

# Kỹ thuật phát hiện sớm lửa rừng bằng phân tích ảnh động chụp từ camera IP

Th.S. Lê Ngọc Hoàn; PGS.TS. Trần Quang Bảo; Th.S. Mai Hà An

## Tóm tắt:

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu về thuật toán phát hiện của khói và lửa từ chuỗi ảnh cháy rừng được ghi lại bởi máy ảnh giao thức Internet (IP). Các đặc điểm quan trọng của khói, như là màu sắc, chuyển động và các thuộc tính gia tăng của ảnh được sử dụng trong phát hiện đám cháy. Để phát hiện khói, lửa hiệu quả từ ảnh chụp của máy ảnh IP, thuật toán biến đổi cosine rời rạc (Discrete Cosine Transform - DCT) được sử dụng để giảm bớt khối lượng tính toán, tránh quá trình giải mã phức tạp trong miền không gian.

Để đánh giá khả năng phát hiện và độ chính xác của thuật toán, nhóm tác giả đã tiến hành sử dụng chuỗi video từ việc đốt thử nghiệm có kiểm soát các “đám cháy”, các đám cháy này được thực hiện ở các vị trí không gian khác nhau, cường độ cháy khác nhau. Kết quả thử nghiệm với các chuỗi video và các đám cháy đốt thử nghiệm cho kết quả phát hiện đúng của thuật toán đạt 97%.

**Từ khóa:** *Cháy rừng; Phát hiện khói lửa; DCT; IP Camera; Phân tích ảnh; chuỗi video*

## Đặt vấn đề

Cháy rừng là một quá trình sinh lý phức tạp với nhiều tác động trực tiếp và gián tiếp vào bầu khí quyển, sinh quyển và thủy quyển. Cháy rừng là một nguồn gốc quan trọng gây biến đổi lớn về lượng khí thải ô nhiễm không khí tại nhiều khu vực trên Thế giới. Cháy rừng thường xảy ra trên diện rộng tại những vùng có địa hình rừng núi phức tạp khó đi lại, do đó việc quan trắc phát hiện cháy rừng bằng các phương pháp truyền thống thường rất khó khăn.

Trong những năm gần đây, trung bình mỗi năm ở Việt Nam xảy ra khoảng 650 vụ cháy, thiệt hại trung bình 4.340 ha rừng, trong đó rừng trồng khoảng 3.200 ha và rừng tự nhiên khoảng 1.140 ha. Năm 2002, cháy rừng ở U Minh Thượng và U Minh Hạ đã thiêu huỷ 5500 ha rừng tràm, trong đó có 60% là rừng tràm nguyên sinh. Đầu năm 2010, cháy rừng tại Vườn Quốc gia Hoàng Liên - Lào Cai, thiệt hại hơn 700 ha rừng. Những tổn thất do cháy rừng gây ra về kinh tế, xã hội và môi trường là rất lớn và khó có thể tính được.

Phát hiện sớm cháy rừng có thể giúp cảnh báo và ngăn chặn các thảm họa gây ra thiệt hại lớn về người và của. Quá trình cháy của các vật thể thường bắt đầu bằng phát thải khói, thậm chí trước khi bắt lửa, do vậy khói là một yếu tố cần thiết cho việc phát hiện sớm đám cháy. Những đặc điểm khói phụ thuộc vào tính chất hóa học của đối tượng cháy, nhiệt độ lửa, lượng oxy, v.v... Thường là dải khói có màu từ màu trắng đến

trắng-xanh khi đốt ở nhiệt độ thấp, và từ màu xám đến màu đen khi nhiệt độ tăng lên đến mức có đánh lửa. Các thiết bị dò khói phổ biến nhất dựa trên các máy ảnh hồng ngoại hoặc tử ngoại, trong khi các kỹ thuật phát hiện khác đều dựa trên phân tích hạt, nhiệt độ, độ ẩm tương đối và tính trong suốt của không khí. Các hệ thống này được hoạt động đến khi các hạt khói hoặc lửa rất gần với các thiết bị phát hiện cháy, hơn nữa chúng không thể cung cấp thông tin liên quan đến vị trí chính xác, cường độ, độ lan truyền, v.v... [1]. Để mang lại phát hiện khói thêm chính xác và tin cậy, một số hệ thống phát hiện xử lý dựa trên video đã được đề xuất. Các thuật toán phát hiện lửa bằng video xử lý dựa trên hai đặc điểm chính của lửa: ánh lửa và khói. Phần lớn các thuật toán phát hiện đám cháy trong lý thuyết thực hiện phân tích điểm ảnh sử dụng một số đặc điểm lửa và khói, như màu lửa/khói, độ lặp lại, thiếu hụt của các phần viền khung hình.

Gần đây việc sử dụng các máy ảnh giao thức internet (camera IP) bằng giám sát video đã phát triển đáng kể, vì hệ thống giám sát video dựa trên công nghệ IP rất dễ thực hiện với chi phí thấp do vậy việc sử dụng các hệ thống cáp và cơ sở hạ tầng mạng Internet không dây đã được ứng dụng nhiều [3]. Hơn nữa, một camera IP không chỉ chụp chuỗi các hình ảnh mà cũng có bộ xử lý riêng, bộ nhớ và hệ điều hành, cho phép các chương trình nạp để xử lý các thông tin nắm bắt mà không cần thiết bị máy tính bổ sung. Camera IP cũng có thể được kết nối để tạo thành mạng lưới, làm cho một hệ thống giám sát video có độ tin cậy cao hơn. Dữ liệu thường là các thông tin được cung cấp bởi camera IP được mã hóa trong một số định dạng như Motion-JPEG (MJPEG), H.264, v.v... [3].

Bài báo này nghiên cứu thuật toán phát hiện khói từ ảnh chụp của camera IP. Các thuật toán đề xuất hoạt động trực tiếp trong miền DCT và có thể được thực hiện được trên hệ thống giám sát IP camera. Các thuật toán đề xuất phát hiện có mặt của khói sử dụng một số tính năng khói, chẳng hạn như màu sắc, chuyển động và đặc điểm lây lan, được chiết xuất trực tiếp từ hệ số DCT để tránh quá trình giải mã.

## **2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu**

### **2.1. Thuật toán phát hiện cháy từ camera IP**

#### **2.2.1. Lý do lựa chọn bộ thu tín hiệu hình ảnh là camera IP**

Việc sử dụng công nghệ IP để phát hiện lửa mang lại một số lợi thế, ví dụ như mạng camera IP có thể phát hiện nguồn gốc lửa, độ lớn và lan truyền theo cách chính xác hơn so với một hệ thống giám sát video duy nhất. Tuy nhiên, để sử dụng hiệu quả các công nghệ IP cho các mục đích phát hiện cháy, các thuật toán phát hiện khói phải thực hiện trực tiếp trong miền biến đổi cosine rời rạc (Discrete Cosine Transform - DCT), bởi vì quá trình giải mã (từ miền DC đến miền không gian) và có thể mã hóa (từ miền không gian đến miền DCT) là quá trình tốn rất nhiều thời gian. Tuy nhiên hầu hết các thuật toán phát hiện đám cháy đề xuất trong [2], [5], [6] được thực hiện trong lĩnh

vực không gian, phân tích giá trị của mỗi điểm hoặc khối điểm ảnh. Do đó bất kỳ thuật toán dùng công nghệ IP cần đến nhiều thời gian để xử lý.

Về căn bản, dữ liệu thu được từ camera là một loạt ảnh liên tiếp, số khung hình thu được trong 1 giây tùy thuộc vào từng loại camera khác nhau, thông thường thu được trên 20 khung hình trong 1 giây. Một đặc điểm nữa của camera IP đó là cho phép truy cập lấy dữ liệu của camera thu được từ máy tính một cách dễ dàng thông qua kết nối mạng và dữ liệu thu được thường ở dạng ảnh JPEG hoặc MJPEG.

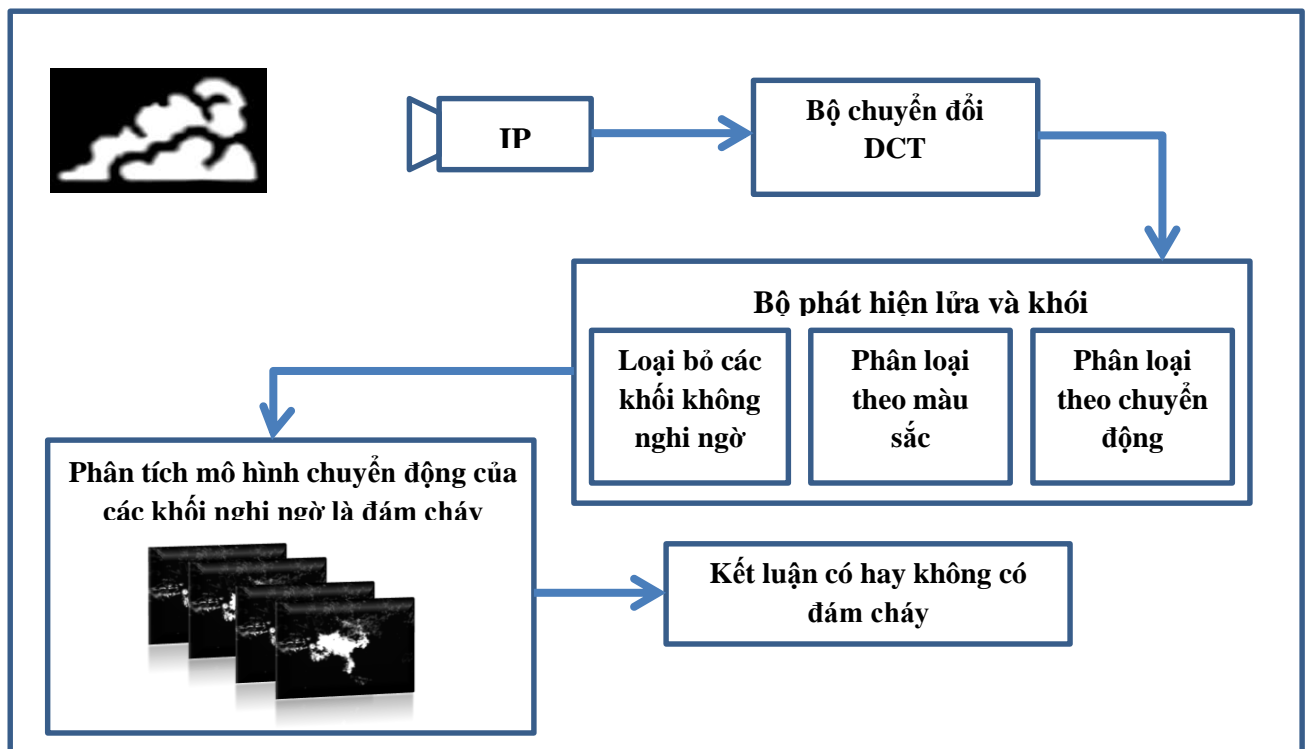
Về bản chất MJPEG cũng chỉ là một loạt các ảnh JPEG được thu nhận liên tiếp do vậy 2 nguồn JPEG và MJPEG là tương đương nhau. Để phát hiện các vật thể thu được từ camera phải dựa trên việc phân tích một loạt ảnh trong một quãng thời gian đủ lớn, nhưng phải đảm bảo tính kịp thời đối với từng nhiệm vụ khác nhau và với các loại đối tượng cần phát hiện khác nhau.

Một lý do khác của việc dùng camera IP là do chất lượng hình ảnh thu được từ camera luôn được đảm bảo, không bị nhiễu bởi đường truyền tín hiệu. Với các loại camera thông thường truyền tín hiệu bằng cáp đồng trục về bộ thu, mặc dù được đặt trong môi trường ít nhiễu thì tín hiệu truyền về bộ thu vẫn bị ảnh hưởng bởi chính vật liệu của dây cáp, do vậy chất lượng hình ảnh không được đảm bảo cho việc phân tích ảnh để phát hiện ra các đối tượng, đặc biệt đối tượng đó lại là các đám cháy rừng.

#### *2.1.2. Xử lý hình ảnh từ camera để phát hiện ra các đám cháy*

Thông thường, các camera IP sử dụng hai giao thức cơ bản để truy cập hình ảnh thu được từ cảm biến qua mạng là: giao thức http (HyperText Transfer Protocol) và rtsp (Real Time Streaming Protocol). Hai giao thức này cho phép truy cập dữ liệu từ camera IP theo hai dạng dữ liệu khác nhau là: Giao thức http cho phép truy cập và lấy về trực tiếp ảnh JPEG, giao thức rtsp sử dụng bộ mã hóa tín hiệu H.264 do vậy tín hiệu lấy về cần bộ giải mã tín hiệu để thu được ảnh JPEG. Tùy từng loại Camera IP sử dụng mà chúng ta sẽ sử dụng các giao thức khác nhau.

Ảnh thu được từ camera sẽ được sắp xếp theo thứ tự thời gian thu được và được đưa vào bộ xử lý hình ảnh từ đó phát hiện ra các đám cháy thông qua dấu hiệu của khói hoặc lửa hoặc cả hai dấu hiệu là khói và lửa theo sơ đồ sau:



Hình 01. Sơ đồ bộ xử lý hình ảnh để phát hiện khói và lửa

Ảnh thu được từ camera thường có độ phân giải tương đối lớn, tối thiểu cũng có độ phân giải 1280 x 720 px, nếu ta thực hiện các phép phân tích xử lý hình ảnh trực tiếp lên các ảnh này thì thời gian xử lý sẽ tương đối chậm nhưng sẽ cho độ chính xác cao, ngược lại nếu ta thu nhỏ kích thước ảnh rồi thực hiện các phép xử lý sẽ cho tốc độ cao hơn nhưng độ chính xác sẽ bị giảm đi. Với bài toán phát hiện cháy rừng, không yêu cầu tốc độ phải cao mà cần độ chính xác cao, do vậy ảnh thu được sẽ được giữ nguyên chất lượng để xử lý.

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả không xây dựng thuật toán mới cho bộ xử lý hình ảnh mà sử dụng kết hợp nhiều thuật toán đang được ứng dụng phát hiện cháy trên thế giới để cùng xử lý một loại dữ liệu ảnh, nâng cao độ tin cậy của thông tin cảnh báo cháy rừng [2],[4]. Cụ thể như sau:

Hình ảnh thu được từ camera sẽ được phân chia thành các phần tử có kích thước 8 x 8 pixel. Sau khi phân chia sẽ áp dụng thuật toán biến đổi rời rạc cosin (DCT - Discrete Cosine Transform) lên tất cả các phần tử 8 x 8 pixel để thu được các khối DCT có kích thước 4 x 4 pixel. Sử dụng giá trị DC (Discrete Cosine) của các khối DCT để phân loại các khối có khả năng là khói hoặc lửa và loại bỏ các khối không thuộc diện nghi ngờ.

Trong [2] và [4] có tính toán để tăng tốc độ xử lý hình ảnh do nếu sử dụng kích thước 8 x 8 pixel thì thời gian tính toán và xử lý hình ảnh sẽ bị chậm lại, tuy nhiên do

đặc điểm của phần mềm phát hiện cháy rừng không đòi hỏi tốc độ xử lý cao do vậy nên bước này được bỏ qua.

Vậy làm thế nào để phân loại một khối DCT là khói hay lửa, việc phân loại này dựa trên việc sử dụng đặc điểm về chuyển động và màu sắc của các khối DCT. Mỗi khối DCT đều có thể xác định được 3 kênh màu là Y, Cb, Cr. Trong đó, để xác định về đặc điểm chuyển động của các khối DCT ta sử dụng kênh Y, để xác định về đặc điểm màu sắc của khói và lửa chúng ta sử dụng kênh Cb và Cr.

- Phát hiện chuyển động: Gọi  $S_b \times S_b$  là kích thước của một khối DCT ( $S_b = 8$ ), hệ số DC của DCT là giá trị giúp chúng ta xác định được đặc điểm chuyển động của khối DCT. Hệ số DC của DCT chính là giá trị được tính bởi  $S_b$  lần giá trị trung bình của khối trong miền không gian được xác định bởi công thức:

$$C(0,0) = \sqrt{\frac{2}{S_b}} \alpha(0) \sum_{q=0}^{S_b-1} \left( \sqrt{\frac{2}{S_b}} \alpha(0) \sum_{p=0}^{S_b-1} B(p,q) \cos\left(\frac{(2p+1) \times 0 \times \pi}{2S_b}\right) \right) \cos\left(\frac{(2q+1) \times 0 \times \pi}{2S_b}\right)$$

$$= S_b \times \left( \frac{1}{S_b^2} \sum_{q=0}^{S_b-1} \sum_{p=0}^{S_b-1} B(p,q) \right)$$

Trong đó  $Y_t(x, y)$  chính là hệ số DC của khối tại vị trí  $(x, y)$  trong ảnh thu được tại thời điểm  $t$ . Mỗi khối DCT sẽ được phân loại là chuyển động hoặc đứng yên tại mỗi khung hình (hình ảnh thu được từ camera) bởi công thức:

$$f_m(Y_{t-1}^{DC}(x, y), Y_t^{DC}(x, y)) = \begin{cases} 1 & \text{nếu } th_1 < \frac{1}{S_b} |Y_{t-1}^{DC}(x, y) - Y_t^{DC}(x, y)| < th_2 \\ 0 & \text{cách khác} \end{cases}$$

Trong đó:

$f_m$  là một ma trận nhị phân có kích thước  $M \times N$  (trong đó  $M$  là chiều rộng của ảnh,  $N$  là chiều cao của ảnh thu được từ camera).

$th_1$  và  $th_2$  là các ngưỡng để phân loại, theo kinh nghiệm thu được từ các thử nghiệm thì  $th_1$  được lấy bằng 12 và  $th_2$  được lấy bằng 80.

- Phân tích màu sắc: Màu sắc là một yếu tố căn bản để giúp chúng ta nhận ra đặc điểm của một đám cháy, đã có rất nhiều kết quả nghiên cứu phát hiện đám cháy dựa trên màu sắc của hình ảnh, cơ bản là dựa vào không gian màu RGB (Red, Green, Blue) và YcbCr (Y: Luminance; Cb: Chrominance-Blue; and Cr: Chrominance-Red).

+ Để phân loại các điểm ảnh có thể là khói chúng ta dựa trên 2 điều kiện sau:

Điều kiện 1:  $R \pm \alpha = G \pm \alpha = B \pm \alpha$

Điều kiện 2:  $80 \leq (R + G + B) / 3 \leq 220$

Trong đó  $15 \leq \alpha \leq 20$ .

Sử dụng hệ số DC của các khối DCT, thì điều kiện để một khối có thể được phân loại là khói có thể được biểu diễn lại như sau:

Điều kiện 1:  $(C_b - 128)^2 + (C_r - 128)^2 \leq \alpha^2$

Điều kiện 2:  $Th_3 \leq Y \leq Th_4$

Trong đó:  $C_b, C_r, Y$  là hệ số DC của hai pha màu Chrominance và Luminance của khối ở vị trí  $(x, y)$ , áp dụng công thức chuyển đổi pha màu giữa RGB và  $YC_bC_r$  ta có giá trị các hệ số  $\alpha = 10, Th_3 = 80$  và  $Th_4 = 220$ . Như vậy, một khối DCT sẽ được phân loại là khói nếu  $f_c = (Y, C_b, C_r) = 1$  và không phải là khói nếu  $f_c = (Y, C_b, C_r) = 0$ .

+ Để phân loại các điểm ảnh có thể là lửa chúng ta dựa vào điều kiện sau:

$$Y \geq Cr \geq Cb$$

Một khối DCT nếu có  $f_l = (Y, C_b, C_r) = 1$  thì sẽ được phân loại là lửa, ngược lại nếu  $f_l = (Y, C_b, C_r) = 0$  sẽ phân loại không phải là lửa.

Như vậy, khi kết hợp cả hai mô hình chuyển động và màu sắc, một khối DCT được phân loại là đám cháy nếu thỏa mãn điều kiện:

$$B_t = f_m \wedge f_c \wedge f_l.$$

- Phân tích vùng chuyển động

Sau khi đã phân loại được các khối DCT thuộc diện nghi ngờ là khói hoặc lửa, chúng ta tiếp tục thực hiện một bước nữa để loại bỏ những yếu tố chuyển động có màu sắc giống khói hoặc lửa mà camera thu được.

Để loại bỏ được những yếu tố nhiễu gây hiểu lầm là đám cháy, ta sử dụng mối liên kết giữa các khối DCT lại với nhau. Trước hết, các khối được đánh dấu nghi ngờ là khói hoặc lửa được ký hiệu là  $A_k$  với  $k = 1, 2, 3, \dots, K$  với  $K$  là tổng số khối được gán nhãn nghi ngờ là đám cháy. Các khối nghi ngờ nếu là đám cháy thì giao của hai khối cạnh nhau phải khác rỗng, do vậy ta thực hiện một phép biến đổi theo công thức sau nhằm xác định các vùng thực sự là đám cháy:

$$A_t^k = \begin{cases} A_{t-1}^k \cup A_t^k, & \text{nếu } A_{t-1}^k \cap A_t^k \neq \emptyset \\ A_t^k, & \text{cách khác} \end{cases} \quad k = 1, 2, \dots, K$$

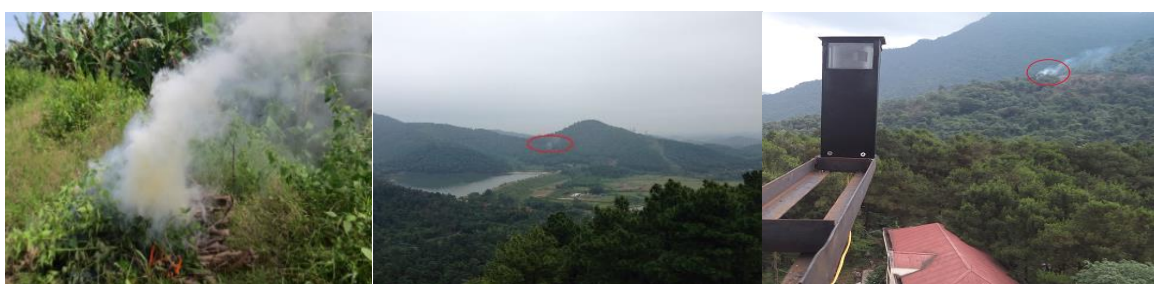
Như vậy sau bước này ta sẽ thu được một ảnh mới với các vùng chuyển động và được gán nhãn là đám cháy. Nếu sau bước này mà không thu được vùng nào phù hợp thì ảnh được phân loại là không có đám cháy.

### 2.1.3. Vật liệu thử nghiệm

Để đánh giá khả năng phát hiện khói, lửa và đánh giá độ chính xác của thuật toán, nhóm nghiên cứu tiến hành sử dụng các đoạn video khác nhau cũng như thực hiện đốt thử nghiệm có kiểm soát các “điểm cháy rừng” để kiểm chứng độ chính xác của thuật toán theo thông tin bảng 01 và hình 02 dưới đây:

#### **Bảng 01. Nội dung Video và thông số kỹ thuật dùng để kiểm chứng thuật toán**

| TT | Nội dung video  | Chất lượng  |
|----|---|---|
| 1  | Cảnh nhìn từ trên cao xuống đường giao thông có nhiều phương tiện đi lại, gần máy quay có 1 cành cây lớn gió lay động liên tục, gió tương đối mạnh. | - Kích thước video: 320 x 240 pixel<br>- Tốc độ khung hình: 9fps<br>- Thời lượng: 00:11:02  |
| 2  | Cảnh nhìn từ trên đồi xuống trong trời nắng, hình ảnh mờ nhạt, có nhiều do các côn trùng bay qua máy quay, gió yếu.                                 | - Kích thước video: 352 x 288 pixel<br>- Tốc độ khung hình: 25fps<br>- Thời lượng: 00:04:01 |
| 3  | Cảnh quay một đám cháy trong điều kiện trời nắng chói, vị trí đám cháy trùng với đường chân trời, diễn biến chậm, gió yếu                           | - Kích thước video: 720 x 576 pixel<br>- Tốc độ khung hình: 7fps<br>- Thời lượng: 00:02:01  |
| 4  | Cảnh quay khói do một nhà máy phát ra trong khu dân cư có nhiều phương tiện giao thông đi lại và cả sinh hoạt của người dân, gió yếu                | - Kích thước video: 720 x 576 pixel<br>- Tốc độ khung hình: 10fps<br>- Thời lượng: 00:01:00 |
| 5  | Cảnh quay đốt thử ở phạm vi gần, có người đi lại quanh đám lửa  | - Kích thước video: 320 x 240 pixel<br>- Tốc độ khung hình: 15fps<br>- Thời lượng: 00:00:47 |
| 6  | Cảnh quay một đám cháy rừng ở phạm vi gần, hình ảnh đám cháy phủ kín khung hình.  | - Kích thước video: 400 x 256 pixel<br>- Tốc độ khung hình: 15fps<br>- Thời lượng: 00:00:13 |



a. VQG U Minh Thượng

b. Sóc Sơn - Hà Nội;

c. VQG Ba Vì

Hình 02: Hình ảnh thử nghiệm đốt thử nghiệm đánh giá khả năng phát hiện khói và lửa của thuật toán

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Thử nghiệm thuật toán với khung hình Video

Kết quả thử nghiệm với các khung hình Video (bảng 02) đánh giá khả năng phát hiện khói và lửa của thuật toán được sử dụng trong nghiên cứu.

Bảng 02. Kết quả thử nghiệm độ chính xác của thuật toán với các khung hình Video

| Lần thử nghiệm | Đoạn Video số 1 |                 | Đoạn Video số 2 |                 | Đoạn Video số 3 |                 | Đoạn Video số 4 |                 | Đoạn Video số 5 |                 | Đoạn Video số 6 |                 |
|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                | Phát hiện       | Không phát hiện | Phát hiện       | Không phát hiện | Phát hiện       | Không phát hiện | Phát hiện       | Không phát hiện | Phát hiện       | Không phát hiện | Phát hiện       | Không phát hiện |
| 1              | 532             | 3               | 180             | 0               | 49              | 0               | 24              | 0               | 130             | 0               | 154             | 0               |
| 2              | 337             | 6               | 210             | 1               | 65              | 1               | 38              | 0               | 112             | 0               | 128             | 0               |
| 3              | 465             | 22              | 191             | 0               | 51              | 0               | 39              | 0               | 168             | 0               | 153             | 0               |

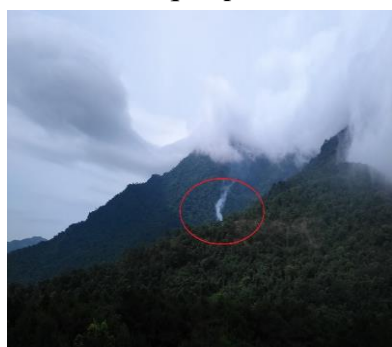
|            |     |      |       |     |      |      |      |      |       |     |       |   |
|------------|-----|------|-------|-----|------|------|------|------|-------|-----|-------|---|
| 4          | 531 | 7    | 208   | 1   | 39   | 1    | 35   | 1    | 132   | 0   | 154   | 0 |
| 5          | 531 | 6    | 177   | 0   | 35   | 0    | 32   | 1    | 149   | 0   | 130   | 0 |
| 6          | 531 | 7    | 147   | 0   | 32   | 1    | 21   | 0    | 151   | 0   | 151   | 0 |
| 7          | 401 | 25   | 206   | 0   | 21   | 0    | 21   | 0    | 162   | 1   | 154   | 0 |
| 8          | 332 | 36   | 226   | 1   | 21   | 0    | 21   | 0    | 145   | 0   | 154   | 0 |
| 9          | 216 | 6    | 238   | 1   | 23   | 0    | 23   | 0    | 122   | 0   | 154   | 0 |
| 10         | 314 | 8    | 220   | 0   | 29   | 0    | 29   | 1    | 156   | 1   | 154   | 0 |
| Trung bình | 419 | 12.6 | 200.3 | 0.2 | 36.5 | 0.82 | 28.3 | 1.06 | 142.7 | 0.2 | 148.6 | 0 |

Kết quả từ bảng 02 cho thấy trong tất cả các khung hình video thử nghiệm có duy nhất khung hình số 01 có hiện tượng cảnh báo sai (3%) và số khung hình còn lại đều cho tỷ lệ cảnh báo đúng gần 100%. Sở dĩ, khung hình số 01 có tỷ lệ báo sai là do đường giao thông có nhiều phương tiện đi lại, gần máy quay có 1 cành cây lớn gió lay động tương đối mạnh và hình nền mờ; và ngược lại các khung hình video còn lại đều trong trạng thái tĩnh, hình nền rõ hơn, với điều kiện này chứng tỏ việc áp dụng thuật toán cho phát hiện sớm cháy rừng là có tính khả thi.

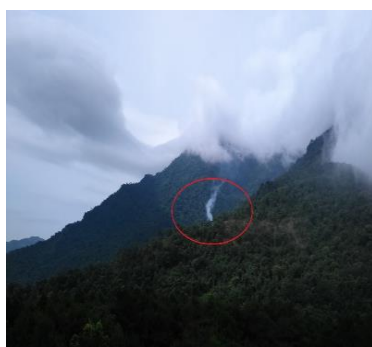
### 3.2. *Kết quả thử nghiệm thuật toán đối với các đám cháy đốt thử nghiệm*

Hiệu suất của thuật toán dự định được tính toán dựa trên các đám cháy đốt thử. Hình 03 và 04 thể hiện các chuỗi khung hình video trong việc đánh giá, hình (a1, a2, a3, a4 và b1, b2, b3, b4) là khung hình của các đám cháy đốt thử nghiệm và hình (c1, c2, c3, c4) là các hình ảnh sau khi xử lý.

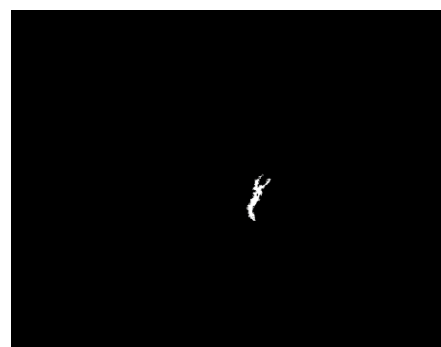
- *Kết quả phát hiện khói*



a1



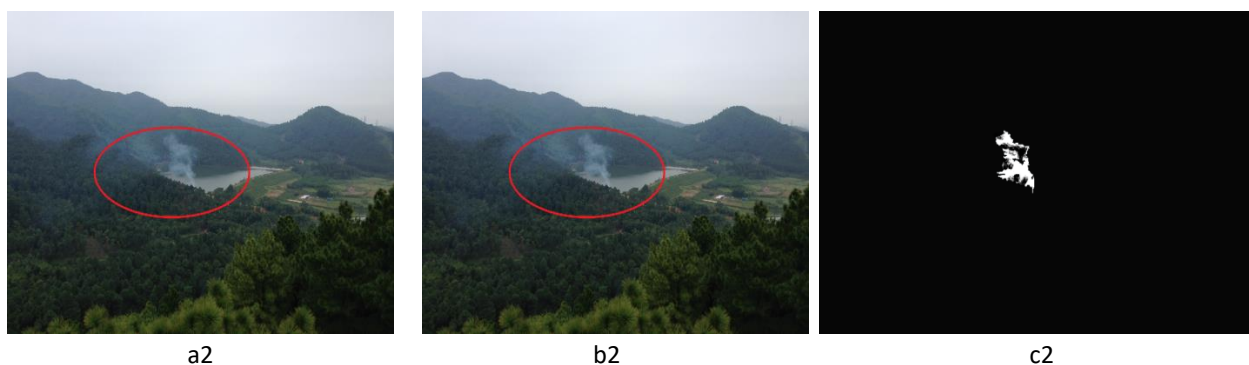
b1



c1

**Đốt thử nghiệm Tại VQG Ba Vì**





**Đốt thử nghiệm tại Trung tâm PTLN Hà Nội (Sóc Sơn)**



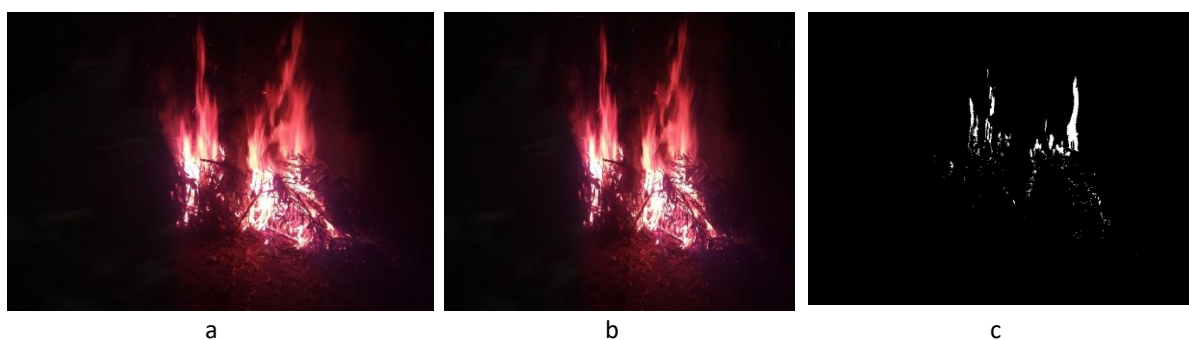
**Đốt thử nghiệm tại Vườn Quốc gia U Minh Thượng**



**Đốt thử nghiệm tại Vườn Quốc gia U Minh Thượng**

Hình 03. Khối khói thử nghiệm; (a<sub>i</sub>, b<sub>i</sub>) khung hình liên tiếp; (c<sub>i</sub>) hình ảnh sau xử lý

- *Kết quả phát hiện lửa (đốt ban đêm)*



Hình 04. Sự phát hiện của khối màu lửa thử nghiệm; (a, b) khung hình liên tiếp; (b) hình ảnh sau xử lý.

Thuật toán phát hiện khói, lửa giả định được tính toán theo thuật toán sau khi xử lý các khung hình liên tiếp và kết quả cho hình ảnh phát hiện hoặc không phát hiện. Trường hợp của thuật toán giả định không có khả năng phát hiện khói hoặc lửa bởi vì

có rất nhiều lý do khác nhau, nền và màu khói hoặc lửa khá là giống nhau và máy ảnh thì rất xa từ chỗ có khói hoặc lửa như là trong hình 03 (a4, b4 và c4).

#### 4. Kết luận:

Thuật toán chuyển đổi cosine rời rạc (Discrete Cosine Transform - DCT) của mỗi khối có kích thước  $8 \times 8$  là dữ liệu đầu vào trong xử lý phát hiện khói và lửa từ các đám cháy.

Các đặc điểm khói, lửa riêng lẻ, chuyển động, màu sắc và thuộc tính giãn nở được phân tích trực tiếp trong miền DCT, nhằm giảm thiểu thời gian và tăng độ chính xác của kết quả tính toán.

Thuật toán DCT sử dụng các chuỗi video và đốt thử nghiệm, tỷ lệ phát hiện đúng đạt trên 97%. Lý do chủ yếu cho lỗi phát hiện sai là có sự giống nhau của màu sắc giữa nền và khói, khoảng cách xa gần của máy ảnh với đám cháy đốt thử nghiệm.

Thuật toán xử lý ảnh động JPEG chụp từ Camera IP có thể ứng dụng tốt trong phát hiện sớm cháy rừng ở Việt Nam.

#### Tài liệu tham khảo

1. Chen, T.; Yin, S.; Huang, Y.; Ye, Y. The Smoke Detection for Early Fire-Alarm System Based on Video Processing. In *Proceedings of International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing*, Pasadena, CA, USA, 18-20 December 2006.
2. Leonardo Millan-Garcia, Gabriel Sanchez-Perez, Mariko Nakano, Karina Toscano-Medina, Hector Perez-Meana and Luis Rojas-Cardenas, "An Early Fire Detection Algorithm Using IP Cameras" in *Sensors* 2012, 12, 5670-5686, pp. 5670-5686.
3. Schneiderman, R. Trends in Video Surveillance Given DSP an Apps Boost. *IEEE Sign. Process. Mag.* 2010, 6, 6-12.
4. Turgay Çelik, Hüseyin Özkaramanlı, and Hasan Demirel, "Fire and smoke detection without sensors: Image processing based approach" in 15th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2007), Poznan, Poland, September 3-7, 2007, pp. 1794-1798.
5. Yuan F. Video-Based Smoke Detection with Histogram Sequence of LBP and LBPV Pyramids. *Fire Safety J.* 2011, 46, 132-139.
6. Yu C.; Faon J.; Wang J.; Zhang Y.; State K. Video Fire Smoke Detection Using Motion and Color Features. *Fire Technol.* 2010, 46, 651-663.

# **Early Forest Fires Detection Algorithm by Image Processing Captured from IP Cameras**

**Le Ngoc Hoan; Tran Quang Bao; Mai Ha An**

This paper proposes an algorithm to detect the presence of smoke using video sequences captured by Internet Protocol (IP) cameras, in which important features of smoke, such as color, motion and growth properties are employed. For an efficient smoke detection in the IP camera platform, a detection algorithm must operate directly in the Discrete Cosine Transform (DCT) domain to reduce computational cost, avoiding a complete decoding process required for algorithms that operate in spatial domain. To evaluate the possibility of detection and accuracy of the algorithm, the authors conducted a series of videos from control burning of "forest fire". The control fire varies by location, time and fire intensity. The ratio of fire detection from video sequences control fires reaches 97%.

**Keywords:** Forest Fire; Smoke and Fire Detection; Discrete Cosine Transform; IP camera; Image Processing