

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT MÁY TÍNH



ĐỀ CƯƠNG LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP

**PHÁT HIỆN BẤT THƯỜNG
TRONG ẢNH VĨNG MẠC MẮT**

GVHD: PGS.TS. Nguyễn Thanh Bình

GVPB: TS. Trần Minh Quang

SVTH:

Nguyễn Lê Phan – 1412807

Hà Xuân Duy – 1410553

Mai Tuấn Kiệt – 1411918

TP.HCM, 2018

MỤC LỤC

MỤC LỤC	1
DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	2
ĐỊNH NGHĨA TỪ VIẾT TẮT	3
CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU	5
1.1 GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI.....	5
1.2 MỤC TIÊU VÀ NỘI DUNG ĐỀ TÀI.....	6
1.2.1 Mục tiêu	6
1.2.2 Nội dung	6
1.3 GIỚI HẠN ĐỀ TÀI.....	7
1.4 CẤU TRÚC BÁO CÁO	7
CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN	8
2.1 CƠ SỞ LÝ THUYẾT	8
2.1.1 Lý thuyết xử lý ảnh.....	8
2.1.2 Cấu tạo võng mạc	10
2.1.3 Bệnh võng mạc tiểu đường (Diabetic Retinopathy-DR)	11
2.2 CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN	12
CHƯƠNG 3: PHƯƠNG PHÁP ĐỀ XUẤT VÀ ĐÁNH GIÁ	14
3.1 YÊU CẦU BÀI TOÁN	14
3.2 PHƯƠNG PHÁP ĐỀ XUẤT	14
3.2.1 Tiền xử lý - Pre-processing:	14
3.2.2 Phân đoạn mạch máu với Mean-C Thresholding	17
3.2.3 Phát hiện bất thường bằng phép thử ANOVA và Statistical Classification	17
3.3 PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ.....	18
3.3.1 Đánh giá phân đoạn mạch máu.....	18
CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN.....	20
4.1 Kết quả đạt được	20
4.2 Ưu và nhược điểm	20
4.3 Hướng mở rộng thực hiện trong luận văn	20
TÀI LIỆU THAM KHẢO	21

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 2.1 Ví dụ Mean filter [3]	8
Hình 2.2 Ví dụ Median filter [3]	9
Hình 2.3 Các hình dạng thường gặp của histogram [4]	9
Hình 2.4 Hình ảnh kéo dẫn histogram [4]	10
Hình 2.5 Cấu tạo võng mạc [5]	11
Hình 2.6 Ảnh đáy võng mạc [6]	11
Hình 2.7 Hình ảnh Bệnh võng mạc tiểu đường [7]	11
Hình 2.8 Microaneurysms [8]	12
Hình 2.9 Proliferative diabetic retinopathy [9]	12
Hình 3.1 Sơ đồ lọc tách mạch máu và phát hiện bất thường	14
Hình 3.2 Sơ đồ các bước của tiền xử lý	14
Hình 3.3 Sơ đồ lọc tách Điểm mù [6]	15
Hình 3.4 Ảnh võng mạc (kênh màu xanh) trước và sau khi áp dụng CLAHE filter [10]	16
Hình 3.5 Hình ảnh trước (trái) và sau (phải) khi lọc nhiễu bằng Median filter	16

ĐỊNH NGHĨA TỪ VIẾT TẮT

<i>Acc</i>	Accuracy
<i>ANOVA</i>	Analysis of Variance
<i>AHE</i>	Adaptive Histogram Equalization
<i>CLAHE</i>	Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization
<i>DR</i>	Diabetic Retinopathy
<i>DRIVE</i>	Digital Retinal Images for Vessel Extraction
<i>FN</i>	False Negative
<i>FP</i>	False Positive
<i>NPDR</i>	Non-Prolific Diabetic Retinopathy
<i>OD</i>	Optic Disc
<i>PDR</i>	Prolific Diabetic Retinopathy
<i>Se</i>	Sensitivity
<i>Sp</i>	Specificity
<i>TN</i>	True Negative
<i>TP</i>	True Positive

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU

1.1 GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI

Như chúng ta đã biết, mắt là bộ phận quan trọng trên cơ thể con người đóng vai trò là cơ quan đáp ứng với ánh sáng và giúp chúng quan sát mọi vật xung quanh. Trong đó, võng mạc đóng vai trò như một cuộn phim trong máy quay phim. Võng mạc có chức năng chuyển năng lượng ánh sáng thành thị lực và gửi thông tin ngược về não qua những dây thần kinh thị giác. Nếu giác mạc bị tổn hại có thể ảnh hưởng đến một phần hoặc làm mất hoàn toàn tầm nhìn của chủ thể.

Một số bệnh có thể được chẩn đoán thông qua các triệu chứng xuất hiện trên ảnh võng mạc, như bệnh tiểu đường (Diabetes), bệnh suy giảm thị lực do tiểu đường (Diabetic Retinopathy), bệnh tăng nhãn áp (Glaucoma), bệnh huyết áp cao (High Blood Pressure), bệnh ung thư mắt ... Một số triệu chứng của những bệnh trên có triệu chứng xuất hiện sớm trên hình ảnh võng mạc ở giai đoạn đầu, dẫn tới việc chẩn đoán trên ảnh võng mạc là một phương pháp hiệu quả để điều trị sớm, dẫn tới kết quả điều trị khả quan hơn.

Việc thu thập ảnh võng mạc của bệnh nhân thường được thực hiện với thiết bị chuyên dụng là Kính soi đáy mắt (Ophthalmoscope). Kính soi đáy mắt chuyên dụng cho y tế thường có giá thành cao, do vậy ở các cơ sở y tế ở vùng sâu vùng xa, ở những nơi không có đầy đủ cơ sở vật chất ... sẽ không có điều kiện áp dụng thiết bị này vào chẩn đoán. Một số phương pháp thay thế có thể được dùng để chụp ảnh võng mạc (ví dụ như chụp bằng camera của smartphone kết hợp với thấu kính [1]), tuy nhiên độ chính xác và chất lượng sẽ không cao. Độ tương phản giữa mạch máu và vùng nền thấp, khó phân biệt được với nhau khiến việc chẩn đoán gặp khó khăn.

Việc dùng phần mềm để có thể tách phần mạch máu ra khỏi ảnh võng mạc có thể giúp ích cho bác sĩ chẩn đoán nhanh chóng phát hiện những dấu hiệu bất thường, từ đó đưa ra kết luận sớm chính xác hơn. Ngoài ra, hiện nay nhu cầu phân tách dữ liệu mạch máu để phục vụ cho việc nghiên cứu khoa học đang tăng lên, dẫn tới yêu cầu trích xuất dữ liệu mạch máu phải ngày một chính xác hơn để phục vụ nhu cầu nghiên cứu.

Trong đề tài luận văn này, chúng tôi sẽ đưa ra phương pháp phân đoạn các mạch máu trong ảnh võng mạc mắt (dùng ảnh y khoa) và dựa vào đó để phát hiện một số bất thường trên võng mạc. Dựa vào kết quả đó để chẩn đoán, đưa ra kết quả tổn thương võng mạc để lựa chọn phương pháp điều trị phù hợp với bệnh nhân.

1.2 MỤC TIÊU VÀ NỘI DUNG ĐỀ TÀI

1.2.1 Mục tiêu

Ảnh y khoa có vai trò quan trọng trong việc chẩn đoán các dị tật bất thường trong cơ thể bệnh nhân, đặc biệt là võng mạc mắt. Phần lớn ảnh y khoa có chất lượng kém nên việc phát hiện ra các bất thường có kích thước nhỏ và hình dạng bất thường bằng mắt thường là rất khó. Việc sử dụng các thuật toán để hỗ trợ phân đoạn mạch máu là rất cần thiết để chẩn đoán bệnh. Ngoài ra, việc phân đoạn dữ liệu mạch máu là bước tiên quyết để có được dữ liệu cần thiết phục vụ cho việc nghiên cứu bệnh lý có triệu chứng trên võng mạc. Mục tiêu chính của đề tài này là nghiên cứu phương pháp phân đoạn các mạch máu trong ảnh võng mạc mắt, từ đó phát hiện một số bất thường trong ảnh võng mạc mắt giúp phát hiện và điều trị kịp thời những bệnh võng mạc mắt.

1.2.2 Nội dung

Để đạt được mục tiêu trên đề tài thực hiện những nội dung sau đây

- i) Tìm hiểu cấu tạo võng mạc mắt người và lý thuyết xử lý ảnh
- ii) Tìm hiểu các công trình nghiên cứu liên quan
- iii) Đề xuất phương pháp phân đoạn mạch máu trong ảnh đáy võng mạc mắt người và phương pháp dò tìm bất thường trên ảnh mạch máu đã phân đoạn
- iv) Đề xuất phương pháp đánh giá
- v) Kết quả dự kiến đạt được

1.3 GIỚI HẠN ĐỀ TÀI

Đề tài này sẽ đi vào tìm hiểu và phát triển một cách để phân tách hình ảnh mạch máu ra khỏi ảnh võng mạc mắt, sau đó phân tích hình ảnh mạch máu đã phân đoạn được để phát hiện bất thường trên võng mạc. Bộ ảnh dữ liệu đầu vào được lấy từ tập dữ liệu ảnh võng mạc DRIVE, các hình ảnh trong tập dữ liệu được thu thập từ máy chụp ảnh võng mạc chuyên dụng Canon CR5 [2]. Đối với các bất thường xuất hiện trên ảnh đáy võng mạc, đề tài tập trung nghiên cứu những bất thường do bệnh võng mạc tiểu đường (Diabetic Retinopathy) gây ra.

1.4 CẤU TRÚC BÁO CÁO

Để đạt được nội dung trên, báo cáo được chia thành 4 chương có cấu trúc như sau :

- Chương 1 : Giới thiệu đề tài. Trong chương này, tác giả giới thiệu về mục tiêu, nội dung cũng như các giới hạn của đề tài.
- Chương 2 : Cơ sở lý thuyết và các nghiên cứu liên quan. Trong chương này, tác giả giới thiệu một số cơ sở lý thuyết của đề tài và các công trình nghiên cứu có liên quan tới đề tài cũng như ưu nhược điểm của các công trình nghiên cứu đó.
- Chương 3 : Phương pháp đề xuất và đánh giá. Trong chương này tác giả trình bày phương pháp mà nhóm đề xuất để giải quyết bài toán đặt ra, cũng như phương pháp để đánh giá các phương pháp được đề xuất.
- Chương 4 : Kết luận. Trong chương này, tác giả tổng kết lại những kết quả đã đạt được trong quá trình làm đề tài, đánh giá những ưu điểm và nhược điểm trong phương pháp đã đưa ra và kết quả đạt được, đồng thời đề xuất những hướng đi khả quan sắp tới chính xác hơn và tối ưu hơn trong tương lai.

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN

2.1 CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1.1 Lý thuyết xử lý ảnh

a) Độ tương phản

Ảnh số là tập hợp các điểm, mỗi điểm có giá trị độ sáng khác nhau. Ở đây, độ sáng để mắt người dễ cảm nhận ảnh song không phải là quyết định. Thực tế chỉ ra rằng hai đối tượng có cùng độ sáng nhưng đặt trên hai nền khác nhau sẽ cho cảm nhận sáng khác nhau. Như vậy, độ tương phản biểu diễn sự thay đổi độ sáng của đối tượng so với nền. Nói một cách khác, độ tương phản là độ nổi của điểm ảnh hay vùng ảnh so với nền.

b) Nhiễu và lọc nhiễu

Nhiễu là hiện tượng ngẫu nhiên (không dự đoán trước được) xuất hiện trong ảnh và gây phá huỷ ảnh.

Nhiễu thường xảy ra trong quá trình:

- Thu ảnh
- Truyền ảnh
- Lưu trữ ảnh

Một số phương pháp để lọc nhiễu:

i. Mean filtering(bộ lọc trung bình)

Bộ lọc trung bình là thay thế mỗi giá trị điểm ảnh trong một hình ảnh với giá trị trung bình của giá trị các điểm ảnh lân cận, trong đó có điểm ảnh đó. Hình 2.1 ví dụ với bộ lọc trung bình với ma trận 3x3:

5	3	6
2	1	9
8	4	7

$$5 + 3 + 6 + 2 + 1 + 9 + 8 + 4 + 7 = 45$$
$$45 / 9 = 5$$

Hình 2.1 Ví dụ Mean filter [3]

ii. Median filtering (Lọc trung vị)

Bộ lọc này thay thế điểm ảnh đích bằng giá trị trung vị của các điểm ảnh lân cận và chính điểm ảnh đó. Bộ lọc Median sẽ tìm giá trị trung vị trong tất cả các điểm ảnh và thay vào điểm ảnh trung tâm. Hình 2.2 ví dụ với bộ lọc trung vị với ma trận 3x3:

6	2	0
3	97	4
19	3	10

in order:

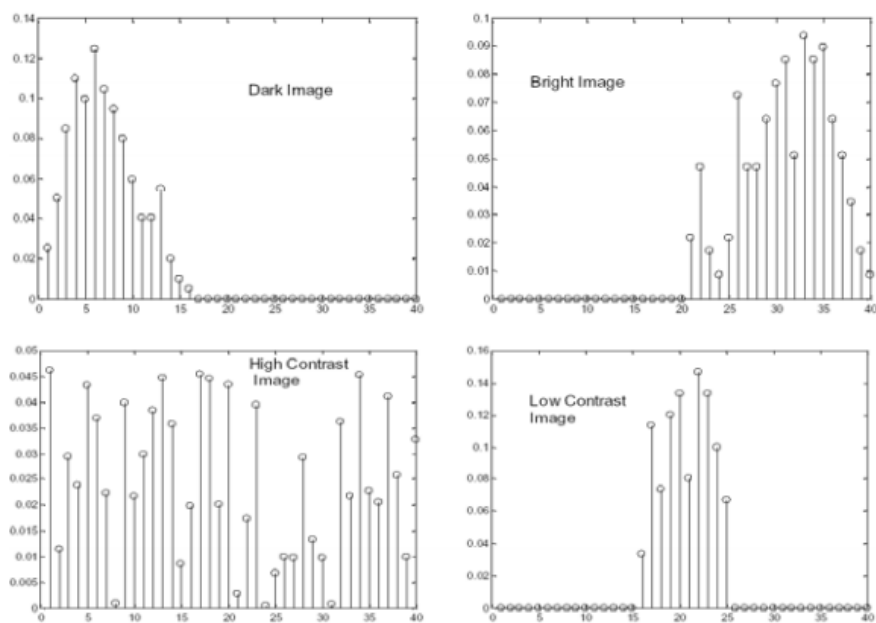
0, 2, 3, 3, 4, 6, 10, 15, 97

Hình 2.2 Ví dụ Median filter [3]

c) Histogram của ảnh

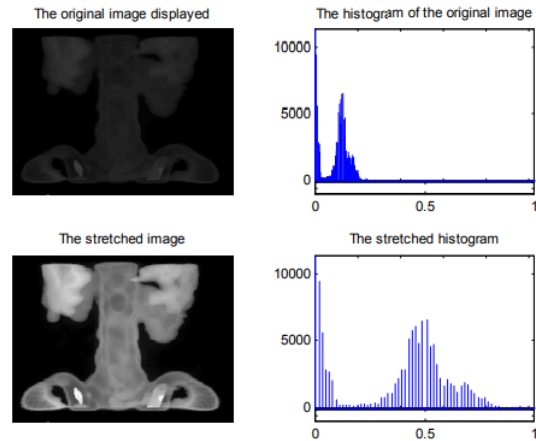
Histogram của một hình ảnh cho thấy sự phân bố tần số. Nhưng biểu đồ hình ảnh hiển thị tần số của các giá trị cường độ điểm ảnh. Trong một biểu đồ hình ảnh, trục x hiển thị cường độ mức xám và trục y hiển thị tần số của cường độ.

Hình dạng của một histogram cung cấp thông tin hữu dụng cho hiệu chỉnh độ tương phản, làm tăng cường. Hình 2.3 cho ta thấy các hình dạng thường gặp của histogram:



Hình 2.3 Các hình dạng thường gặp của histogram [4]

Hình 2.4 cho ta thấy sự khác nhau của việc kéo dẫn histogram:



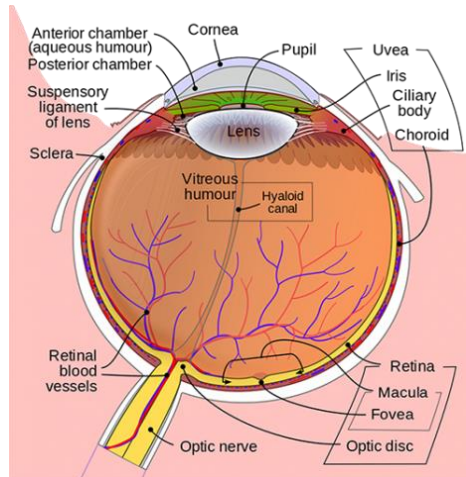
Hình 2.4 Hình ảnh kéo dẫn histogram [4]

2.1.2 Cấu tạo võng mạc

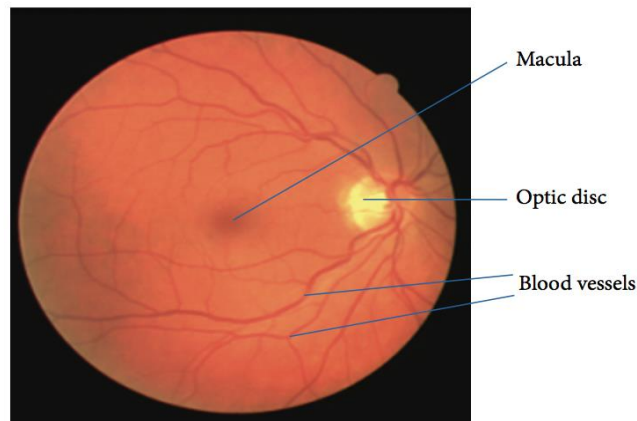
Võng mạc là một lớp tế bào nhạy sáng, là thành phần nằm bên trong cùng của lớp vỏ của con mắt con người. Cấu tạo quang học của con mắt cho phép hình ảnh của thế giới bên ngoài được phản chiếu thành một thể hiện hai chiều lên bề mặt của võng mạc. Các tế bào cảm thụ quang học nằm trên võng mạc như tế bào que (Rod cell) và tế bào nón (Cone cell) tiếp nhận ánh sáng và truyền tín hiệu ánh sáng về cho não bộ xử lý. Hình 2.5 cho ta thấy được cấu tạo của võng mạc.

Ngoài ra còn có một số thành phần nổi bật khác nằm trên bề mặt võng mạc được thể hiện ở hình 2.6 là :

- **Hệ thống mạch máu** : Lớp tế bào cảm thụ quang học yêu cầu rất nhiều năng lượng để hoạt động. Để duy trì hoạt động của các tế bào cảm thụ quang học, trên bề mặt võng mạc còn tồn tại hệ thống mạch máu dày đặc để vận chuyển glucose, axit béo, retinaldehyde,...
- **Macula** : Macula là một vùng có hình oval màu tối nằm trên võng mạc, rộng khoảng 1.5mm, là nơi tập trung đông nhất của các tế bào hình nón, đồng thời không có mạch máu đi ngang. Vì là điểm có mật độ tế bào nhiều nhất và không có mạch máu gây cản trở tầm nhìn , đây là nơi cảm thụ hình ảnh rõ nhất và chính xác nhất và cũng là vùng trung tâm của tầm nhìn
- **Điểm mù (Optic disc)** : Điểm mù là nơi mà tất cả các dây thần kinh thị giác từ các tế bào cảm thụ quang học nằm trên võng mạc đi ra khỏi con mắt và được dẫn tới não bộ. Điểm mù cũng là nơi đi vào của mạch máu chính nuôi võng mạc. Vị trí của điểm mù nằm cách Fovea khoảng từ 3-4mm về phía mũi, thường có màu từ cam tới hồng.



Hình 2.5 Cấu tạo võng mạc [5]



Hình 2.6 Ảnh đáy võng mạc [6]

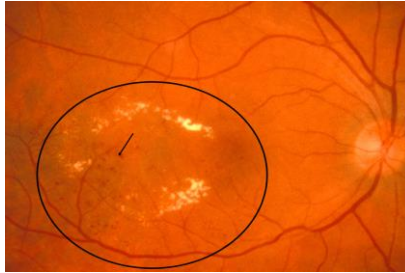
2.1.3 Bệnh võng mạc tiểu đường (Diabetic Retinopathy-DR)



Hình 2.7 Hình ảnh Bệnh võng mạc tiểu đường [7]

Bệnh võng mạc tiểu đường (Hình 2.7) là bệnh gây tổn thương ở võng mạc bởi căn bệnh tiểu đường và là một nguyên nhân hàng đầu dẫn đến mù lòa. Nó ảnh hưởng đến 80% người bị tiểu đường trong khoảng 20 năm hoặc nhiều hơn. Ít nhất 90% trường hợp mới có thể thuyên giảm nếu nhận được điều trị sớm.

Ở giai đoạn đầu của bệnh, non-proliferative diabetic retinopathy - (NPDR), bệnh nhân hầu như không biểu hiện triệu chứng gì. Cách phát hiện bệnh duy nhất đó là Chụp ảnh đáy võng mạc (Fundus photography) để phát hiện ra những nơi mà thành mạch máu bị phồng lên (microaneurysms) trong hình 2.8.



Hình 2.8 Microaneurysms [8]

Hình 2.9 là giai đoạn tiếp theo của bệnh võng mạc tiểu đường, *proliferative diabetic retinopathy* (PDR), xảy ra hiện tượng gia tăng mạch máu một cách bất thường. Các mạch máu này rất mỏng manh, dễ bị vỡ và chảy máu gây ảnh hưởng tới tầm nhìn.



Hình 2.9 Proliferative diabetic retinopathy [9]

2.2 CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN

- Công trình: **A thresholding based technique to extract retinal blood vessels from fundus images [10]**

Ở bài báo này, tác giả Jyotiprava Dash và Nilamani Bhoi đã sử dụng kỹ thuật Mean-C Adaptive Thresholding để phân đoạn mạch máu võng mạc. Ưu điểm của phương pháp này là việc hiện thực khá đơn giản, thời gian xử lý rất nhanh và độ chính xác tốt.

- Công trình: **Automatic Detection of Blood Vessels in Retinal Images for Diabetic Retinopathy Diagnosis** [6]

Trong công trình này tác giả đã áp dụng phương pháp tách điểm mù bằng bộ lọc khuếch tán bất đẳng hướng (Anisotropic Diffusion Filter) nhằm tăng độ chính xác khi phân đoạn mạch máu ra khỏi ảnh đáy võng mạc.

- Công trình: **Blood Vessel Segmentation and Classification of Diabetic Retinopathy Images using Gradient Operator and Statistical Analysis** [11]

Trong bài báo này, sau khi đã tách được mạch máu ra khỏi ảnh đáy võng mạc, các tác giả đã phân định hình ảnh mạch máu bằng phương pháp kiểm tra ANOVA để xác định ảnh võng mạc thuộc một trong ba thể loại : võng mạc bình thường (normal), mắc bệnh võng mạc tiểu đường giai đoạn không tăng sinh (non-proliferic diabetic retinopathy) và mắc bệnh võng mạc tiểu đường giai đoạn tăng sinh (proliferic diabetic retinopathy). Nhược điểm của công trình đó là khả năng phát hiện mạch máu ở giai đoạn PDR còn nhiều điểm chưa rõ ràng, dataset dùng cho giai đoạn phát hiện bệnh không được công khai để kiểm chứng và mở rộng.

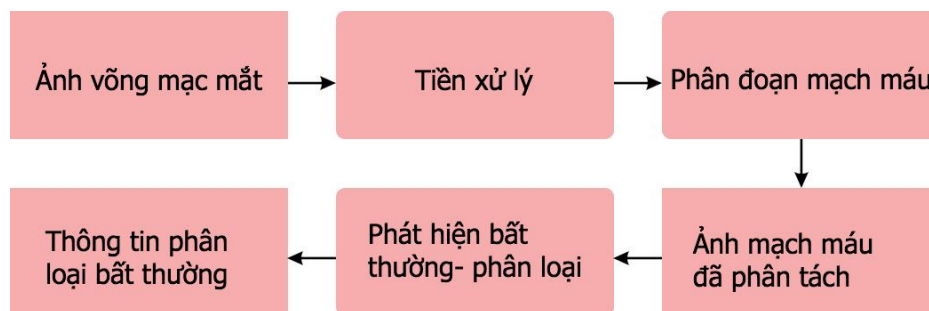
CHƯƠNG 3: PHƯƠNG PHÁP ĐỀ XUẤT VÀ ĐÁNH GIÁ

3.1 YÊU CẦU BÀI TOÁN

Phân tách hình ảnh mạch máu ra khỏi ảnh đáy võng mạc mắt. Sau đó từ kết quả thu được, phát hiện các bất thường trên ảnh đáy võng mạc mắt.

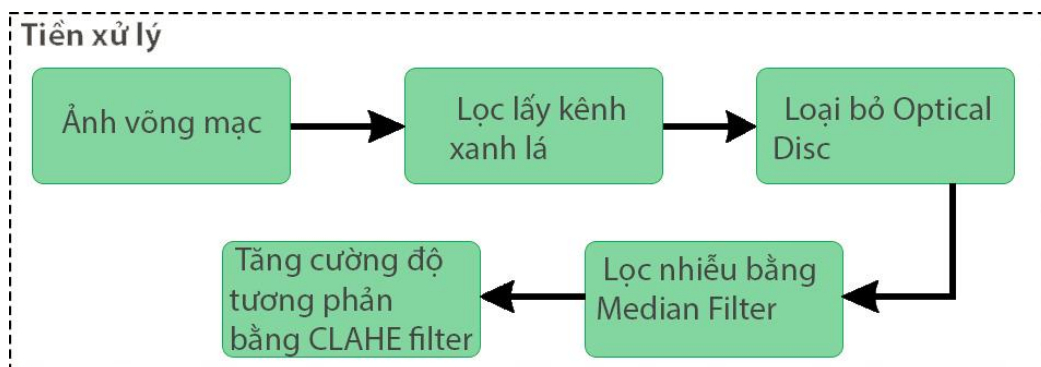
3.2 PHƯƠNG PHÁP ĐỀ XUẤT

Nhóm đề xuất phương pháp lọc tách mạch máu trong ảnh võng mạc và từ đó phát hiện ra bất thường được thể hiện trong hình 3.1 bao gồm các bước sau:



Hình 3.1 Sơ đồ lọc tách mạch máu và phát hiện bất thường

3.2.1 Tiền xử lý - Pre-processing:



Hình 3.2 Sơ đồ các bước của tiền xử lý

Từ hình 3.2 ta thấy được giai đoạn tiền xử lý sẽ có những bước nhưng sau:

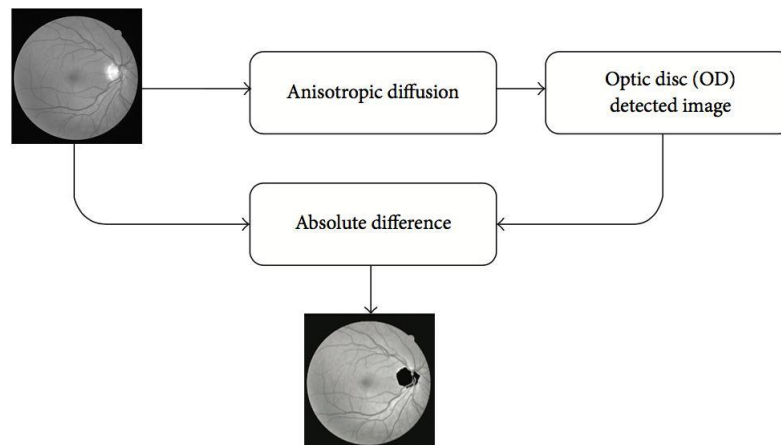
- Lọc lấy kênh màu xanh lá cây (green channel)
- Loại bỏ Optic Disc

- Tăng cường độ tương phản bằng Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE filter)
- Lọc nhiễu bằng Median Filter

a) Lọc lấy kênh màu xanh lá cây (green channel)

Hình ảnh võng mạc bao gồm ba kênh như xanh lá cây, đỏ và xanh dương. Trong số ba kênh này, kênh đỏ bị bão hòa và kênh xanh dương bị thiếu sáng để phát hiện mạch máu. Kênh màu xanh lá cây được xem xét để phát hiện mạch máu do độ tương phản cao giữa các mạch máu và nền của nó.

b) Loại bỏ Điểm mù (Optic Disc)



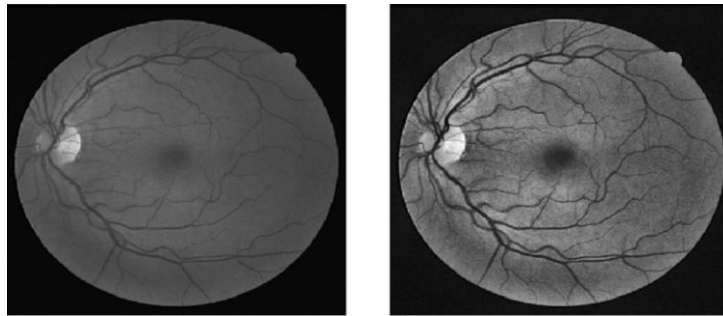
Hình 3.3 Sơ đồ lọc tách Điểm mù [6]

Trong ảnh võng mạc, điểm mù có màu sáng và nằm cùng vị trí với gốc mạch máu võng mạc, gây khó khăn cho việc phân đoạn mạch máu. Để phát hiện và phân đoạn mạch máu một cách chính xác, điểm mù cần được phát hiện và loại bỏ khỏi hình ảnh võng mạc. Bộ khuếch tán không đẳng hướng (Anisotropic Diffusion Filter) [12] được sử dụng để phát hiện và loại bỏ điểm mù từ hình ảnh võng mạc kênh màu xanh lá cây.

Bộ khuếch tán không đẳng hướng là một kỹ thuật lọc phi tuyến được sử dụng trong quá trình phân đoạn đĩa quang. Trong Perona và Malik [12], bộ lọc dị hướng sử dụng bốn điểm ảnh lân cận trong quá trình loại bỏ nhiễu khỏi hình ảnh. Trong bài báo này, bộ lọc phi tuyến này được sử dụng trên ảnh võng mạc lấy từ bộ dữ liệu DRIVE để phát hiện chính xác ranh giới OD. Phương trình của bộ khuếch tán phi tuyến tính không đẳng hướng liên quan đến việc tính toán sự phân kỳ của các toán tử Laplacian và gradient của ảnh.

c) Tăng cường độ tương phản bằng Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE filter)

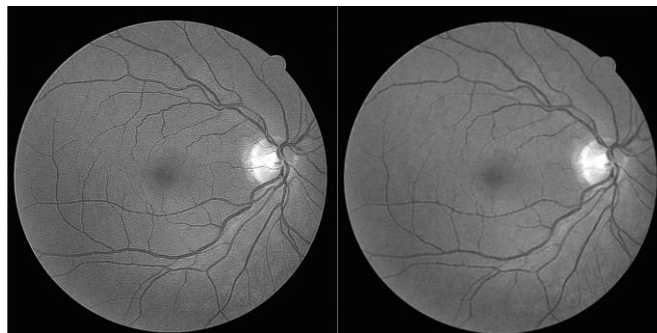
Bộ lọc tăng cường độ tương phản Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE filter) là một biến thể của bộ lọc Adaptive Histogram Equalization (AHE filter). Bộ lọc AHE thường có xu hướng khuếch đại nhiễu của những vùng có màu sắc đồng nhất của hình ảnh [13]. Do vậy, CLAHE được chọn để cải thiện độ tương phản của ảnh võng mạc mà mức độ được chiếu sáng không đồng đều (Hình 3.4 trái). Việc áp dụng bộ lọc CLAHE làm ảnh võng mạc trở nên chi tiết hơn rõ rệt (Hình 3.4 phải).



Hình 3.4 Ảnh võng mạc (kênh màu xanh) trước và sau khi áp dụng CLAHE filter [10]

d) Lọc nhiễu bằng Median Filter

Trong quá trình xử lý ảnh, để đảm bảo ảnh không bị giảm độ chính xác do ảnh bị nhiễu như nhiễu đốm (speckle noise) hoặc nhiễu muối tiêu (salt-pepper noise) ta cần sử dụng bộ lọc trung vị (Median Filter) để khử nhiễu. Hình 3.5 cho ta thấy kết quả của việc lọc nhiễu bằng Median filter.



Hình 3.5 Hình ảnh trước (trái) và sau (phải) khi lọc nhiễu bằng Median filter

Ưu điểm của việc áp dụng bộ lọc Median Filter đó là thuật toán này bảo toàn các cạnh mà việc bảo toàn cạnh rất quan trọng đối với việc giữ cho vùng mạch máu trên ảnh nổi bật hơn so với vùng nền xung quanh. Ngoài ra giải thuật Median Filter có hiệu suất cao hơn cả giải thuật khác. Bởi vậy, Median Filter được sử dụng rất rộng rãi trong xử lý hình ảnh.

3.2.2 Phân đoạn mạch máu với Mean-C Thresholding

Ở bước phân đoạn mạch máu, phương pháp được lựa chọn sử dụng là Mean-C Thresholding. Ý tưởng chính của thuật toán này là tạo ra ảnh nhị phân (binary) từ ảnh trắng đen (grayscale), điểm ảnh được gán màu trắng nếu giá trị mức xám vượt qua một giới hạn nào đó (threshold), và tất cả những điểm ảnh còn lại được gán màu đen. Đối với thuật toán mean-C thresholding, giới hạn threshold sẽ được tính riêng biệt cho từng điểm ảnh dựa vào một số thông số thống kê nội bộ như mean, median, ... của những điểm ảnh lân cận, dẫn đến threshold khác nhau với từng điểm ảnh. Ưu điểm của phương pháp này đó là ta có thể áp dụng trong cả trường hợp mà ảnh võng mạc không được chiếu sáng tốt. Trong phương pháp mean-C thresholding, với C là một hằng số, những pixel nằm trong vùng lân cận đồng đều thì sẽ được gán cho giá trị nền. Phương pháp mean-C thresholding được thực hiện theo những bước sau :

- a. Xác định vùng lân cận (window) của thuật toán kích thước $N \times N$.
- b. Thực hiện phép tích chập (convolve) cho ảnh đầu vào với hàm mean.
- c. Tính toán hình ảnh độ khác biệt (difference image) giữa ảnh đã thực hiện convolve và ảnh đầu vào.
- d. Ảnh độ khác biệt được cắt ngưỡng (thresholded) với hằng số C.
- e. Xuất ra hình ảnh đã cắt ngưỡng.

Để thuật toán đạt được kết quả tốt nhất, ta cần tìm ra tham số N và C sao cho phù hợp [10]

3.2.3 Phát hiện bất thường bằng phép thử ANOVA và Statistical Classification

Với đặc trưng cơ bản của bệnh võng mạc tiểu đường là sự thay đổi diện tích với xu hướng tăng dần số lượng mạch máu theo từng giai đoạn, dẫn tới thể hiện trên ảnh phân đoạn

mạch máu cũng sẽ thay đổi với số lượng điểm ảnh mạch máu của ba giai đoạn bệnh cũng sẽ khác nhau.

Với giả định như vậy, thuật toán đã đề xuất ở trên được cho chạy trên một tập dữ liệu đủ lớn về mặt thống kê và đã được phân loại theo ba nhóm : võng mạc khoẻ mạnh, võng mạc ở giai đoạn NPDR, võng mạc ở giai đoạn PDR. Đối với mỗi ảnh ta có dữ liệu về số điểm ảnh võng mạc và phân loại của nó. Sử dụng phép thử One-way ANOVA để xác định tính độc lập thống kê của mỗi nhóm. Nếu tính độc lập thống kê được khẳng định thì việc phân loại thống kê sẽ có kết quả tốt.

3.3 PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ

3.3.1 Đánh giá phân đoạn mạch máu

Để đánh giá kết quả của quá trình phân đoạn mạch máu, ta so sánh hình ảnh phân đoạn mạch máu của phương pháp đề xuất thu được so với kết quả phân đoạn thực tế của chuyên gia (ground-truth) đã được cung cấp sẵn trong bộ dữ liệu DRIVE, và so sánh theo từng cặp pixel tương ứng giữa hai hình ảnh trên. Việc phân loại mỗi pixel kết quả của phương pháp đề xuất được cho theo bảng sau :

Kết quả xác định của phương pháp đề xuất	Kết quả xác định của chuyên gia	
	Mạch máu hiện diện	Mạch máu không hiện diện
Xác định là mạch máu	True positive (TP)	False Positive (FP)
Xác định không là mạch máu	False negative (FN)	True Negative (TN)

Bảng 3.1 Bảng phân loại kết quả phân đoạn theo điểm ảnh

Sensitivity được định nghĩa là tỷ lệ giữa số lượng TP và tổng của TP cộng với FN. Giá trị của sensitivity nằm trong khoảng từ 0 đến 1.

$$\text{Sensitivity(Se)} = \text{TP} / (\text{TP} + \text{FN})$$

Specificity được định nghĩa là tỷ lệ giữa số lượng TN và tổng của FP cộng với TN. Giá trị của specificity cũng nằm trong khoảng từ 0 đến 1.

$$\text{Specificity}(\text{Sp}) = \text{TN} / (\text{TN} + \text{FP})$$

$$\text{Accuracy}(\text{Acc}) = (\text{TP} + \text{TN}) / (\text{TP} + \text{FN} + \text{TN} + \text{FP})$$

Sensitivity và specificity của thông số được tính tương ứng với hình ảnh chân thực có sẵn trong các bộ dữ liệu tương ứng. Giá trị của Se và Sp phải cao để có kết quả phân đoạn mạch máu tốt hơn.

CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN

4.1 Kết quả đạt được

Như đã đề cập ở trên, ảnh phân đoạn mạch máu đóng vai trò quan trọng trong việc hỗ trợ chẩn đoán điều trị bệnh, cũng như là nguồn dữ liệu tiên quyết cho việc nghiên cứu khoa học. Trong đề tài tác giả đã nghiên cứu một số công trình nghiên cứu liên quan, cũng như tìm hiểu những ưu nhược điểm, và đề xuất phương pháp phân đoạn mạch máu vồng mạc và phát hiện bất thường.

Trong phương pháp đề xuất, tác giả đã sử dụng phương pháp mean-c thresholding để phân đoạn mạch máu. Để tăng độ chính xác khi phân đoạn, một số thao tác tiền xử lý đã được áp dụng là tách kênh màu xanh, loại bỏ điểm mù, tăng cường tương phản bằng CLAHE filter, giảm nhiễu bằng bộ lọc median filter. Phương pháp đánh giá kết quả phân đoạn được dùng là các tham số đánh giá tiêu chuẩn phổ biến : Sensitivity, Specificity, Accuracy.

Để phát hiện và phân loại bất thường, tác giả đề xuất sử dụng phương thức Statistical Classification với tham số là số lượng điểm ảnh mạch máu. Phân bố của số lượng điểm ảnh mạch máu được chia ra ba nhóm : vồng mạc bình thường, NPDR và PDR. Kết quả ANOVA test được sử dụng để kiểm tra tính độc lập của ba nhóm trên. Nếu tính độc lập được khẳng định, mô hình phân loại dựa trên số lượng điểm ảnh mạch máu là khả thi.

4.2 Ưu và nhược điểm

Ưu điểm của phương pháp đó là thời gian phân đoạn rất nhanh, chỉ khoảng gần 2 giây [10] cho mỗi ảnh và đơn giản, dễ hiện thực.

Nhược điểm của phương pháp đề xuất đó là độ nhạy cảm còn thấp hơn so với một số phương pháp khác [10]. Đối với bước phát hiện bất thường và phân loại, phương pháp đã đề xuất phụ thuộc vào từng thuật toán phân đoạn khác nhau. Nếu đối với thuật toán phân đoạn đã đề xuất mà mức độ độc lập giữa ba nhóm phân loại không cao thì phương pháp phân loại này không thể áp dụng được

4.3 Hướng mở rộng thực hiện trong luận văn

Trong giai đoạn luận văn sắp tới, nhóm tác giả sẽ hiện thực code của phương pháp đề xuất và tìm cách cải thiện phương pháp đề xuất để tăng độ nhạy cảm (Sensitivity) của kết quả, cũng như so sánh với các phương pháp khác. Thêm vào đó, nhóm tác giả sẽ khảo sát tính khả dụng của phương pháp phát hiện và phân loại bất thường đã nêu ở trên. Trong trường hợp không có tính khả dụng, nhóm sẽ khảo sát một số phương pháp phát hiện bất thường khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] H. N. Khanamiri, A. Nakatsuka, and J. El-Annan, “Smartphone Fundus Photography,” *J. Vis. Exp.*, no. 125, 2017 [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5609317/>. [Accessed: 14-Dec-2018]
- [2] “DRIVE: Digital Retinal Images for Vessel Extraction.” [Online]. Available: <https://www.isi.uu.nl/Research/Databases/DRIVE/>. [Accessed: 14-Dec-2018]
- [3] “Matlab trong xử lý ảnh: Lọc nhiễu cho ảnh (p3),” *Vi mạch - Diễn đàn Vi Mạch, Hệ Thống Nhúng, Trí Tuệ Nhân Tạo*. [Online]. Available: <http://vimach.net/threads/matlab-trong-xu-ly-anh-loc-nhiu-cho-anh-p3.419/>. [Accessed: 15-Dec-2018]
- [4] “[No title].” [Online]. Available: <http://www.math.hcmuns.edu.vn/~ptbao/BHXLA/3.pdf>. [Accessed: 15-Dec-2018]
- [5] Contributors to Wikimedia projects, “Eye - Wikipedia,” *Wikimedia Foundation, Inc.*, 04-May-2001. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Eye#/media/File:Schematic_diagram_of_the_human_eye_en.svg. [Accessed: 14-Dec-2018]
- [6] D. Siva Sundhara Raja and S. Vasuki, “Automatic Detection of Blood Vessels in Retinal Images for Diabetic Retinopathy Diagnosis,” *Comput. Math. Methods Med.*, vol. 2015, pp. 1–12, 2015.
- [7] “Diabetic retinopathy - Wikipedia.” [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Diabetic_retinopathy#/media/File:Fundus_photo_showing_scatter_laser_surgery_for_diabetic_retinopathy_EDA09.JPG. [Accessed: 14-Dec-2018]
- [8] “Microaneurysms. COMS Grading.” [Online]. Available: <http://webeye.ophth.uiowa.edu/dept/coms/grading/microaneurysms.htm>. [Accessed: 14-Dec-2018]
- [9] “Juvenile Onset Diabetic - Proliferative Diabetic retinopathy with NVE and NVD - Juvenile Onset Diabetic - Proliferative Diabetic retinopathy with NVE and NVD - Retina Gallery ~ Full Sized Retina Images.” [Online]. Available: <http://retinagallery.com/displayimage.php?album=622&pid=5011>. [Accessed: 14-Dec-2018]
- [10] J. Dash and N. Bhoi, “A thresholding based technique to extract retinal blood vessels from fundus images,” *Future Computing and Informatics Journal*, vol. 2, no. 2, pp. 103–109, 2017.
- [11] P. K. R. Yelampalli, J. Nayak, and V. H. Gaidhane, “Blood Vessel Segmentation and Classification of Diabetic Retinopathy Images using Gradient Operator and Statistical Analysis,” in *World Congress on Engineering and Computer Science*, San Francisco, USA, 2017.
- [12] P. Perona and J. Malik, “Scale-space and edge detection using anisotropic diffusion,” *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 12, no. 7, pp. 629–639, 1990.
- [13] Contributors to Wikimedia projects, “Adaptive histogram equalization - Wikipedia,” *Wikimedia Foundation, Inc.*, 28-Feb-2008. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Adaptive_histogram_equalization. [Accessed: 14-Dec-2018]