

Riconoscimento facciale attraverso le eigenfaces



Studente:
Daniele Franco



**Università
degli Studi
di Palermo**

Professoressa:
Elisa Francomano

Le eigenfaces

Il metodo delle eigenfaces consiste nel poter approssimare un'immagine a partire dall'immagine di una faccia media, la **mean face**, e aggiungendo un certo quantitativo di immagini scalate, chiamate appunto **eigenfaces**.

Si ottiene quindi:

$$\tilde{x} = \mathbf{m} + \sum_{i=0}^{M-1} a_i \mathbf{u}_i$$

dove:

- m è la **media** calcolata da un dataset di immagini
- a_i sono i **coefficienti** che fungono da pesi
- u_i sono le **eigenfaces** vettorizzate
- M è l'iperparametro che regola il **numero di componenti**

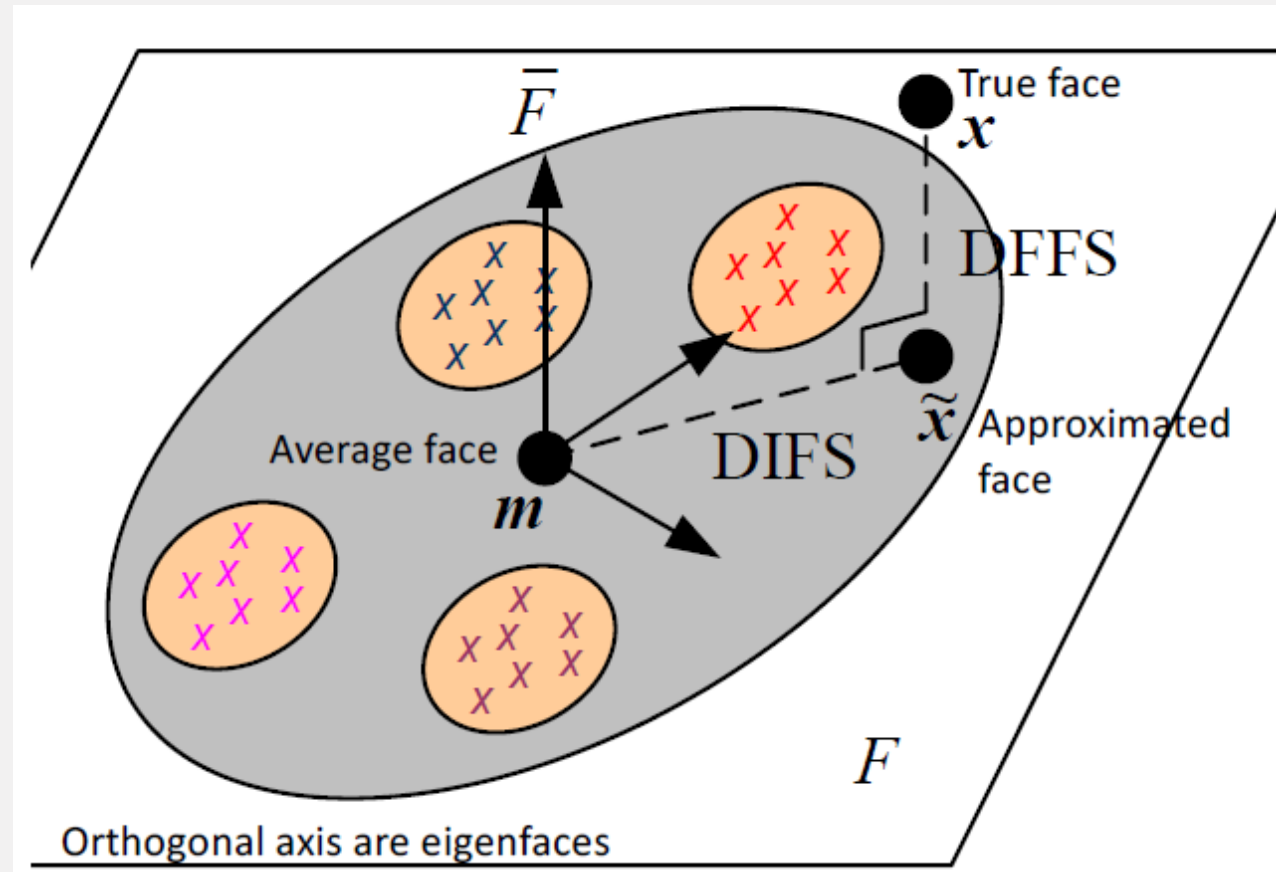
Face Space

Per utilizzare il metodo delle **eigenfaces** deve essere costruito uno spazio, il **face space**.

Viene utilizzato per agevolare il riconoscimento, in quanto la «distanza» tra due immagini può essere calcolata sfruttando la **distanza euclidea**.

Face Space

E' così rappresentato:



Riconoscimento dei volti

Per riconoscere un volto in un'immagine viene utilizzato **Viola-Jones**, che utilizza il classificatore **Ada-Boost**, e permette di rilevare la bounding box in cui è contenuto il volto nell'immagine.

E' possibile utilizzarlo in quanto è contenuto nella libreria **OpenCV**, scaricabile in MatLAB.

Calcolo della mean face

Il primo passo per costruire il face space è quello di calcolare la mean face.

Si ottiene da un **dataset** di circa 2500 immagini di volti che vengono sottoposte ad un **pre-processing**:

1. L'immagine risultante viene **convertita** in scala di grigi
2. Si **rileva il volto** presente tramite Viola-Jones
3. Si **ridimensiona** in formato 64x64
4. Si **vettorizza** in modo da ottenere un vettore colonna da 4096 componenti

Calcolo della mean face

Una volta inizializzato il dataset, si ottiene una matrice 4096xN, in cui N rappresenta il numero di immagini utilizzate.

La media viene effettuata **lungo le righe**, in modo da ottenere un vettore colonna da 4096 componenti:

$$m_i = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} x_{i,j} \quad i = 0, \dots, 4095$$

Calcolo delle eigenfaces

Una volta calcolata la media, il secondo passo per costruire il face space è quello di calcolare le eigenfaces.

Esse corrispondono agli **autovettori** della matrice di covarianza calcolata utilizzando il dataset:

$$\mathbf{C} = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} (\mathbf{x}_j - \mathbf{m})(\mathbf{x}_j - \mathbf{m})^T$$

Calcolo delle eigenfaces

Per calcolare gli autovettori della matrice di covarianza, viene effettuata la **Singular Value Decomposition**.

Poiché la matrice è simmetrica, le matrici U e V risultano uguali:

$$C = U\Lambda U^T = \sum_{i=0}^{N-1} \lambda_i \mathbf{u}_i \mathbf{u}_i^T$$

dove λ_i sono gli autovalori di C , e u_i gli autovettori

Calcolo dei coefficienti

Avendo costruito il face space, è possibile **proiettare** le immagini calcolando i coefficienti a_i che andranno a pesare ciascuna eigenface utilizzata.

Per ottenere la **migliore approssimazione** della j-esima immagine nello spazio, i coefficienti vanno così calcolati:

$$a_i = (x_j - m) u_i \quad i = 0, \dots, M - 1$$

Riconoscimento identità

In questo modo, ogni immagine avrà associati i suoi coefficienti, e di conseguenza un'**identità**.

Per capire se l'identità di due volti è la stessa, basta calcolare la distanza euclidea tra i due vettori di coefficienti:

$$\|x - y\| = \sqrt{\sum_{i=0}^{M-1} |a_{x_i} - a_{y_i}|^2}$$

Riconoscimento identità

E' opportuno costruire una **galleria di immagini** per ogni identità, caratterizzate da pose ed espressioni diverse in modo da rendere più efficiente il riconoscimento.

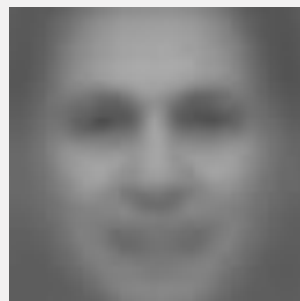
Inoltre deve essere scelto un valore **adeguato** per l'iperparametro M , che rappresenta la **percentuale di varianza** di eigenfaces da utilizzare, ovvero il numero di componenti.

Classificazione

Data un'immagine dall'identità sconosciuta, si fa l'uso di un **classificatore** per assegnare l'identità corretta.

Un esempio di classificatore è il k-Nearest Neighbor, che calcola la distanza tra l'immagine di test e ogni immagine della galleria, selezionando l'identità le **k più vicine**.

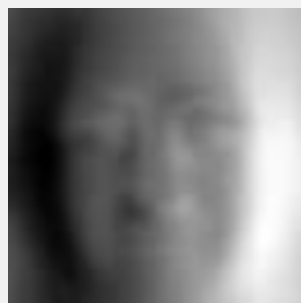
Risultati



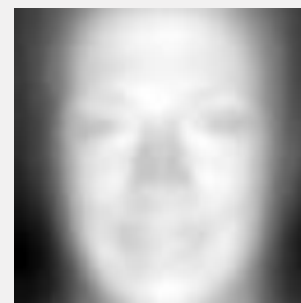
Mean face



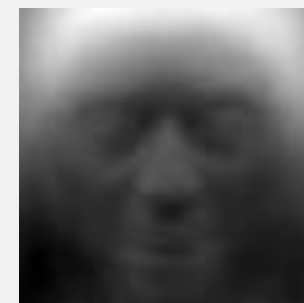
Eigenface 1



Eigenface 2



Eigenface 3



Eigenface 4

Risultati

Sono stati effettuati due test con la seguente immagine, uno utilizzando il 20% e l'altro il 95% della varianza



Test 1

Errato



Identità 4

Test 2

Corretto



Identità 3