

Esplorare le nuove frontiere del Web3D: l'evoluzione del framework aperto ATON a servizio di diverse comunità scientifiche

Bruno Fanini, *Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale*

Chiara Florise Amadei, *Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale*

Giorgio Gosti, *Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale*

Sofia Menconero, *Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale*

Introduzione

Dal 2022, il progetto PNRR H2IOSC (<https://www.h2iosc.cnr.it/>) mira a creare un cluster federato e inclusivo di quattro infrastrutture di ricerca nel campo delle Scienze umane, sociali e del Patrimonio culturale (CLARIN, DARIAH, E-RIHS e OPERAS), coinvolgendo dodici istituti di ricerca del CNR, tra i quali ben cinque afferenti al Dipartimento Scienze Umane e Sociali Patrimonio Culturale (ILC, ILIESI, ISPC, ISPF, OVI). All'interno dell'infrastruttura E-RIHS (<https://www.e-rihs.it/>), che offre accesso a strumenti scientifici e conoscenze all'avanguardia nel settore dell'Heritage Science, sono stati creati nuovi servizi o potenziati quelli già esistenti per venire incontro alle necessità delle comunità scientifiche di riferimento.

ATON (<https://aton.ispc.cnr.it/site/>) è uno dei servizi schierati da E-RIHS, progettato per presentare e interagire con modelli, scene 3D e panorami 360 direttamente sul web. Non richiede installazioni per l'utente finale in quanto è sufficiente un comune web browser per accedere ai contenuti interattivi, adattandosi automaticamente a qualunque dispositivo (smartphone, tablet, computer, installazioni museali, fino a dispositivi AR/VR). È uno strumento aperto e modulare che offre numerose funzionalità avanzate per interagire con il dato complesso 3D o multi-dimensionale, aderendo a standard e formati internazionali per massimizzare interoperabilità con altri sistemi, piattaforme e servizi. È impiegato in numerosi progetti nazionali e internazionali, tra cui diversi pilot del progetto H2IOSC, alcuni casi *core* del progetto PNRR CHANGES, diversi PRIN, fino a progetti europei come PERCEIVE. L'adozione crescente del framework in diversi progetti ha fatto emergere una serie di sfide e opportunità legate alla diversità delle richieste, in termini di comunità di riferimento, logica, interfaccia ed erogazione.

Problema e domande di ricerca

La massiva digitalizzazione dei beni culturali in atto pone una serie di domande di ricerca legate alla gestione, fruizione e interoperabilità di modelli e scene 3D. **Come rendere accessibili e condivisibili su larga scala dati tridimensionali complessi, senza richiedere competenze o strumenti specialistici per l'utente finale? In che modo è possibile garantire una visualizzazione interattiva**

di qualità, mantenendo la fedeltà scientifica del contenuto e, al tempo stesso, offrendo esperienze intuitive e coinvolgenti per pubblici diversi?

Un ulteriore interrogativo riguarda la sostenibilità tecnica: **come assicurare la compatibilità tra formati e dispositivi, in un contesto in cui gli standard tecnologici evolvono rapidamente?** E ancora: **quali strumenti possono favorire la collaborazione a distanza tra ricercatori permettendo di condividere analisi, annotazioni e simulazioni direttamente sul modello 3D?**

Altre domande di ricerca riguardano la **possibilità di integrare modelli digitali con altre tipologie di dati**, come immagini multispettrali, ricostruzioni interpretative o informazioni semantiche, al fine di creare narrazioni dinamiche e contestualizzate.

Questi temi verranno affrontati al Convegno tramite una live demo del framework, per discutere delle nuove funzionalità e delle sfide future.

Il framework ATON, nato nel 2015 come soluzione tecnologica per rispondere alla crescente esigenza di visualizzazione e interazione con modelli tridimensionali digitali del patrimonio culturale, ha attraversato un importante processo di potenziamento all'interno del progetto H2IOSC. Tale percorso ha permesso di evolvere l'architettura di ATON come servizio per molteplici comunità scientifiche, venendo incontro alla richiesta diversificata, alle domande di ricerca emergenti e alle sfide future nel campo della digitalizzazione dei beni culturali.

Approccio proposto

Le sfide emerse in alcuni progetti recenti, hanno permesso – attraverso il progetto H2IOSC – di evolvere l'architettura del framework e del corrispettivo servizio E-RIHS (*ATON as a service*) offerto alle varie comunità scientifiche. Tale evoluzione non è puramente tecnica (come, ad esempio, offrire un maggior livello di integrazione con servizi esterni o maggiore interazione con cloud esistenti) ma introduce nuovi modelli che vanno incontro alla varietà e alle necessità di ricercatori e Industrie Culturali e Creative (ICC).

Tali modelli permettono di operare su due livelli di estendibilità: orizzontale e verticale. L'estendibilità verticale permette di creare rapidamente soluzioni per specifiche necessità/domini (es. diagnostica, architettura, etc.) ed erogarle in forma di web-app. Tale modello si è dimostrato negli ultimi anni un effettivo acceleratore per ICC, professionisti o ricercatori che necessitavano di sfruttare le potenzialità del framework ma con logica, interfaccia ed erogazione personalizzate. L'estendibilità orizzontale è rappresentata invece dai plugin (*flares*) che permettono di equipaggiare una o più applicazioni web con funzionalità specifiche (es. supporto a formati 3D non ufficiali, componenti di analytics, controllo remoto, etc.). Tali modelli di estensione seguono una architettura plug&play, fornendo quindi al *service provider* un meccanismo molto semplice per personalizzare l'istanza del framework sul proprio nodo, in base alle esigenze delle comunità di riferimento.

Discussione e conclusioni

L'evoluzione del framework ATON e del corrispettivo servizio E-RIHS schierato nella federazione H2IOSC hanno permesso di affrontare molteplici sfide ed opportunità emerse nel corso degli ultimi anni.

I nuovi modelli di estendibilità verticale e orizzontale stanno permettendo non solo una crescita nell'adozione del framework, ma anche l'offerta di strumenti di accelerazione per chi intende creare soluzioni *ad hoc* molto rapidamente per le proprie comunità di riferimento o per domini specifici.

La validazione di questi nuovi approcci è avvenuta sia tramite numerosi progetti nazionali e internazionali, sia attraverso le Trans-National/National Access (TNA/NA) call di H2IOSC, dove i progetti proposti hanno esibito una forte variabilità in termini di domini applicativi, di scala e modalità di fruizione – fornendo inoltre preziosissimi feedback. Sono pervenute proposte dall'ambito nelle neuroscienze, per la visualizzazione di rosette neurali al fine di comprendere la loro formazione ed evoluzione in condizione fisiologica e patologica; dall'archeologica, per la digitalizzazione, studio e diagnostica dei tessuti di mummie egizie animali; dal restauro, per la mappatura materico/patologica direttamente sui modelli 3D dei beni culturali; dall'architettura, per la ricostruzione di edifici non costruiti a partire da disegni d'archivio; e altro ancora.

L'adozione di standard e formati internazionali ha permesso inoltre ad ATON di integrarsi direttamente con progettualità internazionali con dati accessibili, come le collezioni 3D open-access dello Smithsonian, dataset elaborati da NASA JPL (es. Progetto *Dingo Gap* acquisito dal rover Curiosity), dataset realizzati dal dipartimento R&D del New York Times legati al giornalismo spaziale, e molto altro.

Tali evoluzioni sono state misurate anche in termini di crescita della comunità attorno al framework (+25%), consultazione del sito ufficiale (+42%) e il superamento dei 70.000 modelli 3D ospitati sull'istanza di riferimento dove è erogato il servizio E-RIHS (Area della Ricerca di Roma1).

Il nuovo modello di architettura investigato fornisce quindi strumenti avanzati ai *service provider* per ridisegnare rapidamente i perimetri della propria istanza, e affrontare le attuali o future richieste delle differenti comunità scientifiche di riferimento.

Reference

- Amadei, C.F., Massidda, M., Menconero, S., Gosti, G., Fanini, B. (2025). Early Stage of Community-Driven UI/UX Refactoring of the Open-Source ATON Framework. Digital Heritage 2025.
- Degl'Innocenti, E., Monachini, M., Bucciero, A., Pasini, E., Fanini, B., & Frontini, F. (2023). H2IOSC: Humanities and Heritage Open Science Cloud. La Memoria Digitale: Forme Del Testo e Organizzazione Della Conoscenza. Atti Del XII Convegno Annuale AIUCD, 63-64.
- Fanini, B., Gosti, G., Amadei, C.F., Menconero, S. (2025). Shaping a Web3D framework for different scientific communities: ATON as a service in H2IOSC. Digital Heritage 2025.

- Fanini, B., Ferdani, D., Demetrescu, E., Berto, S., d'Annibale, E. (2021). ATON: An Open-Source Framework for Creating Immersive, Collaborative and Liquid Web-Apps for Cultural Heritage. *Applied Sciences*, 11(22), 11062.
- Ammirati, L., Bordignon, A., Collina, F., Fabbri, F., Fanini, B., Ferdani, D., ... & Sullini, M. (2025). TRACE-ing the Gaps: Mapping Interventions on Incomplete 3D Meshes. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 3-11.
- Fanini, B., Massidda, M., Ferdani, D., Bonifazi, F., Magrini, D., Iannaccone, R., Barandoni, C. (2025). Interactive and immersive discovery of diagnostic processes on multi-layered 3D collections on the web: the MuLaX tool. *Digital Heritage 2025*.
- Minisini, V., Gosti, G., Fanini, B. (2025). The IlluminAI project: a deep neural network and immersive visualization system to enhance illuminated manuscripts. *Digital Heritage 2025*.
- Mune, C. D. (2022). Supporting 3D: Potential practices for the creation and preservation of 3D/VR in libraries. *Public Services Quarterly*, 18(3), 209-217.
- Pescarin, S., Aga, B., Fanini, B., Fedon, G. C., Ferdani, D., Graf, H., ... & Clay, A. (2025). Perceptive Enhanced Realities of Coloured Collections through AI and Virtual Experiences. In *EUROGRAPHICS WORKSHOP ON GRAPHICS AND CULTURAL HERITAGE*.