



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0002427

(51)⁷ **G06T 7/00; G06K 9/00**

(13) **Y**

(21) 2-2017-00114

(22) 28/04/2017

(45) 26/10/2020 391

(43) 26/11/2018 368A

(73) Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Quốc gia Thành Phố Hồ Chí Minh (VN)
268 Lý Thường Kiệt, phường 14, quận 10, thành phố Hồ Chí Minh

(72) Lê Tiến Thường (VN); Võ Minh Tiến (VN); Huỳnh Khả Tú (VN); Marie Luong (FR).

(54) **HỆ THỐNG NHÚNG THỰC HIỆN THUẬT TOÁN ĐA PHÂN GIẢI ĐỂ XÁC ĐỊNH
ẢNH GIẢ MẠO CHO ẢNH PHÁP CHỨNG**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến hệ thống và phương pháp giám định ảnh trên một hệ thống nhúng sử dụng một thể hệ phần cứng mới Raspberry Pi3 B, được phát triển ở Anh nhằm thúc đẩy giảng dạy khoa học máy tính trong trường học. Phương pháp thực hiện có thể phát hiện ảnh giả do cắt dán trên cùng một ảnh (Copy -Move) hoặc từ nhiều nguồn khác nhau (Splicing) mà không biết bất cứ thông tin gì về ảnh gốc. Ảnh giám định được xử lý đa phân giải bằng biến đổi wavelets rời rạc trước khi thực tách biên với một ngưỡng lọc thích hợp để tìm ra những điểm biên chỗ cắt dán nếu là ảnh giả, tái tạo lại các đường biên này bằng các toán tử hình thái. Kết quả thực hiện trên hệ thống nhúng cho kết quả tương tự như mô phỏng trên Matlab với độ chính xác cao.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích xây dựng một hệ thống phát hiện ảnh giả mà không biết trước ảnh gốc, hỗ trợ kỹ thuật trong các lĩnh vực liên quan đến giám định ảnh như: xử lý ảnh, y tế, bảo hiểm, an ninh, truyền thông điều tra.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Hiện nay, các nghiên cứu liên quan đến giám định ảnh đang là nhu cầu cần thiết vì ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực. Tuy nhiên phần lớn các nghiên cứu tập trung vào xây dựng các giải thuật và việc xây dựng một hệ thống nhúng để triển khai các giải thuật là hướng tiếp cận mới.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là đề xuất hệ thống nhúng Raspberry để thực thi giám định ảnh cắt dán (Copy-Move) hiệu quả, hệ thống này cho phép phát hiện vùng giả mạo trong ảnh do thao tác cắt dán trên cùng một ảnh với độ chính xác cao, mang tính ứng dụng thực tế.

Với mục đích đưa ra, hệ thống theo giải pháp hữu ích được xác định bao gồm một màn hình để quan sát, chọn lựa ảnh cần kiểm chứng, theo dõi quá trình xử lý và hiển thị kết quả giám định, kết hợp với một KIT Raspberry Pi 3B. Phương pháp giám định sẽ được thực hiện bởi KIT Raspberry, kiểm chứng xem ảnh đã chọn có giả mạo hay không và hiển thị kết quả lên màn hình máy tính được kết nối với KIT.

Cụ thể, từ một ảnh bất kỳ được lưu trên một máy tính, hệ thống có thể đọc file ảnh thông qua Raspberry và sau đó xử lý các thông tin trên ảnh để tìm kiếm các vùng giả mạo do cắt dán trên chính ảnh đó. Việc tìm kiếm sử dụng phương pháp phát hiện ảnh giả mạo dùng so khớp các đặc tính của các khối nhỏ có kích thước 16x16 điểm ảnh tạo nên các vùng sao chép. Phương pháp này cũng đã được nhóm

tác giả đề xuất và hiệu quả khi triển khai trên máy tính và đã được công nhận bởi tạp chí uy tín (*Informatica: International Journal of Computing and Informatics Vol.41, No.1, 2017* (được indexed bởi Thomson Reuters (ESCI, và Scopus). Việc triển khai phương pháp vào hệ thống nhúng đề xuất dùng Raspberry có thể giảm được thời gian xử lý khi áp dụng cùng phương pháp sử dụng cùng code C và thư viện OpenCV và đạt độ chính xác như nhau.

Không những thế, giải pháp hữu ích đề xuất có giá thành vừa phải, dễ dàng thiết lập và sử dụng, đặc biệt phù hợp trong môi trường giáo dục.

Thực tế, có nhiều phần cứng trên thị trường có thể được dùng cho xử lý ảnh như vi xử lý, Digital Signal Processors (DSPs), Application Specific ICs (ASICs) and Field Programmable Gate Arrays (FPGAs). Tuy nhiên, với ứng dụng không yêu cầu thời gian thực và các phép toán cơ bản, Raspberry Pi thế hệ 3B – sản xuất năm 2016 được chọn vì tốc độ xử lý nhanh với chip ARMv8 quad-core, 64-bit, 1,2GHz, nhỏ gọn, kinh tế và được sử dụng phổ biến trong giảng dạy tại các trường ở Anh và trên toàn thế giới (Hình 1)

Một đặc điểm của Raspberry là nó không sử dụng đĩa cứng hoặc SSD nhằm tối ưu hóa kích thước; thay vào đó bảng mạch (board) này sẽ sử dụng một thẻ nhớ SD để khởi động hệ điều hành (boot) và chứa dữ liệu. Tổ chức Raspberry cũng cung cấp hai hệ điều hành để tải (download) là Debian và Arch Linux ARM. Những công cụ này có thể sử dụng Python như ngôn ngữ lập trình chính, đồng thời hỗ trợ BBC BASIC (thông qua RISC OS image hoặc Brandy Basic clone cho Linux), C, Java và Perl.

Trong giải pháp này, Raspberry Pi 3B được cài đặt hệ điều hành Raspbian, là một hệ điều hành không tính phí, phát triển dựa trên hệ điều hành Debian và được tối ưu cho phần cứng Raspberry. Hệ điều hành có hơn 35000 package và phần mềm, hoàn thành vào tháng 6 – 2012, được nén thành một bộ giúp cho việc cài đặt trên Raspberry trở nên dễ dàng hơn.

Để tiến hành xử lý ảnh trên hệ thống nhúng, cần sử dụng một thư viện mở OpenCV3.0. Thư viện có hơn 2500 thuật toán tối ưu, bao gồm một tập hợp tổng quát những thuật toán cổ điển và hiện đại về thị giác máy tính và học máy. Những thuật toán này có thể được sử dụng để phát hiện và nhận dạng khuôn mặt, xác định vật thể, phân loại hành động con người trong video, theo dõi hoạt động camera và đối tượng, xác định model 3D của đối tượng, và nhiều thuật toán xử lý ảnh với độ phân giải cao.

Chương trình chạy trên Raspberry hỗ trợ xử lý giám định nhiều tệp tin (file) ảnh cùng lúc. Tên các file ảnh cùng với định dạng sẽ được liệt kê trong một file text Input_Image_List.txt. Khi xử lý xong, chương trình sẽ xuất ra kết quả trong một log file dạng văn bản (text) cũng như hiển thị ảnh gốc và ảnh kết quả giám định.

Hệ thống nhúng mà nhóm tác giả thực hiện là giải pháp hữu ích khi đã thực hiện thuật toán đa phân giải cho ảnh pháp chứng trên một phần cứng cụ thể như KIT Raspberry Pi 3B - được tích hợp một CPU 1,2GHz 64-bit quad-core ARMv8 giúp ta có những đánh giá rõ ràng, góp phần không nhỏ nhằm tìm ra những giải pháp, công cụ tối ưu cho việc giám định ảnh pháp chứng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ thể hiện KIT Raspberry Pi 3B năm 2006 được sử dụng để kết nối với máy tính thực hiện giải thuật phát hiện ảnh giả mạo.

Hình 2 là hình vẽ thể hiện kết nối hệ thống giữa máy tính và KIT Raspberry Pi 3B.

Hình 3 là hình vẽ thể hiện lưu đồ giải thuật giám định ảnh chạy trên hệ thống nhúng.

Hình 4 là hình vẽ thể hiện việc chuyển ảnh màu sang ảnh xám.

Hình 5 là hình vẽ thể hiện ảnh thành phần sau khi đa phân giải, theo thứ tự từ trái sang phải: LL, LH, HL, HH.

Hình 6 là hình vẽ thể hiện ảnh âm bản (Negative) sau khi tách biên và giãn nở trên các thành phần chi tiết theo thứ tự từ trái sang phải: dọc, ngang và chéo.

Hình 7 là hình vẽ thể hiện ảnh âm bản khi biến đổi Wavelets ngược.

Hình 8 là hình vẽ thể hiện ảnh kết quả ngõ ra (trái) khi so sánh với ảnh gốc.

Hình 9 là hình vẽ thể hiện kết quả mô phỏng cho ảnh giả mạo do photoshop cắt và dán có thay đổi góc nghiêng và tỉ lệ phần dán, theo thứ tự từ trái qua phải: ảnh gốc, ảnh cắt dán, kết quả phát hiện.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

a. Hệ thống triển khai

Một hệ thống nhúng cơ bản được kết nối như sơ đồ Hình 2. Hệ thống được thiết lập gồm màn hình 2.a, KIT Raspberry Pi thế hệ 3B 2.b đóng vai trò trung tâm, được cấp điện áp 5V qua cổng micro USB. Để hoạt động, cần có một thẻ nhớ micro SD 8GB hoặc 16GB 2.c chứa một hệ điều hành và đóng vai trò bộ nhớ lưu trữ dữ liệu. KIT được kết nối với một màn hình hiển thị thông qua cổng HDMI, giao tiếp với chuột 2.d và bàn phím bằng chuẩn USB 2.e. KIT có thể kết nối Ethernet qua cổng RJ45 hoặc wifi 802.11n 2.f. Ngoài ra, nó còn có thêm 2 cổng USB để kết nối USB drive và các thiết bị ngoại vi khác.

Để tiện sử dụng, người dùng có thể tùy chọn cài đặt phần mềm điều khiển từ xa màn hình (remote desktop) như VNC và sử dụng một máy tính hay laptop để điều khiển hệ thống mà không cần thiết bị hiển thị hay chuột, bàn phím.

Các bước tiến hành được trình bày như sau:

Bước 1: Copy ảnh vào một thư mục và tạo một file Input_Image_List.txt chứa danh sách các file ảnh cần xử lý.

Bước 2: Tạo file code (mã), compile (biên dịch), build (lập chương trình) và chạy thực thi chương trình bằng cửa sổ lệnh (command) theo trình tự sau.

- ✓ Khởi động cửa sổ command
- ✓ Tạo file CmakeList.txt có nội dung là đoạn cript chứa thông tin sau:

- Yêu cầu version tối thiểu của OpenCV
- Tên project
- Tên thư viện
- Tên file code thực thi, tên file thực thi output
- Link thư viện OpenCV
- ✓ Tạo file code chương trình bao gồm đường dẫn thư mục (folder) chứa các ảnh và file text liệt kê các ảnh
- ✓ Compile chương trình bằng lệnh “cmake .”. Khi đó, chương trình sẽ tạo ra các file CMakeCache.txt, Makefile, cmake_install.cmake
- ✓ Build chương trình bằng lệnh “make”, chương trình sẽ tạo ra file thực thi ImageProcessing
- ✓ Thực thi chương trình bằng lệnh “./ImageProcessing”. Khi thực hiện xong, chương trình tạo ra một file kết quả. Nếu là ảnh giả, ảnh hiển thị sẽ có các phần màu trắng tô lên phần ảnh giả.

Sau khi thực hiện, trên màn hình hiển thị cửa sổ command, file kết quả, ảnh ngõ vào và ảnh giả ngõ ra với phần giả mạo tô màu trắng. File kết quả sẽ cho biết những ảnh giả, ảnh thiệt; số điểm ảnh (pixel) của từng ảnh cũng như thời gian xử lý cho từng ảnh. Đồng thời, chương trình xuất ra và hiển thị trên màn hình ảnh ngõ vào và ảnh sau khi xử lý.

Bước 3: đọc file kết quả và hiển thị các kết quả trung gian trong thuật toán nếu cần và kết quả ảnh sau cùng để xem xét, đánh giá việc thực thi trên hệ thống.

b. Phương pháp giám định trên KIT

KIT Raspbery thực hiện phương pháp giám định theo các bước như trong Hình 3.

Một ảnh bất kỳ được chọn lựa từ tập ảnh lưu sẵn trên máy tính 3.a đầu tiên sẽ qua kiểm tra xem là đây là ảnh màu hay ảnh mức xám 3.b. Đối với trường hợp ảnh màu, sẽ chuyển sang ảnh mức xám 3.c. Biến đổi wavelets rồi rạc mức 1 3.d được áp dụng lên ảnh mức xám và xét thành phần chi tiết 3.f.

Tại thành phần chi tiết, tính toán độ sắc 3.f, và giới hạn các giá trị độ sắc nghi ngờ 3.g để tách ra các cạnh có khả năng là các vị trí cắt dán 3.h. Phương pháp hình thái học dẫn nở (dilation) được sử dụng trên các vùng cạnh nghi ngờ để tạo thành các cạnh hoàn chỉnh 3.j.

Tại thành phần xấp xỉ, cho các giá trị xấp xỉ bằng 0. Bởi vì mục đích của việc xác định giả mạo trong phương pháp này là xác định vùng giả mạo từ các cạnh nghi ngờ, nên trong bước xác định có giả mạo hay không, các thành phần xấp xỉ được bỏ qua và chỉ quan tâm các cạnh đã được giới hạn trong vùng nghi ngờ.

Kết hợp các thành phần chi tiết đã được tách cạnh và thành phần xấp xỉ bằng 0, thực hiện biến đổi wavelets ngược. Khi đó sẽ thu được ảnh nếu tạo nếu đường cạnh nghi ngờ, có thể xác định thì được xem là có cắt dán và vùng cắt dán tương ứng được tô đậm để đánh dấu, ngược lại không có cắt dán.

c. Đánh giá so sánh

So sánh với kết quả thực hiện trên hệ thống nhúng Raspberry Pi 3B.

- Máy tính 1: Vi xử lý Intel Core i5-5200U @ 2.2GHz, 4GB DDR3L (1600 MHz), hệ điều hành Window 8.1, 64 – bit => chạy mô phỏng Matlab (2015a).
- Máy tính 2: Vi xử lý Intel Core i3 M330 @ 2.13GHz, 4GB DDR3, hệ điều hành Window 7, 32 – bit => chạy Visual Studio 12.0 với thư viện OpenCV.
- Raspberry Pi 3B: Broadcom BCM2837, 1,2GHz 64-bit quad-core ARMv8 CPU, 1GB LPDDR2 (900 MHz), hệ điều hành Raspbian.

Ảnh	Thời gian xử lý (giây)			Tỉ lệ % giống
	Laptop 1	Laptop 2	Raspberry	
flowers.tiff (536x356)	14	198	41	96.77
CRW_4853 (739x492)	33	457	77	99.87
garden.jpg (500x375)	27	207	34	99.73
Dynamid.jpg (203x150)	3.6	15	3	97.95
2015_01_02_p ath2 (593x321)	18	186	38	100
...	...	...	...	...
Trung bình (pixel/giây)	10070.2	905.7	4988.1	

Kết quả thực hiện đánh giá so sánh như bảng phía trên.

Kết quả cho thấy, tốc độ xử lý trên hệ thống nhúng Raspberry nhanh hơn gấp 5 lần tốc độ xử lý trên Laptop 2 chạy cùng code C và sử dụng thư viện OpenCV, nhưng chậm hơn trên laptop thứ nhất chạy mô phỏng Matlab. Kết quả này hoàn toàn phù hợp vì Laptop 1 có cấu hình mạnh hơn rất nhiều so với Raspberry và phần mềm sử dụng là khác nhau. Tuy nhiên, khi chạy cùng một code, cùng một điều kiện thì hệ thống nhúng Raspberry chứng tỏ khả năng xử lý tốt hơn rất nhiều so với một laptop không chuyên dụng cho xử lý ảnh, mặc dù Laptop 2 có cấu hình mạnh hơn.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Thực hiện với ảnh thứ 1

Thực hiện giám định cho cùng ảnh copy – move như thực hiện mô phỏng trên Matlab

Bước 1: Chuyển ảnh sang ảnh xám như Hình 4.

Bước 2: Thực hiện đa phân giải ảnh bằng biến đổi Wavelets. Ảnh được tách thành các thành phần LL, LH, HL và HH (theo thứ tự từ trái qua) có kích thước giảm gần 1/4 so với ảnh ban đầu (như Hình 5).

Bước 3: Tách biên trên các thành phần chi tiết và áp dụng một ngưỡng lọc thích hợp.

Bước 4: Thực hiện toán tử hình thái giãn nở trên các thành phần chi tiết (như Hình 6).

Bước 5: Thực hiện phép biến đổi Wavelets ngược sẽ cho ra ảnh với các cạnh khả nghi được viền đen, phần còn lại của ảnh sẽ có màu trắng (như Hình 7).

Nếu không phải là ảnh giả mạo, ảnh sẽ toàn màu trắng và không có viền đen.

Bước 6: Xuất ra ảnh kết quả với phần ảnh giả mạo có các cạnh viền trắng (như Hình 8).

Một ví dụ khác như Hình 9. Sau khi chạy trên hệ thống nhúng, ảnh kết quả cho thấy chỉ có một phần rất nhỏ là phần cắt dán. Kết quả hoàn toàn chính xác khi so sánh với ảnh gốc.

Hiệu quả của giải pháp hữu ích

Kết quả thực hiện cho thấy, tốc độ xử lý trên hệ thống nhúng Raspberry Pi 3B (1270 pixel/giây) nhanh hơn gấp 5 lần tốc độ xử lý trên Laptop 2 (260 pixel/giây) chạy cùng một chương trình code C và sử dụng cùng thư viện OpenCV. Tuy nhiên, nó lại chậm hơn trên Laptop 1 (51829 pixel/giây) chạy mô phỏng Matlab. Kết quả này hoàn toàn phù hợp vì Laptop 1 có cấu hình mạnh hơn rất nhiều so với Raspberry Pi 3B và các phần mềm sử dụng là khác nhau. Tuy nhiên, khi chạy cùng một chương trình code, cùng một điều kiện thì hệ thống nhúng Raspberry Pi 3B chứng tỏ khả năng xử lý tốt hơn rất nhiều so với một laptop không chuyên dụng cho xử lý ảnh, mặc dù Laptop 2 có cấu hình mạnh hơn.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp xác định ảnh giả mạo cắt dán (Copy-Move) trên KIT Raspberry, phương pháp này bao gồm các bước như sau:

- a) ảnh vào được kiểm tra xem có phải ảnh màu hay không, và chuyển sang ảnh mức xám đối với ảnh màu;
- b) áp dụng biến đổi wavelets rời rạc (DWT) mức 1 cho ảnh mức xám vừa có được;
- c) chọn thành phần xấp xỉ và cho thành phần xấp xỉ bằng 0;
- d) trên các thành phần chi tiết, dùng phương pháp tách cạnh và hình thái học giãn nở (dilation);
- e) kết hợp các thành phần chi tiết đã được tách cạnh và thành phần xấp xỉ đã được cho bằng 0 để thực hiện biến đổi wavelets rời rạc ngược (IDWT);
- f) sau khi thực hiện bước e) sẽ thu được ảnh đầu ra, kiểm tra các cạnh nghi ngờ, nếu tồn tại thì sẽ kết luận là có thao tác cắt dán, và nếu không có cạnh nghi ngờ thì ảnh được xem là không có cắt dán;
- g) ảnh thu được (nếu có giả mạo) với các vùng giả mạo sẽ được tô đậm lên.

2. Hệ thống nhúng thực hiện thuật toán đa phân giải để xác định ảnh giả mạo cho ảnh pháp chứng, hệ thống này thực hiện phương pháp xác định ảnh giả mạo cắt dán theo điểm 1, hệ thống này bao gồm:

- a) màn hình (1.a) để chọn ảnh cần kiểm chứng, và hiển thị kết quả sau khi thực hiện phương pháp giám trên từ KIT Raspberry;
- b) KIT Raspberry Pi thế hệ 3B (1.b) đóng vai trò trung tâm, được cấp điện áp 5V qua cổng micro USB, có một thẻ nhớ micro SD 8GB hoặc 16GB (1.c) chứa một

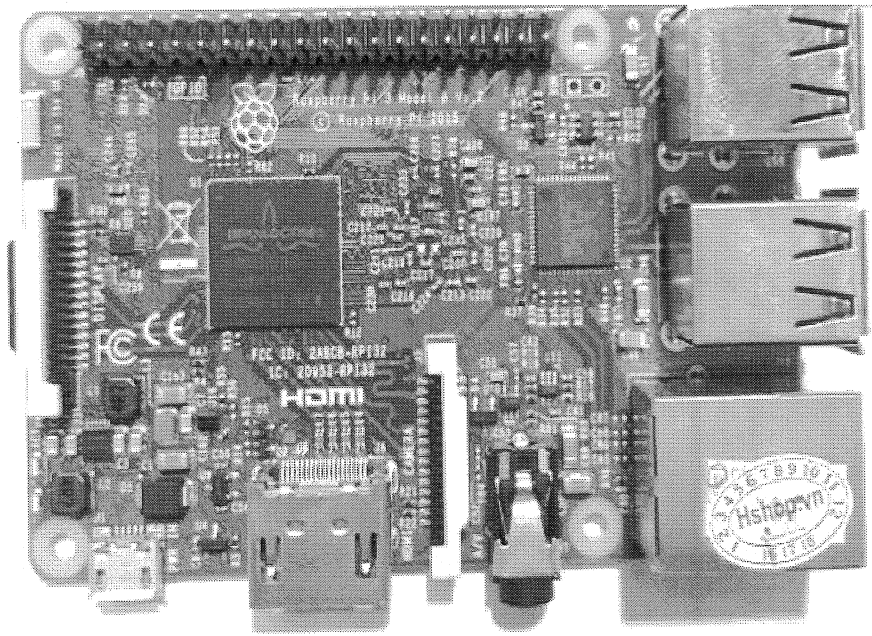
hệ điều hành để KIT Raspberry hoạt động và đóng vai trò bộ nhớ lưu trữ dữ liệu; trong đó:

KIT được kết nối với màn hình hiển thị (1.a) thông qua cổng HDMI (High Definition Multimedia Interface – Giao diện đa phương tiện độ phân giải cao) (1.a), giao tiếp với chuột (1.d) và bàn phím bằng chuẩn USB (1.e), và KIT có thể kết nối Ethernet qua cổng RJ45 hoặc wifi 802.11n (1.f), ngoài ra, KIT này còn có thêm 2 cổng USB để kết nối ổ USB (USB drive) và các thiết bị ngoại vi khác,

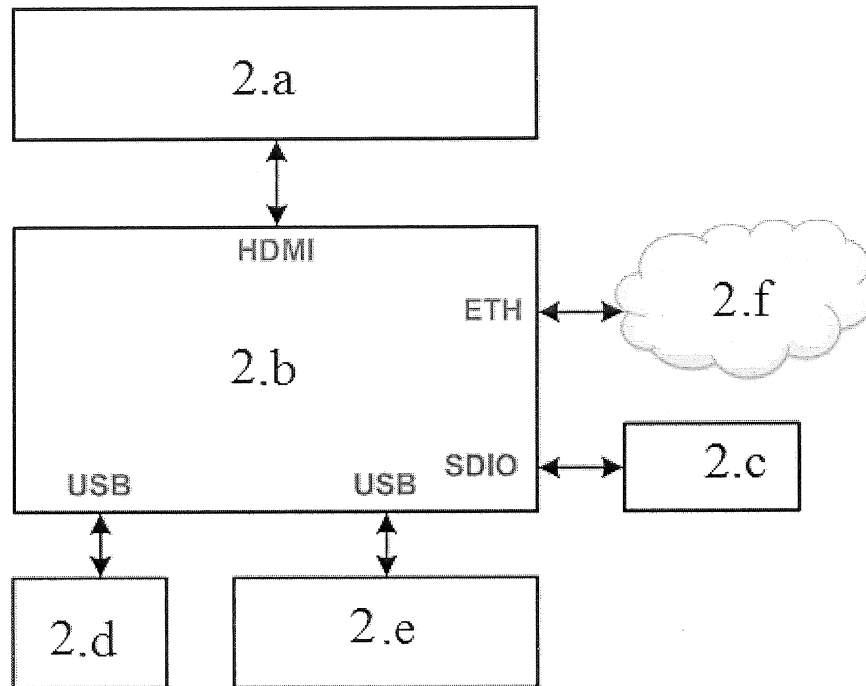
để tiện sử dụng, người dùng có thể tùy chọn cài đặt phần mềm điều khiển màn hình (remote desktop) như VNC và sử dụng một máy tính hay laptop để điều khiển hệ thống mà không cần thiết bị hiển thị hay chuột, bàn phím, và

phương pháp phát hiện giả mạo được thực hiện trên Raspberry hỗ trợ xử lý giám định nhiều tệp (file) ảnh cùng lúc; trong đó, tên các file ảnh cùng với định dạng sẽ được liệt kê trong một file text Input_Image_List.txt, khi xử lý xong, kết quả trong một log file dạng text cũng như hiển thị ảnh gốc và ảnh kết quả giám định lên màn hình;

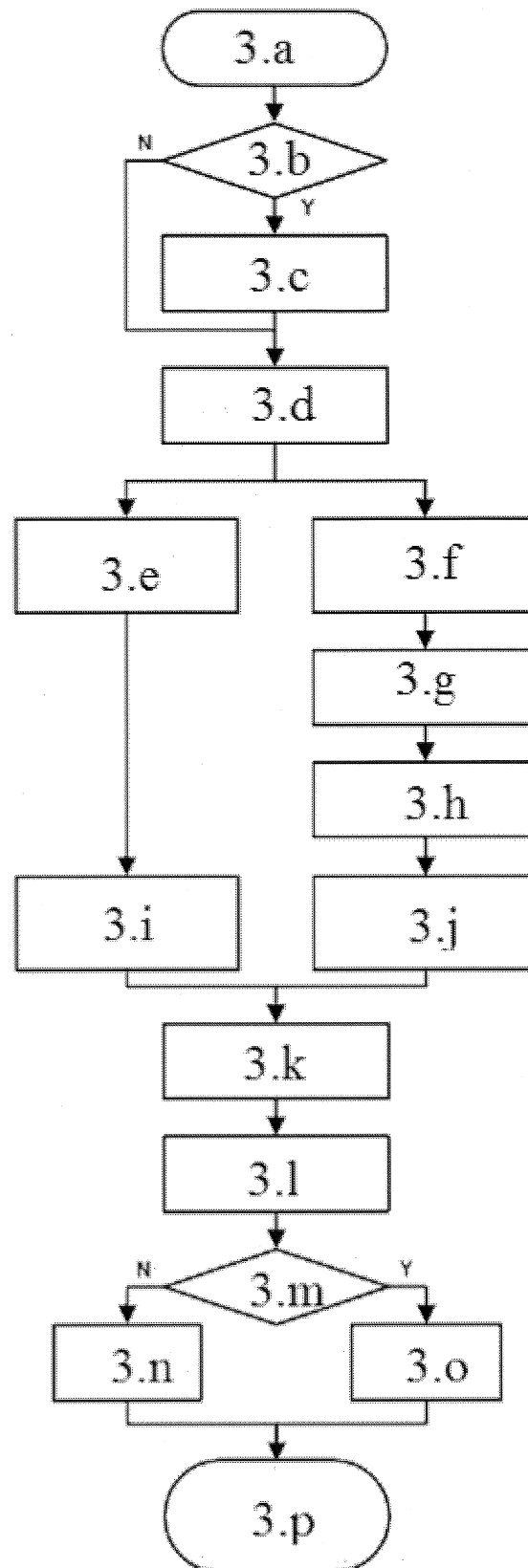
hệ thống này khác biệt ở chỗ, có thể thực hiện giám định ảnh trên KIT Raspberry và hiển thị kết quả lên màn hình, thay vì chạy trên một máy tính thông thường để phục vụ nhu cầu giám định ảnh.



Hình 1



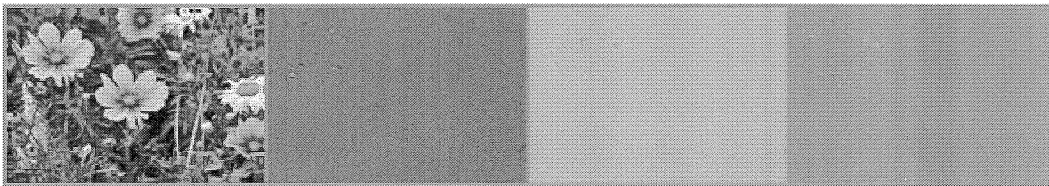
Hình 2



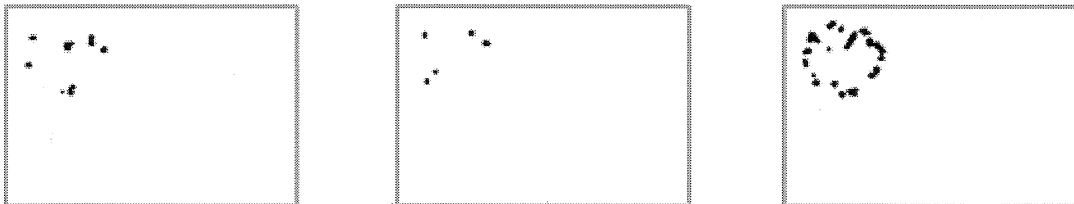
Hình 3



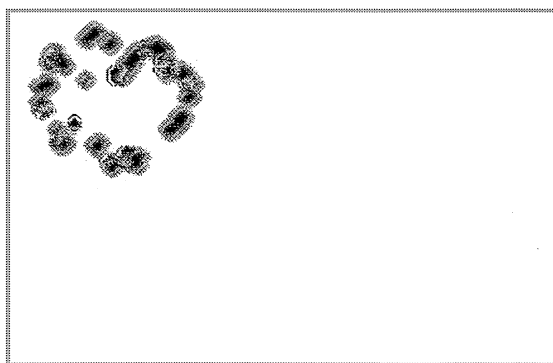
Hình 4



Hình 5



Hình 6



Hình 7



Hình 8



Hình 9