

Figura 4

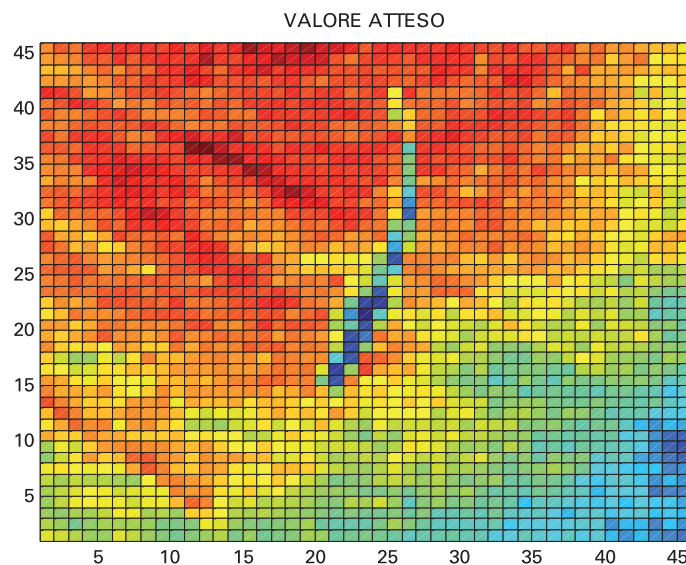


Figura 5



Figura 3

### Descrizione dell'algoritmo di Individuazione del Difetto utilizzando la SVD

Questo algoritmo analizza in primo luogo l'immagine in toni di grigi, divisa in L regioni rettangolari non sovrapposte. Successivamente si effettua la Decomposizione ai Valori Singolari (SVD) (4) calcolando le matrici caratterizzanti ogni regione dell'immagine.

La Decomposizione ai Valori Singolari (SVD) è una tecnica ampiamente utilizzata per decomporre una matrice in matrici con componenti differenti, esponendo le proprietà più utili ed interessanti della matrice originale. Nell'immagine digitale la p-esima regione viene rappresentata come una matrice  $A_p$   $n \times n$  di numeri reali, dove  $p=1, \dots, L$ . Si ammette una SVD nella forma:

$$A_p = U_p * \Lambda_p * V_p^T$$

Dove  $U_p$  e  $V_p$  sono ortogonali e  $\Lambda_p$  è una matrice reale diagonale con elementi decrescenti lungo la diagonale. Le matrici  $U_p$ ,  $V_p$  e  $\Lambda_p$  sono unicamente determinate da  $A_p$ . Solo la conoscenza della matrice  $\Lambda_p$  viene

utilizzata per costruire le caratteristiche descrittive ciascuna regione. I coefficienti nella parte diagonale  $\Lambda_p$  sono i valori singolari. Gli elementi diagonali  $\sigma_p$  sono ordinati in maniera decrescente:

$$\sigma_p^1 \geq \sigma_p^2 \geq \dots \geq \sigma_p^n \geq 0$$

Nel nostro metodo vengono estratte le caratteristiche descrittive ciascuna p-esima regione utilizzando solo il coefficiente  $\sigma_p^1$ : è stato notato empiricamente che è il più efficace nella rilevazione strutturale di differenze in un'immagine, intese come difetti; essi vengono riscaldati nel range [0, 1]. Per evidenziare i coefficienti con valore più alto di  $\sigma_p^1$  che rappresentano il difetto e diminuire i coefficienti  $\sigma_p^1$  più bassi che indicano le aree non difettose, viene utilizzata una funzione esponenziale: i valori di pixel con intensità più elevata vengono aumentati, mentre la larghezza di banda dei valori a bassa intensità vengono decrementati.

$$S_p = (\sigma_p^1)^4$$

In fine l'algoritmo presentato utilizza la tecnica fuzzy c-means clustering (5) per classificare ogni regione come difettosa o non difettosa (Errore. L'origine riferimento non è stata trovata). Dopo il clustering, viene presa la decisione sulla presenza di difetti. Per far ciò si definisce la regola decisionale seguente:

$$\frac{|c_1 - c_2|}{\delta(K_1 + K_2)} > r$$

dove  $c_1$  e  $c_2$  sono le coordinate dei centri

dei due cluster,  $\delta(K_1 + K_2)$  è il diametro di tutta la collezione dati dei valori  $S_p$  ed  $r$  è il valore di soglia. Se questa equazione è verificata allora l'immagine viene riconosciuta come difettosa.

### Descrizione dell'algoritmo di individuazione del difetto utilizzando il valore atteso

Il medesimo algoritmo di individuazione dell'immagine difettosa può essere realizzato con l'utilizzo del valor medio: il valore atteso di una immagine è una misura dell'intensità media. Come vien fatto prima, l'immagine (in toni di grigi) viene divisa in L regioni rettangolari non sovrapposte; di ogni regione ne viene calcolata la media, che viene utilizzata al posto del primo valore singolare. Nell'immagine digitale la p-esima regione viene rappresentata come una matrice  $A_p$   $n \times n$  di numeri reali, dove  $p=1, \dots, L$ . Il valore atteso della p-esima regione ne descrive le caratteristiche: è stato notato sperimentalmente che è efficace nella rilevazione strutturale di differenze in un'immagine (intese come difetti) tanto quanto il valore singolare più grande; tutte le medie calcolate vengono riscaldati nel range [0, 1]. Per evidenziare le medie con valore più grande, che rappresentano il difetto, e diminuire quelli più bassi, che indicano le aree non difettose, viene utilizzata una funzione esponenziale: i valori di pixel con intensità più elevata vengono aumentati, mentre la larghezza di banda dei valori a bassa intensità vengono decrementati. In fine l'algoritmo presentato utilizza la tecnica fuzzy c-means clustering (5) per classificare ogni regione come