

# Phân đoạn mạch máu trên bề mặt cổ tử cung sử dụng hình ảnh phân cực và ngưỡng Sauvola

Phan Ngọc Khương Cát<sup>1,\*</sup>, Trần Văn Tiến<sup>1</sup>, Nguyễn Ngọc Quỳnh<sup>2</sup>, Lý Anh Tú<sup>1</sup>, Từ Tuyết Dung<sup>1</sup>, Vũ Quốc Anh<sup>1</sup>



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

## TÓM TẮT

Ung thư cổ tử cung là một trong hai loại ung thư phụ khoa phổ biến nhất trên thế giới, bao gồm ung thư vú. Dấu hiệu bệnh lý cổ tử cung, ung thư cổ tử cung thường là sự xuất hiện của các biểu mô không điển hình, hiện tượng chảy máu bề mặt hoặc sự tăng sinh mạch máu bất thường. Hiện nay, để phát hiện các tổn thương biểu mô cũng như quan sát hình dạng mạch máu, phương pháp chẩn đoán chính được sử dụng là soi cổ tử cung và chẩn đoán bằng mắt thường. Phương pháp này có độ nhạy và độ đặc hiệu không cao bởi vẫn còn tồn tại yếu tố chủ quan và chưa phân biệt rõ ràng hình dạng của mạch máu tăng sinh. Do đó, để nâng cao hiệu quả trong chẩn đoán bệnh, gần đây nhiều nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật xử lý ảnh trong hỗ trợ tự động chẩn đoán đã trở thành chủ đề được quan tâm. Tuy nhiên, các nghiên cứu hỗ trợ tự động xác định hình dạng, mật độ mạch máu bất thường vẫn còn rất hạn chế. Trong nghiên cứu này, trước hết hình ảnh soi cổ tử cung được thu thập bằng mô hình thiết bị soi cổ tử cung điện tử. Các hình ảnh này được chụp dưới ánh sáng phân cực giúp giảm sự phản xạ (chóa) từ bề mặt và hỗ trợ cho các bước xử lý ảnh đạt hiệu quả tốt hơn. Sau đó, nhóm sử dụng phương pháp ngưỡng Sauvola để tách mạch máu trên bề mặt cổ tử cung dựa trên các phương pháp tiền xử lý khác nhau. Cuối cùng, độ nhạy và độ đặc hiệu của các phương pháp trên được tính toán và đánh giá. Kết quả của nghiên cứu tạo tiền đề trong các nghiên cứu nhận dạng mạch máu cổ tử cung, cũng như đánh giá ung thư cổ tử cung.

**Từ khoá:** Ung thư cổ tử cung, ánh sáng phân cực, mạch máu, ngưỡng

## GIỚI THIỆU CHUNG

Cổ tử cung (CTC) là vị trí tiếp nối giữa âm đạo và tử cung, đóng vai trò như một lá chắn để ngăn chặn bệnh lây lan từ âm đạo đến tử cung. Có nhiều nguyên nhân gây ra một số các bệnh lý về CTC với nhiều mức độ nặng nhẹ khác nhau, đặc biệt là các bệnh lý liên quan đến CTC như viêm CTC, viêm lộ tuyến CTC hay Polyp, và nghiêm trọng nhất là căn bệnh ung thư CTC. Theo thống kê ở Việt Nam, ung thư CTC cũng là một trong những loại ung thư gây tử vong hàng đầu cho phụ nữ, năm 2018 ghi nhận 4177 ca mắc mới và 2420 ca tử vong<sup>1</sup>.

Dấu hiệu bệnh lý CTC thường là sự xuất hiện của biểu mô không điển hình, đặc biệt có đi kèm các mô hình mạch máu bất thường hoặc tổn thương nội mô vảy cấp thấp hay cấp cao (LSIL và HSIL) tùy thuộc vào mức độ nghiêm trọng của các tổn thương. Mạch máu ở CTC được phân ra nhiều loại, dựa theo cấp độ ung thư hoặc tổn thương biểu mô<sup>2-4</sup>. Các tế bào ác tính khi phát triển sẽ kèm theo sự xuất hiện của các mạch máu nuôi tế bào. Quan sát sự phát triển của mô hình mạch máu trên bề mặt CTC cho thấy mạch máu càng xuất hiện dày đặc với những hình dạng không đặc thù thì khả năng cao là khu vực tập trung dấu hiệu bất

thường của bệnh lý CTC. Có hai dạng mạch máu cơ bản xuất hiện ở biểu mô CTC bình thường hay biểu mô tổn thương ban đầu là mạch máu mạng lưới (Network capillaries) và dạng kẹp tóc (Hairpin capillaries)<sup>2-4</sup>. Bên cạnh đó, các dạng khác của mạch máu bao gồm: Dấu câu (Punctuation) và Khảm (Mosaic) được chỉ ra tại các khu vực loạn sản hoặc ung thư biểu mô<sup>5,6</sup>. Sau khi sàng lọc tế bào học bất thường (Papanicolaou smear), soi CTC là phương pháp chẩn đoán chính được sử dụng để phát hiện các tổn thương biểu mô và các mô hình mạch máu. Các nghiên cứu cho thấy quan sát hình dạng mạch máu là tiêu chí quan trọng hàng đầu trong việc đánh giá bệnh lý CTC<sup>2-6</sup>. Bình thường, trong phương pháp soi CTC, kính lọc xanh lá được sử dụng nhằm mục đích tăng cường tương phản vùng mạch máu và vùng xung quanh. Ngày nay, với sự phát triển của máy tính, việc sử dụng các kỹ thuật xử lý hình ảnh để nâng cao hiệu quả sử dụng các thiết bị chẩn đoán đo lường bằng hình ảnh là một vấn đề thời sự luôn được quan tâm và phát triển trong lĩnh vực kỹ thuật y sinh. Phát hiện và chỉ ra đặc điểm hình thái của mạch máu trong hình ảnh CTC kỹ thuật số là rất quan trọng, từng bước hướng tới phát triển hệ thống chẩn đoán hỗ trợ máy tính (CAD)

<sup>1</sup>Khoa Khoa học ứng dụng – Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

<sup>2</sup>Khoa Y, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

### Liên hệ

**Phan Ngọc Khương Cát**, Khoa Khoa học ứng dụng – Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

Email: pnkhuongcat@hcmut.edu.vn

### Lịch sử

- Ngày nhận: 22-2-2020
- Ngày chấp nhận: 22-12-2020
- Ngày đăng: 31-12-2020

DOI: 10.32508/stdjet.v3i4.673



### Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



**Trích dẫn bài báo này:** Cát P N K, Tiến T V, Quỳnh N N, Tú L A, Dung T T, Anh V Q. **Phân đoạn mạch máu trên bề mặt cổ tử cung sử dụng hình ảnh phân cực và ngưỡng Sauvola.** *Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.*; 3(4):523-530.

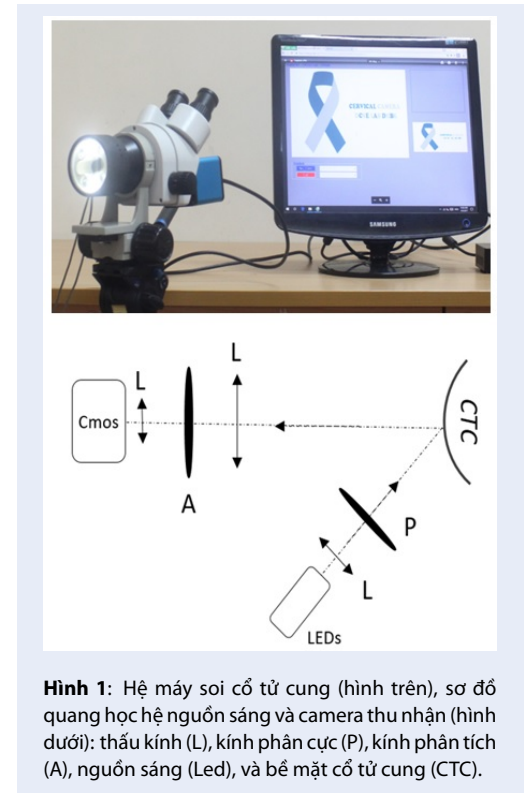
trong sàng lọc và chẩn đoán ung thư CTC<sup>7</sup>. Nhiều tác giả đã đề xuất các phương pháp khác nhau để làm nổi bật hình dạng mạch máu từ hình ảnh soi CTC ban đầu. Năm 2010, nhóm Venkataraman sử dụng tính năng hình thái học để phát hiện các dạng mạch máu không điển hình trên bề mặt CTC sử dụng hình ảnh kỹ thuật số<sup>8</sup>. Phương pháp này hữu ích trong việc chẩn đoán cũng như phát hiện ung thư CTC<sup>8</sup>. Gần đây hơn, năm 2016, nhóm Daniel đã kết hợp hình ảnh từ kênh xanh lá và kênh màu bão hòa của ảnh trắng, sau đó sử dụng ngưỡng Niblack xác định mạch máu có dạng tròn trên bệnh sản mắng ở cơ quan sinh dục nữ<sup>9</sup>. Năm 2017, nhóm Botero-Rosas đã tăng độ tương phản của hình ảnh soi CTC bằng cách điều chỉnh phổ cường độ sáng. Hình ảnh đầu tiên được tách ra kênh màu xanh lá cây, sau đó áp dụng bộ lọc Laplacian, khử ánh sáng chói, tiếp tục lọc qua các bộ lọc thông thấp và cuối cùng là điều chỉnh cường độ sáng của từng điểm ảnh làm mô hình mạch máu trên hình ảnh CTC trở nên nổi bật hơn<sup>10</sup>. Các nghiên cứu phát hiện hình dạng mạch máu không chỉ được nghiên cứu trên bề mặt CTC. Như năm 2018, nhóm Ozkava tiến hành phân đoạn mạch máu trên võng mạc<sup>11</sup>. Đầu tiên, nhóm này tiến hành tách hình ảnh kênh xanh lá từ hình ảnh ban đầu, sau đó, áp dụng bộ lọc Gaussian để làm mượt, tiếp theo, bộ lọc sắt nét được sử dụng để làm rõ các mạch máu và bộ lọc Wiener hai chiều được sử dụng để loại bỏ nhiễu thích ứng, cuối cùng, mạch máu được phân tách theo ngưỡng Otsu<sup>11</sup>. Tuy nhiên, yếu tố liên quan đến chất lượng hình ảnh như: độ phân giải, độ chói, hiệu ứng chiếu sáng không đồng đều và dịch nhầy ở bề mặt CTC ảnh hưởng rất nhiều đến các thuật toán<sup>7-11</sup>. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng thiết bị soi CTC sử dụng nguồn sáng phân cực. Kỹ thuật phân cực chéo giúp loại bỏ hiện tượng chói do phản xạ từ nước, dịch nhầy trên bề mặt, ngoài ra, ánh sáng phân cực còn giúp tăng độ tương phản của hình ảnh các mô và cấu trúc của mạch máu sâu bên trong<sup>12,13</sup>. Hình ảnh được thu lại có độ phân giải full hd (1920 x 1080 pixels). Phân xử lý ảnh, nhóm ứng dụng các bộ lọc tiền xử lý của các nhóm đề xuất bên trên<sup>8,9</sup>, sau đó sử dụng ngưỡng Sauvola để phân tách mạch máu trên bề mặt CTC<sup>14</sup>. Các nghiên cứu ban đầu được tiến hành tách mạch máu trên CTC có Polyp<sup>15</sup>. Các kết quả phân tách mạch máu theo các phương pháp khác nhau được đánh giá thông qua độ nhạy và độ đặc hiệu.

## PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### Thiết bị soi cổ tử cung

Trên cơ sở của máy soi CTC truyền thống, nguồn sáng và hệ camera được nâng cấp để thu được hình ảnh tốt

hơn (Hình 1). Trong đó, nguồn sáng sử dụng 3 Led trắng (Cree Led), kết hợp với thấu kính hội tụ chiếu sáng toàn vùng bề mặt CTC. Hệ camera (Amscope - USA) sử dụng camera có độ phân giải chuẩn 1080p, cho phép quay video 60 hình trên giây, cũng như chụp ảnh với độ phân giải 2 mega pixel kết hợp với ống kính có tiêu cự 22 mm (Amscope - USA). Hệ phân cực chéo được thiết lập với kính phân cực (P) đặt trước nguồn sáng, và kính phân tích (A) đặt trước camera giúp khử chói sáng trên bề mặt CTC.



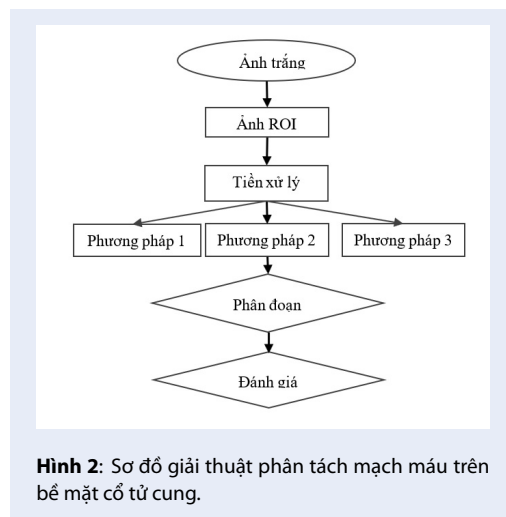
**Hình 1:** Hệ máy soi cổ tử cung (hình trên), sơ đồ quang học hệ nguồn sáng và camera thu nhận (hình dưới): thấu kính (L), kính phân cực (P), kính phân tích (A), nguồn sáng (Led), và bề mặt cổ tử cung (CTC).

### Tình nguyện viên

Nghiên cứu các đặc trưng trên bề mặt CTC sử dụng máy soi CTC với: nguồn sáng vùng khả kiến (400 – 700 nm) kết hợp kỹ thuật phân cực ánh sáng và các phương pháp xử lý ảnh được thông qua bởi Hội đồng Y Đức thuộc Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (Số 135/ĐHQG-KHCN ngày 24 tháng 01 năm 2019). Trong nghiên cứu này, các bệnh lý thường gặp trên bề mặt CTC là viêm, lộ tuyến, nang polyp... Nguồn dữ liệu thu nhận được bao gồm hình ảnh trắng, và ảnh sau khi áp dụng phương pháp phết Lugol, cùng với đánh giá sơ khởi tình trạng bệnh lý bệnh nhân của bác sĩ. Tất cả hình ảnh thu được có độ phân giải Full HD (1920 x 1080 pixels).

**Phương pháp xử lý ảnh**

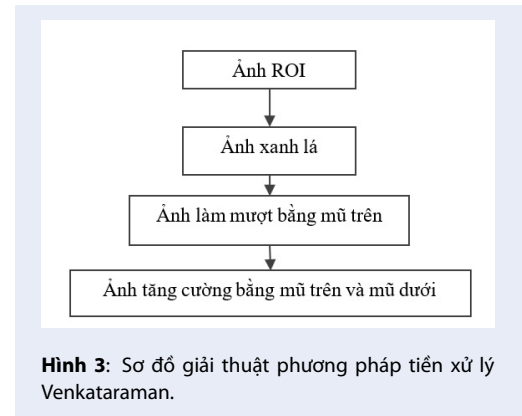
CTC bình thường có màu hồng nhạt (biểu mô tuyến), trong các trường hợp như viêm, bề mặt CTC sẽ xảy ra hiện tượng xung huyết tạo thành các vết đỏ. Các vết đỏ này chính là sự tập trung của máu và tùy vào mức độ bệnh mà chúng có kích thước khác nhau, đôi khi tạo thành vệt dài hoặc phân bố rải rác trên bề mặt CTC. Ngoài ra, biểu hiện của mạch máu trên bề mặt CTC cũng là những đường đỏ, hoạt chấm đỏ trên nền hồng nhạt (biểu mô tuyến) hoặc nền đỏ (biểu mô trụ), lúc này, mạch máu có cường độ gần như tương đương với vùng xung quanh; diện tích mạch máu nhỏ, rất khó xác định hình dạng và mật độ trên bề mặt CTC. Để phân đoạn mạch máu, đầu tiên hình ảnh CTC được chụp dưới ánh sáng trắng và lưu lại theo chuẩn “png” gọi là ảnh trắng. Từ ảnh trắng, nhóm chọn thủ công vùng quan sát (ROI) và tiến hành tách ảnh để được ảnh kênh xanh lá. Việc tách thành ảnh kênh màu xanh lá sẽ cho thông tin mạch máu tốt hơn<sup>8,11</sup>. Tiếp theo, nhóm tiến hành tiền xử lý nhằm tăng tương phản của mạch máu so với mô xung quanh với 3 phương pháp khác nhau. Quá trình phân đoạn mạch máu trên nền CTC được tiến hành theo phương pháp ngưỡng Sauvola. Sauvola là phương pháp xác định ngưỡng cục bộ cải tiến từ phương pháp của Niblack, được thử nghiệm và cho các kết quả tốt với trường chiếu sáng phức tạp<sup>14</sup>. Các bước thực hiện giải thuật thể hiện trong Hình 2. Cuối cùng, kết quả tách mạch máu từ các phương pháp trên sẽ được đánh giá, so sánh thông qua độ nhạy và độ đặc hiệu.



**Hình 2:** Sơ đồ giải thuật phân tách mạch máu trên bề mặt cổ tử cung.

Phương pháp tiền xử lý đầu tiên được sử dụng trong nghiên cứu này là phương pháp tăng cường độ tương phản mô hình mạch máu so với mô xung quanh dựa trên các tính năng hình thái học, được đề xuất bởi

Venkataraman và cộng sự<sup>8</sup>. Cụ thể, toán tử hình thái là bộ lọc mũ trên (top-hat) và mũ dưới (bottom-hat) được kết hợp để loại bỏ chóa sáng và tăng cường mô hình mạch máu. Bộ lọc mũ trên xác định các vùng cường độ cao (sáng) trong ảnh, trong khi bộ lọc mũ dưới xác định các vùng cường độ thấp (tối hơn) chẳng hạn như các cấu trúc mạch máu. Sau khi tăng cường độ tương phản, mạch máu được phân tách theo ngưỡng Sauvola. Sơ đồ giải thuật của phương pháp được thể hiện ở Hình 3.

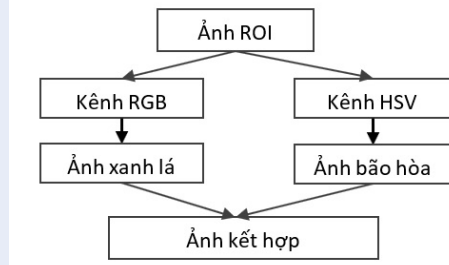


**Hình 3:** Sơ đồ giải thuật phương pháp tiền xử lý Venkataraman.

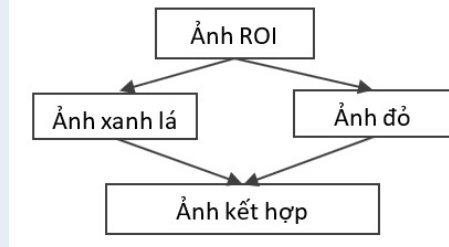
Phương pháp thứ 2 dựa trên phương pháp tăng tương phản mạch máu trên bề mặt CTC do nhóm Holmen đề xuất<sup>9</sup>. Với phương pháp thứ 2, nhóm đã tăng cường các cấu trúc mạch máu bằng cách tách hình ảnh màu gốc thành “kênh màu xanh lá cây” (của không gian màu RGB) và “kênh bão hòa” (của không gian màu HSV). Các mạch máu, xuất hiện màu đỏ tươi, có giá trị rất thấp ở màu xanh lá cây và do đó sẽ có màu tối trong kênh màu xanh lá cây. Trong khi đó, các mạch máu có giá trị bão hòa cao sẽ xuất hiện sáng trong kênh bão hòa. Nhóm tiến hành đảo ngược kênh màu xanh lá cây và kết hợp với kênh bão hòa cho hình ảnh các mạch máu có giá trị cao hơn so với hình ảnh ban đầu. Hình ảnh mạch máu được tách sử dụng ngưỡng Niblack theo đề xuất của Holmen<sup>9</sup>. Sơ đồ giải thuật của phương pháp được thể hiện ở Hình 4.

Phương pháp thứ 3 (phương pháp nhóm) dựa trên phương pháp tăng độ tương phản của máu trên cơ sở hấp thụ của hemoglobin<sup>8,11</sup>. Nhóm sử dụng thuật toán lồng ghép 2 kênh, kênh xanh lá ứng với đỉnh hấp thụ và kênh đỏ ứng với vùng hấp thụ nhỏ nhất của hemoglobin. Bằng cách trừ kênh xanh lá với kênh đỏ, có thể loại trừ tác động của sự hấp thụ nền trong khi vẫn duy trì sự ảnh hưởng của hấp thụ hemoglobin, do đó mạch máu có thể quan sát rõ hơn. Sơ đồ giải thuật phương pháp 3 được thể hiện trong Hình 5.

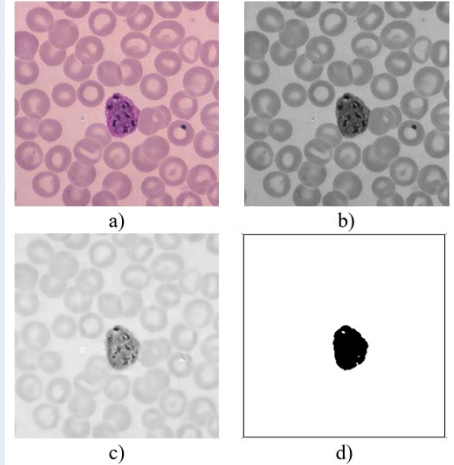
Các chỉ số bao gồm: độ nhạy, độ đặc hiệu và độ chính xác được sử dụng để đánh giá vùng mạch máu phân



Hình 4: Sơ đồ giải thuật phương pháp tiền xử lý Holmen.



Hình 5: Sơ đồ giải thuật phương pháp tiền xử lý 3.



Hình 6: Tách ký sinh trùng sốt rét sử dụng Sauvola.

đoạn chồng lấp giữa thuật toán và nền<sup>16,17</sup>. Giá trị được xác định theo công thức:

- Độ nhạy (sensitivity).  $S_n = \frac{\text{Dương tính thật} + \text{Âm tính giả}}{\text{Dương tính thật} + \text{Âm tính thật} + \text{Dương tính giả}}$
- Độ đặc hiệu (Specificity).  $S_p = \frac{\text{Âm tính thật}}{\text{Âm tính thật} + \text{Dương tính giả}}$
- Độ chính xác (Accuracy).  $Acc = \frac{\text{Dương tính thật} + \text{Âm tính thật}}{\text{Tổng số}}$

Trước tiên hình ảnh ký sinh trùng sốt rét (Hình 6a) được thử nghiệm để đánh giá thuật toán cũng như các chỉ số đánh giá. Trong đó Hình 6b là hình ảnh kênh xanh, Hình 6c là hình ảnh sử dụng phương pháp tiền xử lý của nhóm và Hình 6d là hình ảnh ký sinh trùng sốt rét sau khi được tách trên nền là Hình 6c sử dụng thuật toán Sauvola. Kết quả đánh giá thu được độ nhạy là 99,92 %, độ đặc hiệu là 95,30 %, độ chính xác là 99,79 %. Trong đó, độ nhạy và độ chính xác cao hơn các phương pháp đề xuất và thử nghiệm của nhóm Mustafa với lần lượt độ nhạy là 84,54%, và độ chính xác là 98,04%<sup>17</sup>, trên cùng bài toán tách ký sinh trùng sốt rét.

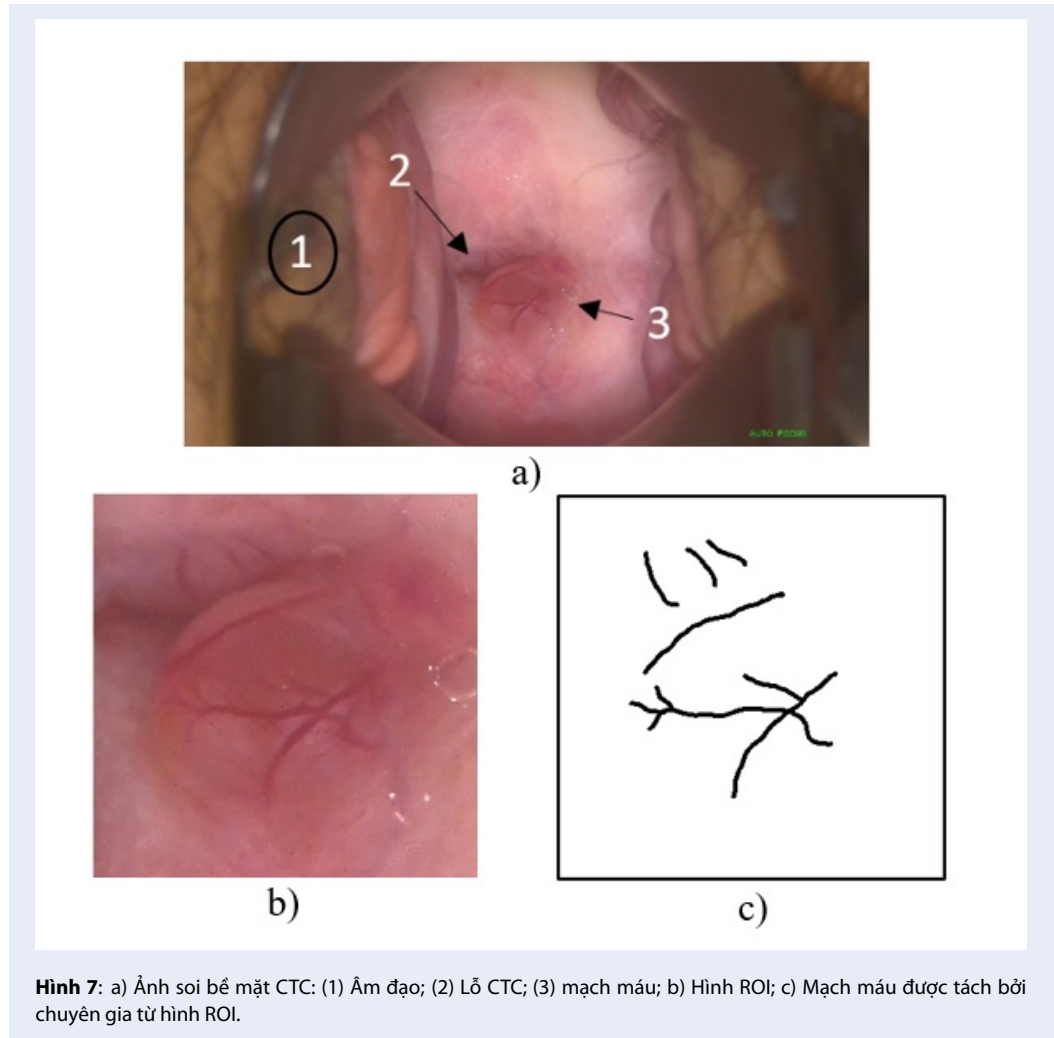
### KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Trong nghiên cứu này, nhóm sử dụng phương pháp ngưỡng Sauvola phân tách mạch máu trên bề mặt cổ

từ cung. Hình ảnh được chụp lại sử dụng ánh sáng trắng kết hợp kỹ thuật phân cực ánh sáng (Hình 7a). Có thể thấy trên Hình 7a các vết trắng do chói sáng gần như không còn, điều này ảnh hưởng rất tích cực đến phương pháp xử lý ảnh tiếp theo vì bề mặt CTC chứa nước, dịch nhầy thường gây vùng chói rất rộng, làm mất mát dữ liệu bên dưới vùng chói cũng như làm thay đổi ngưỡng trên hình ảnh rất lớn.

Trên Hình 7a, các mạch máu bắt đầu phát triển bên trên bề mặt CTC. Mục tiêu chính của nghiên cứu là tách mạch máu trên một số vùng của bề mặt CTC, do đó chúng tôi chọn vùng chứa máu là vùng quan tâm (ROI) (Hình 7b), các vùng khác được loại bỏ nhằm tránh ảnh hưởng của nhiễu. Hình 7c là hình mạch máu được tách bởi chuyên gia từ hình ROI; hình này được đưa vào để hỗ trợ đánh giá trực quan về kết quả của việc tách mạch máu trên bề mặt CTC với các phương pháp khử nhiễu khác nhau.

Hình 8 thể hiện kết quả tăng tương phản mạch máu trên hình ROI (Hình 7b) và sau đó tách mạch máu. Trong đó Hình 8a, b là kết quả tăng tương phản dựa trên phương pháp của Venkataraman (phương pháp 1) và tách mạch máu sử dụng ngưỡng Sauvola; Hình 8c, d là kết quả sử dụng phương pháp tăng tương phản và ngưỡng Niblack của nhóm Holmen (phương pháp 2); và Hình 8e, f là kết quả sử dụng phương pháp tăng tương phản nhóm đề xuất kết hợp tách mạch máu sử dụng ngưỡng Sauvola (phương pháp 3). Nhìn trực quan, độ tương phản giữa mạch máu và nền trên các Hình 8a, c, e đều được tăng cường so với ảnh gốc. Sau khi tăng cường sự tương phản giữa mạch máu và nền bằng ba thuật toán trên, thì mạch máu được phân tách ra khỏi nền bằng ngưỡng Sauvola (phương pháp 1, 3) và ngưỡng Niblack (phương pháp 2). Hình ảnh



**Hình 7:** a) Ảnh soi bề mặt CTC: (1) Âm đạo; (2) Lỗ CTC; (3) mạch máu; b) Hình ROI; c) Mạch máu được tách bởi chuyên gia từ hình ROI.

phân tách mạch máu được thể hiện ở Hình 8b,d,f. Có thể thấy, mạch máu đã được tách ra khỏi nền thành công, tuy nhiên vẫn còn nhiều nhiễu, đặc biệt trên kết quả của phương pháp Holmen.

Chất lượng của hình ảnh được phân đoạn được xác định dựa trên so sánh độ tương đồng các pixel hình ảnh mạch máu phân đoạn bởi thuật toán và hình ảnh phân đoạn bởi chuyên gia. Một số phương pháp đánh giá khách quan đã được tính toán để đánh giá hiệu suất tổng thể của các kỹ thuật phân đoạn khác nhau như độ chính xác, độ nhạy và độ đặc hiệu. Hiệu suất kết quả phân đoạn mạch máu từ cổ tử cung được trình bày trong Bảng 1. Từ dữ liệu trong Bảng 1, có thể nhận thấy độ nhạy và độ chính xác tách mạch máu từ phương pháp do nhóm đề xuất (độ đặc hiệu = 92,02% và độ chính xác = 91,53%) là cao hơn so với nhóm Venkataraman cũng như nhóm Holmen. Phương pháp 2 (Holmen) cho độ đặc hiệu cao nhất nhưng đồng thời cũng cho độ nhạy thấp nhất, hình

ảnh tách mạch máu xuất hiện nhiều nhiễu. Qua đó ta có thể kết luận rằng, có sự đánh đổi giữa thông tin hình ảnh và độ nhiễu khi tiến hành thuật toán phân đoạn, càng giữ được nhiều thông tin thì độ nhiễu cũng càng lớn. Điều này đặt ra thách thức trong việc cải thiện hiệu quả thuật toán để có thể cân bằng được độ nhạy và độ đặc hiệu, giúp hình ảnh phân đoạn được chính xác với độ nhiễu thấp.

## KẾT LUẬN

Trong phạm vi nghiên cứu này, nhóm sử dụng phương pháp ngưỡng Sauvola để tách mạch máu trên bề mặt CTC sử dụng phương pháp tiền xử lý khác nhau bao gồm phương pháp được đề xuất bởi nhóm Venkataraman, Holmen và phương pháp kết hợp kênh xanh lá và kênh đỏ trên ảnh phân cực ánh sáng trắng. Kết quả cho thấy, áp dụng phương pháp Sauvola kết hợp với các phương pháp tiền xử lý khác nhau đều có thể tách mạch máu, trong đó phương



pháp do nhóm đề xuất đạt độ nhạy và độ chính xác lớn nhất. Xác định hình dạng mạch máu, mật độ mạch máu, đặc biệt là các dạng bất thường như mạch máu dạng khảm, kẹp tóc, phân bố bất thường... có vai trò quan trọng trong việc đánh giá bệnh lý CTC cũng như tầm soát ung thư CTC. Công việc tiếp theo của nghiên cứu này là cần đánh giá thêm nhiều trường hợp và cải thiện thuật toán để có thể tách mạch máu với độ nhạy, độ đặc hiệu và độ chính xác cao hơn.

## LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi ĐHQG-HCM trong đề tài mã số C2019-20-08.

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn bác sĩ CK1 Nguyễn Long bệnh viện Từ Dũ đã có nhiều tư vấn y khoa trong bài viết này.

## DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

CTC: cổ tử cung

DN: độ nhạy

DDH: độ đặc hiệu

## XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả xin cam đoan rằng không có bất kỳ xung đột lợi ích nào trong công bố bài báo.

## ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

Phan Ngọc Khuông Cát, Trần Văn Tiến tham gia vào việc đưa ra ý tưởng viết bài, đi thu thập dữ liệu và viết bản thảo.

Từ Tuyết Dung, Vũ Quốc Anh tham gia quá trình xử lý số liệu.

Nguyễn Ngọc Quỳnh, Lý Anh Tú đã đóng góp giải thích dữ liệu và kiểm tra, chỉnh sửa lại bài viết.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bruni L, et al. Human Papillomavirus and Related Diseases in Viet Nam. ICO/IARC Information Centre on HPV and Cancer. 2019;.
2. Kolstad P. The development of the vascular bed in tumours as seen in squamous-cell carcinoma of the cervix uteri. *Brit. J. Radiol.* 1965;38:216–223. PMID: 14264025. Available from: <https://doi.org/10.1259/0007-1285-38-447-216>.
3. Ohri N, et al. An update on intraoral application of colposcopy. *J Oral Maxillofac Pathol.* 2014;18(3):403–410. PMID: 25948996. Available from: <https://doi.org/10.4103/0973-029X.151328>.

4. Prendiville W, Sankaranarayanan R. Colposcopy and Treatment of Cervical Precancer. IARC Technical Publication. 2017;(45).
5. Li W, Poirson A. Detection and characterization of abnormal vascular patterns in automated cervical image analysis. *International Symposium on Visual Computing*, Springer, Berlin, Heidelberg. 2006;4292:627–636. Available from: [https://doi.org/10.1007/11919629\\_63](https://doi.org/10.1007/11919629_63).
6. Xue Z, et al. Segmentation of mosaicism in cervicographic images using support vector machines. *Proc. SPIE 7259, Medical Imaging 2009: Image Processing*. 2009;7259. Available from: <https://doi.org/10.1117/12.812318>.
7. Fernandes K, Cardoso JS, Fernandes J. Automated Methods for the Decision Support of Cervical Cancer Screening Using Digital Colposcopies. *IEEE Access*. 2018;6:33910–33927. Available from: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2839338>.
8. Venkataraman S, et al. Methods for detection and characterization of atypical vessels in cervical imagery. *United States Patent*, US 2010/0027863 A1. 2010;.
9. Holmen S, et al. Characteristics of blood vessels in female genital schistosomiasis: paving the way for objective diagnostics at the point of care. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 2016;10(4). PMID: 27073857. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004628>.
10. Botero-Rosas DA. A novel image processing method for visualizing the vascular pattern of human uterine cervix. *Rev. Cient. General José María Córdova*. 2017;15(19):291–306. Available from: <https://doi.org/10.21830/19006586.77>.
11. Ozkaya U, et al. An efficient retinal blood vessels segmentation using morphological operations. *2nd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*, Ankara. 2018;p. 1–7. Available from: <https://doi.org/10.1109/ISMSIT.2018.8567239>.
12. Vizet J, Rehbinder J, Deby S, et al. In vivo imaging of uterine cervix with a Mueller polarimetric colposcope. *Sci Rep*. 2017;7(1):2471. PMID: 28572602. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-02645-9>.
13. O'Doherty J, et al. Sub-epidermal imaging using polarized light spectroscopy for assessment of skin microcirculation. *Skin Research and Technology*. 2007;13(4):472–484. PMID: 17908201. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0846.2007.00253.x>.
14. Sauvola J, Pietikainen M. Adaptive document image binarization. *Pattern Recognition*. 2000;33(2):225–236. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0031-3203\(99\)00055-2](https://doi.org/10.1016/S0031-3203(99)00055-2).
15. Yang JH, et al. Factors influencing the recurrence potential of benign endometrial polyps after hysteroscopic polypectomy. *PLoS One*. 2015;10(12). PMID: 26660149. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144857>.
16. Altman DG, Bland JM. Diagnostic tests. 1: Sensitivity and specificity. *BMJ (Clinical research ed.)*. 1994;308(6943):1552. PMID: 8019315. Available from: <https://doi.org/10.1136/bmj.308.6943.1552>.
17. Mustafa WA, et al. Malaria parasites segmentation based on sauvola algorithm modification. *Malaysian Applied Biology*. 2018;47(2):71–76.

# Segmentation of blood vessels in colposcopic images using polarized light and Sauvola thresholding

Phan Ngoc Khuong Cat<sup>1,\*</sup>, Tran Van Tien<sup>1</sup>, Nguyen Ngoc Quynh<sup>2</sup>, Ly Anh Tu<sup>1</sup>, Tu Tuyet Dung<sup>1</sup>, Vu Quoc Anh<sup>1</sup>



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

<sup>1</sup>Department of Applied Physics, Faculty of Applied Science, Ho Chi Minh City University of Technology, VNU-HCM

<sup>2</sup>Department of Medicine, Nguyen Tat Thanh University

## Correspondence

**Phan Ngoc Khuong Cat**, Department of Applied Physics, Faculty of Applied Science, Ho Chi Minh City University of Technology, VNU-HCM

Email: pnkhuongcat@hcmut.edu.vn

## Correspondence

**Tran Van Tien**, Department of Applied Physics, Faculty of Applied Science, Ho Chi Minh City University of Technology, VNU-HCM

## History

- Received: 22-2-2020
- Accepted: 22-12-2020
- Published: 31-12-2020

DOI : 10.32508/stdjet.v3i4.673



## Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



## ABSTRACT

Cervical cancer is one of the two most common gynecological cancers in the world, including breast cancer. Signs of cervical disease are usually the presence of atypical epithelium, superficial bleeding or abnormal vascular proliferation. Most of these signs are directly related to cervical intraepithelial neoplasia (CIN) and cervical cancer. Currently, to detect epithelial lesions as well as to observe the shape of blood vessels, the main diagnostic methods used are colposcopy and visual examination. This method has low sensitivity and specificity because subjective factors still exist and the method does not clearly distinguish the shape of proliferating blood vessels. Therefore, in order to improve the efficiency of disease diagnosis, many studies applying image processing techniques to support auto-diagnosis have become topics of interest. However, studies that support automatic identify abnormal blood vessel shape and density are very limited. In this study, colposcopy images were recorded by digital colposcopes. These images are taken under polarized light to help reduce reflections from the surface and support for better image processing steps. Then, Sauvola threshold method is used to separate blood vessels on the surface of the cervix. It is combined with three different image preprocessing methods to enhance the contrast between the blood and the background. Finally, the sensitivity and specificity of these methods were calculated and evaluated. The results of the study set the stage for cervical blood vessel identification studies as well as cervical cancer assessment.

**Key words:** Cervical cancer, polarized light, vascular pattern, thresholding

**Cite this article :** Cat P N K, Tien T V, Quynh N N, Tu L A, Dung T T, Anh V Q. **Segmentation of blood vessels in colposcopic images using polarized light and Sauvola thresholding.** *Sci. Tech. Dev. J. – Engineering and Technology*; 3(4):523-530.