

ARCHEOMATICA

ANALISI MULTISPETTRALE SUL TABLET



ARCGIS PER I MUSEI CIVICI UMBRI

MUSEI MULTIMEDIALI E INTERATTIVI

RESTAURO VIRTUALE DI MOSAICI

ANALYSIS OF AN AMBER ARTIFACT

iPAD E TABLET PER L'INDAGINE MULTISPETTRALE DI OPERE D'ARTE

di Antonino Cosentino

L'iPad e *itablet* Android avranno un ruolo importante nel campo della diagnostica per le opere d'arte. Già trovano immediata applicazione nel settore della diagnostica per immagini. Le loro limitate risorse di memoria e processore possono essere superate utilizzando un web-server con *streaming tile-based* come IIPIImage che permette la transizione tra immagini multispettrali utilizzando un normale browser web.

I Pad e *tablet* Android troveranno larga applicazione nel campo della documentazione e dell'indagine di opere d'arte. Permetteranno di rendere gli interventi di conservazione, documentazione e restauro più semplici, veloci e collaborativi. La loro applicazione come sussidio per l'indagine multispettrale è immediata, dal momento che questi dispositivi sono stati creati proprio per rendere più facile la fruizione di contenuti multimediali, come appunto le immagini.

Il *tablet* trova già applicazioni sperimentali in alcuni musei per la fruizione sia da parte dei professionisti che del pubblico delle immagini multispettrali. Ci sono esempi di *app* sviluppate per esaminare immagini multispettrali come quella realizzata dal museo Kimbell Art Museum in occasione della mostra *Picasso and Braque: The Cubist Experiment 1910-1912*. I visitatori della mostra hanno avuto a disposizione 40 *iPad* con l'*app* *iCubist* caricata che permette di visualizzare le immagini all'infrarosso e all'ultravioletto di alcune opere selezionate così da notare dettagli altrimenti invisibili.

Questo articolo riporta le esperienze dell'autore nell'applicazione di questi dispositivi sia per l'uso professionale - nell'ambito della diagnostica per immagini - che per la fruizione da parte del pubblico interessato a osservare dettagli delle opere d'arte oltre il visibile. L'autore ha realizzato per il Museo d'Arte di Bergen, Norvegia, la documentazione multispettrale della collezione di J. C. Dahl (1788-1857) - considerato il padre della pittura norvegese di paesaggio - e la documentazione della collezione di dipinti e stampe di Edvard Munch (1863-1944). Questo museo è particolarmente interessato all'applicazione dei dispositivi mobili per aumentare l'interattività della visita e ha già una considerevole esperienza in questo campo con la realizzazione di



FIG. 1 - L'iPAD È UTILIZZATO PER VISUALIZZARE IL DISEGNO PREPARATORIO SU UN QUADRO DI J. C. DAHL, MUSEO D'ARTE DI BERGEN, NORVEGIA.

una mostra su Nikolai Astrup (1880-1928) che permette al visitatore di ricevere nuove informazioni sui quadri esposti utilizzando il proprio *iphone*. In figura 1 il personale del museo usa l'*iPad* per esaminare la documentazione multispettrale su J. C. Dahl.

DIAGNOSTICA PER IMMAGINI

Il contributo dei *tablet* sarà particolarmente importante per tutti quei metodi che richiedono l'esame d'immagini, come la diagnostica multispettrale [1], soprattutto quando ci sono più di una decina d'immagini da esaminare e confrontare. Ad esempio, nel caso del dipinto in figura 2, l'indagine realizzata dall'autore per un collezionista privato è composta da 11 immagini: ci sono 3 coppie di fotografie per il fronte e per il retro rispettivamente nel visibile [1], nell'infrarosso [2] e nella fluorescenza ultravioletta [3, 4] a cui si aggiungono - solo per il fronte - l'ultravioletto riflesso [5], l'infrarosso falso colore [6], l'infrarosso trasmesso [7, 8] e la fluorescenza infrarossa [9].

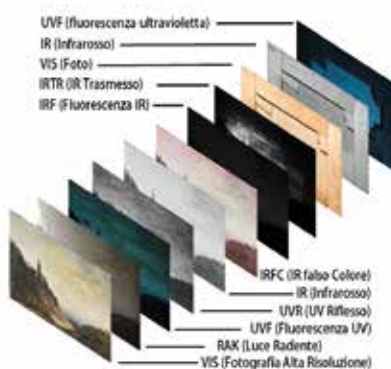


Fig. 2 - L'impiego di *tablet* è particolarmente utile nel campo della diagnostica per immagini dove è necessario confrontare più di 10 immagini per ogni singola opera d'arte esaminata. In questo esempio, olio su tela 20x10 cm, sono state acquisite 11 immagini multispettrali, 3 nel visibile, 5 nell'infrarosso e 3 utilizzando una sorgente ultravioletta.

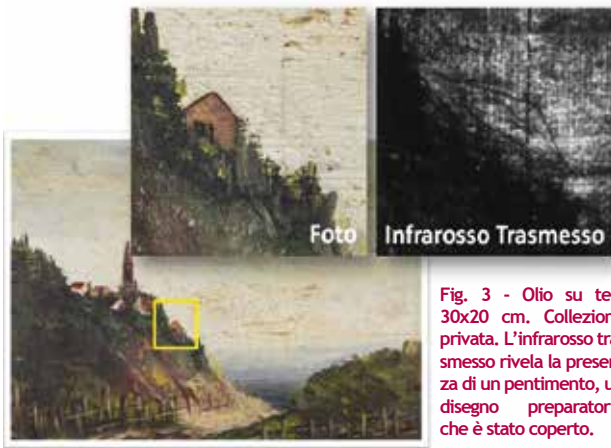


Fig. 3 - Olio su tela 30x20 cm. Collezione privata. L'infrarosso trasmesso rivela la presenza di un pentimento, un disegno preparatorio che è stato coperto.

L'accesso a servizi commerciali che si occupano della modificazione di fotocamere digitali per l'infrarosso e l'ultravioletto ad un costo contenuto sta rendendo popolare la diagnostica multispettrale. Solo le videocamere *InGaAs* continuano ad essere costose ma una fotocamera digitale modificata per l'infrarosso è soddisfacente per una buona parte dei pigmenti storici. Il costo dei filtri e delle sorgenti è anch'esso contenuto e le ottiche comunemente utilizzate per la fotografia possono essere utilizzate con buoni risultati. Le immagini multispettrali proposte in quest'articolo sono state realizzate dall'autore con strumentazione che viene utilizzata sia per l'insegnamento della materia che per relazioni diagnostiche multispettrali su opere d'arte. In sintesi, la strumentazione consiste in una camera Nikon D800 36MP modificata per infrarosso-ultravioletto, una camera *InGaAs* Merlin Indigo System, ottica Nikon 200 mm (per foto panoramica) e 85 mm e una testa automatica panoramica Gigapan Epic Pro. Il sistema panoramico composto dalla testa automatica e dall'ottica telefoto da 200 mm viene utilizzato per produrre immagini ad alta risoluzione tramite il processo di *stitching*, cioè di sovrapposizione e incollaggio di matrici d'immagini [10]. Le sorgenti utilizzate sono lampade alogene per il visibile e l'infrarosso, LED per la fluorescenza infrarossa e la lampada ultravioletta forense TIGERUV 790UV. Il set di filtri da 52 mm è costituito da un filtro X-NiteCC1 per la normale fotografia, un filtro infrarosso a 950 nm, un filtro B+W 486 per la fluorescenza ultravioletta ed il filtro B+W 403 per l'ultravioletto riflesso.

Nell'esame della serie d'immagini multispettrali è preferibile che quest'ultime siano state *registrate* - cioè siano perfettamente sovrapponibili. Infatti, l'uso di differenti filtri, ottiche e strumenti per il visibile, l'ultravioletto e l'infrarosso produce immagini con deformazioni e scale diverse che possono comunque essere corrette così da *registrarle* tutte.

Una volta che le immagini sono registrate e quindi facile estrapolare informazioni e arrivare a conclusioni valide perché si può valutare facilmente il comportamento di ogni singola area d'interesse alle diverse lunghezze d'onda e nei diversi metodi d'*imaging*. Così nell'esempio del quadro in figura 2, grazie alla sovrapposizione delle due immagini nel visibile e nell'infrarosso trasmesso, è facile riconoscere e distinguere il disegno preparatorio dall'esecuzione finale, figura 3.

Maggiori e più complete informazioni si possono estrapolare quando si comparano più di due immagini multispettrali. Figura 4 mostra un particolare dello stesso quadro che presenta un'anomalia già nella fluorescenza ultravioletta (UVF). Generalmente le macchie scure in un'immagine UVF rappresentano restauri recenti giacché la vernice e il legante che non hanno subito un processo d'invecchiamento



Fig. 4 - Dettaglio di un quadro ad olio su tela 30x20 cm. Sono riportate alcune delle tecniche d'*imaging* multispettrale il cui esame incrociato permette di ricavare maggiori informazioni che le singole immagini.

naturale sufficientemente lungo - si parla dell'ordine di almeno 50 anni - non presentano fluorescenza ultravioletta. Inoltre questa stessa area assorbe l'ultravioletto riflesso. Tra i pigmenti bianchi che hanno questo comportamento ci sono il bianco di titanio e il bianco di zinco, mentre il bianco di piombo riflette l'ultravioletto [5]. La figura 5 mostra le immagini multispettrali per i 4 più comuni pigmenti bianchi: bianco di titanio, bianco di zinco, bianco di piombo e gesso. Si vede l'assorbimento dell'ultravioletto da parte dei due bianchi moderni, bianco di titanio e bianco di zinco.

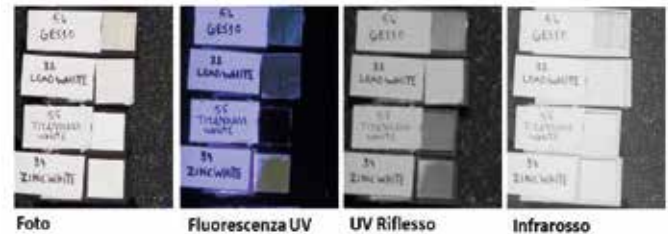


Fig. 5 - I quattro pigmenti bianchi di uso più comune stesi con gomma arabica e fotografati con quattro tecniche: fotografia normale, fluorescenza ultravioletta, ultravioletto riflesso, infrarosso. Dall'alto verso il basso i pigmenti sono: gesso, bianco di piombo, bianco di titanio, bianco di zinco.

Si può escludere che si tratti di bianco di zinco perché quest'ultimo mostra una caratteristica emissione di fluorescenza nel giallo. L'immagine nell'infrarosso conferma questa ipotesi in quanto l'area di interesse si presenta omogenea. Infatti, questi quattro pigmenti bianchi non mostrano alcuna differenza nell'infrarosso e nell'infrarosso falso colore, figura 5. Infine, una volta assodato che si tratta di un ritocco, l'infrarosso trasmesso ci permette di determinare se questo interessa solo la superficie o ci sono discontinuità in profondità nella preparazione pittorica. In questo caso l'infrarosso attraversa in maniera omogenea la tela e quindi suggerisce l'integrità del film pittorico. Infine, la fluorescenza infrarossa indica la presenza di pigmenti a base di cadmio che in questo tipo di fotografia appaiono come aree luminose. La figura 6 mostra possibili ritocchi a base di rosso sul drappo di un angelo.

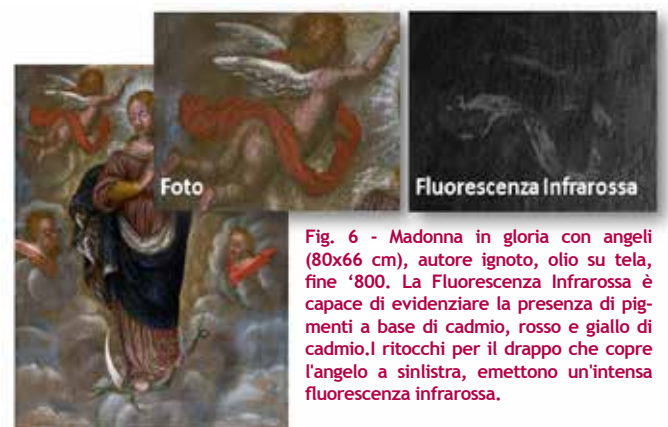


Fig. 6 - Madonna in gloria con angeli (80x66 cm), autore ignoto, olio su tela, fine '800. La Fluorescenza Infrarossa è capace di evidenziare la presenza di pigmenti a base di cadmio, rosso e giallo di cadmio. I ritocchi per il drappo che copre l'angelo a sinistra, emettono un'intensa fluorescenza infrarossa.

APP GRATUITE PER VISUALIZZAZIONE DI GALLERIE FOTOGRAFICHE

Ci sono diverse app gratuite per la visualizzazione di gallerie fotografiche come "immagini" che è installata di default su iPad. Questa è la soluzione più semplice ed economica per visualizzare immagini multispettrali su iPad per un confronto diretto con l'opera in esame, come in figura 6. Tuttavia, la dimensione delle immagini che possono essere caricate sull'iPad con questa e altre applicazioni è limitata. Infatti, durante il processo di trasferimento - in particolare per iPad con iTunes - le immagini vengono sotto dimensionate a circa il doppio della risoluzione dello schermo del dispositivo così da permettere un minimo di zoom. Per quest'articolo è stato utilizzato l'iPad 2 che ha una risoluzione dello schermo di 1024 x 768 pixel. Altre soluzioni per mantenere invariate le dimensioni delle immagini caricate su iPad o altro tablet non sono da perseguire. Le risorse di calcolo di questi dispositivi sono limitate se confrontate con un desktop e la gestione di grandi immagini rallenterebbe conseguentemente la fluidità della visualizzazione sul *touchscreen*. Queste app create per visualizzare fotografie scattate con macchine digitali commerciali vanno bene se ci si limita da una camera digitale da poco più di 10 megapixel. In questo caso, infatti, le dimensioni dell'immagine non vengono sacrificate con un processo di sotto dimensionamento. Per tutti gli altri casi si consiglia una soluzione che faccia uso di un web-server e di un processo di visualizzazione a "mattonella" (*streaming tile-based*) che mantiene fluida la visualizzazione di file immagine teoricamente di qualsiasi dimensione.

PHOTOSHOP TOUCH

Photoshop per desktop è utilizzato per la documentazione multispettrale in quanto permette di allocare le immagini multispettrali e già registrate di una stessa opera su livel-

li separati all'interno di uno stesso file *psd*. Questi livelli possono essere resi invisibili o parzialmente trasparenti a seconda che si voglia visualizzare o confrontare l'infrarosso, l'ultravioletto, infrarosso falso colore, etc., figura 7. Photoshop risulta quindi un valido strumento per esaminare una sequenza d'immagini multispettrali ed è ampiamente utilizzato nel settore. *Photoshop Touch* è la versione per iPad e tablet Android. Questa app ha un costo molto contenuto di meno di 10 euro e permette di disporre le immagini multispettrali su singoli livelli come la sua versione desktop. Tuttavia, al momento l'app permette solo di caricare immagini di dimensione massima 1024x768 pixel, cioè la risoluzione dell'iPad 2.

L'autore non ha ancora testato l'app su iPad 3 che ha una risoluzione dello schermo circa 4 volte maggiore. Comunque anche per *Photoshop Touch* vale quanto detto per le altre app di visualizzazione di gallerie fotografiche. La dimensione dei file immagini caricabili è limitata e la soluzione va cercata in un web-server.

WEB-HOSTING

Fin qui sono state presentate alcune app per visualizzare immagini multispettrali già caricate sui tablet. Molto più versatile è la possibilità di gestire immagini multispettrali caricate su un server di rete. In questo modo si può superare il problema della memoria e delle risorse di calcolo limitate di questi dispositivi mobili e inoltre si permette l'accesso alle immagini contemporaneamente a più utenti. Quest'ultimo è un grande vantaggio perché permette la collaborazione di tutti i soggetti coinvolti nel progetto d'indagine senza vincoli spaziali e temporali.

La diffusione di fotocamere con numero di pixel sempre maggiore - come la Nikon D800 da 36 MP utilizzata negli esempi riportati in questo articolo - e la possibilità di ot-



FIG. 7 - UNA QUALSIASI APP PER VISUALIZZARE GALLERIE FOTOGRAFICHE SU IPAD O ALTRO TABLET PERMETTE DI SOVRAPPORRE AGEVOLMENTE LE IMMAGINI MULTISPETTRALI (IN QUESTO ESEMPIO, ULTRAVIOLETTO RIFLESSO) ALL'OPERA DA ANALIZZARE PER UN ESAME IMMEDIATO E INTUITIVO.

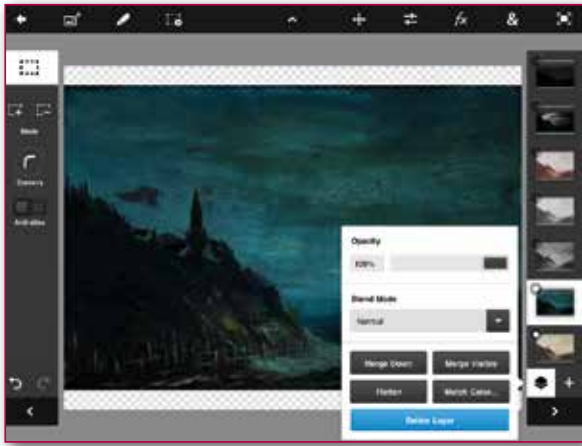


Fig. 8 - Photoshop Touch è la versione per iPad e tablet di Photoshop. Permette di navigare tra le immagini multispettrali caricate sui singoli livelli con funzioni zoom, e trasparenza.



Fig. 9 - Gigapan.com offre un servizio web-server per ospitare e gestire immagini di grandi dimensioni e distribuirle con il metodo streaming tile-based. La fruizione risulta estremamente fluida e gradevole.

tenere immagini a risoluzione ancora maggiore col metodo dello *stitching* fotografico dimatrici d'immagini rendono indispensabile l'implementazione di appositi server per ospitare e gestire questi *file* di grandi dimensioni.

Quanto segue non va confuso con servizi quali Dropbox.com che permettono di creare cartelle virtuali dove l'utente può caricare le immagini e condividerle con altri. Questo tipo di servizi funziona solo per immagini di dimensioni contenute perché per poter visualizzare l'immagine, questa dev'essere prima scaricata sul dispositivo mobile utilizzando una rete Wi-Fi. Si ritorna così a problemi precedentemente sottolineati.

Si cerca ora invece una soluzione per lavorare su *tablet* con molte immagini di grande dimensione. Si utilizza in questo caso il metodo implementato ad esempio da Google Maps per la visualizzazione satellitare. Un server trasferisce sul dispositivo che ne fa richiesta (*client*) solo la porzione d'immagine che interessa. In questo modo il dispositivo *client* non è sovraccaricato e la navigazione rimane fluida e rapida. Esistono diversi servizi di cui ci si può avvalere. Il primo che presentiamo è il server di Gigapan.com. Questa azienda commercializza il sistema innovativo per fotografia panoramica che l'autore utilizza per realizzare fotografia multispettrale e riflettografica infrarossa ad alta risoluzione. L'azienda, con lo scopo di promuovere la fotografia panoramica realizzata con il metodo dello *stitching*, mette a disposizione gratuitamente il loro server per caricare e fruire immagini di grandissima dimensione, anche dell'ordine del gigabyte.

Una volta caricate, le immagini possono essere visualizzate sul sito web dell'azienda con il metodo a mattonella (*streaming tile-based*) - una sezione per volta, figura 8. Questo sistema permette a chiunque in possesso del collegamento alla corrispondente pagina websul server gigapan.com di visualizzare le immagini multispettrali ad altissima risoluzione. In realtà le immagini possono essere visualizzate anche all'interno di altri siti web tramite il metodo *iframe*, inglobando un codice HTML in qualsiasi altra pagina web, figura 9 [11].

Utilizzando il server di Gigapan.com è infine possibile navigare le immagini utilizzando un qualsiasi browser web su *tablet* e iPad con la stessa fluidità che se le immagini fossero caricate sul proprio dispositivo. Tuttavia, Gigapan.com è consigliato solo per chi voglia provare queste tecnologie. Se si vuole invece utilizzare in maniera sistematica il *tablet* per esaminare le immagini multispettrali, come ad esempio, una ditta di diagnostica o un'istituzione come un museo, è allora certamente necessario passare a un server autonomo.



Fig. 10 - Gigapan.com permette di avere il codice HTML per inglobare un *iframe* all'interno di qualsiasi pagina web. In questo modo è possibile avere sulla stessa pagina tutte le immagini multispettrali di una stessa opera. La figura riporta una porzione della pagina web che ospita 8 *iframe* per altrettante immagini multispettrali [11].

La soluzione migliore è rappresentata dal server web IIPImage [12], una applicazione server gratuita e open source, figura 10. Una volta installata, permette di caricare qualsiasi immagine senza alcuna limitazione. IIPImage lavora bene con il *tablet* perché necessita di limitate risorse di sistema, cioè, processore e memoria. Le immagini (TIFF o JPEG2000) possono essere dell'ordine del gigabyte e sia a 8 che a 16 bit. È possibile anche aggiungere note alle immagini. IIPImage sta diventando uno standard in questo settore, infatti è già utilizzato da molte istituzioni come ad esempio: il C2RMF, the French National Restoration and Research Centre al museo del Louvre che usa IIPImage per gestire la sua collezione di 250.000 immagini digitali; la National Gallery, Londra; The Rembrandt Database gestito da The Netherlands Institute for Art History, il Musée d'Orsay, progetti internazionali quali Raphael Research Resource. I collegamenti a questi e molti altri esempi si possono trovare sul sito di IIPImage.

IIPImage ha l'importantissimo vantaggio di permettere la sovrapposizione e la variazione di trasparenza tra due livelli multispettrali, così come avviene tra i livelli di Photoshop ma con la possibilità di gestirla su internet utilizzando solo il browser [13]. Questo video riassume quanto fin qui detto riguardo l'uso di dispositivi mobile nel campo della diagnostica per l'arte [14].



Fig. 11 - IIPImage è una applicazione gratuita e open source che una volta installata su un web server permette all'utente di caricare serie di immagini multispettrali di qualsiasi dimensione e di visualizzarle in trasparenza così come su Photoshop. Edvard Munch (1895), Death Bed. Fluorescenza Ultravioletta. Una cortesia del Museo D'Arte di Bergen, Norvegia.

CONCLUSIONI

È auspicabile l'implementazione di alcune funzioni su IIPImage espressamente per il multispettrale e per la diagnostica delle opere d'arte. Ad esempio, la possibilità di caricare oltre ai livelli dell'imaging multispettrale anche uno per contenere dati puntuali come le sezioni stratigrafiche dei micro campionamenti o gli spettri acquisiti con le varie metodologie analitiche. Altrettanto utile sarebbe introdurre un livello per le annotazioni e alcune funzioni di misura. La possibilità di misurare aree su una superficie pittorica tornerebbe utile per quantificare rapidamente il tempo necessario a un intervento di restauro.

Sicuramente ci saranno sviluppi sull'uso dei tablet anche in altri ambiti come ad esempio la RTI (Imaging di Trasformata di Riflettanza) di cui ancora non è al momento disponibile un'app per visualizzare un modello RTI su tablet.

RIFERIMENTI

- [1] AA.VV., "The AIC guide to digital photography and conservation documentation - second edition" Jeffrey Warda editor, American Institute for Conservation, 2011.
- [2] Creagh D.C. Bradley D.A. "Radiation in Art and Archeometry" Elsevier, 2000, pp 40-55.
- [3] Savage G. "Forgeries, fakes, and reproductions, a handbook for collectors" London, White Lion Publishers Ltd., appendix 3, 1976.
- [4] Rorimer J.J. "Ultraviolet rays and their use in the examination of works of art" Metropolitan Museum of Art; 1st Ed. Edition, 1931.
- [5] Aldrovandi A., Buzzegoli E., Keller A., Kunzelman D. "Investigation of painted surfaces with a reflected UV false color technique. Art'05 - 8th International Conference on "Non Destructive Investigations and Micronalysis for the Diagnostics and Conservation of the Cultural and Environmental Heritage" Lecce (Italy), May 15th - 19th, 2005.
- [6] Moon T., Schilling M. R., Thirkettle S. "A Note on the Use of False-Color Infrared Photography in Conservation" Studies in Conservation, Vol. 37, No. 1, pp. 42-52, 1992.
- [7] Kushel D. A. "Applications of Transmitted Infrared Radiation to the Examination of Artifacts" Studies in Conservation, Vol. 30, No. 1, pp. 1-10, 1985.
- [8] Moutsatsou A., Skapoula D., Doulgeridis M. "The Contribution of Transmitted Infrared Imaging to Non-Invasive Study of Canvas Paintings at the National Gallery - Alexandros Soutzos Museum, Greece" e-conservation magazine 22 pp. 53-61, 2011 <http://www.e-conservationline.com/content/view/1038>
- [9] Bridgman C. F., Gibson H. L. "Infrared Luminescence in the Photographic Examination of Paintings and Other Art Objects" Studies in Conservation, Vol. 8, No. 3, pp. 77-83, 1963.
- [10] Cosentino A. "A practical guide to Panoramic Multispectral Imaging" e-conservation Magazine, 25, pp 64-73, 2013.
- [11] Esempio di iframe e gigapan.com server. <http://www.antoninocosentino.it/multispectral%20imaging.html>
- [12] Server webIIPImage. <http://iipimage.sourceforge.net>
- [13] Esempio di immagini multispettrali su Web-server IIPImage <http://www.antoninocosentino.it/Edvard%20Munch.html>
- [14] <http://vimeo.com/54095417>

ABSTRACT

The iPad and Android iTablet will have an important role in the field of diagnostic works of art. Already are immediately applicable in the field of diagnostic for imaging. Their limited resources of the processor and memory can be overcome by using a web-server with tile-based streaming as IIPImage that allows the transition between multispectral images using a standard web browser

PAROLE CHIAVE

BENI CULTURALI; INDAGINI MULTISPETTRALI; IPAD TABLET

AUTORI

ANTONINO COSENTINO
CULTURAL HERITAGE SCIENTIST, PhD PHYSICIST
ANTONINOCOSE@GMAIL.COM

sjm Tech

3D Technologies & Multimedia

Soluzioni 3D
per la valorizzazione
dei **Beni Culturali**

- Trattamento dati cartografici e laser scanner
- Modellazione 3D fotorealistica
- Visualizzazione 3D real-time, tour virtuali
- Sviluppo applicazioni 3D interattive multiplatforma



www.sjmtch3d.com | info@sjmtch3d.com



Discover

Technical Photography kit

Click NOW
For More Info!



chsopensource.org

Scientific Examination for Works of Art

Authentication, Conservation, Documentation

Learn with us: **training programs**
For your laboratory: **tools**
Onsite Art Examination: **service**