



TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



BÁO CÁO

PBL5 - ĐỒ ÁN KỸ THUẬT MÁY TÍNH

Hệ thống chấm công bằng nhận diện khuôn mặt

Cán bộ doanh nghiệp hướng dẫn: anh Nguyễn Văn Cường

Giảng viên đồng hướng dẫn: TS. Bùi Thị Thanh Thanh

STT NHÓM: 12

| HỌ VÀ TÊN SINH VIÊN | LỚP HỌC PHẦN ĐỒ ÁN |
|----------------------------|---------------------------|
| Trần Ngọc Huy | 18N15B |
| Nguyễn Kim Huy | 18N15B |
| Lê Xuân Thuận | 18N15A |
| Nguyễn Thanh Tuấn | 18N15A |

ĐÀ NẴNG, 06/2021

TÓM TẮT ĐỒ ÁN

Trong đồ án này chúng em đã xây dựng một hệ thống chấm công thông qua nhận diện khuôn mặt. Hệ thống này bao gồm 2 server, một server chính sẽ có nhiệm vụ quản lý thông tin cá nhân chấm công và các thao tác khác và một microserver khác để xử lý chức năng liên quan tới nhận diện khuôn mặt từ dữ liệu được lấy từ camera.

Sau quá trình nghiên cứu và tìm hiểu nhóm đề xuất giải pháp nhận diện khuôn mặt bằng cách sử dụng mô hình MTCNN nhằm xác định vị trí khuôn mặt, đồng thời kết hợp mô hình Facenet để nhận diện danh tính đối tượng

Hệ thống chúng em đã có thể tiến hành chấm công và thao tác như mong muốn cùng với độ chính xác và thời gian xử lý tốt. Tuy nhiên, hệ thống vẫn còn một số giới hạn như hình ảnh vào ở mức 2D và chỉ hoạt động tốt ở môi trường đầy đủ ánh sáng.

BẢNG PHÂN CÔNG NHIỆM VỤ

| Sinh viên thực hiện | Các nhiệm vụ | Tự đánh giá theo 3 mức |
|---------------------|---|------------------------|
| Lê Xuân Thuận | <ul style="list-style-type: none">● Phân công nhiệm vụ, đảm bảo tiến độ đồ án● Tích hợp mô hình micro server, giao tiếp api giữa 2 server● Đồng bộ hóa dữ liệu giữa 2 server● Nghiên cứu và thực hiện tiền xử lý dữ liệu● Thực hiện Slide, thuyết trình | Hoàn thành |
| Nguyễn Thanh Tuấn | <ul style="list-style-type: none">● Phát hiện khuôn mặt dò tìm, định vị những vùng (vị trí) có thể là khuôn mặt● Phân đoạn khuôn mặt● Trích chọn đặc trưng, bằng một phương pháp trích chọn đặc điểm● Nghiên cứu và thực hiện phần train model cho MicroServer● Thực hiện phần nhận dạng, phân lớp khuôn mặt nhằm phân biệt các khuôn mặt với nhau● Viết báo cáo | Hoàn thành |
| Trần Ngọc Huy | <ul style="list-style-type: none">● Xây dựng Web Server quản lý hệ thống● Xây dựng cơ sở dữ liệu để lưu trữ và quản lý● Code frontend cho Web Server● Xây dựng các hàm để Web Server có thể giao tiếp với Micro Server thông qua api● Thực hiện Backend cho Web Server | Hoàn thành |
| Nguyễn Kim Huy | <ul style="list-style-type: none">● Nhận diện khuôn mặt từ camera thông qua Raspberry Pi● Trích xuất khuôn mặt● Xử lý dữ liệu hình ảnh trước khi gửi về cho Web Server● Code frontend cho App Mobile | Hoàn thành |

MỤC LỤC

| | |
|--|----|
| 1. Giới thiệu | 6 |
| 1.1. Lý do chọn đề tài | 6 |
| 1.2. Những vấn đề đặt ra và giải pháp cho hệ thống | 6 |
| 1.3. Tổng quan kiến trúc của hệ thống | 7 |
| 1.4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu | 8 |
| 1.4.1. Đối tượng nghiên cứu | 8 |
| 1.4.2. Phạm vi nghiên cứu | 8 |
| 2. Giải pháp | 8 |
| 2.1. Giải pháp về phần cứng và truyền thông | 8 |
| 2.2. Giải pháp về phần mềm | 10 |
| 3. Kết quả | 18 |
| 4. Kết luận | 19 |
| 5. Danh mục tài liệu tham khảo | 20 |

MỤC LỤC HÌNH ẢNH

| | |
|---|-----------|
| <i>Hình 1. Sơ đồ mạch phần cứng của hệ thống.....</i> | <i>9</i> |
| <i>Hình 2. Sơ đồ toàn hệ thống.....</i> | <i>10</i> |
| <i>Hình 3. Sơ đồ xử lý nhận diện khuôn mặt.....</i> | <i>14</i> |
| <i>Hình 4 Sơ đồ cấu trúc mạng CNN P-Net.....</i> | <i>15</i> |
| <i>Hình 5 Sơ đồ cấu trúc mạng CNN R-Net.</i> | <i>15</i> |
| <i>Hình 6. Sơ đồ cấu trúc mạng CNN O-Net.....</i> | <i>16</i> |
| <i>Hình 7. Sơ đồ nguyên lý của FaceNet</i> | <i>17</i> |
| <i>Hình 8. Hình 8:Mô hình SVM.....</i> | <i>18</i> |

1. Giới thiệu

1.1. Lý do chọn đề tài

Với sự phát triển không ngừng của khoa học và công nghệ, đặc biệt là với những chiếc điện thoại thông minh (smartphone) ngày càng hiện đại và được sử dụng phổ biến trong đời sống con người đã làm cho lượng thông tin thu được bằng hình ảnh ngày càng tăng. Theo đó, lĩnh vực xử lý ảnh cũng được chú trọng phát triển, ứng dụng rộng rãi trong đời sống xã hội hiện đại. Không chỉ dừng lại ở việc chỉnh sửa, tăng chất lượng hình ảnh mà với công nghệ xử lý ảnh hiện nay chúng ta có thể giải quyết các bài toán nhận dạng chữ viết, nhận dạng dấu vân tay, nhận dạng khuôn mặt... Cùng với đó là yêu cầu ngày càng cao về sự thuận tiện, chính xác cũng như hiệu quả trong việc chấm công cho các công ty lớn. Các sản phẩm về chấm công thông qua nhận diện khuôn mặt đã xuất hiện trong một thời gian dài và có rất nhiều sản phẩm chất lượng cả trong và ngoài nước, nhưng hiện nay chúng em còn thấy những bất cập trong những hệ thống đó như:

- Giá thành lắp đặt và bảo trì cao so với các phương pháp truyền thống
- Chưa có một hệ thống chấm công hoàn chỉnh và hiệu quả có thể sử dụng từ website đến mobile
- Tốc độ và hiệu quả chưa cao so với những phương pháp cũ
- Độ chính xác cần phải cải thiện

Do đó nhóm chúng em quyết định xây dựng một hệ thống chấm công tự động thông qua nhận dạng khuôn mặt và kết hợp với Web, App nhằm tạo sự hiệu quả, thuận tiện và chính xác cho hệ thống.

1.2. Những vấn đề đặt ra và giải pháp cho hệ thống

Bài toán nhận dạng mặt người là bài toán đã được nghiên cứu từ những năm 70. Tuy nhiên, đây là một bài toán khó nên những nghiên cứu hiện tại vẫn chưa đạt được những kết quả mong muốn. Chính vì thế, vấn đề này vẫn đang được nhiều nhóm trên thế giới quan tâm nghiên cứu. Khó khăn của bài toán nhận dạng mặt người có thể kể đến như sau:

- Tư thế chụp, góc chụp: Ảnh chụp khuôn mặt có thể thay đổi rất nhiều bởi vì góc chụp giữa camera, khuôn mặt

- Sự biểu cảm của khuôn mặt: Biểu cảm của khuôn mặt có thể làm thay đổi đáng kể thông số của khuôn mặt
- Sự xuất hiện hoặc thiếu một số thành phần của khuôn mặt
- Hướng của ảnh: Các ảnh khuôn mặt có thể thay đổi rất nhiều với điều kiện camera khác nhau
- Ảnh chụp trong điều kiện khác nhau về chiếu sáng, tính chất camera,..

Từ những khó khăn trên về việc nhận diện khuôn mặt nhóm chúng em đã tìm hiểu và chọn giải pháp áp dụng những công nghệ mới như: phát hiện khuôn mặt bằng MTCNN, trích xuất đặc trưng bằng Facenet và dùng SVM để classifier và nhận diện mặt. Nhờ đó, giải pháp này có nhiều ưu điểm so với những phương pháp khác như: nhận diện được mặt ở nhiều góc khác nhau, ko cần nhìn thẳng, nhận diện chính xác hơn, trích xuất được nhiều đặc trưng khuôn mặt hơn và công nghệ này áp dụng nhiều trong thực tế.

1.3. Tổng quan kiến trúc của hệ thống

Hệ thống bao gồm 2 Server và một Raspberry Pi có gắn camera. Trong đó Raspberry Pi sẽ có chức năng nhận diện, trích xuất khuôn mặt từ camera để gửi về cho Web Server tổng hợp và từ đó gửi về cho Micro Server để xử lý việc nhận diện khuôn mặt và trả về kết quả cho Web Server.

Để xây dựng được một hệ thống hoàn chỉnh như trên thì ta cần xử lý một số vấn đề sau:

- Nhận diện, trích xuất khuôn mặt từ camera thông qua Raspberry Pi gửi lên Web Server
- Xây dựng Web Server quản lý chung và Micro Server thực hiện chức năng nhận diện, training từ dữ liệu Web Server cung cấp
- Kết nối giữa hai Server thông qua các api

Phần quan trọng nhất trong hệ thống là nhận dạng khuôn mặt người. Thông thường bao gồm bốn bước xử lý sau:

- Phát hiện khuôn mặt (Face Detection).
- Phân đoạn khuôn mặt (Face Alignment hay Segmentation)

- Trích chọn đặc trưng (Feature Extraction)
- Nhận dạng (Recognition) hay Phân lớp khuôn mặt (Face Classification)

1.4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

1.4.1.Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu trong đề án lần này của nhóm bao gồm:

- Các phương pháp, thuật toán cho việc nhận diện và phát hiện khuôn mặt từ camera thông qua Raspberry Pi.
- Xây dựng ứng dụng Web, App nhằm để quản lý và sử dụng hệ thống
- Tích hợp mô hình micro server, giao tiếp api giữa các server
- Ngôn ngữ Js (nodejs, reactjs) , Python (Flask) cùng với cơ sở dữ liệu Mongo Database

1.4.2.Phạm vi nghiên cứu

Một số điều kiện và phạm vi nghiên cứu mà nhóm đặt ra trong quá trình thực hiện đề án

- Hệ thống chỉ nhận dạng khuôn mặt đối với hình ảnh 2D
- Môi trường đặt camera phải phù hợp để hình ảnh có thể có độ sáng, chất lượng tốt nhất

2. Giải pháp

Từ những phân tích ở trên về một hệ thống nhận diện khuôn mặt nhóm chúng em đặt ra những chức năng chính cơ bản của hệ thống chấm công thông qua nhận diện khuôn mặt như sau:

- Nhận diện khuôn mặt trong thời gian thực
- Đồng bộ hóa dữ liệu giữa 2 server
- Thêm, xóa sửa nhân viên trong hệ thống
- Quản lý dữ liệu của hệ thống
- Chấm công cho người dùng từ những dữ liệu đã được xử lý

2.1. Giải pháp về phần cứng và truyền thông

Phần cứng của hệ thống bao gồm

- Camera: Là khối có chức năng lấy ảnh từ từ Camera Pi
- Raspberry Pi 3 : Xử lý chức năng chính nhận ảnh từ Camera , tiền xử lý ảnh. Sau khi xử lý sẽ gửi hình ảnh cho server để quản lý và nhận dạng.

Hình ảnh về phần cứng của hệ thống



Hình 1: Sơ đồ mạch phần cứng của hệ thống

Phần cứng của hệ thống bao gồm:

| Tên linh kiện | Tính năng |
|-------------------------|---|
| Raspberry Pi 3 Model B+ | CPU: Quad-core A53 (ARMv8) 64-bit ,1.4GHz. |

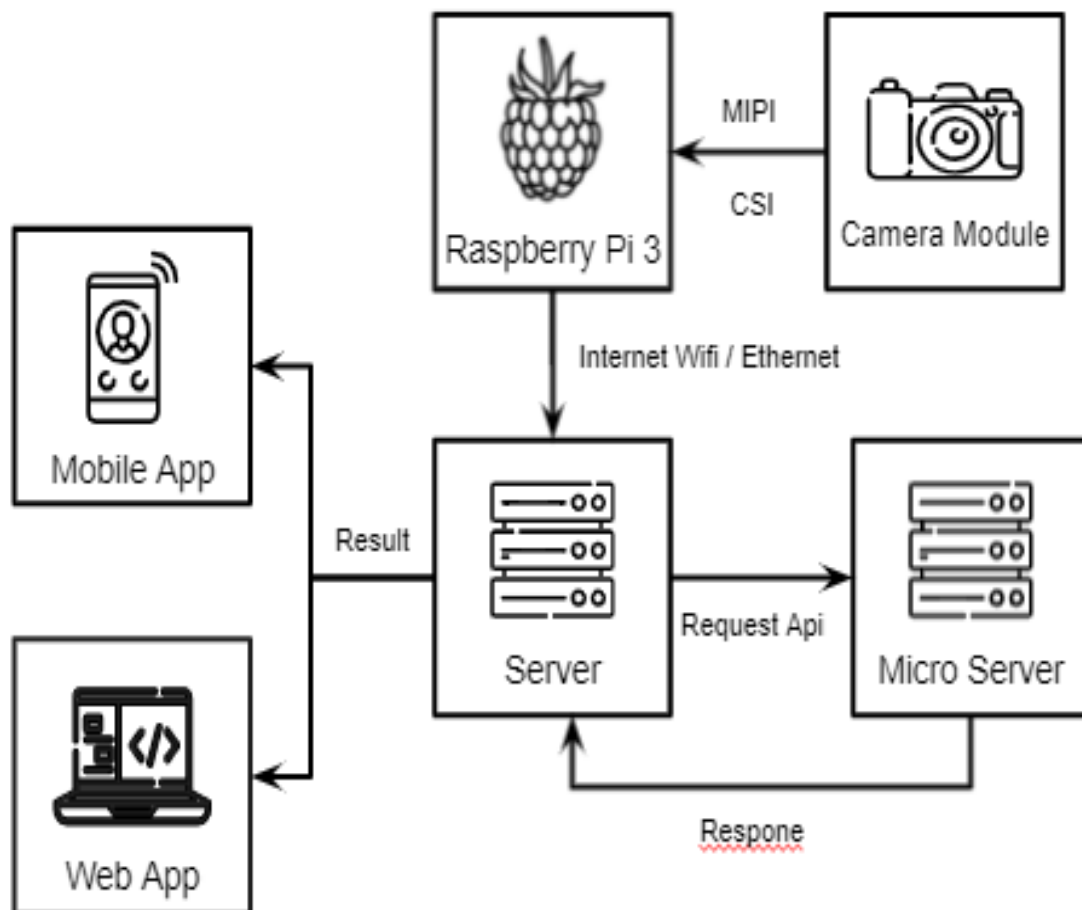
| | |
|----------------------------|---|
| | Kết nối IEEE 802.11. Cổng display, camera,... |
| Raspberry Pi Camera Module | Chụp ảnh tĩnh ở độ phân giải 2592x1944. Hỗ trợ video 1080p30, 720p60 và 640x480p90 |
| FFC-Flexible Flat Cable | Kết nối Raspberry Pi với module camera. |

Module máy ảnh này sẽ giao tiếp với Raspberry Pi thông qua cáp ruy-băng 15 chân (FFC-Flexible Flat Cable) tới cổng kết nối máy ảnh MIPI Camera Serial Interface (CSI).

Nguyên tắc hoạt động: Raspberry Pi 3 được gắn Camera Module sẽ hoạt động liên tục khi có người vào trong khung hình, người đó sẽ được nhận nhận diện chụp ảnh lại và truyền dữ liệu về cho server lưu trữ và xử lý.

2.2. Giải pháp về phần mềm

Sơ đồ tổng quan của hệ thống



Hình 2: Sơ đồ toàn hệ thống

Thông qua sơ đồ trên ta có thể thấy nguyên lý hoạt động của hệ thống như sau:

- Chức năng chấm công:
 - Đầu tiên thì người được chấm công sẽ đi qua camera. Sau đó Raspberry Pi sẽ nhận dạng và trích xuất khuôn mặt từ camera
 - Gửi cho Web Server để tiến hành lưu trữ và xử lý
 - Sau khi nhận được hình ảnh Web Server sẽ tiếp tục gửi hình ảnh cho Micro Server xử lý nhận diện hình ảnh thông qua các api
 - Khi Micro Server nhận được hình ảnh và xử lý xong sẽ trả về kết quả cho Web Server để chấm công và hoàn thành chấm công
- Chức năng train nhân viên mới:
 - Người quản lý web chấm công sẽ gửi hình ảnh nhân viên mới thông qua Web Server

- Truyền hình ảnh thông qua api. Micro Server sẽ tiến hành thêm id và hình ảnh nhân viên và train lại model của hệ thống
- Sau khi hoàn thành quá trình train model server sẽ gửi kết quả về cho Web Server
- Chức năng xóa nhân viên cũ:
 - Web Server sẽ gửi api bao gồm id của nhân viên cần xóa đến Micro Server
 - Micro Server sẽ xóa hình ảnh và id của nhân viên đó trong DB
 - Tiến hành train lại model và gửi kết quả về cho Web Server

Web Server và App mobile dùng để quản lý và xử lý dữ liệu từ Micro Server sẽ được thực hiện bằng những giải pháp bao gồm:

- Cơ sở dữ liệu: MongoDB
- Ngôn ngữ: Javascript
- Framework: Next Js, ReactJs, React Native

Khi những hình ảnh được quản lý và gửi từ Web Server. Micro Server sẽ nhận và được xử lý, nhận diện.

Tổng quan về quá trình xử lý, training và nhận dạng khuôn mặt của Micro Server

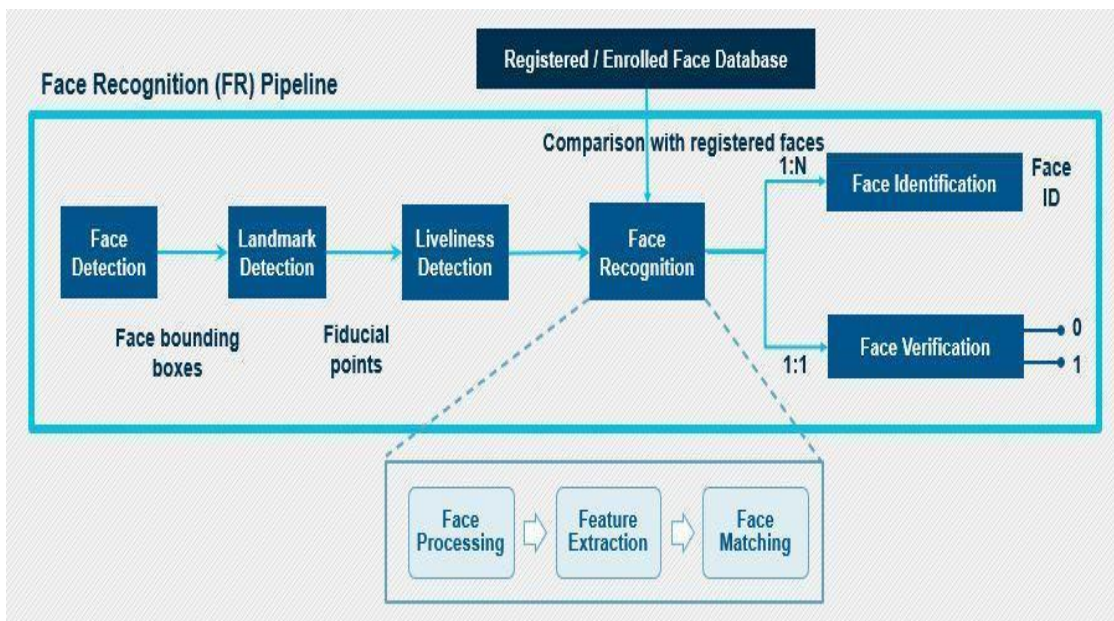
- Phát hiện khuôn mặt dò tìm, định vị những vùng (vị trí) có thể là khuôn mặt xuất hiện trong ảnh hoặc các frame video. Các vùng này sẽ được tách riêng để xử lý. Phát hiện khuôn mặt được đánh giá là bước khó khăn và quan trọng nhất so với các bước còn lại của hệ thống.
- Chúng ta có thể áp dụng thêm một số bước khác như tiền xử lý, hậu xử lý nhằm làm tăng độ chính xác cho hệ thống.
- Sau bước phát hiện khuôn mặt, ta thực hiện bước tiền xử lý (Preprocessing) bao gồm các bước căn chỉnh ảnh (face image alignment). Do một số thông số như: tư thế khuôn mặt, độ sáng, điều kiện ánh sáng, v.v...
- Phân đoạn khuôn mặt sẽ xác định vị trí mắt mũi, miệng và các thành phần khác của khuôn mặt và chuyển kết quả này cho bước trích chọn đặc trưng.
- Ở bước trích chọn đặc trưng, bằng một phương pháp trích chọn đặc điểm nào đó (mẫu nhị phân cục bộ-Local Binary Pattern-LBP, Gabor wavelets...) sẽ được sử dụng với ảnh mặt để trích xuất các thông tin đặc trưng cho ảnh từ các thông tin về các thành phần trên khuôn mặt, kết quả là mỗi ảnh sẽ được biểu diễn dưới

dạng một vector đặc trưng (feature vector). Những vector đặc trưng này sẽ là dữ liệu đầu vào cho một mô hình đã được huấn luyện trước để nhận dạng khuôn mặt (Face Recognition) hay phân lớp khuôn mặt (Face Classification), tức là xác định danh tính (identity) hay nhân của ảnh-đó là ảnh của ai.

- Bước training nhằm 2 mục đích: giảm số chiều (dimension reduction) của các vector đặc điểm (feature vector) vì các vector này thường có độ dài khá lớn (vài nghìn tới vài trăm nghìn) nên nếu để nguyên thì việc tính toán sẽ rất rất lâu, thứ hai là làm tăng tính phân biệt (discriminative) giữa các ảnh khác lớp (định danh khác nhau), ngoài ra có thể làm giảm tính phân biệt giữa các ảnh thuộc về một lớp (tùy theo phương pháp, ví dụ như Linear Discriminant Analysis LDA- còn gọi là Fisher Linear Discriminant Analysis-Fisherface là một phương pháp làm việc với tập training mà mỗi đối tượng có nhiều ảnh mặt ở các điều kiện khác nhau).
- Sau khi thực hiện chiếu tập reference vào không gian con, hệ thống lưu lại kết quả là một ma trận với mỗi cột của ma trận là một vector tương ứng với ảnh (định danh đã biết) để thực hiện nhận dạng (hay phân lớp)
- Ở bước nhận dạng khuôn mặt (Face Recognition), thường thì phương pháp k-nearest neighbor:kNN sẽ được sử dụng.
 - Dữ liệu cho một hệ thống nhận dạng mặt được chia làm 3 tập: tập huấn luyện (training set), tập tham chiếu (reference set haygallery set) và tập để nhận dạng (probe set hay query set, đôi khi còn gọi là test set).
 - Tập training gồm các ảnh được dùng để huấn luyện (hay học-learning), thông thường tập này được dùng để sinh ra một không gian con (projection subspace) là một ma trận và phương pháp hay được sử dụng là PCA (Principal Component Analysis), WPCA (Whitened PCA), LDA (Linear Discriminant Analysis), KPCA (Kernel PCA).
 - Tập reference gồm các ảnh đã biết danh tính được chiếu (projected) vào không gian con ở bước training.
 - Nhận dạng (hay phân lớp) được thực hiện với tập các ảnh probe, sau khi tiền xử lý xong, mỗi ảnh sẽ được áp dụng phương pháp trích chọn đặc điểm (như

với các ảnh thuộc tập training và reference) và được chiếu vào không gian con.

- Tiếp đến việc phân lớp sẽ dựa trên phương pháp C-NN, định danh của một ảnh cần xác định sẽ được gán là định danh của ảnh có khoảng cách (distance) gần với nó nhất.
- Ở đây cần lưu ý là mỗi ảnh là một vector nên có thể dùng khái niệm hàm khoảng cách giữa hai vector để đo sự khác biệt giữa các ảnh.



Hình 3: Sơ đồ xử lý nhận diện khuôn mặt

Dưới đây là các bước cụ thể cùng với phương pháp nhóm đã sử dụng trong hệ thống bao gồm:

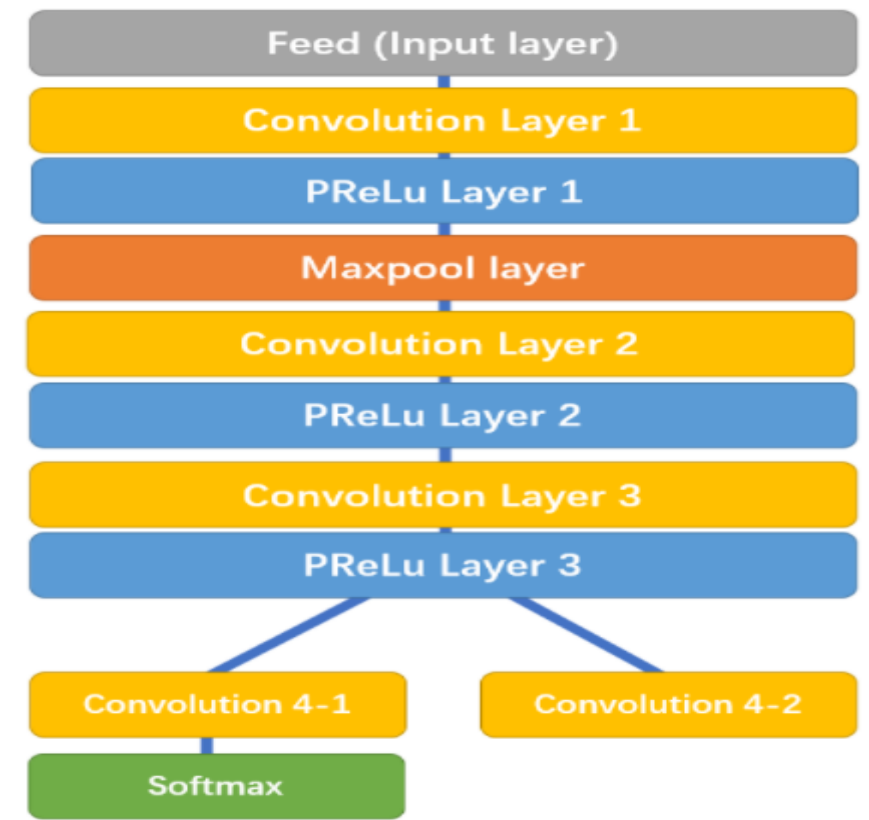
Bước 1: Hình ảnh được cắt cho đúng tỉ lệ và các tiền xử lý khác trước khi sang phân trích xuất đặc trưng.

Bước 2: Trích xuất đặc trưng của khuôn mặt. Ở bước này thì chúng em dùng MTCNN để thực hiện.

**** Sơ lược về MTCNN:**

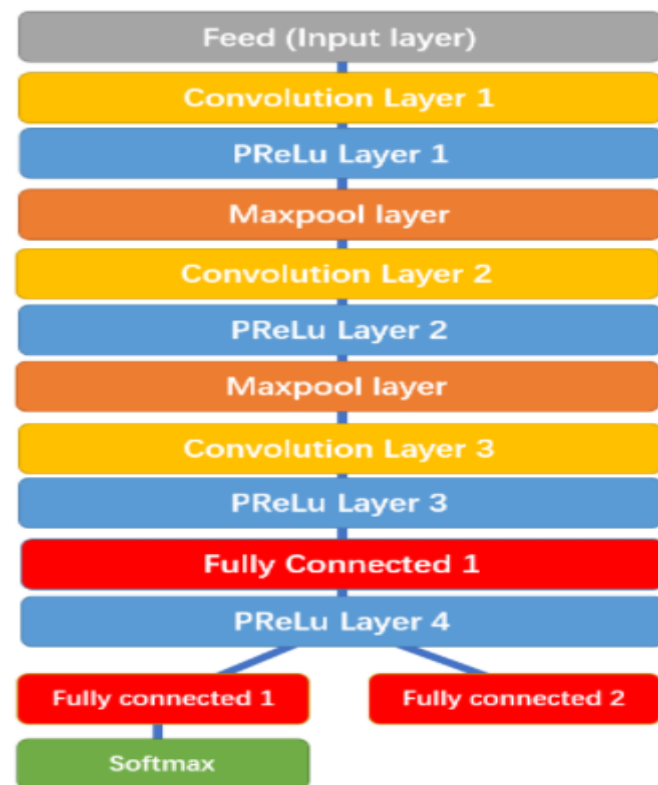
Là viết tắt của Multi-task Cascaded Convolutional Networks. Nó là 3 mạng CNN xếp chồng và đồng thời hoạt động khi detect khuôn mặt bao gồm:

- P-Net: Proposal network, dự đoán các vùng trong bức ảnh có thể là khuôn mặt (trong đó có nhiều vùng không phải khuôn mặt)



Hình 4: Sơ đồ cấu trúc mạng CNN P-Net

- R-Net: Refine network, sử dụng đầu ra của P-Net để loại bỏ các vùng không phải khuôn mặt



Hình 5: Sơ đồ cấu trúc mạng CNN R-Net

- O-Net: Output network, sử dụng đầu ra của R-Net để đưa ra kết quả cuối cùng cùng với 5 facial landmark (2 mắt + mũi + 2 khóe miệng)

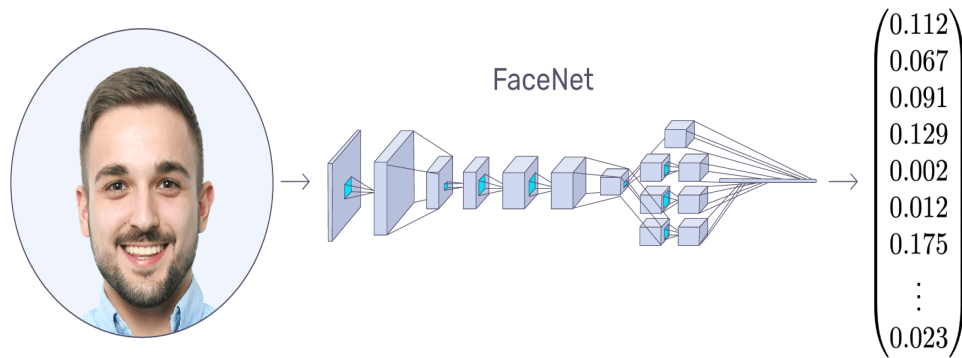


Hình 6: Sơ đồ cấu trúc mạng CNN O-Net

Mỗi mạng có cấu trúc khác nhau và đảm nhiệm vai trò khác nhau trong task. Đầu ra của MTCNN là vị trí khuôn mặt và các điểm trên mặt như: mắt, mũi, miệng...

Bước 3: Sau khi trích xuất đặc trưng của khuôn mặt thì chúng em sử dụng thuật toán Facenet để nhận diện. Kết quả sau bước này sẽ trả về mỗi vector 128 features cho mỗi ảnh đầu vào.

****** Sơ lược về Facenet:

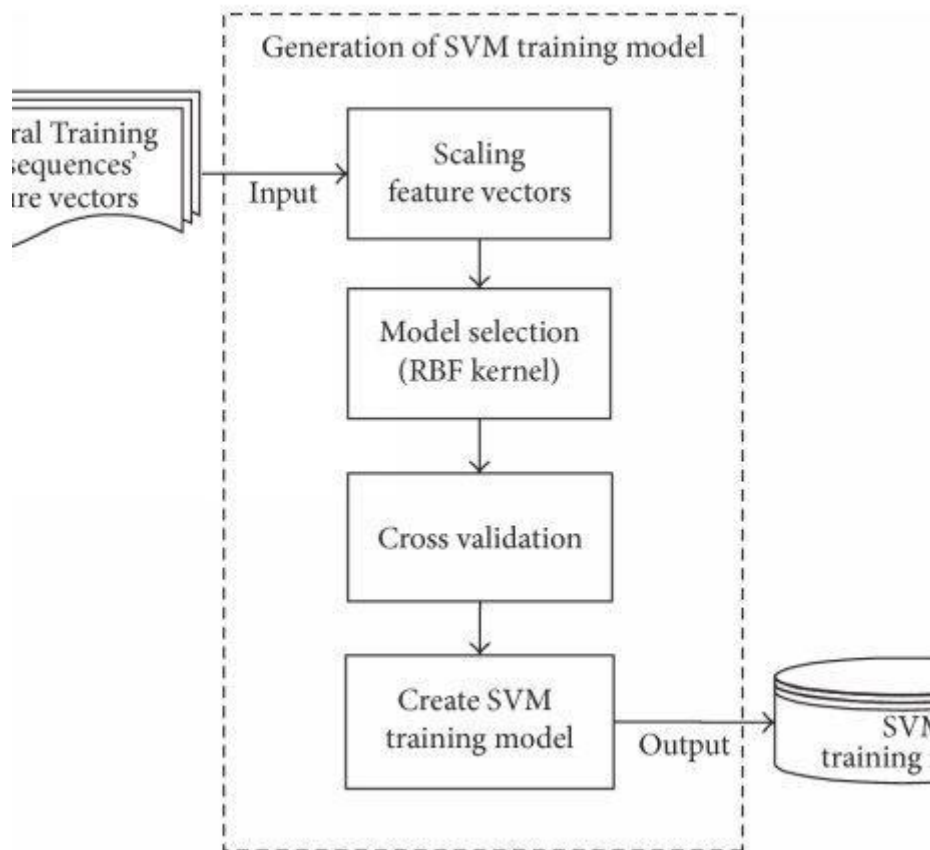


Hình 7: Sơ đồ nguyên lý của FaceNet

- Facenet chính là một dạng siam network có tác dụng biểu diễn các bức ảnh trong một không gian euclidean chiều (thường là 128) sao cho khoảng cách giữa các véc tơ embedding càng nhỏ, mức độ tương đồng giữa chúng càng lớn..
- Facenet đã giải quyết cả 2 vấn đề trên bằng các hiệu chỉnh nhỏ nhưng mang lại hiệu quả lớn:
- Base network áp dụng một mạng convolutional neural network và giảm chiều dữ liệu xuống chỉ còn 128 chiều. Do đó quá trình suy diễn và dự báo nhanh hơn và đồng thời độ chính xác vẫn được đảm bảo.
- Sử dụng loss function là hàm triplet loss có khả năng học được đồng thời sự giống nhau giữa 2 bức ảnh cùng nhóm và phân biệt các bức ảnh không cùng nhóm. Do đó hiệu quả hơn rất nhiều so với các phương pháp trước đây.

Bước 4: Sau khi đã có mỗi véc tơ cho mỗi hình ảnh thì chúng em sẽ dùng SVM để phân nhóm véc tơ đó vào để biết đó là mặt của ai.

****** Sơ lược về SVM:



Hình 8: Mô hình SVM

SVM là một thuật toán giám sát, nó có thể sử dụng cho cả việc phân loại hoặc đệ quy. Tuy nhiên nó được sử dụng chủ yếu cho việc phân loại. Trong thuật toán này, chúng ta vẽ đôi thị dữ liệu là các điểm trong n chiều (ở đây n là số lượng các tính năng bạn có) với giá trị của mỗi tính năng sẽ là một phần liên kết. Sau đó chúng ta thực hiện tìm "đường bay" (hyper-plane) phân chia các lớp. Hyper-plane nó chỉ hiểu đơn giản là 1 đường thẳng có thể phân chia các lớp ra thành hai phần riêng biệt. Chính nhờ đó mà em có thể nhận diện một khuôn mặt khi vào với model đã train sẵn.

3. Kết quả

Sau quá trình thực hiện đồ án nhóm chúng em đã hoàn thành những chức năng như đã đặt ra ban đầu. Hệ thống chấm công đã có thể hoạt động với độ chính xác và tốc độ như mong muốn. Cùng với đó là Website và App Mobile để quản lý và sử dụng hệ thống.

- Dữ liệu được thu thập để sử dụng một phần là hình ảnh thật được chụp từ camera và một phần từ các video trên mạng được cắt ra thành nhiều ảnh. Điều kiện của dữ liệu được đưa vào train phải đảm bảo những điều kiện sau như độ phân giải của hình ảnh từ 28 đến 36.KB, hình ảnh được chụp từ nơi đầy đủ ánh sáng. Dữ liệu sau khi được thu thập sẽ được xử lý lật, thay đổi độ sáng và màu sắc để tối ưu lượng dữ liệu đưa vào nhằm tăng độ chính xác cho thuật toán.
- Để hoàn thành được đồ án này chúng em đã tìm hiểu và nghiên cứu những công cụ và framework dưới đây:
 - Công cụ: Raspberry Pi 3, Camera độ phân giải ...,
 - Framework: Facenet, MTCNN, NextJs, ReactJs, Android, Flask, ...
- Một số api được sử dụng trong hệ thống:

| Api | Tham số | Kết quả |
|----------------|---|--|
| /identifiedStr | Value: Tập url hình ảnh nhận diện Method: Post | Trả về danh sách nhân viên nhận diện |
| /training | Value: không có Method: Get | Tiến hành train lại model |
| /deleteById | Value: id nhân viên Method: Post | Xóa nhân viên trong hệ thống |
| /uploadByUrl | Value: Tập url hình ảnh của nhân viên được cập nhật lên Method: Post | Cập nhật hình ảnh nhân viên lên hệ thống |

- Các chức năng của hệ thống được kiểm thử ở trong môi trường đầy đủ ánh sáng
- Thời gian detect được vào khuôn mặt nhanh
- Nhận diện khuôn mặt đạt kết quả chính xác 87%

4. Kết luận

Trong suốt quá trình nghiên cứu và thực hiện đồ án cùng với sự hỗ trợ nhiệt tình của các thầy cô anh chị từ công ty Enclave nhóm chúng em đã hoàn thành mục tiêu đã đặt

ra. Hệ thống đã có thể hoạt động theo mong muốn của nhóm đề ra từ đầu. Đồ án đã tạo điều kiện giúp chúng em có thêm kiến thức mới và nhiều kinh nghiệm.

Sau khi nhóm đã thử nghiệm và đánh giá hệ thống có những ưu nhược điểm như sau:

- Ưu điểm
 - Quá trình nhận diện khuôn mặt có độ chính xác cao cùng với tốc độ khá tốt
 - Hệ thống quản lý hiệu quả đáp ứng nhiều nhu cầu
 - Website và App Mobile giao diện thân thiện dễ sử dụng
- Nhược điểm
 - Hệ thống còn phụ thuộc nhiều vào điều kiện môi trường
 - Bộ dữ liệu chưa đủ nhiều

Thông qua những kết luận trên nhóm chúng em có những hướng phát triển để hoàn thiện hệ thống:

- Cải thiện hơn nữa độ chính xác, tốc độ của hệ thống
- Hệ thống chấm công có thể thêm nhiều chức năng nhằm tăng hiệu quả của hệ thống

5. Danh mục tài liệu tham khảo

- [1].<http://code24h.com/tim-hieu-mtcnn-va-ap-dung-de-xac-dinh-vi-tri-cac-khuon-mat-d26908.htm>
- [2]. Justin Shenk , <https://github.com/ipazc/mtcnn>
- [3]. LukaDulčić, <https://arsfutura.com/magazine/face-recognition-with-facenet-and-mtcnn/>
- [4]. <https://ichi.pro/vi/nhan-dien-khuon-mat-bang-mtcnn-huong-dan-tach-khuon-mat-tap-trung-vao-toc-do-13663800405321>
- [5]. <http://code24h.com/tim-hieu-mtcnn-va-ap-dung-de-xac-dinh-vi-tri-cac-khuon-mat-d26908.htm>