

Corso di Laurea in Informatica
Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche, Naturali
Università di Palermo

Anno accademico 2004/05

Tesina di
Intelligenza Artificiale I

“Ricostruzione di immagine danneggiata da artefatti”

Docente:
Prof. Domenico Tegolo

Studenti:
Dario Bannò
Carmelo Bilotta
Fabio Vento

1. Scelta dell'ambiente di sviluppo. Codifica delle immagini

Per la stesura dell'elaborato, si è scelto di far uso dell'ambiente di sviluppo Matlab, versione 7.0 R13, comprensivo dell'Image Processing Toolbox. Tale scelta è stata motivata dall'estrema versatilità offerta nel trattamento e nell'analisi delle immagini, comodamente rese nella forma di matrici tridimensionali, e come tali manipolabili sia attraverso funzioni matriciali che tramite funzioni specificamente orientate all'analisi ed all'elaborazione delle immagini.

Ciascun elemento della matrice è associato ad un pixel dell'immagine, secondo il seguente vincolo: i primi due indici ne definiscono le coordinate (ponendo l'origine degli assi in coincidenza con l'estremo superiore sinistro dell'immagine), mentre il terzo ne definisce la banda di appartenenza (1 per "red", 2 per "green", 3 per "blue"). Il valore dell'elemento identifica il valore di livello di grigio del pixel corrispondente.

2. Corpo principale del programma

Al suo avvio, la GUI del programma - generata dal file "Ricostruzione.m" - chiede all'utente di selezionare l'immagine da memorizzare e l'algoritmo di ricostruzione da impiegare, consentendo altresì di impostare il valore dell'area minima (in termini di numero di pixel) che una componente connessa con terza banda nulla dovrà avere perché sia riconosciuta come artefatto.

Al che, immagazzinata l'immagine inserita dall'utente, questa viene passata alla funzione principale del programma, contenuta nel file "Main.m". Questa ne estrae la relativa banda "blue", e tramite la funzione *bwlabel*, ne individua ordinatamente le componenti connesse.

Per ciascuna di esse, carica su due vettori, I e J, i relativi indici, e, se la relativa area risulta maggiore o uguale al valore inserito dall'utente, passa la matrice dell'immagine, la matrice della terza banda, i vettori I e J ed altri eventuali dati di interesse alla funzione di ricostruzione scelta. Questa restituisce la matrice della banda "blue" privata dell'artefatto.

Al termine delle operazioni, la banda "blue" risulterà interamente ricostruita, e verrà così impostata come nuova terza banda dell'immagine, che sarà mostrata all'utente.

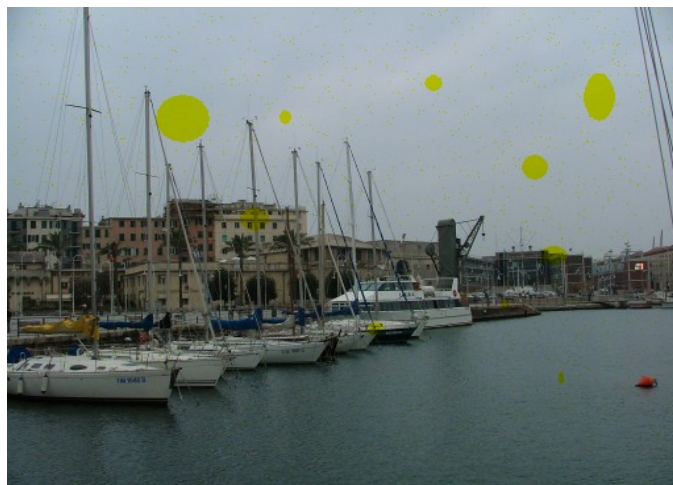
3. Algoritmi di ricostruzione

3.0. Verifica di una ipotesi: MediaRG

Il primo algoritmo implementato, a puro titolo sperimentativo, è quello descritto dal docente: per ogni singolo pixel di un artefatto, ne siano i e j gli indici sulla matrice della terza banda. Il suo livello di grigio viene posto pari alla media del livello di grigio del pixel di indici i e j della banda "red" e del livello di grigio del pixel di indici i e j della banda "green". Il relativo

codice è contenuto nel file “MediaRG.m”. Una variante, che calcola la media dei livelli di grigio dell'intorno debole del pixel su banda “red”, la media dei livelli di grigio dell'intorno debole del pixel su banda “green”, e che pone l'intensità della banda “blue” pari alla media di questi due valori, è presentata nel file “MediaIntornoRG.m”.

L'ipotesi di partenza è stata che questo algoritmo non potesse produrre risultati soddisfacenti. Portare l'intensità del colore blu ad un livello prossimo a quello dei due rimanenti colori fondamentali non equivale infatti a ricostruire gli oggetti dell'immagine, che sono piuttosto identificati dal rapporto esistente fra le intensità dei tre colori fondamentali. Infatti, su tutte le immagini considerate, il programma si è mostrato funzionalmente molto scadente, riducendo appena l'intensità degli artefatti.



L'implementazione di questo algoritmo, tuttavia, ha mosso due considerazioni essenziali, che saranno punto di partenza per i successivi lavori:



- Nella ricostruzione della terza banda, è imprescindibile l'uso delle prime due, le quali sole contengono informazioni su eventuali oggetti presenti all'interno degli artefatti.

- La ricostruzione va effettuata, per quanto possibile, in base a proprietà di pixel quanto più vicini a quello considerato, dunque proprietà locali. Possono infatti esistere oggetti piccoli che non investono la totalità dell'artefatto, e che quindi è bene non prendere a modello per la ricostruzione della totalità dell'artefatto; analogamente, possono esistere oggetti che, pur investendo nella totalità l'artefatto, presentano una forma molto eterogenea: occorre quindi evitare di prenderne, quale modello per la ricostruzione della totalità dell'artefatto, soltanto una piccola parte.

3.1 Riprodurre un rapporto: PreviousPixel e PreviousPixelMean

Poiché, come si è detto, gli oggetti dell'immagine sono identificati dal rapporto esistente fra le intensità dei tre colori fondamentali, si è pensato di costruire un modello di questo rapporto in un'area esterna ma vicina all'artefatto, e di riprodurlo localmente su ciascun pixel dell'artefatto stesso.

L'algoritmo implementato, contenuto nel file "PreviousPixel.m", prende in esame, per ciascun artefatto, il pixel immediatamente precedente ad esso nell'ordine di scansione matrice di Matlab - nel momento in cui esso cada sopra la prima colonna dell'artefatto.

Quando questo non avviene (cosa frequente nel caso di artefatti di piccole dimensioni posti sul bordo superiore dell'immagine), viene considerato il pixel sottostante la prima colonna dell'artefatto.

Viene calcolata, relativamente al pixel considerato, la differenza fra intensità su terza banda e intensità su prima (o seconda) banda: sia “diff” tale valore. Ciascun pixel dell'artefatto assume livello di grigio pari a “diff” più la corrispondente intensità su prima (o seconda) banda.

Una variante dell'algoritmo, scaturita dall'opportunità di confrontare l'intensità su terza banda con quelle di ambo le rimanenti bande, è contenuta nel file "PreviousPixelMean.m", e fa uso della media fra intensità su prima banda e intensità su seconda banda.

Su quasi tutte le immagini utilizzate, questo algoritmo produce risultati molto soddisfacenti.



Scaturisce a questo punto la considerazione che la resa dell'algoritmo possa essere migliorata enfatizzando la località: per quanto detto a proposito di essa, il rapporto fra le intensità cromatiche del pixel immediatamente precedente all'artefatto può costituire un buon modello per i pixel dell'artefatto che si trovano nelle vicinanze di esso, ma non necessariamente per i pixel più lontani. Per questi ultimi, potrebbe risultare più opportuno prendere a modello pixel più vicini.

A dimostrazione di ciò, si consideri l'output dell'algoritmo sull'immagine "PaliB.tif". In relazione a un artefatto, viene preso a modello dei rapporti cromatici un pixel facente parte di un oggetto (il cavo della luce) che attraversa l'artefatto solo marginalmente. Per l'oggetto che investe la maggior parte dell'artefatto (il cielo) questo è un cattivo modello, e risultato ne è la non totale rimozione dell'artefatto stesso.



3.2 Verso la località: TopDownPixel e TopDownPixelMean

L'ultimo algoritmo implementato, contenuto nel file “TopDownPixel.m”, enfatizza la località della ricostruzione suddividendo ciascun artefatto nelle colonne che lo compongono, e considerando, per ciascuna colonna, il pixel immediatamente soprastante, ed il pixel immediatamente sottostante.

Relativamente a ciascuno dei due pixel considerati, viene calcolata la differenza fra intensità su terza banda e intensità su prima (o seconda) banda. Sia “diff_sopra” la differenza relativa al pixel superiore e “diff_sotto” la differenza relativa al pixel inferiore. La colonna corrispondente viene divisa in due metà di uguale lunghezza: ciascun pixel della metà superiore assume livello di grigio pari a “diff_sopra” più il valore della corrispondente intensità su prima (o seconda) banda; ciascun pixel della metà inferiore assume livello di grigio pari a “diff_sotto” più il valore della corrispondente intensità su prima (o seconda) banda.

Nel caso in cui la colonna in esame (si veda caso analogo nel precedente algoritmo) non abbia un pixel soprastante o un pixel sottostante, si farà riferimento, per l'intera colonna, all'unico pixel disponibile fra i due.

Analogamente al precedente algoritmo, anche qui si ha una variante che, anziché raffrontare il livello di grigio su banda "blue" a quello di una sola delle altre due bande, lo raffronta alla media fra le intensità delle due bande rimanenti. Tale variante è contenuta nel file "TopDownPixelMean.m".

Questo algoritmo produce, come previsto, risultati eccellenti.

