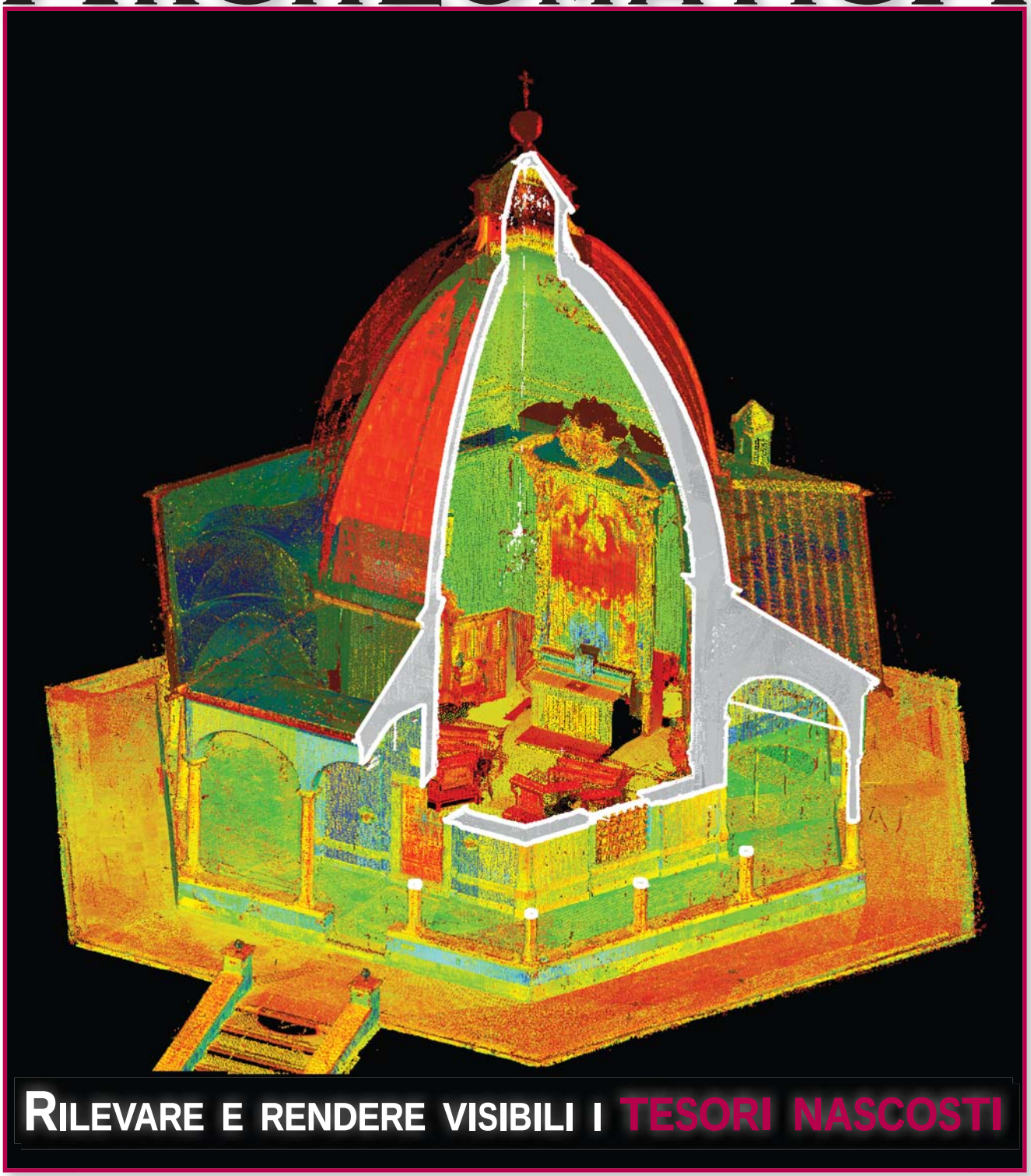
Anno I - Numero III

settembre 2010

Tecnologie per i Beni Culturali

ArcheomatiCA



Rilevare e rendere visibili i tesori nascosti

Un'esperienza sensoriale: i colori dell'Ara Pacis

Risparmio energetico: è la volta dei musei dalla gestione etica

Semantic WIKI per la protezione dei BBCC

L'evoluzione dell'immagine: dalla pittura rupestre all'energia autopoietica

Il Patrimonio Culturale Audiovisivo: il Restauro Digitale

di Desirèe Sabatini

La memoria filmica del passato è conservata sui nastri custoditi negli archivi e nelle cineteche. Con il passare del tempo i supporti magnetici si deteriorano e il rischio di perdere un immenso patrimonio documentale e culturale è elevato. Attraverso l'utilizzo di tecniche e strumenti adeguati si può procedere con il restauro digitale degli audiovisivi al fine di renderli fruibili per qualsiasi utente. Il nuovo documento audiovisivo prevede un'archiviazione digitale e un restauro adeguato sia alla natura elettronica del supporto originale che al repertorio storico, sociale e culturale che preserva.

Attualmente è in corso, presso il Centro Teatro Ateneo, Centro di Ricerca sullo Spettacolo della Sapienza - Università di Roma, uno studio finalizzato al restauro digitale inteso come operazione di rimozione di sporco e disturbi di audiovisivi prevalentemente teatrali di rilevanza storica, in possesso dello stesso archivio del Centro ma non solo, conservati soprattutto su supporto magnetico (bobine da 1", bobine da ½", cassette ¾" U-Matic, BVU, BetacamSP, Hi8, Betamax VHS, S-VHS, Betamax, ecc.)[1], con l'utilizzo della macchina Revival da Vinci[2].

Gli studi del Centro di Ricerca, incentrati sulle tecnologie digitali applicate allo spettacolo, hanno condotto negli ultimi tre anni ad un'analisi scientifica dei materiali d'archivio dell'Università di differente formato e stato di deterioramento avviando così una successiva selezione e catalogazione dei disturbi tipici dei diversi formati e una rilevazione dei principali problemi dell'immagine cinetica. Questa analisi programmata nasce dalla necessità di modificare l'attuale situazione dell'area dell'audiovisivo e del multimediale nazionale ed internazionale, che ha visto un incremento notevole nella ricerca di nuove metodologie di recupero per le pellicole cinematografiche tralasciando la conservazione degli audiovisivi elettronici. Vi è stata quindi un'operazione culturale e commerciale molto importante e ne sono la prova i numerosi progetti europei finalizzati alla costituzione di consorzi di società, imprese, cineteche ed Università, tutti rivolti al recupero e alla fruizione dei nostri patrimoni artistici. Questi progetti hanno però favorito la nascita di una nicchia, un mercato chiuso, che riguarda solo le cineteche cinematografiche e le grandi società che sono in grado di gestire formati 2k e 4k[3], scansioni delle pellicole e che hanno a disposizione laboratori cinematografici dedicati ai lavaggi chimici della pellicola. In verità, esiste in Italia un patrimonio culturale audiovisivo strettamente connesso all'area elettronica e per il quale il recupero di supporti analogici su nastro magnetico diventa fondamentale. Si è aperto così un nuovo ambito che può dare aiuto a garantire la sopravvivenza di archivi, in Italia sono la maggioranza, che rischiano di scomparire a causa del deterioramento del nastro e che oggi non possono basare più il processo di salvataggio dei materiali sul semplice processo di riversamento, copia dopo copia sempre più scadente.

Figura 1- Disturbi di natura elettronica.

Attualmente gli archivi audiovisivi procedono nel recupero dei materiali su supporto analogico attuando delle catene di riversamento da un supporto ad un altro; in media un supporto molto diffuso come il *dvcam* dura cinque anni e ciò evidenzia in che modo questa catena non debba mai cessare il suo operato e soprattutto debba essere ben funzionante. Ad esempio, le macchine devono ricevere una manutenzione regolare per evitare problemi di testine o sganci di nastri, ecc. Se pensiamo a supporti come BVU, bobine da 1" o D2, introdotti sul mercato dopo gli anni '70, dobbiamo anche valutare quanto ormai siano obsolete anche le macchine di lettura e di riversamenti e quanto, di conseguenza, siano alti i costi di mantenimento e gestione delle stesse. Se gli archivi non possono affrontare spese notevoli per la sostituzione dei pezzi di queste macchine o per l'intervento di tecnici formati proprio su questo tipo di strumentazione, la catena di riversamento non garantisce più il salvataggio di copie di ottima qualità, e accade che tra una copia e l'altra si inseriscano artefatti ex novo. È indispensabile dunque intervenire digitalmente con programmi che, grazie all'utilizzo di sofisticati algoritmi, individuano i difetti tipici dell'immagine e li rimuovono in modalità automatica e semi-automatica. Le società che producono sistemi specifici per la fase di *digital restoration* hanno sviluppato dei *tool* in grado di eliminare le anomalie più diffuse delle vecchie pellicole come ad esempio, tra i danni più diffusi, il restringimento, l'instabilità, il decadimento dei fotogrammi, gli sbalzi di luce, la grana, la presenza di polvere e graffi e il decadimento dell'emulsione e del colore.

Gli algoritmi presenti nel software di restauro digitale, prendendo in esame una sequenza, riescono ad analizzare il movimento presente all'interno dei fotogrammi e poi identificano gli elementi estranei alla scena, come macchie o graffi, e trovano dei valori medi per correggere il pompaggio luminoso, ossia le differenze di luminosità, e la stabilizzazione.

Il film registrato su nastro magnetico possiede solo alcune delle anomalie riscontrate nella pellicola, per di più le meno diffuse; esistono infatti ulteriori disturbi di natura elettronica non sempre riconosciuti da specifici algoritmi che possono essere eliminati solo con l'utilizzo di più tool combinati insieme. Il deterioramento dei nastri è causato dalla loro sensibilità alle polveri e alle sostanze organiche, come anche la muffa e la luce, e produce una serie di disturbi come il *noise*, ossia il rumore video simile a una specie di polvere uniforme, o come l'alone biancastro intermittente, tipico dei VHS, presenti entrambi su tutta l'area del fotogramma; altri disturbi come il *drop*, tipico errore di codifica[4], i graffi e le macchie, elementi estranei all'immagine, e la crominanza, sono tutti visibili su delle aree limitate dell'immagine. Infine il difetto elettronico più diffuso si mostra con una riga orizzontale, sempre diversa nella forma o nel colore, intera o ad intermittenza a seconda che si tratti di un danneggiamento trasversale, o di un semplice trascinamento, o di uno sgancio con sincronismo verticale, o di un problema di *tracking* o di *dropout*.

Spesso i formati elettronici contengono materiale originariamente girato e stampato in 16 mm e solo successivamente riversato su nastro magnetico, che, quindi, può contenere oltre i disturbi elettronici anche i danni tipici della pellicola; in questo caso l'operazione di restauro sull'immagine elettronica prevede la rimozione di graffi e spuntinature, la ricostruzione di giunte danneggiate, la stabilizzazione o il *de-flicker*[5] e ogni altra anomalia propria del materiale cinematografico che si presenti sulle sequenze al fine di restituire un aspetto il più possibile vicino allo stato originale.

La ricerca delle attuali innovazioni tecnologiche in ambito umanistico, fondamentale approfondimento nell'ambito del Restauro e della Conservazione dei Beni Culturali, è dunque necessaria per una futura documentazione digitale del patrimonio culturale audiovisivo, per renderlo fruibile a qualsiasi utente; il nuovo documento audiovisivo prevede al tempo stesso un'archiviazione digitale e un restauro adeguato sia alla natura elettronica del supporto originale che al repertorio storico, sociale e culturale che preserva.

PROBLEMATICHE DI NATURA TECNOLOGICA

Il materiale presentato in questa sede proviene da filmati precedenti agli anni '90, il periodo di riferimento è 1975-1988. I contenuti riguardano spettacoli teatrali, prove d'attore e repertorio d'antropologia teatrale, tutti materiali originali, che non hanno copie e che quindi necessitano di un recupero urgente per evitarne la perdita definitiva. Alcuni di questi materiali contengono delle sequenze provenienti da vecchi 16 mm non più ritrovati.

Per il processo di restauro si ricorre al software americano *Revival* della Da Vinci, che prevede l'utilizzo di tavoletta e penna grafica; esso si basa su algoritmi creati da team specializzato di ingegneri e studiati esclusivamente per i disturbi della pellicola eccetto che per il rumore e per i drop. La particolarità che distingue questa strumentazione dalle altre in commercio non è solo legata alla grande capacità di calcolo delle *randerfarm*[6], ma anche alla possibilità di applicare un algoritmo su una intera sequenza. Se i software ed i *plugin* più diffusi possono applicare un filtro, ad esempio di rimozione di un graffio, solamente su di un fotogramma alla volta e manualmente, al contrario questo calcolatore professionale, dopo la scelta dei parametri di aggressione da parte dell'operatore, applica la rimozione per tutta la durata del difetto sull'immagine, calcolando autonomamente lo spostamento del disturbo all'interno della sequenza ed il tipo di intervento da effettuare su ogni fotogramma. La capacità di calcolo, in modo veloce ed autonomo, offre un risparmio notevole di tempo e mano d'opera che contano molto per una struttura che basa la propria attività sul restauro. Non tutti i disturbi vengono eliminati con i comandi automatici, infatti gli algoritmi a volte scambiano un elemento interno alla scena come un disturbo creando un nuovo artefatto e per risolvere il problema l'operatore procede in una seconda modalità semi automatica, con strumenti simili alla prima ma che consentono di fare un intervento con operazioni interattive e solo su aree limitate dell'immagine.

Il *workflow* si avvia con il materiale processato 1 a 1 senza compressioni e di conseguenza senza ulteriori danneggiamenti, all'interno di una postazione di editing collegata tramite rete locale al Revival; quando l'immagine elettronica arriva nella macchina di restauro è già stata convertita in formato DPX, *Digital Picture Exchange*, formato di file per le immagini del cinema digitale e viene organizzata in una partizione dedicata in base alla sua risoluzione.
Prendiamo in esame una sequenza di 30.000 fotogrammi della versione originale in pollice dello spettacolo "Le Troiane", di Thierry Salmon, filmato nel 1988 a Ghibellina la sera del debutto.

SUDDIVISIONE IN SCENE DEL MATERIALE VIDEO

La prima operazione che è opportuno effettuare è la suddivisione della sequenza in scene attraverso lo *Scene Cut*, strumento che suddivide il file mediale in modo automatico, in base alle variazioni di luminosità che rileva in lettura. I tagli ottenuti corrispondono quasi sempre ai reali cambi di scena, ma è indispensabile procedere con un controllo manuale e, passando con i comandi veloci di tastiera da un *cut* all'altro, correggere i tagli imprecisi, aggiungere quelli mancanti e quindi personalizzare lo Scene Cut in base al contenuto del filmato. Le operazioni di caricamento, modifica e salvataggio dei cut, sono concentrate in una finestra nella quale si può accedere in qualsiasi fase del lavoro.
Ottenute le diverse scene è possibile visualizzarle separatamente attraverso l'utilizzo dei *batch* e in seguito applicare su ogni singola parte più tool contemporaneamente.

PROCESSO DI RESTAURO DIGITALE

In ambito cinematografico e video, con le attuali tecnologie digitali, il film può essere controllato con i nuovi software di elaborazione dell'immagine. Il processo intermedio di digitalizzazione, definito digital intermediate, prevede la scansione della pellicola o la cattura del video analogico, trasformandoli in file digitali, in una sorta di film numerico sul quale è possibile intervenire per modificarne il contenuto grazie all'utilizzo di un workflow mirato (lo stesso processo è alla base della creazione degli effetti visivi del cinema).
Completato il lavoro, il film può essere stampato nuovamente su pellicola e il video può essere editato in qualsiasi formato.
Il software Revival è utilizzato, come altri software di restauro, in questa fase intermedia del processo ed è composto da una serie di tool costruiti su algoritmi nati per calcolare matematicamente i difetti e i disturbi dell'immagine e rimuoverli nel modo migliore.
Le modalità di calcolo sono diverse; la prima agisce in modo automatico, consentendo all'operatore di scegliere lo strumento adatto al disturbo evidenziato e di variare alcuni parametri dell'algoritmo selezionato, ma che generalmente riguardano il grado di aggressione d'intervento. La seconda agisce in modo semi-automatico, consentendo un intervento maggiore e prendendo in esame più fotogrammi consecutivi nello stesso processo di pulizia; l'ultima modalità è interattiva, gestita manualmente dall'operatore ma applicata su ogni singolo fotogramma.
Grazie ai software di restauro con algoritmi di calcolo sempre più sofisticati e sensibili al contenuto dell'immagine, è possibile eliminare gran parte dei maggiori disturbi della pellicola e del video.

Figura 2 - Processo di estrapolazione dei punti idonei alla stabilizzazione.

STABILIZZAZIONE DEL QUADRO

In ogni scena si attua un lavoro di stabilizzazione del quadro dell'immagine per evitare uno spostamento dovuto a sbalzi, slittamenti ma anche movimenti accidentali o vibrazioni della camera spesso non fissata su cavalletto. Gli algoritmi dedicati alla stabilità estrapolano dall'immagine, solitamente dal primo fotogramma del *batch*, un certo numero di punti di riferimento selezionati manualmente e attuano il riposizionamento di tutti i fotogrammi seguenti. Nella maggior parte delle sequenze processate l'intervento è effettuato per i movimenti verticali (V), orizzontali (H) e per spostamenti in avanti e indietro (Z), con un grado d'intervento *Smooth*, finalizzato quindi a ridurre lievi ondeggiamenti. I punti fissi selezionati riguardano la parte di sfondo dei quadri, dove si vedono scalinate e scenografie immobili; sono evitate le figure delle attrici, perché il loro movimento può essere calcolato dal software nell'allineamento dei frame producendo un ulteriore slittamento. L'*aggression*, la potenza di calcolo dei punti estrapolati indicata per le sequenze, non supera mai il livello medio a causa di un movimento della macchina di ripresa frequentemente utilizzata a mano.

MESSA A FUOCO DEL SOGGETTO

Il materiale non necessita di un'operazione di *de-flikering* perché la registrazione magnetica non mostra differenze di luce fra le diverse inquadrature, ma sono presenti delle sfocature che rendono le immagini, in questo caso il volto ed il corpo delle attrici, poco nitide e che sono rimosse aumentando il contrasto con il filtro automatico *Aperture*. La possibilità di intervenire sui parametri dello strumento sono limitate al valore di aggressione, lo *Strength*, e al livello di contrasto utilizzato, il *Kernel Size*, in base al grado di sfocatura presente.

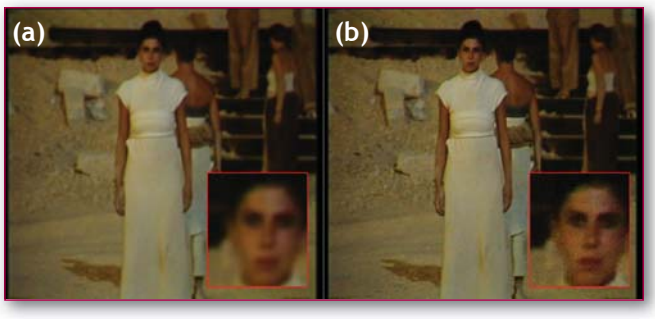


Figura 3 - Frame originale (a) e frame con filtro Aperture (b).

Figura 4 - Frame con spuntinature.

Il restauro digitale procede con la risoluzione dei danni più tipici del video elettronico: la riga orizzontale, intera o ad intermittenza, derivante dai problemi di trascinamento e di tracking dei videoregistratori; la presenza di fotogrammi danneggiati a causa dell'assenza di segnale; infine il rumore video, proprio delle immagine video sporche e sgranate.

ELIMINAZIONE DI POLVERE E PUNTI

Prima di procedere con i singoli interventi di ricostruzione dell'immagine e rimozione del rumore si procede con un'operazione di pulizia dello sporco come polvere o puntini con lo strumento *Dirt Removal*, in grado di identificare come sporco e spuntinature di un'immagine ogni mutamento temporale della luminosità. I parametri utilizzati riguardano la grandezza della particella che si vuole rivelare[7], il grado d'intervento, da *Low* a *Very High*, la selezione del colore e la tipologia di riconoscimento dello sporco in base al movimento contenuto nell'immagine, definita *Detection*. Generalmente i film teatrali contengono poche scene fisse ed il movimento continuo può ingannare il software portando a riconoscere, ad esempio, il rapido spostamento di una mano come un cambiamento luminoso improvviso, assente nelle immagini precedenti e successive, e quindi provocando una rimozione di una parte dell'immagine e generando un artefatto. Per evitare di produrre manipolazioni di questo genere e cercare di preservare il più possibile il contenuto, si imposta il parametro Detection in modalità *Light* per consentire agli algoritmi impegnati nell'analisi di eseguire i calcoli in modo più lento e approfondito. Nelle sequenze in cui la rimozione automatica delle spuntinature non è stata eseguita interamente o essa ha prodotto comunque degli artefatti, la rimozione viene effettuata attraverso il pannello interattivo con i *Toolset ROI* (*Region of Interest*), eliminando ogni spuntinatura singolarmente, fotogramma per fotogramma.

Figura 5 - Particolari di immagini rigenerate con accanto le scene di riferimento.

RIGENERAZIONE DEI FOTOGRAMMI DANNEGGIATI

Una volta che i differenti *bacht* hanno ricevuto un primo intervento di restauro si procede con le operazioni più delicate di rimozione delle righe orizzontali e di ricostruzione dei fotogrammi danneggiati con la combinazione degli strumenti interattivi *Splice Demage* e *Reveal-Brush*. Trovato il fotogramma danneggiato si utilizza il tool Splice Demage per effettuare un'interpolazione con i pixel dei fotogrammi limitrofi con valori di settaggio *High* o *None*, adatti entrambi per le scene con molto movimento. Se il movimento o il decadimento del fotogramma non rendono perfettamente la rigenerazione si termina l'intervento sul frame con il tool Reveal-Brush, il pennello digitale che consente un intervento minuzioso e preciso.

RIMOZIONE DEL RUMORE ELETTRONICO

L'ultimo intervento con lo strumento *Grain-Noise* serve a rimuovere il rumore elettronico attraverso un'analisi temporale dei frame della sequenza e con l'identificazione del disturbo. I parametri del *tool Noise* devono essere impostati in base alla tipologia dell'immagine; con lo strumento *Noise Level* si sceglie la tipologia di calcolo temporale

GLI ARCHIVI AUDIOVISIVI TEATRALI

Nella storia dello spettacolo del Novecento si è sempre più diffusa la necessità di riprendere e, successivamente, riprodurre l'evento teatrale. Esiste, infatti, una produzione filmica variegata, che spazia dal film teatrale puramente etnologico e antropologico, con le riprese di feste, rituali e cerimonie, alla ripresa oggettiva dello spettacolo. I generi teatrali diventano in video, dagli anni Sessanta in poi, audiovisivi di seminari, performance, spettacoli, prove di attori e di compagnie portando, in tutta Italia, alla nascita incontrollata e non riconosciuta di archivi dedicati. Negli ultimi anni, grazie ai nuovi processi di digitalizzazione, c'è una maggiore attenzione al riconoscimento di questi archivi e i loro tesori filmici stanno venendo alla luce, mostrando nuovi documenti di primaria importanza per gli studi teatrali e, più in generale, per la cultura italiana. Questo patrimonio teatrale evidenzia subito uno stato di degradazione, risultato di una non sempre corretta conservazione del supporto video, che comporta oggi un urgente recupero e un successivo restauro, sempre maggiormente accessibile grazie alle nuove tecnologie digitali. Alcuni Istituti di Ricerca Universitari hanno compreso presto l'urgenza di un intervento mirato, che porti al restauro dell'immagine filmica, ma che rispetti anche la specificità del contenuto. In questa direzione si muove la ricerca del direttore del Centro Teatro Ateneo F. Marotti e dalla dott.ssa D. Sabatini, finalizzata inizialmente allo studio degli audiovisivi teatrali presenti presso l'archivio del Centro, ma che oggi comprende anche l'analisi di filmati teatrali di altri Istituti che non dispongono della tecnologia necessaria al processo di restauro.

effettuato, con il *Number of Frame* è fissato il numero dei fotogrammi prossimi al frame corrente che devono essere impegnati nel calcolo temporale, ed infine, si decide la grandezza di intervento del *Patch Size* impostando il calcolo, se il rumore investe il fotogramma a zone, su un gruppo di pixel, altrimenti si disattiva direttamente il tool.
Dopo una finale verifica per rilevare e correggere ulteriori manipolazioni o disturbi creati nel corso dei calcoli di pulizia e ricostruzione, i bacht restaurati sono esportati singolarmente, tramite la rete locale del laboratorio sulla postazione esterna di postproduzione; la correzione colore, la sincronizzazione e la finalizzazione su memoria o supporto digitale del film teatrale sono attuate con i software della suite *Final Cut Pro* (Apple).

GLOSSARIO SOFTWARE REVIVAL

- *Digital restoration*: processo di eliminazione di disturbi e danni della pellicola effettuato interamente con apparecchiature digitali.
- *Toolset ROI (Region of Interest):* pannello interattivo che consente di effettuare una rimozione in modalità interattiva, eliminando ogni spuntinatura singolarmente, prendendo come riferimento i fotogrammi precedenti o successivi.
- *Stabilization*: si riferisce alla possibilità di intervenire e correggere l'instabilità del quadro.
- *De-flicker*: evidenzia ed eliminare le differenze di luce fra i diversi fotogrammi di una scena.
- *Noise*: rumore video simile a una specie di polvere uniforme.
- *Scene Cut*: strumento che suddivide il file mediale in modo automatico, in base alle variazioni di luminosità che rileva in lettura.
- *Aperture*: filtro automatico che consente l'aumento del contrasto dell'immagine.
- *Dirt Removal*: strumento in grado di identificare ogni mutamento temporale della luminosità come sporco e spuntinature di un'immagine.
- *Splice Demage*: strumento essenziale per effettuare la ricostruzione di fotogrammi lacerati.
- *Grain-Noise:* strumento utilizzato per rimuovere il rumore elettronico.

BIBLIOGRAFIA

- Comencini L. e Pavesi M. (2001), *Restauro, conservazione e distruzione del film*, Milano, Editrice Il Castoro.
- Loiperdinger M. (2003), *Historical-Critical Editions of Films on DVD and the Internet. Proceedings of the First International Trier Conference on Film and New Media*, WVT Wissenschaftlicher, Verlag Trier.
- Da Vinci, *Revival Operations Manual*, software version 5.2, October 2007.

NOTE

1. Rappresentano gli standard analogici broadcast più diffusi in ambito audiovisivo e sono utilizzati per il trasporto, da una macchina ad un'altra, del segnale video e audio.
2. Si tratta di una *work-station* digitale dedicata al restauro e composta da un hardware e un software, Revival, con sistema operativo *Linux*, specifici per l'analisi ed il ritocco di immagini in movimento e in grado di gestire risoluzioni elevate come quelle di una pellicola cinematografica.
3. I formati 2k e 4k indicano la definizione di un'immagine in ambito digitale; se in ambito analogico la definizione è stabilita in base alla quantità di dettagli presenti in un fotogramma, nell'immagine digitale essa è rappresentata dalla risoluzione, indicata in base al numero di pixel contenuti. Tra tutti i formati il 2k e il 4k hanno una risoluzione del frame maggiore, rispettivamente di 2048x1556 e 4096x3112.
4. Il drop è il risultato di un problema di codifica nel processo di conversione analogica-digitale ed è visibile in una parte limitata dell'immagine.
5. Rappresenta le variazioni d'intensità di luce dell'immagine.
6. Insieme di processori collegati al fine di eseguire, in poco tempo, processi di calcolo complessi.
7. I valori della grandezza di un pixel variano da un minimo di 5 pixel e un massimo di 40 pixel.

ABSTRACT

Digital restauration of the magnetic tape

This article describes the digital restauration of the magnetic tape recording of Thierry Salmon's mise en scène of "Le Troiane" (1988). The work which has been done on the tape is an example of the research on digital restauration that CTA – a Performance Studies research centre of the Sapienza, University of Rome - is carrying on using the American software Revival da Vinci. In order to remove electronic defects - such as noises, flashing white halations, drops, scratches and stains, chrominance and horizontal lines - algorithms have been tested on audiovisual documents relating to theatre shows, actors performances and theatre anthropology and which have been recorded before 1990 on magnetic tape (bobine da 1", bobine da ½", cassette ¾" U-Matic, BVU, BetacamSP, Hi8, Betamax VHS, S-VHS, Betamax etc.).

PAROLE CHIAVE

Restauro audiovisivo, restauro pellicola, digital restoration.

AUTORE

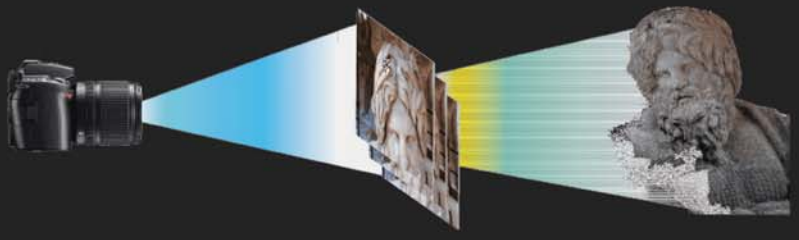
DESIRÉE SABATINI

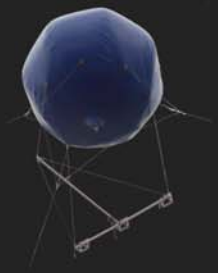
DESIREE.SABATINI@UNIROMA1.IT

Laureata in Lettere presso il dipartimento di Arti e Scienze dello spettacolo, Sapienza Università di Roma, dal 2003 è Video Editor, realizza numerosi documentari culturali e teatrali e montaggi di spettacoli teatrali e dal 2004 è collaboratore esterno per la Rai. Dal 2007 è Docente di Istituzioni di Regia Digitale presso la Facoltà di Scienze Umanistiche dell'Università degli studi di Roma "La Sapienza".

MENCISOFTWARE

ZSCAN





3D Photo Scanner

ZScan é un sistema per l'analisi dimensionale di Beni Culturali mediante l'uso di immagini.

ZScan realizza modelli 3D a nuvola di punti caratterizzati da elevata accuratezza geometrica e fedeltà cromatica.

ZScan é il modulo base per una serie di estensioni specializzate, in grado di adeguarsi al particolare contesto applicativo, al variare della configurazione hardware.

ZScan produce modelli 3D completi a 360° grazie ad un processo automatico di ricomposizione bundle.
Uno specifico piatto rotante facilita la fase operativa di ripresa fotografica.

ZScan é uno strumento estremamente versatile, pratico e maneggevole.

La facilita' d'uso e l'applicabilità a scale ed in contesti applicativi diversi, rende ZScan uno strumento unico per rilevare, documentare e monitorare i Beni Culturali anche dall'alto o sott'acqua.

www.menci.com/zscan