

TECNICHE DI INTELLIGENZA COMPUTAZIONALE PER RILEVAZIONE E ANALISI DI DEPOSITI DI POLVERE IN AMBIENTI MUSEALI

Andrea Proietti, Luca Liparulo, Marco Barbato, Massimo Panella

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Elettronica e Telecomunicazioni (DIET),
Università di Roma "La Sapienza", Via Eudossiana 18, 00184 Roma
e-mail: andrea.proietti@uniroma1.it, massimo.panella@uniroma1.it

Parole chiave: Riconoscimento delle Polveri, Sensori CMOS, Beni Culturali

Il monitoraggio della qualità dell'aria in ambienti chiusi è un'attività essenziale che richiede particolare attenzione, specialmente se gli ambienti sono interessati da un considerevole flusso di visitatori come per esempio accade negli ambienti museali. In quest'ultimo caso, la qualità dell'aria non è importante solo per la salute e la sicurezza delle persone, ma anche per la protezione delle opere d'arte, le quali potrebbero essere danneggiate dalla polvere sotto forma di particolato o fibre. Studiare ed analizzare i depositi di polvere è utile al fine di migliorare la qualità dell'aria, agendo sulle sorgenti e implementando appropriate misure di prevenzione e manutenzione. Le tecniche attuali consentono di monitorare e analizzare i depositi di polvere attraverso l'utilizzo di metodologie piuttosto onerose, sia dal punto di vista economico (strumentazione molto costosa e delicata) sia tecnologico (apparecchiature ingombranti e misurazioni di complessa implementazione).

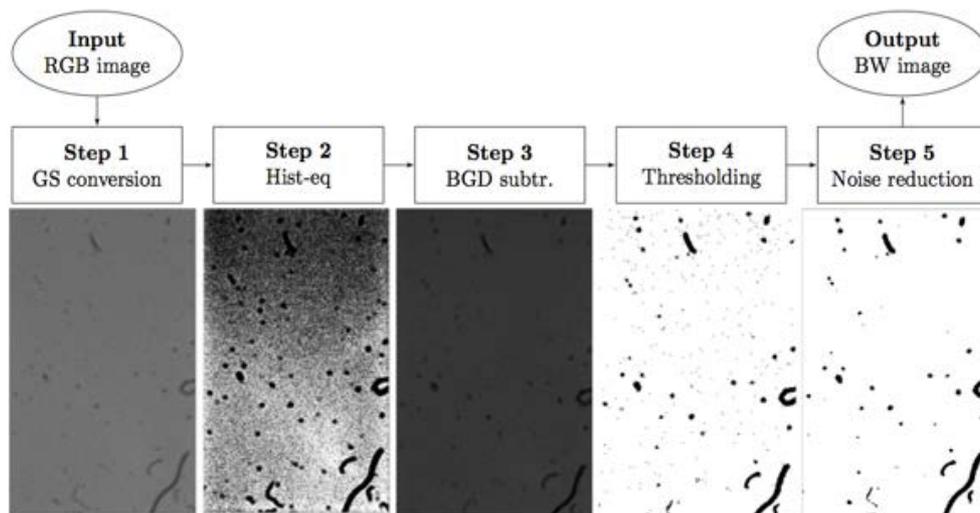
La presente ricerca ha curato lo studio e l'implementazione di nuove tecniche per il monitoraggio e l'analisi dei depositi di polvere in ambienti chiusi basate su intelligenza computazionale e *pattern recognition* e dedicate al contesto degli ambienti museali e dei beni culturali [1]. L'obiettivo principale ha riguardato l'introduzione di nuove metodologie a minor impatto economico e implementativo basate su approcci computazionalmente semplici e con la possibilità di impiegare risorse hardware limitate. In particolare, nella ricerca è stata studiata e verificata la possibilità di implementare tecniche di controllo e di analisi basate su *image processing* e *pattern recognition* al fine di analizzare i depositi dal punto di vista dimensionale e geometrico, nonché per determinare l'occupazione spaziale e la forma degli elementi della polvere [2, 3].

Il problema delle polveri ambienti museali è un specifico nel contesto dei beni culturali. In letteratura molti ricercatori ne hanno studiato gli effetti sulle opere e sulla qualità dell'aria, al fine di ricavare informazioni utili per i processi di manutenzione e climatizzazione degli ambienti. Per esempio, in [4] sono stati analizzati i livelli di particolato nella Basilica Saint-Urbain a Troyes, attraverso l'uso di spettroscopia XRF e una combinazione di pompe a vuoto e filtri. In [5] è stato compiuto uno screening degli inquinanti all'interno del Museo del Cinema, della Musica e del Teatro Lituano, attraverso l'impiego di filtri analizzati al microscopio con algoritmi di *image processing*. In [6] è stato investigato il contributo dei visitatori nella generazione di particolato nel Museo dell'Esercito di Terracotta in Cina, attraverso l'uso di un microscopio a scansione elettronica e spettrometria EDX. Questi studi hanno richiesto l'utilizzo di strumentazione costosa e di analisi chimiche-fisiche.

Al contrario, la presente ricerca ha mirato allo studio e all'utilizzo di strumentazione significativamente meno costosa e tecniche di analisi basate esclusivamente su elaborazione dei dati. Metodologie di questo tipo aprirebbero l'orizzonte a interessanti potenzialità nell'uso dell'intelligenza computazionale e delle tecniche di riconoscimento al fine di determinare informazioni sui depositi di particolato e fibre [7]. Il sistema di acquisizione utilizzato per la ricerca è costituito da un sensore ottico collegato ad un computer al quale è stata rimossa la lente in modo che la polvere possa depositarsi direttamente a contatto con il sensore. Una sorgente di luce bianca (LED) è stata applicata direttamente e perpendicolarmente alla superficie del sensore al fine di

massimizzare il contrasto. Il software di acquisizione ha acquisito le immagini a intervalli di tempo regolari. Le immagini sono poi state salvate in formato JPEG non compresso. Il dispositivo adottato è il Micron MT9V032: un sensore di immagine 1/3-inch CMOS utilizzato principalmente per esigenze di sorveglianza, sia per usi interni sia esterni, in quanto capace di lavorare in modo efficiente in una vasta gamma di condizioni di illuminazione, mantenendo un frame rate elevato (fino a 60 fps). È in grado di fornire un'immagine ad alta definizione, sia in condizioni di bassa luminosità (anche inferiore a 0.1 lux) sia in caso di luce solare diretta.

Le immagini ottenute hanno richiesto alcune elaborazioni di *preprocessing*, descritte schematicamente dal diagramma di flusso nella figura in basso, utili per migliorare alcune caratteristiche di messa a fuoco, contrasto, cancellazione del rumore e così via. E' stata raggiunta una classificazione sufficientemente accurata, fornendo una precisione superiore al 90% in diverse prove effettuate nell'analisi sperimentale. L'approccio scelto ha delineato interessanti prospettive nell'uso di pattern recognition per analizzare e classificare polveri in ambienti chiusi (specialmente in ambienti museali) al fine di ottenere informazioni utili per la selezione delle contromisure da adoperare per migliorare la qualità dell'aria ed attuare un processo di conservazione delle opere d'arte.



Il diagramma di flusso della fase di preprocessing e le immagini risultanti da ogni singola fase.

BIBLIOGRAFIA

- [1] A. Proietti, F. Leccese, M. Caciotta, F. Morresi, U. Santamaria, C. Malomo. A new dusts sensor for Cultural Heritage application based on image processing, *Sensors*, vol. 14, no.6, pp. 9813-9832, giugno 2014.
- [2] M. Caciotta, S. Giarnetti, F. Leccese, A. Proietti. Elaboratore di immagini per sensore polveri, *XXVII Congresso Nazionale Gruppo di Misure Elettriche ed Elettroniche (GMEE 2013)*, 13-15 settembre 2010, Gaeta, Italia.
- [3] A. Proietti, E. Svezia, M. Panella, F. Leccese. Dust Detection and Analysis in Museum Environment based on Pattern Recognition, Sottomesso a *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 2014.
- [4] V. Kontozova-Deutsch et al.. Investigation of gaseous and particulate air pollutants at the Basilica Saint-Urbain in Troyes, related to the preservation of the medieval stained glass windows. *Microchimica Acta*, 2008.
- [5] S. Lopez-Aparicio and R. Grasiene. Screening indoor air quality evaluation in the Lithuanian theatre, music and cinema museum. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2013.
- [6] T. Hu et al. Characterization of winter airborne particles at Emperor Qin's Terra-cotta Museum, China. *Science of the Total Environment*, 2009.
- [7] A. Proietti, M. Panella, L. Liparulo, Local PCA for Indoors Particulate and Fibers Classification, sottomesso a *Pattern Recognition*, 2014.