

# Nhận dạng mặt người dùng mạng RBF

## RBF network user face recognition

Phạm Chí Hiếu

Trường Đại học Bà Rịa-Vũng Tàu

Email tác giả liên hệ: hieupc@bv.u.edu.vn

---

### THÔNG TIN

Ngày nhận: 27/03/2025

Ngày nhận lại: 23/05/2025

Duyệt đăng: 11/06/2025

#### Từ khóa:

xử lý ảnh, mạng RBF, nhận dạng mặt người, nhận dạng dùng mạng RBF

### TÓM TẮT

Những vấn đề cơ bản của kỹ thuật xử lý ảnh được ứng dụng nhiều trong thực tế, có thể kể như: tự động nhận dạng đặc trưng, máy nhìn công nghiệp để điều khiển và kiểm tra sản phẩm, nhận dạng mục tiêu quân sự, tự động vân tay, hiển thị lên màn hình ảnh X-quang và các mẫu máu, xử lý bằng các máy hình chụp từ vệ tinh để dự báo thời tiết, nén ảnh để lưu trữ và truyền tín hiệu trong truyền hình.

Một trong những ứng dụng của xử lý ảnh là dùng để nhận dạng mặt người đang ngày càng thu hút sự quan tâm của các nhà khoa học trên thế giới. Do đó, trong bài báo này, tôi muốn giới thiệu một phương pháp xử lý ảnh cơ bản, nhận dạng mặt người và những kết quả đã đạt được từ mô phỏng.

### ABSTRACT

#### Keywords:

image processing, RBF network, face recognition, recognition using RBF network

The fundamental issues of image processing technology have been widely applied in practice, including automatic feature recognition, industrial machine vision for product control and inspection, military target recognition, fingerprint automation, displaying X-ray images and blood samples on screens, processing satellite images for weather forecasting, and image compression for storage and signal transmission in television broadcasting.

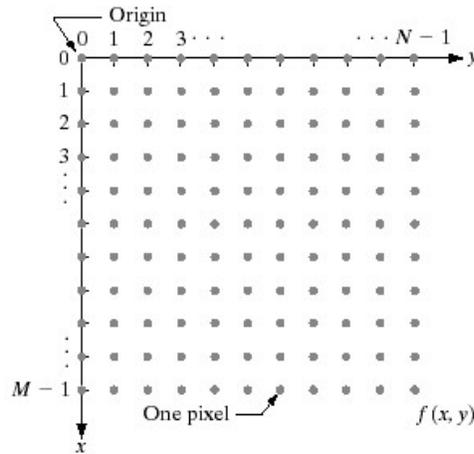
One of the prominent applications of image processing is human face recognition, which has been increasingly attracting the attention of scientists worldwide. Therefore, in this paper, I would like to introduce a basic image processing method for face recognition, along with the results obtained from simulations.

---

## 1. Cơ sở lý thuyết về xử lý ảnh

Ảnh có thể được biểu diễn bằng hàm 2 biến  $f(x,y)$ . Trong đó, 'x' và 'y' là cặp tọa độ trong miền không gian ảnh. Giá trị của hàm  $f$  tại cặp tọa độ  $(x,y)$  được gọi là cường độ sáng (intensity) hoặc mức xám (grayscale) của ảnh tại điểm đó. Ảnh số bao gồm một số hữu hạn

các phần tử. Thành phần nhỏ nhất trong ảnh số đó là pixel. Một ảnh số tổng quát có cấu tạo như hình dưới đây:



**Hình 1.1:** Cấu tạo tổng quát của một ảnh số

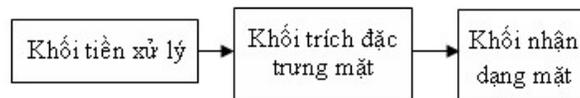
**Ảnh số được chia ra thành 4 loại:**

- + Ảnh xám (intensity image): Ảnh xám là một ma trận dữ liệu mà các giá trị phần tử của nó có thể là lớp dữ liệu số interger 8 bit [0,255] hay dữ liệu số interger 16 bit [0,65535].
- + Ảnh nhị phân (binary image): Ảnh nhị phân là một ma trận mà các giá trị phần tử của nó có giá trị logic ‘0’, ‘1’.
- + Ảnh chỉ số (indexed image): Ảnh chỉ số thực ra cũng là ảnh màu RGB nhưng khác ở chỗ ảnh chỉ số có kèm theo bảng tọa độ màu tương ứng với mỗi phần tử ảnh pixel.
- + Ảnh thực, ảnh màu (RGB image): Ảnh màu RGB là tập hợp 3 ảnh mức xám R, G, B.

**2. Nhận dạng mặt người dùng mạng neuron**

Nhận dạng ở đây có nghĩa là nhận biết đối tượng thông qua ảnh của đối tượng. Những đối tượng được nhận dạng phải là những đối tượng đã được biết trước về các đặc trưng ảnh của chúng. Đặc trưng của ảnh đối tượng là những dữ liệu đặc biệt trích ra từ ảnh của đối tượng, mà nếu một ảnh đối tượng hội đủ các đặc trưng của một ảnh đối tượng đã được biết trước thì ảnh đang xét được xem như là ảnh của đối tượng đã biết.

Quá trình nhận dạng mặt người là một công việc hết sức phức tạp. Một cách khái quát, để thực hiện tốt việc nhận dạng mặt người, ta cần thực hiện theo sơ đồ khối sau:



**Hình 2.1:** Sơ đồ khối

- **Khối tiền xử lý:**  
 Đây là khối đầu tiên nhưng không kém phần quan trọng, nó quyết định đến sự thành công của việc trích đặc trưng.  
 Ảnh vào được lọc nhiễu, được chuẩn hình học và được san bằng histogram để chuẩn hóa cường độ sáng.
- **Khối trích đặc trưng mặt:**

Đây là khối quan trọng nhất, giải thuật chính của phương pháp này nằm ở khối này. Sau khi tiền xử lý, các ảnh được lấy mẫu rồi trích vector đặc trưng cho mỗi ảnh và các vector này được lưu lại làm tiền đề cho việc nhận dạng sau này.

Một đặc điểm quan trọng của việc phân tích các thành phần thiết yếu PCA (Principal Component Analysis) là có thể xây dựng lại tập hình huấn luyện ban đầu bằng việc kết hợp những vector riêng sau khi tính toán. Số vector riêng này phải được chọn thích hợp vì nó phản ánh những đặc trưng cần thiết cho hình ban đầu. Mỗi Eigenface (PCA) phản ánh những đặc trưng nào đó của khuôn mặt.

- Khối nhận dạng mặt:

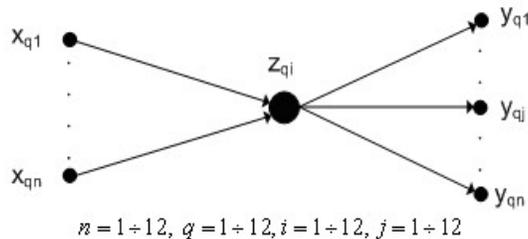
Đây là khâu cuối cùng kiểm nghiệm kết quả nhận dạng. Ở khâu này, ta sử dụng mạng neural để kiểm nghiệm kết quả sau khi đã huấn luyện. Dùng vector đặc trưng của ảnh cần nhận dạng vừa tính cho vào mạng neural. Nếu ngõ ra lên 1 ở vị trí nào sẽ tương ứng với người đó. Trường hợp ngược lại, không có ngõ nào lên 1 hoặc nhiều ngõ cùng lên 1 thì kết luận hình không có trong cơ sở dữ liệu.

**- Mạng RBF nhận dạng gồm có:**

- + n ngõ vào
- + n neural lớp ẩn
- + n ngõ ra

Trong đó n là số ảnh mẫu ( $n = 1 \div 12$ )

**Cấu trúc mạng:**



**Hình 2.2:** Cấu trúc mạng RBF

**Đầu ra của các neural lớp ẩn:**

$$z_{11} = g\left(\frac{\|x_1 - C_1\|^2}{\delta_1^2}\right) = e$$

$$\vdots$$

$$z_{1n} = g\left(\frac{\|x_1 - C_n\|^2}{\delta_n^2}\right) = e$$

Với:

$$\|x_1 - C_1\| = \sqrt{(x_1 - C_1)(x - C_1)}$$

$$\begin{aligned}
x_1 &= [x_{11} x_{12} \dots x_{1n}] \\
&\vdots \\
&\vdots \\
x_n &= [x_{n1} x_{n2} \dots x_{nn}] \\
z_1 &= [z_{11} z_{12} \dots z_{1n}] \\
&\vdots \\
&\vdots \\
z_n &= [z_{n1} z_{n2} \dots z_{nn}] \\
C_1 &= [C_{11} C_{12} \dots C_{1n}] \\
&\vdots \\
&\vdots \\
C_n &= [C_{n1} C_{n2} \dots C_{nn}] \\
w_n(k+1) &= w_n(k) - \eta_w \cdot (d_n - y_n) z_n \\
\Delta_{w_1} J &= \frac{\partial J}{\partial w_1} = \frac{\partial J}{\partial y_1} \cdot \frac{\partial y_1}{\partial w_1} = -(d_1 - y_1) z_1
\end{aligned}$$

**Lớp ra:**

$$\begin{aligned}
y_{11} &= w_{11} z_{11} + w_{12} z_{12} + \dots + w_{1n} z_{1n} = w_1 z_1 \\
&\vdots \\
&\vdots \\
&\vdots \\
y_{1n} &= w_n z_n
\end{aligned}$$

Với:

$$\begin{aligned}
w_1 &= [w_{11} w_{12} \dots w_{1n}] \\
&\vdots \\
&\vdots \\
w_n &= [w_{n1} w_{n2} \dots w_{nn}]
\end{aligned}$$

**\* Huấn luyện mạng:**

**+ Hàm mục tiêu:**

$$J = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (d_i - y_i)^2$$

**+ Cập nhật tâm:**

$$C_1(k+1) = C_1(k) - \eta_C \cdot \Delta_{C_1} J$$

Với:

$$\Delta_{C_1} J = \frac{\partial J}{\partial C_1} = \frac{\partial J}{\partial y_1} \cdot \frac{\partial y_1}{\partial z_1} \cdot \frac{\partial z_1}{\partial C_1} = -(d_1 - y_1) w_1 \cdot 2 \frac{\|x_1 - C_1\|}{\delta_1^2} \cdot e^{-\frac{\|x_1 - C_1\|^2}{\delta_1^2}}$$

Vậy:

$$C_1(k+1) = C_1(k) + \eta_C (d_1 - y_1) w_1 \cdot 2 \frac{\|x_1 - C_1\|}{\delta_1^2} \cdot e^{-\frac{\|x_1 - C_1\|^2}{\delta_1^2}}$$

.

.

.

$$C_n(k+1) = C_n(k) + \eta_C (d_n - y_n) w_n \cdot 2 \frac{\|x_n - C_n\|}{\delta_n^2} \cdot e^{-\frac{\|x_n - C_n\|^2}{\delta_n^2}}$$

**+ Cập nhật hệ số trái:**

$$\delta_1(k+1) = \delta_1(k) - \eta_\delta \Delta_{\delta_1} J$$

Với:

$$\Delta_{\delta_1} J = \frac{\partial J}{\partial \delta_1} = \frac{\partial J}{\partial y_1} \cdot \frac{\partial y_1}{\partial z_1} \cdot \frac{\partial z_1}{\partial \delta_1} = -(d_1 - y_1) w_1 \cdot 2 \frac{\|x_1 - C_1\|}{\delta_1^3} \cdot e^{-\frac{\|x_1 - C_1\|^2}{\delta_1^2}}$$

$$\delta_1(k+1) = \delta_1(k) - \eta_\delta (d_1 - y_1) w_1 \cdot 2 \frac{\|x_1 - C_1\|}{\delta_1^3} \cdot e^{-\frac{\|x_1 - C_1\|^2}{\delta_1^2}}$$

.

.

$$\delta_n(k+1) = \delta_n(k) - \eta_\delta (d_n - y_n) w_n \cdot 2 \frac{\|x_n - C_n\|}{\delta_n^3} \cdot e^{-\frac{\|x_n - C_n\|^2}{\delta_n^2}}$$

**+ Cập nhật trọng số:**

$$w_1(k+1) = w_1(k) - \eta_w \cdot \Delta_{w_1} J$$

Với:

$$\Delta_{w_1} J = \frac{\partial J}{\partial w_1} = \frac{\partial J}{\partial y_1} \cdot \frac{y_1}{w_1} = -(d_1 - y_1) z_1$$

Vậy:

$$w_1(k+1) = w_1(k) - \eta_w \cdot (d_1 - y_1) z_1$$

.

.

.

$$w_n(k+1) = w_n(k) - \eta_w \cdot (d_n - y_n) z_n$$

### 3. Kết quả mô phỏng

Tập huấn luyện gồm 12 ảnh của 3 người (mỗi người 4 ảnh), các ảnh có kích thước 112 x 92 pixels. Các ảnh qua bước tiền xử lý được làm nhẵn và cân bằng giá trị histogram. Sau đó, các ảnh sẽ được cắt lấy phần khuôn mặt (nhằm loại bỏ các phần phụ như nền, tóc, tai,...) để tiện lợi cho việc trích đặc trưng cũng như việc nhận dạng.



**Hình 3.1:** Tập ảnh huấn luyện

Tiếp theo sẽ là quá trình tìm các vector đặc trưng của tập ảnh huấn luyện. Ở đây, sẽ sử dụng phương pháp Eigenface để trích đặc trưng ảnh.

Ảnh cần nhận dạng cũng qua các bước tiền xử lý và trích đặc trưng. Sau đó, đưa vào mạng neural để học các tập mẫu này. Khi ta chọn một ảnh trong tập mẫu đã huấn luyện để kiểm tra thì hệ thống nhận dạng đúng ảnh đã chọn.



**Hình 3.2:** Kết quả nhận dạng giống với người trong tập huấn luyện

Khi chọn một ảnh không có trong tập mẫu huấn luyện thì hệ thống báo là không có trong cơ sở dữ liệu.



**Hình 3.3:** Kết quả nhận dạng không giống người trong tập huấn luyện

Kiểm tra các kiểu mẫu ảnh khác nhau của một người trong tập huấn luyện ta được kết quả như sau:

+ **Mẫu 1:**



**Hình 3.4:** Kết quả nhận dạng mặt người với kiểu nhìn thẳng

+ **Mẫu 2:**



**Hình 3.5:** Kết quả nhận dạng mặt người với kiểu nghiêng bên phải

+ **Mẫu 3:**



**Hình 3.6:** Kết quả nhận dạng mặt người với kiểu cười

+ **Mẫu 4:**



**Hình 3.7:** Kết quả nhận dạng mặt người với kiểu liếc mắt lên trên

Qua chương trình mô phỏng việc nhận dạng cũng như việc sử dụng phương pháp Eigenface cho việc tìm vector đặc trưng và phương pháp nhận dạng dùng mạng RBF, nhận thấy:

Chương trình đạt độ chính xác tương đối cao trong quá trình nhận dạng. Tốc độ xử lý của chương trình khá nhanh. Ở đây, chương trình xử lý trích đặc trưng cho 3 người (12 ảnh) chỉ mất khoảng 12 giây. Tốc độ xử lý của chương trình này chủ yếu phụ thuộc vào tổng số hình trong tập huấn luyện, ít phụ thuộc vào kích cỡ ảnh. Đó cũng chính là điểm mạnh khi dùng những ảnh có kích cỡ lớn để nhận dạng.

Nhận dạng bằng neuron cho kết quả nhanh. Kết quả này giúp rất nhiều trong việc kiểm tra độ chính xác của phương pháp một cách nhanh chóng, không mất nhiều thời gian.

Một điều thuận tiện là chương trình nhận dạng mặt người bằng phương pháp Eigenface được thiết kế không chỉ bắt buộc 3 người, mỗi người phải có 4 ảnh để đưa vào trích đặc trưng, mà có thể tăng hoặc giảm số người và số ảnh mẫu đưa vào huấn luyện cho từng người. Khi số hình mẫu càng nhiều và bao hết các kiểu thì việc nhận dạng càng chính xác.

#### 4. Kết luận

Trong bài báo này trình bày việc thiết kế hệ thống nhận dạng mặt người dùng mạng neuron. Các mô phỏng trên máy tính cho thấy rằng thiết kế đã đáp ứng được yêu cầu đặt ra.

Việc huấn luyện mạng để thực hiện một ứng dụng cụ thể là điều chỉnh, xác lập các giá trị trọng số liên kết còn được gọi là bộ trọng số kết nối của mạng giữa các neuron trong mạng và của các bias. Trong học giám sát, các cặp tín hiệu vào ra được dùng để huấn luyện mạng

sao cho tín hiệu ra của mạng tiệm cận tới tín hiệu ra mong muốn của hệ thống. Sai số dự báo là sai lệch giữa tín hiệu ra mong muốn và tín hiệu ra của mạng.

### **Hướng phát triển:**

Cải thiện hệ thống nhận dạng sao cho có thể kiểm tra được khuôn mặt với mẫu mới của người trong tập huấn luyện.

Kiểm tra xem Eigenface có phải là phương pháp tốt cho bài toán này hay không bằng cách so sánh kết quả với các phương pháp trích đặc trưng khác. Đồng thời việc nghiên cứu tìm ra các giải thuật khác nhằm nâng cao hơn nữa tỷ lệ nhận dạng đúng.

### **Tài liệu tham khảo**

Dario, M. & Davide, M. (1997). “*Direct Gray – scale minutiae detection in Fingerprints*”. IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, Vol.19, No.1.

Jinwei, G., Jie, Z. & Chunyu, Y. (2006). “*Fingerprint Recognition By Combining Global Structure Ang Local Cues*”. IEEE Transactions On Image Processing, Vol. 15, No.7.

Jianwei, Y., Lifeng, L., Tianzi. & Yong, F. (2003). “*A Modified Gabor Filter Design Method For Fingerprint Image Enhancement*”. Pattern Recognition Letters 24.

Nguyễn Quang Thi (2000). “*Áp dụng mạng neuron trong kỹ thuật xử lý ảnh*”, Việt Nam: Luận án cao học.

Nguyễn Kim Sách (1997). “*Xử lý ảnh và video số*”. Việt Nam: NXB khoa học và kỹ thuật.

Nguyễn Thiện Thành (2001). *Chuyên đề Mạng Neuron. nhận dạng, dự báo và điều khiển*. Việt Nam: Đại Học Bách Khoa TP.HCM.

Maltoni, D., Maio, D., Jain, A. K. & S. Prabhakar (2003). “*Minutiae-based methods*” Extract from “*Handbook of Fingerprint Recognition*”. Springer, New York.

Anil, J., Lin, H. & Ruud, B. (1997). “*On Line Fingerprint Verification*”, *IEEE Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence*, Vol. 19, No. 4.

Lê Thị Thủy (Chủ biên), Ngô Thị Bích Thủy, Trần Hùng Cường (2019). *Giáo trình Xử lý ảnh*. Việt Nam: NXB Thông kê.

Nguyễn Thanh Hải (2014). *Giáo trình Xử lý ảnh*. Việt Nam: NXB Đại Học Quốc Gia.