



ARCHEOLOGIA E CALCOLATORI

32.1

2021

All'Insegna del Giglio

ARCHEOLOGIA E CALCOLATORI



CNR – DIPARTIMENTO SCIENZE UMANE E SOCIALI, PATRIMONIO CULTURALE

ISTITUTO DI SCIENZE DEL PATRIMONIO CULTURALE

Rivista annuale open access e peer reviewed
fondata da Mauro Cristofani e Riccardo Francovich

Comitato Scientifico: Giovanni Azzena, John Boardman, Robin B. Boast, Francisco Burillo Mozota, Alessandra Caravale, Christopher Carr, Martin O.H. Carver, Francesco D'Andria, François Djindjian, James E. Doran, Virginie Fromageot-Laniece, Salvatore Garraffo, Filippo Giudice, Antonio Gottarelli, Maria Pia Guermandi, Anne-Marie Guimier-Sorbets, Ian Hodder, F. Roy Hodson, Donna C. Kurtz, Adriano Maggiani, Daniele Manacorda, Costanza Miliani, Paola Moscati, Tito Orlandi, Clive R. Orton, Maria Cecilia Parra, Xavier Rodier, Francesco Roncalli, Grazia Semeraro, Paolo Sommella, Gianluca Tagliamonte, Marco Valenti

Direttore responsabile: Paola Moscati

Redazione: Claudio Barchesi, Francesca Buscemi, Letizia Ceccarelli, Sara Di Marcello, Alessandra Piergrossi, Irene Rossi

Policy and Guidelines: <http://www.archcalc.cnr.it/pages/guidelines.php>

Autorizzazione del presidente del Tribunale di Firenze n. 3894 del 6/11/1989

Indirizzo Redazione: Rivista «Archeologia e Calcolatori», CNR – ISPC, Area della Ricerca di Roma 1, Via Salaria Km 29,300, 00015 Monterotondo Stazione (RM)
Tel. +39.06.90672670 – Fax +39.06.90672818
E-mail: redazioneac.ispc@ispc.cnr.it
<http://www.archcalc.cnr.it/>

Edizione e distribuzione: Edizioni ALL'INSEGNA DEL GIGLIO s.a.s.,
Via Arrigo Boito 50-52, 50019 Sesto Fiorentino (FI)
Tel. +39.055.6142675
E-mail: redazione@insegnadelgiglio.it – ordini@insegnadelgiglio.it
<https://www.insegnadelgiglio.it/>

ARCHEOLOGIA E CALCOLATORI

32.1

2021

All'Insegna del Giglio

Realizzazione grafica della sovracoperta di Marcello Bellisario
Rivista «Archeologia e Calcolatori» (ISSN 1120-6861, e-ISSN 2385-1953)
ISBN 978-88-9285-056-9, e-ISBN 978-88-9285-057-6
© 2021 – All’Insegna del Giglio s.a.s. – www.insegnadelgiglio.it
Sesto Fiorentino (FI), novembre 2021
Stampa, MDF print

Abbonamento 2021: 2 volumi, 32.1 e 32.2, € 60,00.
Spedizione: Italia, gratuita; estero, a carico del destinatario.
<https://www.insegnadelgiglio.it/categoria-prodotto/abbonamenti/>

Se si fa riferimento al settore archeologico, tra le 126 riviste incluse nella Directory, la tipologia delle licenze appare piuttosto varia. La maggior parte (47) ha scelto la più libera CC BY, ma molte (33) anche la più restrittiva CC BY-NC-ND, che è quella che comunque offre la maggiore tutela agli autori e al contempo agli editori, che possono produrre anche opere a stampa contemporaneamente alle edizioni digitali. Quasi equivalenti i numeri per CC BY-NC-SA (19) e CC BY-NC (17), mentre decisamente meno numerose sono quelle con licenza CC BY-SA (9) e CC BY-ND (1). Nell'ambito della comune politica open access, le riviste scientifiche mantengono dunque una certa autonomia nella scelta di come rendere condivisi e fruibili i contenuti pubblicati in un momento storico in cui la diffusione del pensiero e del sapere avviene sempre più per via telematica.

ALESSANDRA CARVALE

Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale – CNR
alessandra.caravale@cnr.it

BIBLIOGRAFIA

- ALIPRANDI S. 2013, *Creative Commons. Manuale operativo*, Lecce, Sum Edizioni (<http://www.didatticaduepuntozero.it/d20/books/creativecommons.pdf>).
- ALIPRANDI S. 2017, *Fare Open Access*, Milano, Ledizioni (<https://books.openedition.org/ledizioni/5161>).
- MORANDO F. 2017, *Conoscenza aperta. L'utilizzo delle licenze Creative Commons nell'ambito dei Beni Culturali*, «IBC», 25 (<http://rivista.ibc.regione.emilia-romagna.it/xw-201701/xw-201701-a0001>).
- PIANA C. 2018, *Open source, software libero e altre libertà*, Milano, Ledizioni (<https://books.openedition.org/ledizioni/5642?lang=it>).

Archeologia e Calcolatori

32.1, 2021, 492-496

<https://doi.org/10.19282/ac.32.1.2021.28>

A. DEL BIMBO *et al.* (eds.), *Pattern Recognition. ICPR International Workshops and Challenges Virtual Event, January 10-15, 2021, Proceedings, Part VII, 2nd International Workshop on Pattern Recognition for Cultural Heritage* (LNCS, vol. 12667), Springer 2021.

Dal 10 al 15 Gennaio 2021 si è tenuto, in forma virtuale e ricalendarizzato a causa delle restrizioni pandemiche, l'IPCR2020 (25th International Conference of Pattern Recognition). I 416 articoli, selezionati fra circa 700 proposte, sono stati pubblicati in 8 volumi¹ per Springer, nel 2021, nella serie Lecture Notes in Computer Science Series (LNCS). Gli Atti sono organizzati in specifici cluster tematici, in parte

¹ A cura di Alberto Del Bimbo, Rita Cucchiara, Stan Sclaroff, Giovanni Maria Farinella, Tao Mei, Marco Bertini, Hugo Jair Escalante, Roberto Vezzani. Piano dell'opera e indice dei volume al link <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-68790-8#volumes>.

derivanti dalla Conferenza principale e in parte da 46 workshop ad essa collegati. La varietà di tali nuclei illustra efficacemente l'interesse trasversale per il tema dell'apprendimento automatico, spaziando dal Machine Learning (ML) alla Computer Vision, dalla robotica alla biometrica e all'egovision, ai sistemi di tracciamento intelligente, all'elaborazione di immagini e segnali, con innumerevoli applicazioni nel campo delle scienze mediche, sociali, giuridiche, dell'ambiente, dell'alimentazione e del patrimonio culturale.

A quest'ultimo ambito, in particolare, è dedicata gran parte del volume VII degli Atti, che ospitano i risultati del 2nd *International Workshop on Pattern Recognition for Cultural Heritage*². Il workshop è stato finalizzato alla discussione dello sviluppo di tecnologie e soluzioni di PR/AI per l'analisi, la ricostruzione e la conoscenza di dati digitali relativi al patrimonio culturale e già esistenti (scansioni di documenti e manufatti, mappe, musica digitale, etc.), intesi come punto d'avvio per lo sviluppo di metodologie innovative per la creazione di ulteriori materiali digitali come modelli matematici di apprendimento, applicazioni robotiche, realtà aumentata, serious game.

Innovazione tecnologica e digitale sono tra i principali contenuti dell'azione del CNR, anche specificamente rivolta a queste tematiche. Tra le istituzioni di afferenza dei membri del Comitato organizzatore di PatReCH2020 figura, infatti, anche il CNR-ISTI (Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione "A. Faedo"), alcune delle cui linee di ricerca sono indirizzate alle tecnologie visuali (Segnali e Immagini; Visual Computing) e all'intelligenza artificiale, con particolare riguardo alle applicazioni ai Beni Culturali.

Gli Atti del workshop costituiscono un interessante strumento di riflessione e aggiornamento sulle sfide specifiche che i Beni Culturali pongono all'apprendimento automatico. Gli argomenti dei contributi consentono di enucleare efficacemente i temi attualmente al centro del dibattito scientifico intorno all'uso dell'Intelligenza Artificiale (IA) in questo ambito, i quali spesso si sovrappongono e si intrecciano all'interno dei singoli lavori, riguardando, appunto, challenge comuni e intrinseche ai materiali storici.

In una recentissima ricognizione delle applicazioni di Machine Learning ai Beni Culturali nell'ultimo quinquennio³, Marco Fiorucci *et al.* hanno indicato nel numero limitato di training dataset disponibili uno degli ostacoli principali per la diffusione di tali metodi rispetto ad altri ambiti, come quello delle bioimmagini. Questo tema, indubbiamente centrale e a monte sia della clusterizzazione dei dati sia dei processi di apprendimento, è affrontato in diversi contributi degli Atti, come per esempio quello di C. Kiourt e V. Evangelidis (*AnCoins: image-based automated identification of ancient coins through transfer learning approaches*, 54-67) dedicato alla costituzione di dataset numismatici, dai metodi di acquisizione digitale, alle *identification features* specifiche per le monete. Fanno eccezione i dataset relativi a fonti di tipo testuale, a cui è dedicato il maggior numero dei contributi degli Atti, data anche la

² <https://doi.org/10.1007/978-3-030-68787-8>. Ringrazio il prof. Filippo Stanco, tra gli organizzatori del workshop e membro del Chair Committee, e il dott. Dario Allegra, dell'Università degli Studi di Catania, per il pronto e amichevole supporto nel consentirmi la lettura degli Atti per la recensione.

³ FIORUCCI M. *et al.* 2020, *Machine Learning for Cultural Heritage: A survey*, «Pattern Recognition Letters», 133, 102-108, <https://doi.org/10.1016/J.PATREC.2020.02.017>.

lunga tradizione di metodi di analisi statistica nell'ambito linguistico e la vitalità della comunità scientifica internazionale, che dispone di specifiche occasioni di incontro sui temi degli Atti, come l'ICDAR, International Conference on Document Analysis and Recognition.

La paleografia digitale fa oggi un largo uso del ML, affrontando difficoltà specifiche della disciplina: S. Brenner e R. Sablating (*Subjective Assessments of Legibility in Ancient Manuscript. Images – The SALAMI Dataset*, 68-82) si concentrano sul tema molto attuale dei testi manoscritti, non solo lacunosi perché fisicamente degradati, ma esposti ad una variabile soggettiva nell'interpretazione che necessita di passaggi peculiari ai fini dell'automatizzazione dei processi di riconoscimento. M.O. Tamrin *et al.* (*Simultaneous detection of regular patterns in ancient manuscripts using GAN-based deep unsupervised segmentation*, 279-291; *A two-stage unsupervised deep learning framework for degradation removal in ancient documents*, 293-303) presentano un modello non supervisionato GAN-based per la segmentazione di manoscritti e l'eliminazione di "rumori" in supporti degradati. Il superamento delle difficoltà derivanti dal deterioramento è un obiettivo presente in molti altri contributi, come anche quello di N.D. Cilia *et al.* (*PapyRow: a dataset of row images from ancient Greek papyri for writers identification*, 223-234), che presenta un dataset di papiri del VI secolo a.C. ritornando sull'importanza di dataset ben popolati, e si focalizza sulle tecniche di ottimizzazione delle immagini e segmentazione delle linee testuali, volti a minimizzare l'impatto del degrado dei materiali.

Le competenze spesso estremamente specialistiche necessarie a questo tipo di studi determinano talvolta la paradossale inaccessibilità dei suoi propri materiali allo studioso di formazione umanistica. Tale fenomeno ha stimolato lo sviluppo di strumenti visual programming based centrati sull'utente, con interfacce intuitive che consentano l'analisi di feature nei documentati testuali, come l'Advanced Manuscript Analysis Portal (AMAP), destinato a utilizzatori non esperti in programmazione e presentato nell'articolo di P.S. Pandey *et al.* (*Analysis of ancient documents: the case of magical signs in Jewish manuscripts*, 156-170) sui segni magici nei manoscritti giudaici.

La creazione di uno strumento software interattivo e di dataset interrogabili a partire da opere a stampa di ampio respiro non indicizzate è presentata nell'articolo di C. Rouillet *et al.* (*Transfer learning methods for extracting, classifying and searching large collection of historical images and their captions*, 185-199) che, nell'ambito del Virtual Pompeii Project, utilizza il caso studio degli 11 volumi di *Pompei: Pitture e Mosaici*, contenente oltre 20.000 immagini storiche annotate. Utilità di classificazione e di estrazione secondo similarità tra immagini e tra didascalie sono tra le possibilità offerte dal tool presentato.

Decisamente più rari sono i repository di dati 3D relativi ai Beni Culturali, sebbene nuovi strumenti applicativi come ArchAIDE abbiano molto sensibilizzato alcuni ambiti come l'archeologia sull'uso del ML, in particolare in ceramologia, e la diffusione della Structure from Motion (SfM) come tecnica di rilievo low cost e user friendly abbia reso comunemente accessibile la creazione di documentazione digitale tridimensionale. Problemi di accuratezza e risoluzione in rapporto agli obiettivi e alle tecniche di post-processing, di registrazione di numerose nuvole di punti, di gestibilità di modelli complessi rimangono oggetto di dibattito. Questi temi sono affrontati in alcuni articoli degli Atti, talora con proposte sperimentali come quella di T. Pribanić

et al. (*Can OpenPose be used as a 3D registration method for 3D scans of Cultural Heritage artifacts*, 83-96), che hanno utilizzato il modello di deep learning OpenPose, dedicato al riconoscimento della figura umana in differenti pose e scenari per la registrazione di nuvole di punti di manufatti archeologici.

L'articolo di G. Gallo et al. (*Abstracting stone walls for visualization and analysis*, 215-222), a cui ha partecipato anche chi scrive, e che è dedicato all'analisi quantitativa delle architetture antiche da modelli 3D fotogrammetrici, si confronta con alcune sfide peculiari quali l'estrema esiguità di dataset tridimensionali relativi a questa classe di manufatti archeologici, nonché di vocabolari standard relativi alle tecniche murarie e i materiali edilizi, soprattutto in contesti e cronologie specifici; la segmentazione automatica di modelli 3D; il clustering gerarchico di oggetti secondo concetti simili a quelli del BIM, ma riferito ad elementi particolarmente irregolari e dunque scarsamente predittivi, che richiedono un approccio di apprendimento rigorosamente supervisionato.

Questo tema dell'irregolarità degli oggetti, in particolare, rappresenta una difficoltà che riguarda più ampiamente gli studiosi del patrimonio culturale che vogliano occuparsi di ML e cioè la classificazione e l'analisi dei propri materiali rispetto a quelli per i quali i modelli teorici di riferimento sono stati generati. Così, per esempio, anche il contributo di C. Ostertag e M. Beurton-Aimar (*Using graph neural networks to reconstruct ancient documents*, 39-53) sull'uso di reti neurali artificiali nella ricostruzione di documenti frammentari antichi (epigrafi, papiri, ceramica), dove la già nota *puzzle resolution*⁴ deve essere adattata a frammenti non indicativi della forma dell'oggetto, in quanto aventi margini consunti e modificati nel tempo. Piuttosto che un intero dataset di immagini, lo studio prende in esame ogni singola coppia di tale insieme e interpreta la ricostruzione di immagini da frammenti come una questione di classificazione dei margini (*edge classification*), in cui ogni margine è rappresentato come il nodo di un grafo e parte di un Graph Neural Network (GNN). Attraverso tale sistema un modello di AssemblyGraphNet è stato proposto, con una performance superiore rispetto agli studi precedenti.

Gli Atti "fotografano" efficacemente come, mentre la riflessione sui processi di segmentazione possiede già un robusto corpo teorico nelle applicazioni ai dati e materiali testuali (papiri, pergamene, manoscritti in genere, epigrafi, testi a stampa, etc.), il problema della segmentazione delle architetture cominci solo adesso ad imporsi all'attenzione degli studiosi dei Beni Culturali che utilizzano l'IA⁵. Soprattutto le finalità di monitoraggio e conservazione del patrimonio culturale outdoor spingono attualmente in questa direzione, come sottolineato da alcuni contributi, tra cui quello di K. Idjaton et al. (*Stone-by-stone segmentation for monitoring large historical monuments using deep neural networks*, 235-248) che si focalizza poi su alcune criticità in termini ergonomici,

⁴ KLEBER F., SABLATNIG R. 2009, *A survey of techniques for document and archaeology artefact reconstruction*, in *Proceedings of 10th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR)*, 26-29 July 2009, 1061-1065, <https://doi.org/10.1109/ICDAR.2009.154>.

⁵ Su questi temi vedi: GRILLI E., DININNO D., PETRUCCI G., REMONDINO F. 2018, *From 2D to 3D supervised segmentation and classification for cultural heritage applications*, «International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences», 42, 2, 399-406, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-399-2018>.

quale la segmentazione manuale “pietra per pietra” delle architetture, e presenta alcuni algoritmi che ne consentono l’automazione per l’analisi di ortomosaici 2D.

Da un altro canto, i dataset tridimensionali possono risultare disallineati rispetto ai principi FAIR e in particolare a quello della riusabilità. Questo interessante punto di vista emerge dal contributo di A. Frisky *et al.* (*MCCNet: multi-color cascade network with weight transfer for single image depth prediction on outdoor relief images*, 263-278), che sottolineano come i dati sorgente dei modelli virtuali fotogrammetrici, cioè le singole fotografie di partenza, siano quasi sempre non disponibili rispetto all’elaborato finale, impedendone altre forme di processamento e utilizzo. È il caso delle immagini 2.5D, elaborate da singole posizioni di ripresa o singole fotografie secondo il metodo SIR (Single Image Reconstruction) e attraverso la stima delle mappe di profondità (Single Image Depth Prediction), utili nel caso di oggetti di cui non sia richiesta la documentazione del retro, come per esempio le decorazioni architettoniche a rilievo.

Il problema della ricerca aperta è esplicitamente affrontato nell’articolo di G. Skifas *et al.* (*Quaternion generative adversarial networks for inscription detection in Byzantine monuments*, 171-184), che si muove in un’ottica completamente open source e che mette a disposizione il link al codice sorgente per l’utilizzo di una variante dei GAN (Generative Adversarial Networks) nell’analisi delle epigrafi e, in generale, per lo studio di immagini multicanale. Anche il riconoscimento automatico di altri tipi di immagine, e cioè, quelle iperspettrali sta registrando un crescente interesse nell’ambito dei Beni Culturali, in passato legato soprattutto agli usi nel remote sensing.

Meno rappresentato negli Atti è, invece, il grande comparto della valorizzazione e fruizione del patrimonio culturale. Da nuovi Sistemi di raccomandazione per lo storytelling digitale (M. Casillo *et al.*, *Recommender system for digital storytelling: a novel approach to enhance cultural heritage*, 304-317), a nuove piattaforme di orchestrazione dei servizi (F. Clarizia *et al.*, *A contextual approach for coastal tourism and Cultural Heritage enhancing*, 318-325), i contributi dedicati al turismo 2.0, basato sulle ICT, mostrano come la valorizzazione contemporanea si ispiri al paradigma smart city, con l’ambizione di creare un discorso partecipato tra gli attori generatori di contenuti (istituzioni, musei, comunità, aziende e individui) e l’utente finale.

Il contributo del digitale a questi scopi è al centro del lavoro di D. Tanasi, S. Hassam e K. Kingsland (*Underground archaeology: photogrammetry and terrestrial laser scanning of the Hypogeum of Crispia Salvia (Marsala, Italy)*, 353-367) che chiude gli Atti e presenta il rilievo dell’Ipogeo di Crispia Salvia a Marsala, realizzato sia con tecnica SfM, sia attraverso scansione laser, nell’ambito di un più vasto progetto di acquisizione digitale di strutture ipogee in Sicilia. Oltre che sulle tecniche e gli strumenti utilizzati, il lavoro si sofferma sulle potenzialità della documentazione tridimensionale di queste architetture in negativo, nella direzione sia della fruizione e della disseminazione, sia degli ulteriori utilizzi delle basi documentali. Tra questi, si segnala l’anastilosi virtuale degli affreschi decorativi attraverso l’uso del ML e della pattern recognition. Un’utile ricognizione bibliografica dei più recenti studi di ML in archeologia è proposta nell’introduzione.

FRANCESCA BUSCEMI

Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale – CNR
francesca.busce@cnr.it

32.1
2021

€ 40,00

ISSN 1120-6861

e-ISSN 2385-1953

ISBN 978-88-9285-056-9

e-ISBN 978-88-9285-057-6

AC-32-1



ARCHEOLOGIA
E CALCOLATORI