

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**



**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ - TRUYỀN THÔNG**

THẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỂM DANH BẰNG NHẬN DIỆN KHUÔN MẶT

**GVHD: THS. NGUYỄN ĐÌNH PHÚ
SVTH: LƯU MẠNH THƯỜNG
MSSV: 16141081
SVTH: ĐỖ VĂN MINH MẦN
MSSV: 16141058**



Tp. Hồ Chí Minh, tháng 08/2020

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH
KHOA ĐÀO TẠO CHẤT LƯỢNG CAO



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỂM DANH BẰNG NHẬN
DIỆN KHUÔN MẶT**

SVTH: Lưu Mạnh Thường

MSSV: 16141081

SVTH: Đỗ Văn Minh Mẫn

MSSV: 16141058

Khóa: 16

Ngành: Công nghệ kỹ thuật Điện tử, truyền thông

Tp. Hồ Chí Minh, tháng 8 năm 2020

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
KHOA ĐÀO TẠO CHẤT LƯỢNG CAO



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

**THẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỂM DANH BẰNG NHẬN
DIỆN KHUÔN MẶT**

SVTH: Lưu Mạnh Thường

MSSV: 16141081

SVTH: Đỗ Văn Minh Mẫn

MSSV: 16141058

Khóa: 16

Ngành: Công nghệ kỹ thuật Điện tử, truyền thông

GVHD: ThS.Nguyễn Đình Phú

Tp. Hồ Chí Minh, tháng 8 năm 2020



CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

Tp. Hồ Chí Minh, ngày--- tháng--- năm 2014

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Họ và tên sinh viên:

MSSV:

Họ và tên sinh viên:

MSSV:

Ngành:

Lớp:

Giảng viên hướng dẫn:

ĐT:

Ngày nhận đề tài:

Ngày nộp đề tài:

1. Tên đề tài:

2. Các số liệu, tài liệu ban đầu:

3. Nội dung thực hiện đề tài:

4. Sản phẩm:

TRƯỞNG NGÀNH

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN



CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập – Tự do – Hạnh Phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN

Họ và tên Sinh viên:MSSV:

Họ và tên Sinh viên:MSSV:

Ngành: Công nghệ kỹ thuật Điện tử, Truyền thông

Tên đề tài:

Họ và tên Giáo viên hướng dẫn:

NHẬN XÉT

1. Về nội dung đề tài & khối lượng thực hiện:

.....
.....
.....
.....

2. Ưu điểm:

.....
.....
.....
.....

3. Khuyết điểm:

.....
.....
.....

4. Đề nghị cho bảo vệ hay không?

.....

5. Đánh giá loại:

.....

6. Điểm:.....(Bằng chữ:.....)

.....

Tp. Hồ Chí Minh, ngày tháng năm 20...

Giáo viên hướng dẫn

(Ký & ghi rõ họ tên)



CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập – Tự do – Hạnh Phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN PHẢN BIỆN

Họ và tên Sinh viên:MSSV:

Họ và tên Sinh viên:MSSV:

Ngành: Công nghệ kỹ thuật Điện tử, Truyền thông

Tên đề tài:

Họ và tên Giáo viên phản biện:

NHẬN XÉT

1. Về nội dung đề tài & khối lượng thực hiện:

.....
.....
.....
.....

2. Ưu điểm:

.....
.....
.....
.....

3. Nhược điểm:

.....
.....

4. Đề nghị cho bảo vệ hay không?

.....

5. Đánh giá loại:

.....

6. Điểm:.....(Bằng chữ:.....)

.....

Tp. Hồ Chí Minh, ngày tháng năm 20...

Giáo viên phản biện
(Ký & ghi rõ họ tên)

LỜI CẢM ƠN

Đầu tiên nhóm thực hiện đề tài xin được cảm ơn chân thành đến thầy Nguyễn Đình Phú. Thầy đã tận tình hướng dẫn nhóm từ những vấn đề nhỏ nhất cho tới việc hoàn thành tốt đề tài.

Nhóm xin gửi lời cảm ơn chân thành đến các thầy cô khoa Điện- Điện Tử và khoa đào tạo Chất Lượng Cao đã tạo điều kiện tốt nhất cho em hoàn thành đề tài. Những kiến thức thầy cô dạy, nó áp dụng vào đề tài Đồ Án Tốt Nghiệp này rất nhiều, từ những kiến thức nhỏ nhất cho tới những bài học lớn. Một lần nữa nhóm xin gửi lời cảm ơn đến tất cả các Thầy Cô, nếu không có Thầy Cô thì chắc giờ nhóm khó có thể hoàn thành đề tài này.

Tiếp theo nhóm cũng xin cảm ơn các Anh Chị khóa trên cùng các bạn sinh viên đã tạo điều kiện giúp đỡ, từ những tài liệu liên quan đến đề tài cho tới những kinh nghiệm sống thực tế.

Nhóm xin cảm ơn tập thể các bạn lớp 16141CL1 và lớp 16141CL2 đã chia sẻ và giúp đỡ rất nhiều để nhóm có thể hoàn thành đề tài này.

Nhóm Thực Hiện.

Lưu Mạnh Thường Đỗ Văn Minh Mẫn

TÓM TẮT

Hiện nay, công nghệ nhận diện khuôn mặt ngày càng phát triển mạnh, và ứng dụng của nó ngày càng nhiều trong xã hội. Chúng ta có thể sử dụng công nghệ nhận diện khuôn mặt cho các hệ thống bảo mật trên smartphone, hay sử dụng để nhận diện truy bắt tội phạm, và đặc biệt nó được ứng dụng rộng rãi trong các hệ thống chấm công, điểm danh ở các cơ quan hay trường học. Chính vì tính ứng dụng cao của công nghệ nhận diện khuôn mặt nên nhóm quyết định chọn đề tài **“Điểm danh bằng nhận diện khuôn mặt”** với mong muốn tìm hiểu và thiết kế một mô hình nhận dạng khuôn mặt thu nhỏ, để ứng dụng cho việc điểm danh một lớp học thực tập khoảng 25 sinh viên.

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1 GIỚI THIỆU.....	1
1.1 GIỚI THIỆU.....	1
1.2 MỤC TIÊU ĐỀ TÀI	1
1.3 GIỚI HẠN ĐỀ TÀI.....	2
1.4 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	2
1.5 ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU	2
1.6 BỐ CỤC QUYỀN BÁO CÁO	3
CHƯƠNG 2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT.....	4
2.1 KỸ THUẬT PHÁT HIỆN KHUÔN MẶT QUA ẢNH.....	4
2.1.1 Phát hiện khuôn mặt dựa vào Haar-Like và AdaBoost.....	4
2.1.2 Đặc trưng Haar	5
2.1.3 Ảnh tích hợp (Integral image)	9
2.1.4 Adaboost	10
2.1.5 Cascade of Classifier.....	12
2.2 NHẬN DIỆN KHUÔN MẶT DỰA VÀO LBPH (LOCAL BINARY	
PATTERN HISTOGRAM).....	14
2.2.1 Lý thuyết về LBP	14
2.2.2 Huấn luyện thuật toán.	15
2.2.3 Áp dụng thuật toán LBP lên ảnh.	15
2.2.4 Trích xuất biểu đồ Histogram.	19
2.2.5 Thực hiện nhận dạng khuôn mặt.	19
2.3 NGÔN NGỮ PYTHON VÀ THƯ VIỆN OPEN CV.....	20
2.3.1 Hệ điều hành Raspbian	20
2.3.2 Ngôn ngữ Python	21
2.3.3 Thư viện Open CV	23
2.3.4 Công cụ lập trình Thonny Python IDE	24

2.4 GOOGLE SHEETS VÀ ỨNG DỤNG ĐIỂM DANH TRONG THỰC TẾ ...	25
2.4.1 Giới thiệu về Google Sheets.	25
2.4.2 Tính năng và đặc điểm.	25
2.5 CHUẨN GIAO TIẾP I2C	26
2.5.1 Giới thiệu.....	26
2.5.2 Đặc điểm.	26
2.5.3 Quy trình truyền dữ liệu.	27
2.6 GIỚI THIỆU KIT RASPBERRY PI 4 MODEL B.....	28
2.6.1 Giới thiệu.....	28
2.6.2 Thông số kỹ thuật.....	32
2.7 CÁC LOẠI MODULE VÀ CAMERA	33
2.7.1 Webam Logitech HD C270.....	33
2.7.2 Module chuyển đổi I2C cho LCD.....	34
2.7.3 Module LCD 16x2.	35
2.7.4 Led đơn 5mm.	37
2.7.5 Apdater chính hãng Raspberry Pi 4 5V/3A	38
CHƯƠNG 3 THIẾT KẾ HỆ THỐNG	40
3.1 MÔ HÌNH HỆ THỐNG	40
3.2 THIẾT KẾ PHẦN CỨNG.....	41
3.2.1 Chức năng của phần cứng	41
3.2.2 Thiết kế từng khối	41
3.3 THIẾT KẾ PHẦN MỀM.....	48
3.3.1 Chức năng hoạt động của phần mềm	48
3.3.2 Cách sử dụng Google Sheets làm nơi lưu cơ sở dữ liệu điểm danh	49
3.3.3 Cách gửi dữ liệu từ Python lên Google Sheets để điểm danh.....	56
3.3.4 Lưu đồ hoạt động	58
CHƯƠNG 4 KẾT QUẢ	67

4.1 KẾT QUẢ MÔ HÌNH THI CÔNG.....	67
4.1.1 Mô hình sản phẩm.....	67
4.1.2 Kết quả thực nghiệm từ việc nhận diện khuôn mặt	68
4.1.3 Kết quả thực tế hiển thị trên LCD	70
4.1.4 Kết quả được gửi lên trang tính Excel	71
4.2 ĐÁNH GIÁ HỆ THỐNG.....	72
4.2.1 Hoạt động của hệ thống	72
4.2.2 Kiểm tra hoạt động của hệ thống	76
CHƯƠNG 5 KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN.....	78
5.1 KẾT LUẬN	78
5.2 HƯỚNG PHÁT TRIỂN	79
TÀI LIỆU THAM KHẢO	80

DANH MỤC HÌNH

Hình	Trang
Hình 2.1: Các vùng hình chữ nhật khác nhau của đặc trưng Haar-Like	6
Hình 2.2: Bốn đặc trưng cơ bản của Haar-Like	6
Hình 2.3: Tóm tắt của thuật toán Adaboost	11
Hình 2.4: Kết hợp các bộ phân loại yếu để được bộ phân loại mạnh	12
Hình 2.5: Mô tả bộ phân lớp cascade of classifier	14
Hình 2.6: Ví dụ về thuật toán LBP.....	15
Hình 2.7: Minh họa ngắn gọn về quy trình áp dụng thuật toán LBP lên ảnh	18
Hình 2.8: Minh họa ngắn gọn về việc trích xuất Histogram của ảnh sau biến đổi LBP.....	19
Hình 2.9: Giao diện hệ điều hành Rasbian.....	21
Hình 2.10: Logo của Python	22
Hình 2.11: Logo thư viện Open CV.....	23
Hình 2.12: Giao diện Thonny Python IDE	24
Hình 2.13: Logo của Google Sheet.....	25
Hình 2.14: Hình ảnh các thiết bị giao tiếp theo chuẩn I2C.....	27
Hình 2.15: Raspberry Pi 4 Model B.....	29
Hình 2.16: Sơ đồ khối của Kit Raspberry Pi 4 Model B.....	30
Hình 2.17: Sơ đồ chân của Kit Raspberry Pi 4 Model B	31
Hình 2.18: Webcam Logitech HD C270.....	33
Hình 2.19: Sơ đồ khối Webcam Logitech C270	34
Hình 2.20: Module chuyển đổi I2C cho LCD.....	35
Hình 2.21 Module LCD 16x2	36
Hình 2.22: led đơn 5mm	37
Hình 2.23: Nguồn chính hãng Raspberry Pi	38
 Hình 3.1: Sơ đồ khối của hệ thống.....	 40
Hình 3.2: Sơ đồ kết nối webcam với Raspberry Pi thông qua 1 hub của USB.....	42
Hình 3.3: Sơ đồ kết nối các ngoại vi với Raspberry Pi.....	43
Hình 3.4: Sơ đồ kết nối giữa thẻ nhớ và Raspberry Pi.....	44
Hình 3.5: Sơ đồ kết nối giữa Raspberry Pi và LCD 16x2 thông qua Module I2C cho LCD	45
Hình 3.6: Sơ đồ kết nối giữa Raspberry Pi và laptop/PC.....	46
Hình 3.7: Sơ đồ kết nối giữa Raspberry Pi và led đơn.....	46

Hình 3.8: Sơ đồ kết nối giữa Raspberry Pi và Nguồn thông qua Adapter.....	47
Hình 3.9: Sơ đồ khối toàn mạch.....	47
Hình 3.10: Sơ đồ nối dây toàn mạch.....	48
Hình 3.11: Các bước chấp nhận điều khoản của Google Cloud Platform.....	49
Hình 3.12: Các bước tạo một project mới.....	50
Hình 3.13: Truy cập vào Google Sheets API.....	51
Hình 3.14: Bổ sung thêm các thông tin cho project.....	52
Hình 3.15: Xuất project thành file có đuôi .json.....	53
Hình 3.16: Chia sẻ project.....	54
Hình 3.17: Chia sẻ project cho email người quản lý.....	54
Hình 3.18: Giao diện sau khi chia sẻ thành công.....	55
Hình 3.19: Kết quả sau khi gửi dữ liệu thành công	57
Hình 3.20: Lưu đồ thuật toán chính của hệ thống.....	58
Hình 3.21: Lưu đồ chương trình xử lý ảnh chụp	59
Hình 3.22: Lưu đồ thuật toán phát hiện khuôn mặt	61
Hình 3.23: Lưu đồ huấn luyện tập ảnh mẫu sử dụng thuật toán LBPH.....	63
Hình 3.24: Lưu đồ thuật toán nhận diện khuôn mặt dựa vào thuật toán LBPH	64
Hình 3.25: Lưu đồ hiển thị LCD	65
Hình 3.26: Lưu đồ thuật toán gửi thông tin lên trang tính Excel	66
Hình 4.1: Mô hình sản phẩm.....	67
Hình 4.2 Khuôn mặt đúng chuẩn	68
Hình 4.3 Đúng khuôn mặt nhưng đặt quá xa và kết quả là No have img	69
Hình 4.4 Đúng khuôn mặt nhưng điều kiện ánh sáng kém.....	69
Hình 4.5 LCD lúc chưa phát hiện khuôn mặt	70
Hình 4.6: LCD lúc phát hiện ra bạn Mẫn vào sớm	70
Hình 4.7: Phát hiện bạn Thường vào trễ.....	71
Hình 4.8: Bảng kết quả được lưu vào trang tính Excel.....	71
Hình 4.9: Tải file Excel lưu dữ liệu về máy.....	72
Hình 4.10: File Excel sau khi tải về máy	72
Hình 4.11: Giao diện đăng nhập IP cần kết nối của Remote Desktop Connection ..	73
Hình 4.12: Đăng nhập vào giao diện của Raspberry Pi	73
Hình 4.13: Giao diện sau khi kết nối thành công.....	74
Hình 4.14: Giao diện chụp ảnh lấy mẫu.....	74
Hình 4.15: Giao diện lúc training.....	75
Hình 4.16: Giao diện nhận diện khuôn mặt	76

DANH MỤC BẢNG

Bảng	Trang
Bảng 2.1: Thông số kỹ thuật của Kit Raspberry Pi 4 Model B	32
Bảng 2.2: Thông số kỹ thuật của Webcam Logitech HD C270.....	34
Bảng 2.3: Thông số kỹ thuật của Module I2C	35
Bảng 2.4 Thông số của LCD 16x2.....	36
Bảng 2.5: Bảng sơ đồ chân của LCD 16x2	37
Bảng 2.6: Thông số kỹ thuật của led đơn.....	38
Bảng 2.7: Thông số kỹ thuật của Adapter chính hãng	39
 Bảng 3.1: Bảng kết nối chân giữa Raspberry Pi và Module I2C	 45
 Bảng 4.1: Bảng thống kê kết quả chương trình.....	 76

CÁC TỪ VIẾT TẮT

LBPH	Local Binary Patterns Histogram
I2C	Inter-Integrated Circuit
LAN	Local Area Network
IP	Internet Protocol
IC	Integrated Circuit
IOT	Internet of Thing
IDE	Integrated Developmet Environment
API	Application Programming Interface

CHƯƠNG 1

GIỚI THIỆU

1.1 GIỚI THIỆU

Hệ thống nhận dạng khuôn mặt là một ứng dụng máy tính tự động xác định hoặc nhận dạng một người nào đó từ một bức hình ảnh kỹ thuật số hoặc một khung hình video từ một nguồn video. Một trong những cách để thực hiện điều này là so sánh các đặc điểm khuôn mặt chọn trước từ hình ảnh và một cơ sở dữ liệu về khuôn mặt.

Hệ thống này thường được sử dụng trong các hệ thống an ninh và có thể được so sánh với các dạng sinh trắc học khác như các hệ thống nhận dạng vân tay hay tròng mắt.

1.2 MỤC TIÊU ĐỀ TÀI

Mục tiêu của đề tài là xây dựng hệ thống nhận diện khuôn mặt với đầu vào là ảnh khuôn mặt người, hệ thống sẽ xử lý và tìm kiếm xem người này có trong cơ sở dữ liệu đã lưu hay không và cho đầu ra là thông tin liên qua đến người được nhận dạng. Sau đó gửi những thông tin của người này vào một file Excel thông qua google spreadsheets, đồng thời hiển thị thông tin của người nhận dạng lên một màn hình LCD 16x2 để người nhận dạng biết mình được nhận dạng đúng.

- Chức năng nhận diện khuôn mặt người.
- Chức năng gửi thông tin của người vừa nhận diện được lên google spreadsheets.
- Chức năng phản hồi cho người nhận diện biết họ đã được nhận diện đúng.

1.3 GIỚI HẠN ĐỀ TÀI

Trong đề tài này nhóm sẽ tập trung nghiên cứu vào việc xác định khuôn mặt từ camera được nối với Kit Raspberry. Từ đó theo dõi và xử lý khuôn mặt được phát hiện, sau đó nhận diện xem khuôn mặt đó là ai trong cơ sở dữ liệu có sẵn, rồi đem dữ liệu nhận diện bao gồm tên MSSV thời gian vào lớp xác định xem vào trễ hay sớm xuất ra 1 file Excel.

Do sự khó khăn của bài toán nhận diện khuôn mặt như: tư thế chụp, góc chụp và các trạng thái biểu cảm của các bộ phận trên khuôn mặt người, sự che khuất, hướng của ảnh, điều kiện của ảnh, vì thế trong luận văn nhóm đưa ra những quy định sau để làm giảm độ phức tạp của bài toán:

- Các khuôn mặt cần nhìn thẳng vào camera trong vòng 5s không nên xoay qua hướng khác.
- Hạn chế chớp mắt liên tục.
- Ảnh được chụp dưới điều kiện ánh sáng bình thường.
- Các khuôn mặt cần phải có khoảng cách gần đúng với vị trí training để nhận được kết quả chính xác nhất.

1.4 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- Tìm hiểu cách lập trình với thư viện Open CV trên Kit Raspberry.
- Tìm hiểu tổng quan về bài toán nhận diện khuôn mặt.
- Tìm hiểu về cách kết nối và giao tiếp giữa Kit Raspberry và các module ngoại vi thông qua các chuẩn giao tiếp thông dụng.
- Tìm hiểu cách sử dụng google spreadsheets để làm nơi lưu dữ liệu nhận về từ một hệ thống.
- Tìm hiểu cách phát hiện khuôn mặt – face detection bằng haarcascade detector.
- Tìm hiểu cách nhận diện khuôn mặt bằng –face recognition bằng thuật toán LBPH Face Recognizer. Viết đầy đủ thì LBPH là Local Binary Patterns Histogram.

1.5 ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

Tiến hành cài đặt và mô phỏng thuật toán haarcascade detector và nhận diện khuôn mặt bằng LBPH Face Recognizer.

Tiến hành kết nối Raspberry Pi và LCD 16x2 thông qua chuẩn giao tiếp I2C.

Tiến hành lắp đặt camera kết nối với KiT Raspberry Pi để nhận diện khuôn mặt.

1.6 BỐ CỤC QUYỀN BÁO CÁO

Quyền báo cáo sẽ gồm năm chương. Nội dung của từng chương sẽ là:

Chương 1: Giới thiệu

Trình bày tổng quan về đề tài, sơ bộ về các đối tượng và phạm vi nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu, mục tiêu và giới hạn của đề tài.

Chương 2: Cơ sở lý thuyết

Trình bày nội dung chính của quyền báo cáo, nêu lên được các cơ sở lý thuyết, giới thiệu về thiết kế hệ thống, các thiết bị cần cho hệ thống.

Chương 3: Thiết kế hệ thống

Sẽ trình bày cách thiết kế để làm một hệ thống nhận diện khuôn mặt.

Chương 4: Kết quả và đánh giá

Đánh giá lại kết quả của hệ thống dựa trên những mục tiêu đã đề ra, cũng như chức năng để đưa đến khả năng vận hành tốt nhất của hệ thống.

Chương 5: Kết luận và hướng phát triển.

Kết luận và định hướng phát triển đề tài về sau.

CHƯƠNG 2

CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1 KỸ THUẬT PHÁT HIỆN KHUÔN MẶT QUA ẢNH

2.1.1 Phát hiện khuôn mặt dựa vào Haar-Like và AdaBoost

2.1.1.1 Tổng quan

Có rất nhiều phương pháp để giải quyết bài toán xác định khuôn mặt người trên ảnh 2D dựa trên các hướng tiếp cận khác nhau. Phương pháp Haar-like – Adaboost (viết tắt HA) của hai tác giả Paul Viola và Michael J.Jones là phương pháp xác định mặt người dựa theo hướng tiếp cận trên diện mạo.

Hướng tiếp cận trên diện mạo tức là hệ thống nhận dạng khuôn mặt sẽ được học các mẫu của khuôn mặt từ một tập ảnh mẫu. Sau khi quá trình học hay quá trình huấn luyện này (training) thực hiện xong, hệ thống sẽ rút ra được những tham số để phục vụ cho quá trình nhận dạng. Vì vậy tiếp cận trên diện mạo còn được biết đến với tên gọi tiếp cận theo phương pháp học máy. Bài báo cáo tập trung chủ yếu vào quá trình nhận dạng (sau khi đã thực hiện quá trình học).

Về tổng quan, phương pháp HA được xây dựng dựa trên sự kết hợp, lắp ghép của 4 thành phần, đó là:

- Các đặc trưng Haar-like: các đặc trưng được đặt vào các vùng ảnh để tính toán các giá trị của đặc trưng, từ những giá trị đặc trưng này đưa vào bộ phân loại Adaboost ta sẽ xác định được ảnh có khuôn mặt hay không.
- Ảnh tích hợp (Integral Image): thực ra đây là một công cụ giúp việc tính toán các giá trị đặc trưng Haar-like nhanh hơn.
- Adaboost (Adaptive Boost): bộ phân loại (bộ lọc) hoạt động dựa trên nguyên tắc kết hợp các bộ phân loại yếu để tạo lên bộ phân loại

manh. Adaboost sử dụng giá trị đặc trưng Haar-like để phân loại ảnh là mặt hay không phải mặt.

- Cascade of Classifiers: bộ phân loại tầng với mỗi tầng là một bộ phân loại Adaboost, có tác dụng tăng tốc độ phân loại.

Như vậy bài toán xác định mặt người trong ảnh cũng chính là bài toán phân loại ảnh thành hai lớp mặt hoặc không phải mặt.

2.1.1.2 Tiền xử lý

Một lưu ý nhỏ là phương pháp Haar-Like thực hiện trên ảnh xám (gray image). Mỗi điểm ảnh (pixel) sẽ có giá trị mức xám từ 0 đến 255 (không gian màu 8 bit). Như vậy phương pháp HA sẽ không khai thác những đặc điểm về màu sắc khuôn mặt để nhận dạng song vẫn rất hiệu quả. Ảnh màu sẽ được chuyển về ảnh xám để nhận dạng, việc chuyển đổi này khá đơn giản, thực hiện bằng một hàm chuyển đổi và sử dụng chỉ với một câu lệnh trong Opencv nên báo cáo chưa đề cập tới.

Sau khi chuyển thành ảnh xám, ảnh lại tiếp tục được chuyển thành “ảnh tích hợp” (sẽ trình bày ở phần sau) và trong bước đầu tiên của quá trình nhận dạng, các đặc trưng Haar-like sẽ làm việc trực tiếp trên ảnh tích hợp.

2.1.2 Đặc trưng Haar

2.1.2.1 Đối tượng nhận dạng.

Trên ảnh, vùng khuôn mặt là tập hợp các điểm ảnh có những mối quan hệ khác biệt so với các vùng ảnh khác, những mối quan hệ này tạo lên các đặc trưng riêng của khuôn mặt. Tất cả khuôn mặt người đều có chung những đặc điểm sau khi đã chuyển qua ảnh xám, ví dụ như:

- Vùng hai mắt sẽ tối hơn vùng má và vùng trán, tức mức xám của vùng này cao hơn vượt trội so với hai vùng còn lại.
- Vùng giữa sống mũi cũng tối hơn vùng hai bên mũi.
- ...

Và còn rất nhiều những đặc điểm khác của khuôn mặt và các đặc trưng Haar like dựa vào các đặc điểm này để nhận dạng.

Về tổng quát, các đặc trưng Haar like không chỉ được sử dụng để nhận dạng khuôn mặt mà có thể dùng để nhận dạng bất kì một đối tượng nào trên ảnh (thân người, tay, chân, ô tô, đồ vật,...). Bởi vì cũng giống như khuôn mặt, mỗi đối tượng

