fruizione del patrimonio al Museo d'Arte Orientale di Torino/AR and VR for Heritage Communication and Fruition at the Museo d'Arte Orientale of Turin. In Arena A., Arena M., Mediatì D., Raffa P. (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Linguaggi Distanze Tecnologie. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationship. Languages Distances Technologies. Proceedings of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2659-2676.