

THIẾT KẾ, THI CÔNG MÁY ATM KHẨU TRANG

Trần Hoàn*, Trần Thị Như Hà

Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM

*Email: hoantran205@gmail.com

Ngày gửi bài: 03/6/2022; Ngày chấp nhận đăng: 13/7/2022

TÓM TẮT

Thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng đang phải đối mặt với nhiều khó khăn từ khi đại dịch Covid-19 xuất hiện. Các hoạt động từ thiện thể hiện tinh thần "lá lành đùm lá rách" đang lan rộng trên cả nước và dường như chưa bao giờ cần thiết hơn trong lúc này. Một trong số đó phải kể đến là máy ATM khẩu trang, ra đời trong bối cảnh thành phố Hồ Chí Minh vừa có quy định bắt buộc người dân đeo khẩu trang nơi công cộng. Tuy nhiên, những máy ATM khẩu trang đến hiện tại đều hoạt động bán tự động và cần có người điều khiển cho máy nhả khẩu trang ra. Bài báo này trình bày giải thuật điều khiển tự động cho máy ATM khẩu trang, có khả năng phát hiện, nhận diện khuôn mặt và chỉ phát khẩu trang cho mỗi người một lần mỗi ngày.

Từ khóa: Xử lý ảnh, ATM, khẩu trang, nhận diện khuôn mặt.

1. MỞ ĐẦU

Dịch bệnh Covid-19 diễn biến ngày càng phức tạp. Mỗi cá nhân đều phải giữ khoảng cách trong giao tiếp và đeo khẩu trang ở nơi công cộng làm nhu cầu sử dụng khẩu trang tăng cao gây khó khăn cho những người lao động thu nhập thấp. Từ đó, mô hình ATM khẩu trang ra đời nhằm giúp đỡ những người nghèo khó theo truyền thống nhường cơm sẻ áo tốt đẹp của dân ta. Tuy nhiên, mô hình trên vẫn còn điểm hạn chế là sử dụng nút nhấn trên mô hình hoặc cần có người điều khiển từ xa. Vì vậy, việc tạo ra một máy ATM phát khẩu trang miễn phí mà không cần sự tác động của con người là rất cần thiết. Ngoài ra, máy ATM còn phải nhận diện được đã phát khẩu trang cho người lấy hay chưa nhằm tránh tình trạng trục lợi lấy khẩu trang nhiều lần đem đi bán của một số đối tượng xấu.

Để làm được điều này, máy ATM khẩu trang cần phát hiện được khi có người đứng trước máy cũng như nhận diện, lưu trữ khuôn mặt của người này trong ngày và phát hiện xem người này đã lấy khẩu trang hay chưa. Do đó, những đặc trưng chính nhất trên khuôn mặt cần phải được lọc ra thông qua các giải thuật tiền xử lý ảnh, mà quan trọng nhất là thuật toán nhị phân ảnh. Có nhiều phương pháp nhị phân ảnh đã được giới thiệu [1-7]. Ý tưởng giảm thiểu tổng phương sai trong lớp của 2 nhóm pixel được phân loại là tiền cảnh và hậu cảnh đã được nghiên cứu bởi Otsu [1]. Cách tiếp cận này dẫn đến tối đa hóa phương sai giữa các lớp và do đó có thể phân tách tốt hai lớp pixel, cuối cùng được biểu thị là đen và trắng. Ưu điểm của phương pháp này là có tốc độ xử lý nhanh. Tuy nhiên, nó chỉ hoạt động đúng đối với hình ảnh được chiếu sáng đồng đều. Một cách tiếp cận tương tự, biểu đồ entropy được sử dụng thay vì dùng phương sai, như đề xuất bởi Kapur et al [2]. Trong khi đó, ý tưởng kết hợp của phương pháp Otsu và Kapur et al đã được trình bày nhằm tối ưu ưu điểm của 2 phương pháp trên [3]. Ngoài ra, phương pháp nhị phân ảnh thích nghi mở rộng đã được đề xuất bởi Moghaddam và Cheriet mà có thể thực hiện một số thao tác bổ sung như ước tính nền đa quy mô, tính toán độ rộng đường trung bình và độ cao đường thẳng [4]. Các phương pháp nhị phân ảnh gần đây bao gồm

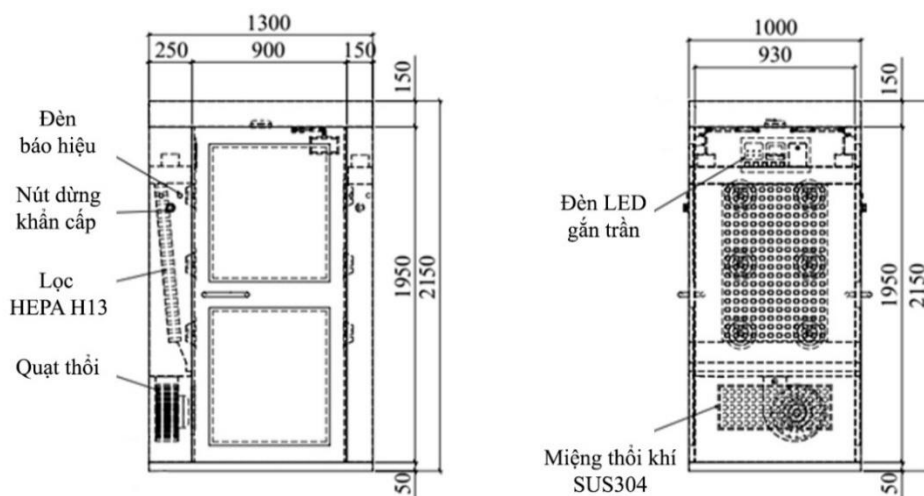
ý tưởng về ngưỡng dựa trên khu vực bằng các kết hợp phương pháp Otsu và thuật toán SVM (support vector machine), hoặc dựa trên SVM với các tính năng cục bộ và cách tiếp cận dựa trên khu vực nhanh hơn [5-7].

Bài báo này đề xuất giải thuật xử lý ảnh cũng như điều khiển cho máy ATM khẩu trang. Với giải thuật này, máy ATM khẩu trang sẽ hoạt động tự động không cần sự can thiệp của con người; có khả năng phát hiện được khi có người đứng trước máy cũng như nhận diện, lưu trữ khuôn mặt của người này trong ngày và phát hiện xem người này đã lấy khẩu trang hay chưa.

2. NỘI DUNG CHÍNH

2.1. Thiết kế cơ khí

Bản vẽ thiết kế cơ khí và mô hình 3D máy ATM khẩu trang được thể hiện lần lượt trong Hình 1 và Hình 2. Mô hình được thiết kế là dạng buồng khử khuẩn toàn thân, bên trong lắp đặt Raspberry Pi 4 cùng camera Pi V2 IMX219 để thu nhận ảnh người đứng trong buồng và cơ cấu cơ khí để đẩy khẩu trang ra.

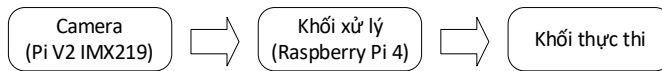


Hình 1. Bản vẽ thiết kế cơ khí máy ATM khẩu trang

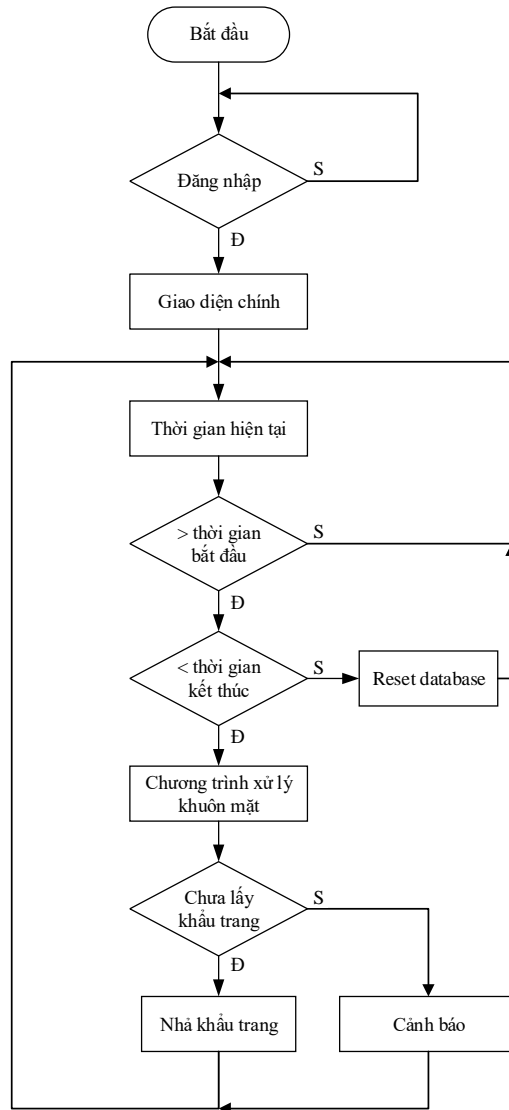


Hình 2. Mô hình 3D máy ATM khẩu trang

2.2. Giải thuật điều khiển



Hình 3. Sơ đồ khối điều khiển máy ATM khẩu trang

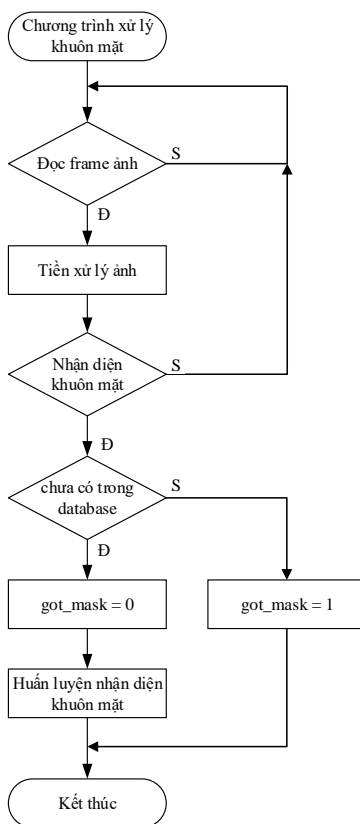


Hình 4. Lưu đồ giải thuật điều khiển máy ATM khẩu trang

Sơ đồ khối điều khiển và lưu đồ giải thuật điều khiển của máy ATM khẩu trang được thể hiện lần lượt trong Hình 3 và Hình 4. Khi khởi chạy, hệ thống sẽ yêu cầu đăng nhập tài khoản quản trị. Sau đó, hệ thống sẽ kiểm tra thời gian thực, đảm bảo chỉ hoạt động trong khung giờ được cài đặt sẵn như từ 7h sáng đến 10h đêm. Lúc này, hệ thống mở camera thu ảnh và chạy chương trình xử lý ảnh để phát hiện có người đứng trước máy hay không; nhận diện, lưu trữ khuôn mặt của người này trong ngày và kiểm tra xem người này nếu chưa lấy khẩu trang thì điều khiển cơ cấu cơ khí nhả khẩu trang ra. Ngược lại, nếu người này đã lấy khẩu trang rồi thì hệ thống phát cảnh báo ra loa, chụp lại hình ảnh và ghi nhận thời gian, gửi về email quản lý

cài đặt sẵn. Ngoài ra, vào cuối ngày khi hết giờ máy ATM khẩu trang hoạt động thì chương trình sẽ tự động xóa toàn bộ cơ sở dữ liệu là những ảnh khuôn mặt của những người đã lấy khẩu trang trong ngày.

2.3. Giải thuật xử lý khuôn mặt



Hình 5. Lưu đồ giải thuật xử lý khuôn mặt

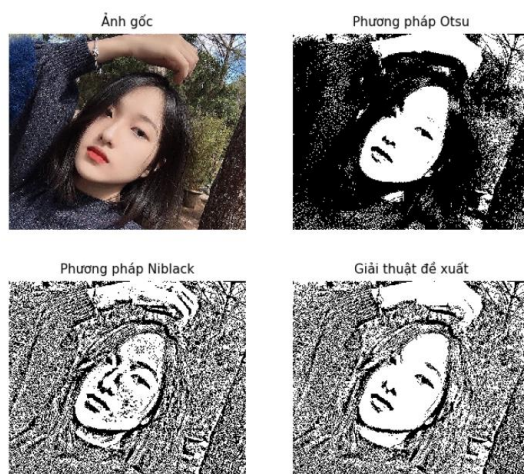
Hình 5 trình bày lưu đồ giải thuật xử lý khuôn mặt. Do máy ATM khẩu trang được thiết kế kết hợp buồng khử khuẩn toàn thân nên người sử dụng khi bước vào buồng máy có thể tháo khẩu trang để tăng độ chính xác khi nhận diện, lưu trữ khuôn mặt và huấn luyện mà không lo vấn đề lây nhiễm virus. Đầu tiên, hệ thống đọc frame ảnh từ camera thu được, sau đó áp dụng các thuật toán tiền xử lý ảnh rồi phát hiện khuôn mặt trong ảnh. Quá trình này được thực hiện liên tục cho đến khi có người đứng trước camera. Lúc này hệ thống sẽ phát hiện được khuôn mặt, cắt vùng ảnh nhỏ nhất chứa khuôn mặt và đem đi nhận diện trong cơ sở dữ liệu đã huấn luyện. Nếu khuôn mặt này được nhận diện, tức là đã có trong cơ sở dữ liệu huấn luyện thì người này đã lấy khẩu trang trong ngày, biến `got_mask` được đặt giá trị 1 để hệ thống phát cảnh báo. Ngược lại, nếu người này chưa lấy khẩu trang trong ngày thì khuôn mặt của người đó sẽ không được tìm thấy trong cơ sở dữ liệu huấn luyện. Biến `got_mask` được đặt giá trị 0 để hệ thống điều khiển cơ cấu cơ khí nhả khẩu trang ra.

2.3.1. Tiền xử lý ảnh

Ảnh đầu vào được chuyển từ ảnh màu RGB sang ảnh xám. Tuy nhiên, ảnh kết quả thu được thường không mịn và còn nhiễu do một số thành phần nền quá rõ nét. Để làm mịn ảnh và loại bỏ các nhiễu này, bộ lọc trung vị (median filter) được đề xuất sử dụng.

Bảng 1. So sánh phương pháp Niblack và Otsu

Tiêu chí	Niblack	Otsu
Thời gian thực hiện	Chậm	Nhanh
Ảnh có độ sáng thay đổi	Tốt	Không tốt vì mất một số vùng thông tin
Phụ thuộc kích thước các đối tượng trong ảnh	Có	Không
Phụ thuộc tham số	Có	Không



Hình 6. Kết quả nhị phân ảnh

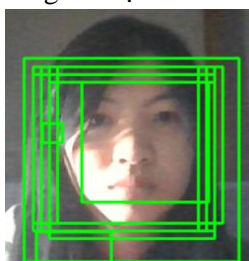
Bước kế tiếp là chuyển ảnh từ ảnh xám sang ảnh nhị phân. Phương pháp Niblack xác định ngưỡng cục bộ dựa trên việc tính toán giá trị trung bình và độ lệch chuẩn cục bộ, do đó làm rõ được các chi tiết trong ảnh nhưng còn tồn tại các nhiễu của nền. Trong khi đó, phương pháp Otsu xác định ngưỡng toàn cục dựa vào histogram để phân chia các điểm ảnh vào 2 lớp tiền cảnh (đối tượng) và nền sao cho khoảng cách giữa các điểm ảnh trong mỗi lớp là nhỏ nhất nên phương pháp này khử nền của ảnh khá tốt nhưng không làm rõ nét được các chi tiết. Bảng 1 thể hiện kết quả so sánh giữa 2 phương pháp trên.

Do đó, một phương thức kết hợp được ưu điểm của cả hai phương pháp trên được đề xuất, đó là áp dụng toán tử AND đối với hai ảnh kết quả thu được sau khi nhị phân hóa bằng phương pháp Niblack và Otsu. Sau đó, phép hình thái học giãn nở và bộ lọc Gaussian được áp dụng để lấy lại các chi tiết bị mất và loại bỏ các đốm nhiễu nhỏ còn sót trong ảnh nhị phân. Kết quả so sánh giữa giải thuật đề xuất với phương pháp Niblack và Otsu được thể hiện như trong Hình 6. Giải thuật đề xuất cho ảnh kết quả tốt nhất, giữ được các đặc trưng cơ bản của ảnh đầu vào.

2.3.2. Nhận diện khuôn mặt

Phương pháp phát hiện khuôn mặt được đề xuất là sử dụng đặc trưng Haar-like kết hợp Adaboost. Giải thuật này sẽ tạo một khung cửa sổ có kích thước xác định chứa một phần của bức ảnh, khung cửa sổ này chính là “ảnh đầu vào” dùng để tính toán. Khi quét khung cửa sổ này trên toàn bộ bức ảnh ta sẽ nhận được vô số “ảnh đầu vào”, với mỗi ảnh đầu vào chương trình sẽ xác nhận xem đó có phải là mặt người hay không. Trong quá trình tìm kiếm khuôn mặt sẽ tìm được nhiều khung hình chữ nhật cùng chứa một khuôn mặt hoặc có những trường hợp nhận diện nhầm như trong Hình 7. Sau đó, các khung này sẽ được gộp lại thành một khung

chữ nhật bao quanh toàn bộ khuôn mặt; đồng thời loại bỏ bớt đi kết quả sai là những khung chữ nhật không chồng lấn với các khung còn lại.



Hình 7. Kết quả các khung cửa sổ quét phát hiện khuôn mặt

Cuối cùng, vùng chữ nhật bao quanh khuôn mặt được cắt ra để đem nhận diện trong cơ sở dữ liệu đã huấn luyện. Nếu nhận diện được khuôn mặt tức là người này đã lấy khẩu trang rồi và ngược lại.

2.3.3. Huấn luyện nhận diện danh tính khuôn mặt

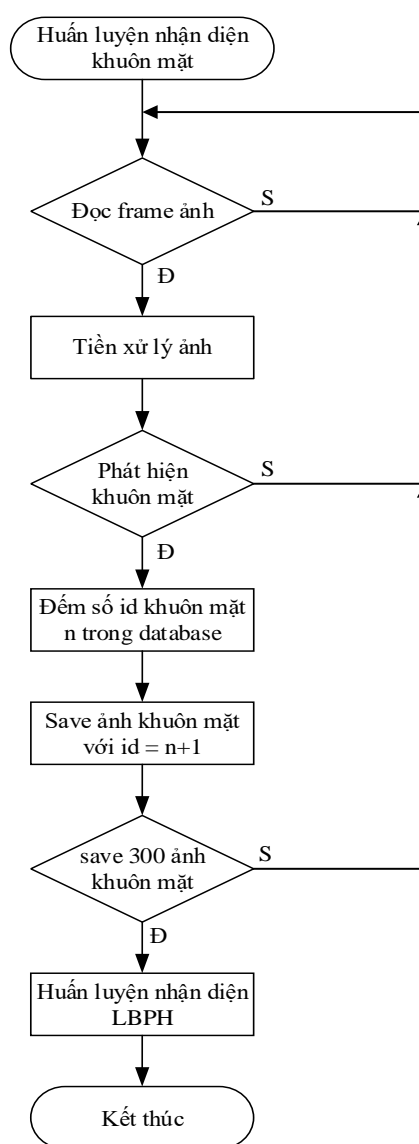
Hình 8 trình bày lưu đồ giải thuật huấn luyện nhận diện khuôn mặt mới vào cơ sở dữ liệu. Khi phát hiện được khuôn mặt mới, hệ thống sẽ dừng không nhận diện khuôn mặt nữa mà chỉ save liên tục đủ 300 tấm ảnh khuôn mặt mới với id là số khuôn mặt đang có trong cơ sở dữ liệu cộng thêm 1.

Thuật toán huấn luyện nhận diện khuôn mặt được đề xuất là Local Binary Patterns Histograms (LBPH) do tính đơn giản, hiệu quả tương đối cao và thời gian thực thi nhanh của nó. Thuật toán này đáp ứng được yêu cầu huấn luyện nhận diện khuôn mặt trong thời gian ngắn người bước vào, lấy khẩu trang và bước ra khỏi buồng máy ATM khẩu trang. Kết quả của quá trình huấn luyện này là bộ nhận diện khuôn mặt mới, chứa tất cả các khuôn mặt đã nhận diện trước đó và khuôn mặt vừa thêm vào.

3. KẾT QUẢ

3.1. Thi công mô hình

Máy ATM khẩu trang được thi công thực tế như trong Hình 9. Máy hoạt động ổn định, không cần sự can thiệp của con người; có khả năng phát hiện được khi có người đứng trước máy cũng như nhận diện, lưu trữ khuôn mặt của người này trong ngày và phát hiện xem người này đã lấy khẩu trang hay chưa để phát cảnh báo.



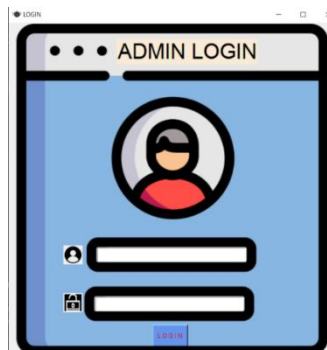
Hình 8. Lưu đồ giải thuật xử lý khuôn mặt



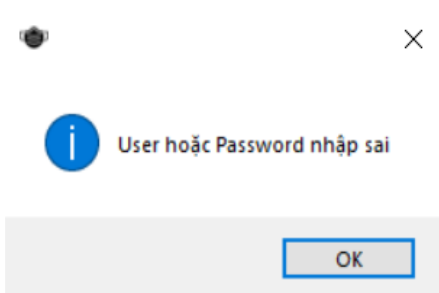
Hình 9. Máy ATM khẩu trang

3.2. Giao diện chương trình điều khiển

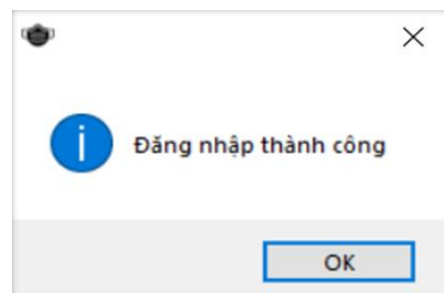
Giao diện đăng nhập tài khoản quản trị thể hiện trong Hình 10. Nếu đăng nhập sai username hoặc password, chương trình sẽ hiện thông báo như trong Hình 11. Ngược lại, nếu đăng nhập thành công sẽ xuất hiện thông báo như trong Hình 12.



Hình 10. Giao diện đăng nhập



Hình 11. Thông báo đăng nhập sai tài khoản quản trị



Hình 12. Thông báo đăng nhập thành công

Hình 13 trình bày giao diện chính của chương trình sau khi đăng nhập tài khoản quản trị. Click vào biểu tượng mặt người đeo khẩu trang để hiển thị ảnh thu được từ camera.



Hình 13. Giao diện chính chương trình

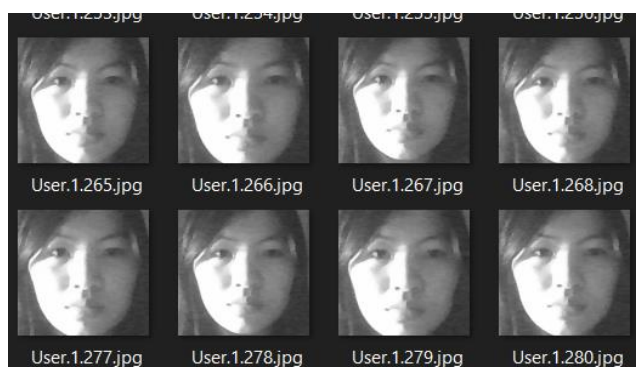
3.2. Giải thuật xử lý khuôn mặt

Hình 14 trình bày kết quả hiển thị khi phát hiện khuôn mặt và không nhận diện được trong cơ sở dữ liệu, tức là người này chưa lấy khẩu trang.



Hình 14. Kết quả hiển thị người chưa lấy khẩu trang

Khi đó, chương trình sẽ save liên tục 300 ảnh chứa gương mặt của người này để huấn luyện nhận diện như trong Hình 15. Kết quả huấn luyện là bộ nhận diện trainer mới như trong Hình 16.



Hình 15. Kết quả save ảnh chứa khuôn mặt mới để huấn luyện nhận diện

The file is too large: 35,74 MB. Read-only mode.

```
%YAML:1.0
```

```
---
```

```
opencv_lbphfaces:
```

```
  threshold: 1.7976931348623157e+308
```

```
  radius: 1
```

```
  neighbors: 8
```

```
  grid_x: 8
```

```
  grid_y: 8
```

```
  histograms:
```

```
    - !!opencv-matrix
```

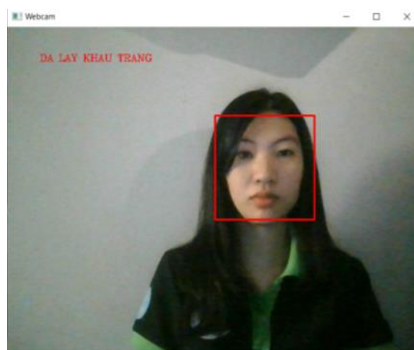
```
      rows: 1
```

```
      cols: 16384
```

```
      dt: f
```

```
      data: [ 5.17751500e-02, 1.33136101e-02, 0., 1.03550293e-02,
              1.62721891e-02, 7.39644980e-03, 8.87573976e-03,
              2.36686394e-02, 4.43786988e-03, 0., 0., 0., 8.87573976e-03,
              0., 5.91715984e-03, 1.18343197e-02, 2.21893489e-02,
              5.91715984e-03, 0., 1.47928996e-03, 1.47928996e-03, 0., 0.,
              1.47928996e-03, 1.03550293e-02, 0., 0., 0., 2.21893489e-02,
              4.43786988e-03, 1.18343197e-02, 1.18343197e-02, 0., 0., 0.,
              0., 0., 0., 1.47928996e-03, 0., 0., 0., 0., 0., 0.,
              1.47928996e-03, 1.62721891e-02, 0., 0., 0., 0., 0., 0.,
              1.47928996e-03, 1.92307699e-02, 1.47928996e-03, 0., 0.,
              3.40236686e-02, 0., 1.47928996e-02, 1.18343197e-02,
              1.47928996e-02, 4.43786988e-03, 0., 1.47928996e-03,
              2.95857992e-03, 0., 1.47928996e-03, 1.47928996e-03, 0., 0.,
              0., 0., 1.47928996e-03, 0., 1.47928996e-03, 0.,
              1.47928996e-03, 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0.,
```

Hình 16. Kết quả bộ huấn luyện nhận diện chứa khuôn mặt mới thêm vào



Hình 17. Kết quả cảnh báo khi nhận diện được khuôn mặt đã huấn luyện

Sau khi huấn luyện nhận diện khuôn mặt mới, nếu người này quay lại lần thứ hai trong ngày thì sẽ bị cảnh báo là đã lấy khẩu trang như trong Hình 17. Đồng thời, hệ thống sẽ phát cảnh báo ra loa, chụp lại hình ảnh và ghi nhận thời gian, gửi về email quản lý cài đặt sẵn.

Bảng 2. Thống kê kết quả thực nghiệm nhận diện khuôn mặt

Khuôn mặt	Số lượng ảnh	Khi chưa huấn luyện (ảnh)	Khi đã huấn luyện (ảnh)	Độ chính xác
1	300	0	300	100%
2	300	0	300	100%
3	300	0	300	100%
4	300	0	300	100%
5	300	0	300	100%
6	300	0	300	100%
7	300	0	300	100%
8	300	0	300	100%
9	300	0	300	100%
10	300	0	300	100%
11	300	0	300	100%
12	300	0	300	100%
13	300	0	300	100%
14	300	0	300	100%
15	300	0	300	100%
16	300	0	300	100%
17	300	0	300	100%
18	300	0	300	100%
19	300	0	300	100%
20	300	0	300	100%

Kết quả thực nghiệm giải thuật xử lý ảnh khuôn mặt được trình bày trong Bảng 2. Lần lượt chụp ảnh 20 người, mỗi người 300 ảnh làm dữ liệu đầu vào. Kết quả cho thấy giải thuật tiền xử lý ảnh thực hiện rất tốt khi phát hiện khuôn mặt, nhận diện khuôn mặt chưa huấn luyện chính xác 100%. Với khuôn mặt mới thì giải thuật LBPH cho kết quả sau khi huấn luyện là nhận dạng lại với độ chính xác 100%. Đạt được tỉ lệ cao như vậy là do bài toán đặt ra với máy ATM khẩu trang chỉ là xác định người đã lấy khẩu trang hay chưa, tức là khuôn mặt đã được huấn luyện nhận diện chưa chứ không yêu cầu định danh chính xác khuôn mặt này là ai trong số những người đã lấy khẩu trang. Trong khi đó, ở các bài toán định danh khác, yêu cầu đặt ra là phải xác định được chính xác danh tính của đối tượng nên kết quả thường khó đạt được độ chính xác tuyệt đối, sẽ có sai sót nhầm lẫn nhất định đối tượng này sang đối tượng kia do nhiều yếu tố như giải thuật xử lý, nhiễu môi trường, v.v.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày giải thuật điều khiển tự động cho máy ATM khẩu trang. Nhờ vào giải thuật này, sản phẩm đã được chứng minh có khả năng hoạt động tự động mà không cần sự can thiệp của con người; có khả năng phát hiện, nhận diện khuôn mặt và chỉ phát khẩu trang cho mỗi người một lần mỗi ngày. Trong tương lai, tác giả dự định phát triển thêm trên các máy

khác như ATM gạo, ATM đường... để phục vụ miễn phí cho người dân lao động nghèo khó, phát huy tinh thần tương thân tương ái của dân tộc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Otsu N. - A threshold selection method from gray-level histograms, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics* **9** (1) (1979) 62-66.
2. Kapur J., Sahoo P., Wong A. - A new method for gray-level picture thresholding using the entropy of the histogram, *Computer Vision Graphics and Image Processing* **29** (3) (1985) 273-285.
3. Lech P., Okarma K., Wojnar D. - Binarization of document images using the modified local-global Otsu and Kapur algorithms, *Przegląd Elektrotechniczny* (2015) 71-74.
4. Moghaddam R. F., Cheriet M. - AdOtsu: An adaptive and parameterless generalization of Otsu's method for document image binarization, *Pattern Recognit* **45** (6) (2012) 2419-2431.
5. Michalak H., Okarma K. - Region based adaptive binarization for optical character recognition purposes, *International Interdisciplinary PhD Workshop* (2018) 361-366.
6. Michalak H., Okarma K. - Fast adaptive image binarization using the region based approach, *Artificial Intelligence and Algorithms in Intelligent Systems* (2019) 79-90.
7. Xiong W., Xu J., Xiong Z., Wang J., Liu M. - Degraded historical document image binarization using local features and support vector machine (SVM), *Optik* **164** (2018) 218-223.

ABSTRACT

DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE FACE-MASK ATM

Tran Hoan*, Tran Thi Nhu Ha

Ho Chi Minh City University of Food Industry

*Email: hoantran205@gmail.com

The world in general and Vietnam in particular are facing many difficulties since the Covid-19 pandemic appeared. Charity activities expressing the spirit of "good leaves protect torn leaves" are spreading across the country and seem to have never been more necessary than at this time. One of them is the face mask ATM, which was born in the context that Ho Chi Minh City has just had a regulation that requires people to wear masks in public. However, the current face mask ATMs are all semi-automatic and require an operator for the machine to release the mask. This paper presents an automatic control algorithm for a face mask ATM, capable of detecting and recognizing faces and only distributing masks to each person once per day.

Keywords: Image processing, face mask, ATM, face recognition.