
Archeologia e Architettura: dall'analisi stratigrafica alla comunicazione multimediale

PROSMART

Informatica per i beni culturali

Image processing

- Grazie soprattutto al graduale abbassamento dei costi ed alle crescenti potenzialità di calcolo degli elaboratori, negli ultimi anni si sono moltiplicati gli ambiti applicativi in campo archeologico:
 - dalla fotointerpretazione di immagini telerilevate o aeree
 - all'automazione delle tecniche di disegno, di rilievo e classificazione per lo scavo archeologico e per lo studio dei reperti,
 - dall'archeometria al restauro virtuale
 - alla ricostruzione virtuale di siti.
-

Linee di ricerca

- 1. L'enfatizzazione del contenuto informativo di un'immagine attraverso la trasformazione del contenuto stesso al fine di raggiungere un nuovo valore gnoseologico non percettibile ad "occhio nudo"
 - 2. L'attribuzione di un valore documentativo all'immagine attraverso la sua rappresentazione sintetica o simulata in senso il più possibile realistico.
-

Le tecniche

- Ottimi risultati sono raggiunti nell'automazione delle tecniche di disegno, di rilievo e di classificazione dei reperti potenziando e rendendo oggettiva l'analisi autoptica.
 - Infatti particolarmente utili si sono rilevate le tecniche di
 - individuazione dei contorni,
 - di correzione geometrica,
 - di scontornamento e
 - di confronto attraverso la sovrapposizione o la correlazione, per l'analisi dei materiali o l'analisi e la lettura delle strutture recuperate durante lo scavo.
-

Esempio 1

- **Correzione geometrica** di un'immagine di una struttura muraria recuperata sugli scavi della civita di Tarquinia.
- L'immagine originale risultava deformata a causa dell'errata posizione di ripresa (figura 1).



Figura 1

- Si sono definiti su un'immagine di riferimento, in questo caso un rettangolo (figura 2), i punti di controllo che consentono, tramite la tecnica di warping, di raddrizzare l'immagine originale (figura 3)

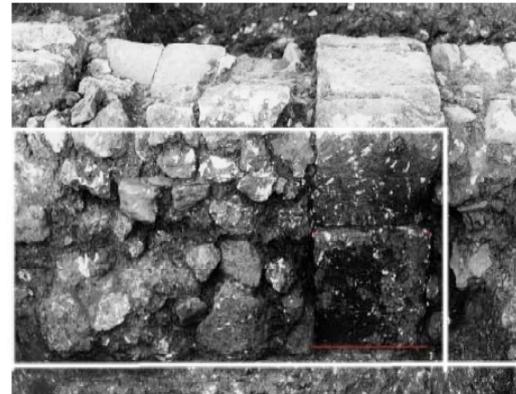


Figura 2



Figura 3

Esempio 2

- Un secondo esempio di applicazione di tecniche di image processing su reperti archeologici, è rappresentato **dall'applicazione di un filtro di tipo laplaciano** seguito da una operazione di sogliatura dei livelli di grigio (tresholding) sulle immagini di un piccolo frammento di vaso con iscrizione e su quella di una coppia di vasi villanoviani.
- Queste operazioni consentono di evidenziare i particolari, permettono di individuare i contorni ed ottenere il disegno in scala del reperto (figura 4) o dell'iscrizione (figura 5).



Figura 4



Figura 5

Esempio 3

- Le tecniche di **scontornamento** possono essere utili nel caso si voglia isolare o estrarre parte di un'immagine.
- un esempio di tali tecniche per la correzione di immagini fotografiche finalizzate a pubblicazioni (figura 6).



Figura 6

-
- Ottimi risultati si sono ottenuti laddove tradizionalmente le operazioni si svolgono per semplici giustapposizioni visive, senza possibilità di cambiamenti di scala, di compensazioni anamorfiche per sopperire alle distorsioni dell'ottica fotografica e delle condizioni di ripresa, al fine di fornire criteri di confronto quantitativo.
-

Esempio 4

- Il tipi di confronto archeologico possono essere divisi in due grandi e generiche categorie: le **uguaglianze** e le **somiglianze**.
 - La ricerca di un uguaglianza si applica, in campo archeologico, su tipologie di oggetti o decorazioni prodotte con tecniche a stampo, come gli stampi per le terrecotte votive ed architettoniche, le monete, le decorazione a punzone o a cilindretto e quant'altro ancora.
 - La somiglianza, o similitudine o ascendenza o tradizione, si ricerca invece su quei manufatti che possono proporre delle somiglianze di stile, di tecnica, di tratto, ecc.

Esempio 4 - a

- Esaminiamo in primo luogo le procedure ed i risultati raggiunti su materiali a stampo, improntati su criteri di uguaglianza.
 - E' stato possibile ottenere il riconoscimento del prototipo o l'evidenziazione delle varianti, sia dove la frammentarietà del pezzo impediva una lettura certa, sia dove la presenza del ritocco ne comprometteva il confronto oggettivo.
-

- Nel caso delle due teste votive capuane (figura 7) l'obiettivo è stato quello di verificare la generazione dei due esemplari dal medesimo stampo e l'individuazione di eventuali ritocchi prodotti a mano dopo la realizzazione del positivo o sulla matrice.



Figura 7

-
- Descriviamo brevemente la sequenza degli algoritmi applicati.
 - In prima istanza le immagini **digitalizzate** vengono trattate al fine di rendere una miglior visualizzazione dell'immagine stessa.
 - In secondo luogo si applica l'algoritmo di **warping** fissando i punti di corrispondenza (punti di controllo).
 - **Sovrapponendo** l'immagine ottenuta con quella da confrontare (figura 8) si può già notare l'uguaglianza di prototipo.
-



Figura 8

- Tale uguaglianza viene confermata anche dall'applicazione dell'algoritmo di **correlazione**.
- L'immagine ottenuta (figura 9) è una funzione complessa delle due immagini da confrontare.
- A livello di interpretazione visiva, le parti dell'immagine-risultato che sono correlate, appaiono più chiare delle parti che non presentano alcuna correlazione significativa.



Figura 9

Esempio 4 – a (2)

- Un altro esempio di confronto tra materiale a stampo ha avuto come obiettivo l'individuazione del conio monetario.
- Sono state prese in esame due monete appartenenti ad un ripostiglio di Manerbio (figura 10)



Figura 10

- Eseguendo un procedimento analogo a quello precedente, si è ottenuto il risultato mostrato in figura 11.
- L'utilizzo di questa tecnica, oltre che accentuare le uguaglianze e le differenze tra gli esemplari confrontati, è il punto focale di una procedura, in fase di studio, che ha come obiettivo la semi-automatizzazione del processo di individuazione delle sequenze di conii.

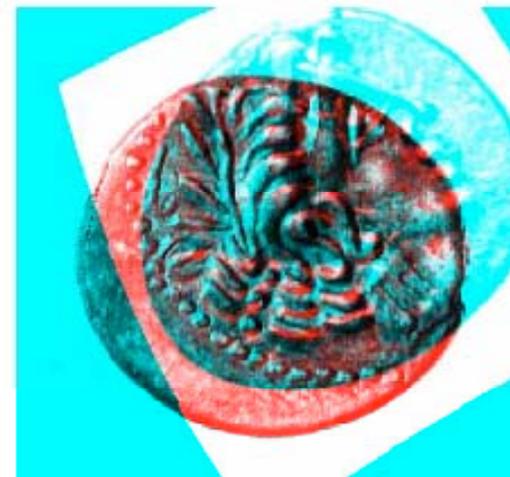


Figura 11

Esempio 4-b

- Per mettere a punto un criterio che permetta di evidenziare ed enfatizzare le **somiglianze tra materiale prodotto non a stampo**, si sono dovute utilizzare tecniche diverse rispetto quelle appena viste per il materiale prodotto a stampo.
- Infatti, a differenza del caso delle uguaglianze, non è lecito registrare le due immagini da confrontare in quanto non si tratta di stabilire delle concordanze fra gli stampi originali.
- Si è preferito uniformare le scale delle due immagini in maniera simile per le dimensioni lungo le colonne (X) e lungo le righe (Y).
- Una volta rese uguali le due scale geometriche si è applicato l'algoritmo della correlazione, con le stesse modalità di interpretazione dell'immagine-risultato.
- E' chiaro comunque che per confrontare due immagini occorre prima pretrattarle variando la luminosità e il contrasto globale, smussando i disturbi e migliorando il rapporto figura/sfondo.

- Tra le sperimentazioni effettuate ne sono state scelte alcune eseguite sulle lettere di un'epigrafe ed altre eseguite su iconografie decorative monumentali.
- Nel primo caso abbiamo si è voluto confrontare la coppia di lettere tratta da due epigrafi di due altari gemelli conservati a Milano (figura 12).



Figura 12

- Dai testi delle due epigrafi sono state scelte le M di MATRONIS e MAXIMO.
- Per aiutare una visione più nitida le singole lettere sono state **colorate con colori complementari**.
- La **sovrapposizione** delle due lettere mette in evidenza le parti che si sovrappongono completamente e consente all'esperto di affermare che sono opera dello stesso scriptor (figura 13).

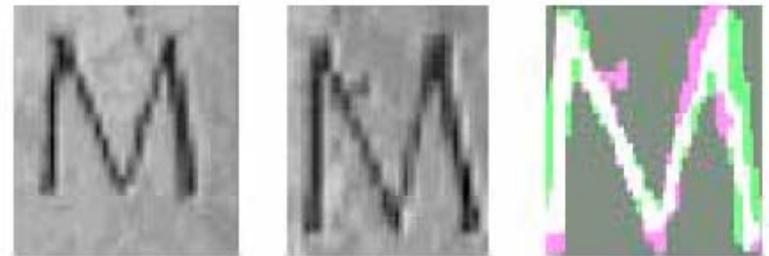


Figura 13

- Nel secondo caso l'obiettivo era quello di **ricercare il riconoscimento di modelli omogenei** in confronti tra iconografie decorative.
- Sono state prese in esame decorazioni di timpani triangolari con Medusa di stele funerarie conservate nel nuovo lapidario delle Civiche Raccolte Archeologiche di Milano (figura 14).



Figura 14

- Utilizzando gli operatori locali sono stati **estrapolati i contorni** (figura 15).



Figura 15

- Le immagini ottenute sono state confrontate a due a due per evitare esagerate sovrapposizioni (figura 16).

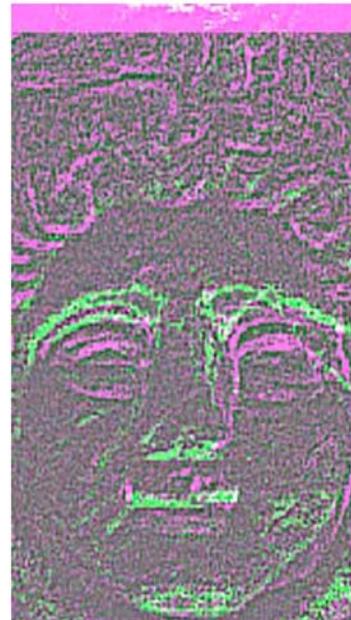
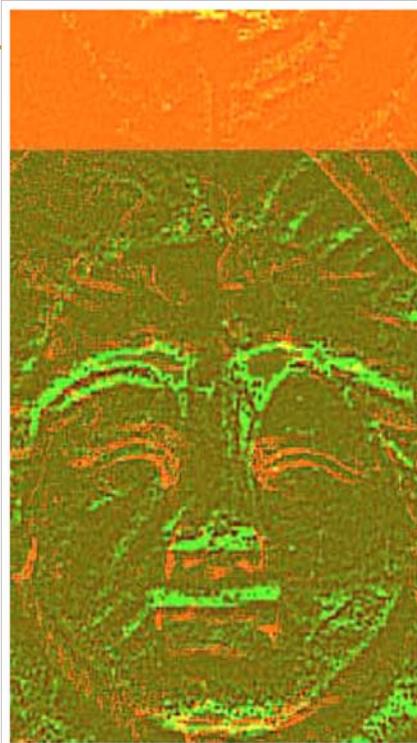


Figura 16

Esempio 5

- La ricerca di ricorrenti criteri compositivi, l'analisi delle tecniche di realizzazione e le motivazioni comunicative nelle epigrafi latine hanno motivato l'utilizzo delle tecniche di Image Processing
 - L'obiettivo della ricerca era quello di individuare quali potevano essere le norme ed i criteri che regolavano la composizione del messaggio epigrafico.
-

- Si è creato un programma *ad hoc* per la creazione dell'immagine dei rettangoli dinamici e si sono utilizzate **tecniche di sharpening e di correzione geometrica** per migliorare la leggibilità dell'epigrafe in esame nonché l'operazione binaria AND per poter effettuare la sovrapposizione della presunta "griglia di impaginazione" all'immagine dell'epigrafe (figura 17).

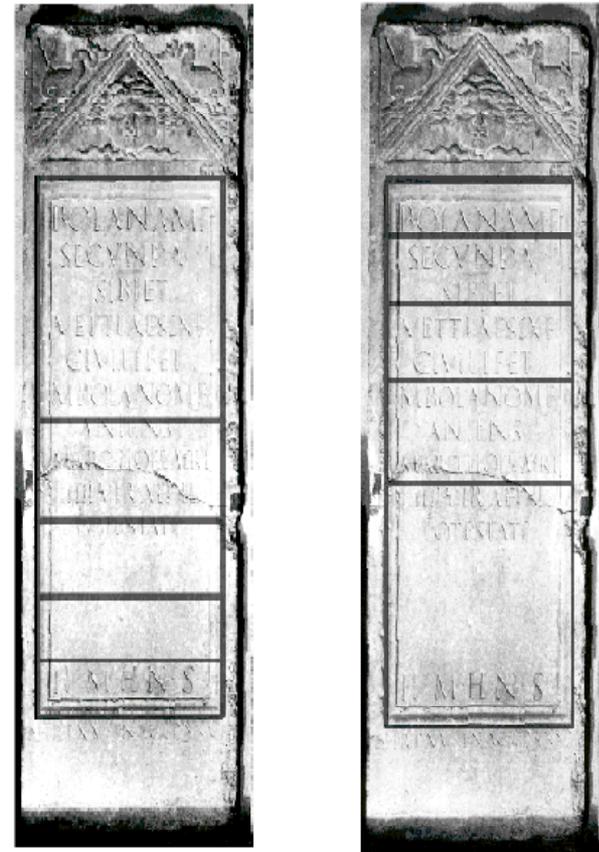


Figura 17

Il restauro

- Le applicazioni fin qui presentate possono essere ascritte all'enfatizzazione del contenuto informativo di un'immagine attraverso la trasformazione del contenuto stesso al fine di raggiungere un nuovo valore gnoseologico non percettibile ad "occhio nudo"
 - L'attribuzione di un valore documentativo all'immagine attraverso la sua rappresentazione sintetica o simulata in senso il più possibile realistico, è stato evidenziato nella trattazione del restauro.
-

- Anche per il restauro vengono utilizzate sia tecniche di **variazione di contrasto** per rendere più leggibile l'immagine sia tecniche di **correzione geometrica** per correggere eventuali distorsioni come nel caso di restauro della tomba dei Leopardi di Tarquinia (figura 18).



Figura 18

Il restauro (2)

- Restauro della tomba dei Demoni Azzuri di Tarquinia (figura 19).



Figura 19

- Le aree da ritoccare possono essere selezionate o direttamente dall'operatore tramite mouse, oppure in base alla **somiglianza dei pixel adiacenti**.
- L'area selezionata sarà tanto più ampia quanto maggiore è l'intervallo di colore o tolleranza specificato.



- Una volta selezionata la zona da ritoccare, la si riempie tramite un comando di riempimento aree con il colore originario precedentemente individuato nelle sue componenti RGB ed eventualmente inserito nella palette dei campioni di colore.
- I risultati delle operazioni descritte sono riportati in figura 20.



Figura 20