



Consiglio Nazionale delle Ricerche  
Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni

# Attività di ricerca sul Digital Film Restoration all'ICAR-CNR

Lucia Maddalena

**RT-ICAR-NA-2019-07**

**luglio 2019**



Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni (ICAR)  
– Sede di Napoli, Via P. Castellino 111, I-80131 Napoli, Tel: +39-0816139508, Fax:  
+39-0816139531, e-mail: [napoli@icar.cnr.it](mailto:napoli@icar.cnr.it), URL: [www.icar.cnr.it](http://www.icar.cnr.it)



Consiglio Nazionale delle Ricerche  
Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni

# Attività di ricerca sul Digital Film Restoration all'ICAR-CNR

Lucia Maddalena<sup>1</sup>

**Rapporto Tecnico N.:**  
**RT-ICAR-NA-2019-07**

**Data:**  
**luglio 2019**

---

<sup>1</sup> ICAR-CNR, Via P. Castellino 111, 80131 Napoli, Italia

*I rapporti tecnici dell'ICAR-CNR sono pubblicati dall'Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Tali rapporti, approntati sotto l'esclusiva responsabilità scientifica degli autori, descrivono attività di ricerca del personale e dei collaboratori dell'ICAR, in alcuni casi in un formato preliminare prima della pubblicazione definitiva in altra sede.*

# Attività di ricerca sul Digital Film Restoration all'ICAR-CNR

Lucia Maddalena

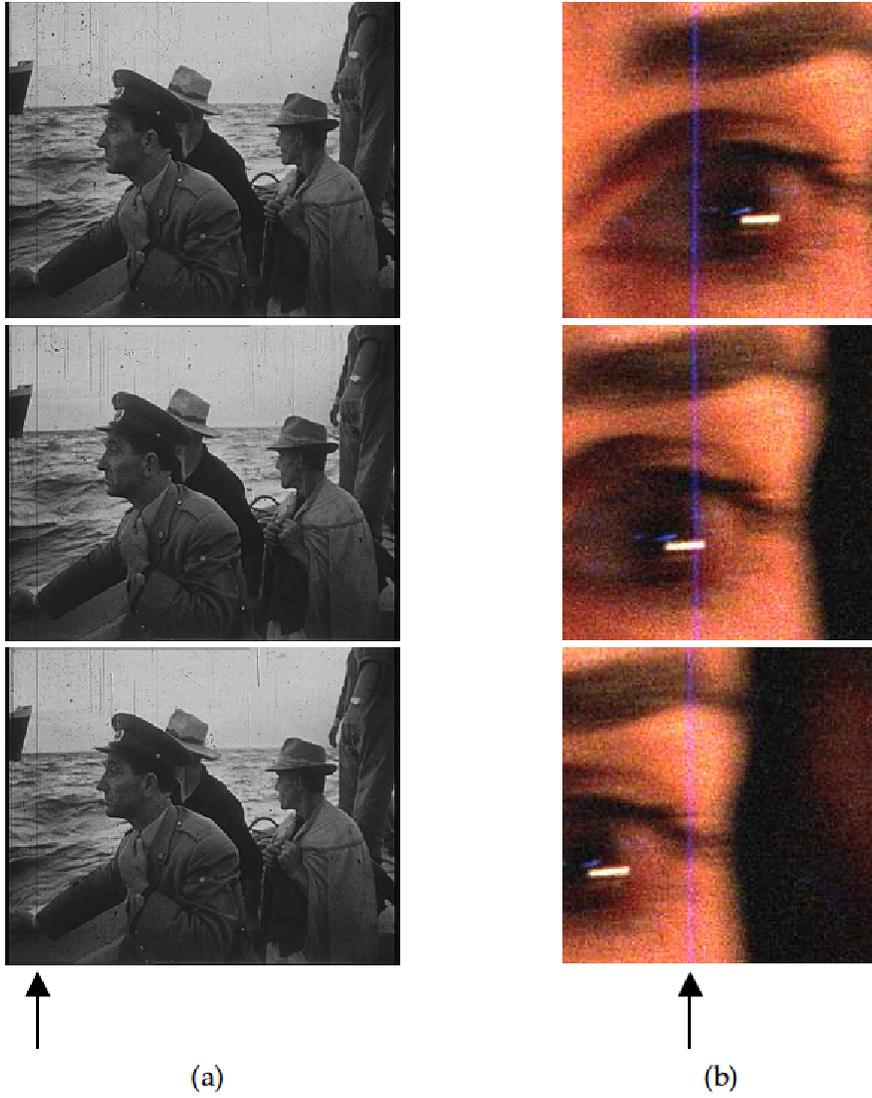
La documentazione animata di una rilevante quantità di avvenimenti storici, la totalità della produzione cinematografica e gran parte di quella televisiva del XX secolo è registrata in filmati su supporti di cellulosa. I filmati si guastano nel tempo ed il loro restauro è fondamentale per la conservazione del patrimonio storico, artistico e culturale, per la sua trasmissione alle generazioni future e per il riutilizzo di filmati di archivio. Una risposta a tali problematiche è fornita dal *restauro digitale dei filmati* (DFR). Le ricerche nel settore, sebbene in fervente sviluppo, non hanno ancora portato allo sviluppo di un sistema automatico che consenta di risolvere tutti i problemi legati al DFR [8]. In questo lavoro si fornisce una succinta panoramica di alcune delle attività di ricerche sul DFR condotte all'ICAR-CNR nel periodo 1998-2009.

## Sintesi dell'attività di ricerca

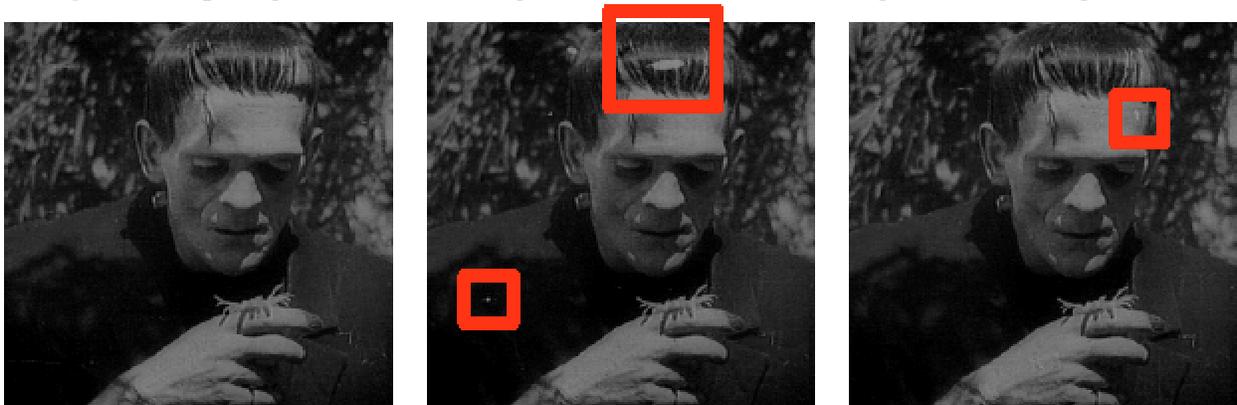
L'attività scientifica nell'ambito del DFR ha avuto l'obiettivo di studiare e progettare metodi, algoritmi e software per la ricostruzione di immagini acquisite in forma numerica ad alta risoluzione da pellicola cinematografica, e la conseguente ottimizzazione dei processi di calcolo dell'intera procedura di restauro distribuito su diverse piattaforme. L'attenzione è stata rivolta ad alcuni particolari tipi di problemi del restauro di sequenze di immagini digitali:

- *graffi fissi* (perdita di informazione in una regione verticale di più immagini consecutive di una sequenza, che si presenta sempre nella stessa posizione spaziale; v. Fig. 1-(a)): sono stati proposti alcuni metodi per la rimozione automatica di graffi basati sull'idea di adottare un semplice modello dell'immagine, valutare lo scostamento di tale modello dal modello reale e correggere la ricostruzione dei graffi mediante l'aggiunta dello scostamento calcolato [1].
- *graffi blu* (graffi fissi in cui la perdita dell'informazione è solo parziale, presentando nella zona danneggiata una sfumatura di blu più o meno intensa; v. Fig. 1-(b)): è stato presentato un metodo per l'individuazione e la rimozione di graffi blu. Tali graffi vengono individuati come massimi della proiezione orizzontale di una maschera ottenuta evidenziando rette verticali dell'immagine i cui valori HSV rientrano nel range dei valori del blu. La loro rimozione è basata sul confronto fra i valori delle tre bande di colore RGB nell'area del graffio individuata [7, 9].
- *blotch* (perdita di informazione in regioni ristrette di singole immagini del video; v. Fig. 2): è stato presentato un algoritmo parallelo per l'individuazione e la rimozione di polvere e sporco in sequenze di immagini basato su block matching ed analisi in multirisoluzione [2]. Un approccio alternativo, basato su compensazione del movimento ed interpolazione, è stato proposto in [3].

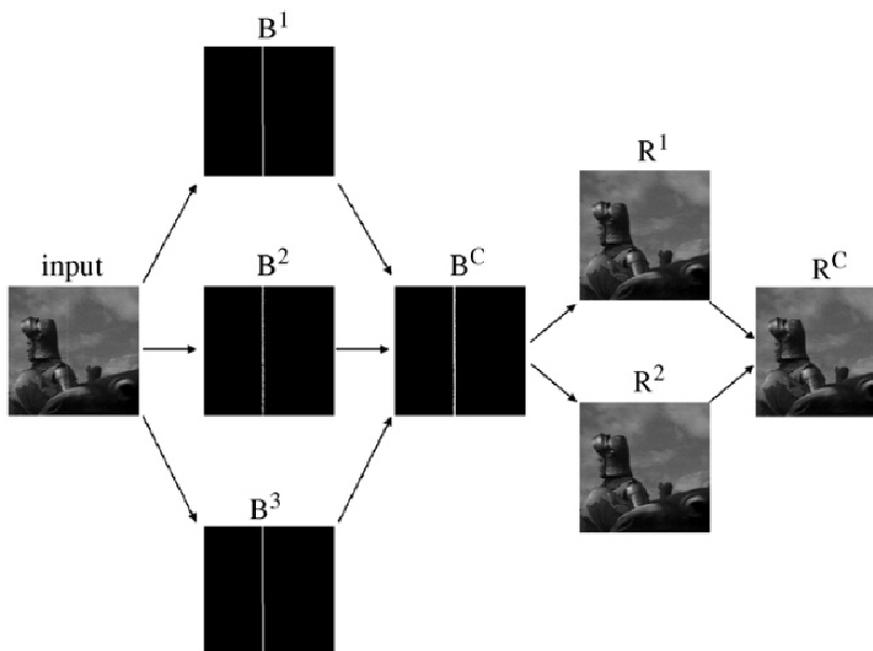
E' stata inoltre proposta una metodologia per la risoluzione di classi di problemi che si presentano nel restauro automatico di sequenze di immagini digitali che consente di ottenere risultati accurati e ben si adatta alla implementazione in ambienti computazionali avanzati di tipo parallelo e distribuito [4, 5, 6, 10]. L'idea di base della metodologia proposta consiste nell'utilizzare differenti algoritmi per la risoluzione della classe di problemi in esame, ottimali per alcuni casi specifici, e di combinare i risultati ottenuti mediante opportune tecniche di fusione di immagini, con l'obiettivo di sfruttare le potenzialità degli algoritmi prescelti e limitare al tempo stesso gli svantaggi di ciascuno di questi (v. Fig. 3).



**Fig. 1:** Esempi di graffi fissi in immagini successive di video: (a) graffi scuri; (b) graffi blu.



**Fig. 2:** Esempi di blotch in immagini successive di un video (riquadri in rosso).



**Fig. 3:** Schema della metodologia per la risoluzione di classi di problemi del DFR, applicata al caso dei graffi fissi. Algoritmi differenti per l'individuazione dei graffi ( $B^1$ ,  $B^2$ ,  $B^3$ ) vengono combinati per ottenere un risultato più accurato ( $B^C$ ). Sulla base di quest'ultimo, algoritmi differenti per la rimozione dei graffi ( $R^1$  e  $R^2$ ) vengono combinati per ottenere il risultato finale ( $R^C$ ).

## Progetti di ricerca

L'attività di ricerca svolta inerente il DFR ha trovato applicazione in vari contesti scientifici ed industriali, nazionali ed internazionali:

- Contratto di collaborazione con la società austriaca HS-Art, distributrice del software parallelo FRAME per il restauro automatico di sequenze di immagini, il cui obiettivo è la parallelizzazione di alcuni moduli ancora sequenziali del software FRAME, risultato di un progetto ESPRIT della CE nell'area dell'HPCN, ed il miglioramento e l'ottimizzazione dei moduli già paralleli (1998-2002);
- Convenzione con la società Dyte – Dynamic Tridimensional Environment s.r.l., operante nel settore del restauro digitale di film e della post-produzione cinematografica [Pr14], mirata alla ottimizzazione dell'intera catena di restauro digitale di filmati cinematografici e la sua automazione in ambiente distribuito (1998-2001);
- Sottoprogetto *Software Parallelo per il Restauro di Immagini Digitali* del progetto FESR *Sviluppo di Tecnologie Digitali di Grafica Avanzata per Applicazioni Industriali e Commerciali* del MURST, svolto in collaborazione con altri Organi di Ricerca del CNR, il cui obiettivo è lo sviluppo e l'implementazione di moduli software per il restauro automatico di sequenze di immagini digitali in ambienti computazionali avanzati (2000-2001);
- Workpackage 9 *Grid-Enabled Scientific Libraries* del Progetto *FIRB Grid.it* [Pr18], il cui obiettivo specifico consiste nello sviluppo di moduli di libreria da usare in un dimostratore relativo all'analisi e ricostruzione di immagini per il restauro digitale di filmati (2003-2006);
- Attività III.2.6 *Analisi ed Elaborazione di Modelli per la Conservazione e Fruizione dei Beni Culturali* nell'ambito del Centro Regionale di Competenza INNOVA della Regione Campania.

L'obiettivo dell'attività consiste nell'analisi delle problematiche, delle metodologie e delle tecniche per il restauro, la compressione, la catalogazione, la conservazione e l'archiviazione di immagini e sequenze di immagini, con particolare riferimento al recupero del patrimonio cinematografico conservato negli archivi della Regione Campania (2003-2006).

## Bibliografia

- [1] L. Maddalena, *Efficient Methods for Scratch Removal in Image Sequences*, in Proceedings of 11<sup>th</sup> International Conference on Image Analysis and Processing (ICIAP2001), Palermo, Italy, **IEEE Computer Society**, DOI: 10.1109/ICIAP.2001.957067, pp. 547-552, 2001.
- [2] M. Ceccarelli, G. Laccetti, A. Petrosino, *High Performance Missing Data Detection and Interpolation for Video Compression and Restoration Applications*, in Proceedings of the International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS'03), Nice, France, **IEEE Computer Society**, DOI: 10.1109/IPDPS.2003.1213425, 2003.
- [3] A. Machì, Fabio Collura, *Accurate spatio-temporal restoration of compact single frame defects in aged motion pictures* in Proceedings of 12<sup>th</sup> International Conference on Image Analysis and Processing (ICIAP2003), Mantova, Italy, **IEEE Computer Society**, DOI: 10.1109/ICIAP.2003.1234092, pp. 454-459, 2003.
- [4] G. Laccetti, L. Maddalena, A. Petrosino, *Parallel/Distributed Film Line Scratch Restoration by Fusion Techniques*, A. Laganà et al. (Eds), "Computational Science and its Applications – ICCSA 2004", **Lecture Notes in Computer Science**, Springer Berlin / Heidelberg, DOI: 10.1007/978-3-540-24709-8\_56, Vol. 3044, pp. 524-534, 2004.
- [5] G. Laccetti, L. Maddalena, A. Petrosino, *P-LSR: A Parallel Algorithm for Line Scratch Restoration*, in Proceedings of the Seventh International Workshop on Computer Architecture for Machine Perception (CAMP2005), Palermo, Italy, **IEEE Computer Society**, DOI: 10.1109/CAMP.2005.37, pp. 225-230, 2005.
- [6] G. Laccetti, L. Maddalena, A. Petrosino, *Removing Line Scratches in Digital Image Sequences by Fusion Techniques*, in F. Roli e S. Vitulano (Eds), 13th International Conference on Image Analysis and Processing (ICIAP2005), **Lecture Notes in Computer Science**, Springer-Verlag Berlin / Heidelberg, DOI: 10.1007/11553595\_85, Vol. 3617, pp. 695-702, 2005.
- [7] L. Maddalena, A. Petrosino, *A Comparison of Algorithms for Blue Scratch Removal in Digital Images*, in A. Rizzi (ed), "Colore e colorimetria: contributi multidisciplinari", Vol. II, **SIOF**, ISBN-10 88-7957-252-0, pp. 133-144, settembre 2006.
- [8] L. Maddalena, *Recent Developments in Digital Film Restoration*, in C. D'Amico (ed), "Innovazioni Tecnologiche per i Beni Culturali in Italia", **Patron Editore**, Bologna, ISBN 88-555-2886-6, pp. 547-555, ottobre 2006.
- [9] L. Maddalena, A. Petrosino, *Restoration of Blue Scratches in Digital Image Sequences*, **Image and Vision Computing**, Elsevier, The Netherlands, DOI:10.1016/j.imavis.2006.04.013, Vol. 26, pp. 1314–1326, 2008.
- [10] L. Maddalena, A. Petrosino, G. Laccetti, *A Fusion-based Approach to Digital Movie Restoration*, **Pattern Recognition**, DOI: 10.1016/j.patcog.2008.10.026, Vol. 42, no. 7, pp. 1485-1495, luglio 2009.