



ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HCM
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

Ngày nhận hồ sơ

(Do CQ quản lý ghi)

THUYẾT MINH

ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP SINH VIÊN 2023

A. THÔNG TIN CHUNG

A1. Tên đề tài

- Tên tiếng Việt: ĐO ĐƯỜNG HUYẾT KHÔNG XÂM LẤN SỬ DỤNG QUANG PHỔ CẬN HỒNG NGOẠI VÀ TRÍ TUỆ NHÂN TẠO.
- Tên tiếng Anh: NON-INVASIVE BLOOD GLUCOSE MEASUREMENT USING NEAR – INFRARED (NIR) SPECTROSCOPY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI).

A2. Loại hình nghiên cứu

- ☒ Nghiên cứu cơ bản
- ☐ Nghiên cứu ứng dụng
- ☐ Nghiên cứu triển khai

A3. Thời gian thực hiện

..06.. tháng (kể từ khi được duyệt).

A4. Tổng kinh phí

Tổng kinh phí: ..6.. triệu đồng, gồm:

- o Kinh phí từ Trường Đại học Công nghệ Thông tin: ..6.. triệu đồng

A5. Chủ nhiệm

Họ và tên: Võ Huy Hoàng

Ngày, tháng, năm sinh: 31/10/2003

Giới tính (Nam/Nữ): Nam

Số CMND: 066203013498 ; Ngày cấp: 20/08/2021 ; Nơi cấp: CỤC CẢNH SÁT QUẢN LÝ HÀNH CHÍNH VỀ TRẬT TỰ XÃ HỘI

Mã số sinh viên: 21522103

Số điện thoại liên lạc: 0328314326

Đơn vị (Khoa): Kỹ thuật máy tính

Số tài khoản: 5204205333399

Ngân hàng: Agribank – Ngân hàng Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn Việt Nam

A6. Thành viên đề tài

STT	Họ tên	MSSV	Khoa
1	Võ Huy Hoàng	21522103	Kỹ thuật máy tính

B. MÔ TẢ NGHIÊN CỨU

B1. Giới thiệu về đề tài

Hiện nay, tình trạng bệnh tiểu đường vẫn đang càng ngày gia tăng ở cả trong và ngoài nước, đây là một căn bệnh mãn tính, nghiêm trọng, nếu không phát hiện và điều trị kịp thời sẽ gây ra những biến chứng nghiêm trọng thậm chí có thể dẫn đến tử vong. Trong những năm gần đây tình trạng bệnh tiểu đường có xu hướng gia tăng mạnh, nguyên nhân chính của sự gia tăng này bao gồm lối sống không lành mạnh [1].

Để theo dõi nồng độ đường huyết trong máu, trích máu trực tiếp từ bệnh nhân để đo nồng độ glucose được xem như một phương pháp truyền thống để tiến hành theo dõi chữa trị cho bệnh nhân [1]. Tuy nhiên việc trích máu trực tiếp có thể gây đau đớn, nhiễm trùng, sưng, ngứa và ngưng tụ mủ đối với bệnh nhân cần theo dõi nồng độ đường huyết liên tục. Theo dõi nồng độ đường huyết trong máu không xâm lấn được xem là một phương pháp có thể thay thế phương pháp truyền thống vì những lợi ích mà nó mang lại.

Tại UIT đã có 2 nghiên cứu khoa học sinh viên về tìm hiểu và triển khai các giải pháp về theo dõi nồng độ Glucose trong máu, tuy nhiên vẫn còn nhiều mặt hạn chế. Nghiên cứu khoa học sinh viên vào năm 2021 sử dụng mô hình máy học tương đối đơn giản, chưa áp dụng nhiều phương pháp máy học để đưa ra so sánh và chưa chọn ra bước sóng có ảnh hưởng, ngoài ra số lượng bộ dữ liệu chưa được nhiều và số lượng tình nguyện viên chưa đa dạng. Nghiên cứu khoa học sinh viên vào năm 2022 tuy đã áp dụng nhiều mô hình máy học để đưa ra so sánh tuy nhiên kết quả đạt được tương đối thấp và sai số khá lớn.

Đề tài sẽ tập trung tìm hiểu, nghiên cứu, thiết kế và phát triển hệ thống theo dõi nồng độ Glucose trong máu liên tục theo hướng tiếp cận không xâm lấn bằng quang phổ hồng ngoại gần và áp dụng các mô hình máy học để đưa ra các dự đoán về nồng độ glucose, khắc phục những mặt hạn chế của 2 đề tài trước đó và phát triển thêm các hướng phát triển khác.

B2. Mục tiêu, nội dung, kế hoạch nghiên cứu

B2.1 Mục tiêu

Mục tiêu tổng quan: Đề tài tập trung tìm hiểu và nghiên cứu và phát triển thiết bị theo dõi nồng độ Glucose không xâm lấn áp dụng những tác động của quang phổ cận hồng ngoại đến phân tử glucose và khả năng đâm xuyên của quang phổ. Thiết kế và xây dựng thiết bị có khả năng đo lường đường huyết liên tục với giá thành rẻ, dễ tiếp cận qua đó giúp người bệnh dễ dàng theo dõi nồng độ glucose trong máu từ đó đưa ra những điều chỉnh, can thiệp hợp lý để điều chỉnh nồng độ glucose trong máu về mức ổn định.

Mục tiêu cụ thể:

- Tìm hiểu, nghiên cứu các phương pháp đo nồng độ Glucose không xâm lấn hiện nay.
- Xác định các bước sóng ảnh hưởng lớn nhất đến phân tử Glucose
- Xây dựng bộ dữ liệu với hơn 700 mẫu, từ đó áp dụng các phương pháp tiền xử lý dữ liệu, mô hình máy học để đưa ra mối tương quan giữa các bước sóng thu được khi đã đi qua ngón tay và nồng độ glucose thực tế
- Nghiên cứu các cảm biến, nguồn thu, phát phù hợp với đề tài.
- Thiết kế phần cứng với giá thành rẻ, có thể mang đi mọi nơi.
- So sánh và đưa ra các điều chỉnh phù hợp với độ sai số so với glucose thực tế không quá 8%.

B2.2 Nội dung và phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Nội dung thực hiện

- Nội dung 1: Tìm hiểu tổng quan đề tài.
- Nội dung 2: Thiết kế cấu trúc phần cứng của hệ thống.
- Nội dung 3: Lập trình vi điều khiển, lập trình ứng dụng.
- Nội dung 4: Thu thập bộ dữ liệu và xây dựng mô hình máy học. Chọn ra bước sóng và mô hình có kết quả cao, phù hợp .

- Nội dung 5: Đóng gói, thử nghiệm, đánh giá sản phẩm.

2.2.2. Phương pháp nghiên cứu

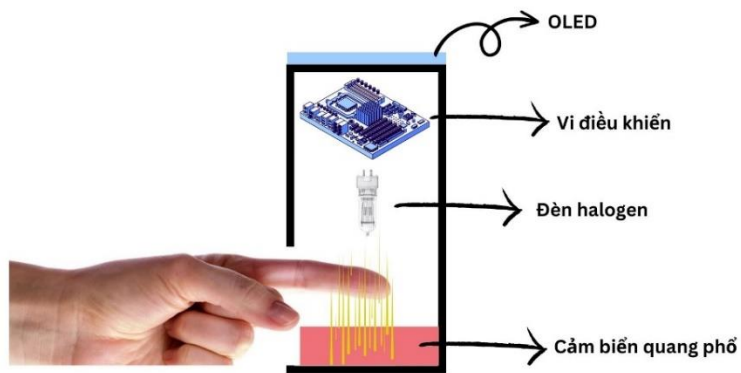
Công trình sẽ hướng tới việc xây dựng một thiết bị đo lường đường huyết không xâm lấn ứng dụng các tính chất của quang phổ hồng ngoại gần và trí tuệ nhân tạo, xây dựng nên một ứng dụng áp dụng công nghệ IoT. Ứng dụng sẽ giúp bệnh nhân theo dõi lại lịch sử đo nồng độ glucose, cảnh báo bệnh nhân khi nồng độ glucose vượt ngưỡng cho phép. Ứng dụng sẽ được thiết kế dễ nhìn, dễ tiếp cận và sử dụng với mọi lứa tuổi.

Các phần cứng phục vụ cho thiết bị phải đáp ứng được các yêu cầu đặt ra [2]. Vi điều khiển có thể chạy, lưu trữ các mô hình máy học, các phương pháp tiền xử lý, vi điều khiển cần phải có wireless và Bluetooth. Cảm biến quang phổ phải thu được các bước sóng trong khoảng NIR và giá thành hợp lý. Nguồn phát hay đèn có thể phát ra ánh sáng có những bước sóng phù hợp và bao phủ vùng NIR.

2.2.2.1. Xây dựng hệ thống phần cứng

Phần cứng về cơ bản sẽ gồm 4 thành phần chính:

- Vi điều khiển: là bộ điều khiển trung tâm, nơi tiếp nhận xử lý các tín hiệu từ cảm biến quang phổ và áp dụng các mô hình máy học, xử lý dữ liệu để đưa ra dự đoán hiện thị trên màn hình OLED.
- Cảm biến quang phổ: dùng để thu thập các bước sóng được phát ra từ nguồn phát sau khi xuyên qua ngón tay, cảm biến quang phổ phải thu thập các bước sóng nằm trong dải NIR và giá thành dễ tiếp cận.
- Màn hình OLED: hiện thị giá trị nồng độ glucose sau khi được vi điều khiển xử lý.
- Đèn Halogen: hiện nay trên thị trường có nhiều loại đèn có lẽ phổ biến nhất chính là đèn led với mức độ tiêu thụ điện năng thấp và tuổi thọ sử dụng lâu. Tuy nhiên, đèn led chỉ có thể phát ra ánh sáng với 1 bước sóng cố định vì thế đèn led sẽ không phù hợp với đề tài. Đèn Halogen có khả năng phát ra ánh sáng với dải bước sóng trải dài từ 350nm – 1000nm và tuổi thọ tương đối cao, vì thế sẽ phù hợp với đề tài hơn.



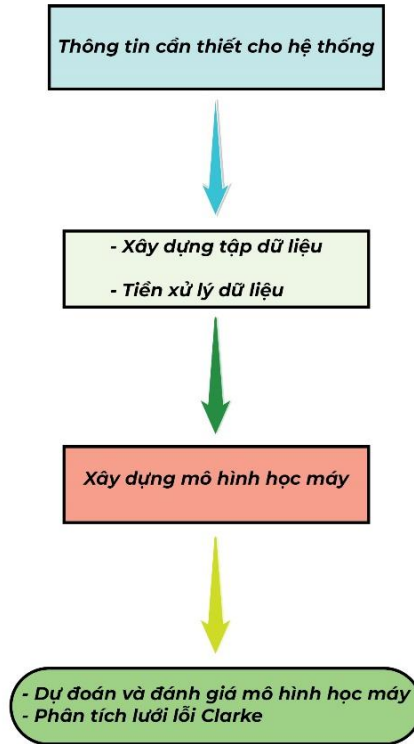
Hình 2: Thiết bị với những phần cứng chính.

Ngoài ra, cảm biến điện dung cũng được sử dụng để mỗi khi có ngón tay chạm vào cảm biến thì hệ thống sẽ bắt đầu khởi động nếu không hệ thống sẽ tạm ngưng để tiết kiệm năng lượng. Thay vì sử dụng nguồn cảm trực tiếp vào vi xử lý, ta có thể sử dụng pin Cell để cung cấp năng lượng cho thiết bị, từ đó tăng tính linh hoạt và di động của thiết bị hơn.

2.2.2.3. Xây dựng hệ thống phần mềm

Hình 3 mô tả mô hình xây dựng dự kiến của hệ thống, thiết bị sẽ thực hiện việc đo lấy dữ liệu từ cảm biến, sau đó được đưa vào các phương pháp tiền xử lý để tối ưu hóa dữ liệu. Dữ liệu này sẽ được phục vụ cho quá trình huấn luyện các mô hình máy học. Sau khi hoàn tất huấn luyện, dựa vào các phương pháp đánh giá sẽ chọn ra một mô hình máy học phù hợp nhất. Từ đó thực hiện việc đo và dự đoán nồng độ glucose, cuối cùng sẽ kết quả dự đoán sẽ hiển thị trên màn hình OLED và màn hình ứng dụng điện thoại.

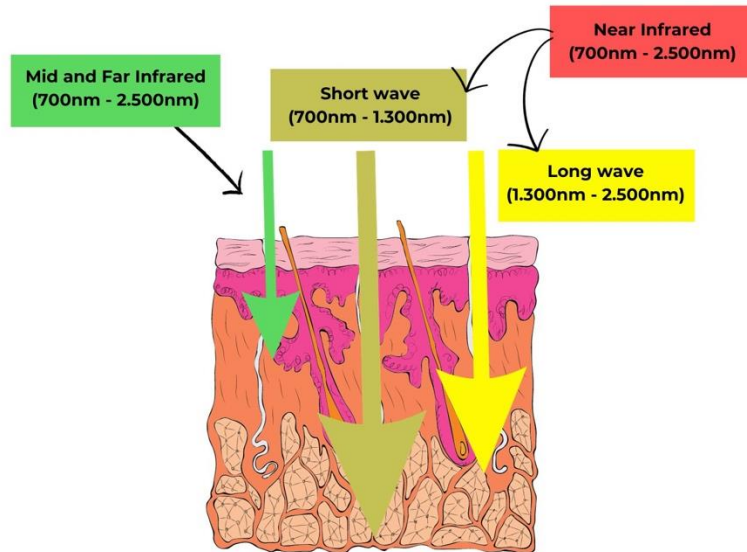
Vi điều khiển đóng vai trò quan trọng trong việc chuyển đổi quang phổ dữ liệu thành giá trị glucose và điều khiển các cảm biến, đèn Halogen, màn hình OLED. Khi khởi động, Vi điều khiển sẽ truyền tín hiệu để khởi tạo các cảm biến sau đó sẽ khởi động nguồn phát. Khi ánh sáng của đèn Halogen được chiếu xuyên qua ngón tay của người đo thì cảm biến sẽ thu được giá trị của các bước sóng. Khi đã có dữ liệu từ cảm biến, vi điều khiển sẽ xử lý dữ liệu và áp dụng các mô hình máy học để huấn luyện dữ liệu.



Hình 3: Mô hình xây dựng dự kiến của hệ thống.

2.2.2.2 Phương pháp chọn bước sóng

Hệ thống sẽ ứng dụng những tính chất của quang phổ hồng ngoại gần cụ thể là ở bước sóng nằm trong khoảng 700nm-1100nm (SW-NIR) [3] bởi sự hấp thụ của gốc -OH trong phân tử Glucose đến dải bước sóng này, bước sóng 940nm sẽ được quan tâm nhiều để nghiên cứu và thử nghiệm vì nó đã được sử dụng ở các nghiên cứu khác nhau. Đèn Halogen chính là sự lựa chọn phù hợp để làm nguồn phát, từ đó ta sẽ phát hiện được chính xác các bước sóng tác động mạnh đến phân tử Glucose và tối ưu hóa số lượng bước sóng để có thể tăng tốc độ xử lý để đưa ra kết quả một cách nhanh nhất nhưng vẫn đảm bảo về độ chính xác.



Hình 2: Độ sâu thâm nhập của các phổ ở các vùng khác nhau lên da người [3].

2.2.2.3. Xây dựng bộ dữ liệu

Với mục tiêu đã đề ra, công trình sẽ thu thập đa dạng dữ liệu hơn như tăng số lượng tình nguyện viên lấy mẫu, độ tuổi của tình nguyện viên trải dài từ 16-60 tuổi, tình nguyện viên có trường hợp bị bệnh tiểu đường, từ đó bộ dữ liệu sẽ trực quan và đáng tin cậy hơn. Thời gian lấy mẫu của các tình nguyện viên sẽ xoay quanh 3 mốc thời gian:

- Trước và sau khi ăn
- 2 tiếng sau khi ăn
- Ngẫu nhiên thời gian trong ngày

Thiết bị sẽ áp dụng các mô hình máy học để tìm ra mối liên hệ giữa các bước sóng và nồng độ glucose thực tế, máy đo đường huyết xâm lấn sẽ được dùng để thu thập dữ liệu về nồng độ glucose thực tế từ đó các mô hình máy học tìm ra được sự liên quan giữa bước sóng và glucose thực tế.

2.2.2.4 Phương pháp machine learning

Phân tích hồi quy [4] là một phương pháp thống kê được sử dụng để nghiên cứu mối quan hệ giữa một biến phụ thuộc và một hoặc nhiều biến độc lập. Mục tiêu của phân tích hồi quy là xác định mô hình toán học tốt nhất để dự đoán hoặc giải thích biến phụ thuộc dựa trên các biến độc lập.

Công trình sẽ ứng dụng các mô hình hồi quy để tìm ra mối tương quan giữa nồng độ Glucose và các bước sóng được thu bởi cảm biến. Sau khi chọn ra được mô hình hồi quy phù hợp, mô hình sẽ được nạp lên vi điều khiển và tiến hành dự đoán nồng độ Glucose trong máu.

2.2.2.5 Phương pháp đánh giá kết quả

Đề tài có hướng nghiên cứu y sinh nên việc đánh giá mô hình dự đoán không chỉ dựa trên tiêu chuẩn của máy học, mà còn tuân thủ các chuẩn y học để đảm bảo tính ứng dụng cao cho sản phẩm. Hai tiêu chuẩn chính dùng để đánh giá hiệu suất của mô hình dự đoán đường huyết là độ chính xác phân tích và độ chính xác lâm sàng [3].

Độ chính xác phân tích đánh giá khả năng của mô hình trong việc đo lường và dự đoán đường huyết. Đây là khía cạnh kỹ thuật của mô hình và liên quan đến độ chính xác của quá trình đo lường và tính toán. Để đánh giá độ chính xác phân tích, các yếu tố như độ nhạy (sensitivity), độ đặc specificity), độ chính xác (accuracy), và các chỉ số đánh giá khác được sử dụng. Độ chính xác phân tích đảm bảo rằng mô hình có khả năng đo lường và dự đoán đường huyết một cách chính xác và tin cậy. R^2 , RMSE, MAE là các thước đo được sử dụng để đánh giá hiệu suất của mô hình dự đoán.

Độ chính xác lâm sàng đánh giá khả năng của mô hình trong việc áp dụng thực tế và đưa ra quyết định y tế. Đây là khía cạnh quan trọng để đảm bảo tính ứng dụng và giá trị của mô hình trong việc hỗ trợ quyết định lâm sàng. Độ chính xác lâm sàng đảm bảo rằng mô hình dự đoán đường huyết có khả năng hỗ trợ quyết định lâm sàng và đưa ra dự đoán có giá trị trong thực tế y tế. Phân tích Mạng lưới sai số Clarke (Clarke Error Grid Analysis) là một phương pháp được sử dụng để đánh giá mức độ qua khớp giữa kết quả đo lường đường huyết của một bệnh nhân và kết quả đo lường của một thiết bị đo đường huyết [5].

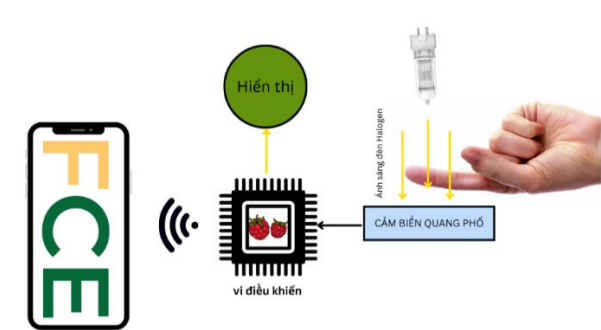
Khi đã áp dụng được mô hình phù hợp để dự đoán nồng độ Glucose, máy đo đường huyết xâm lấn được dùng để so sánh kết quả của thiết bị nghiên cứu và nồng độ Glucose thực tế từ đó cho ra sai số của thiết bị.

B2.3 Kế hoạch nghiên cứu

Bảng 1. Kế hoạch thực hiện đề tài dự kiến

STT	Nội dung	Thời gian					
		T11-2023	T12-2023	T1-2024	T2-2024	T3-2024	T4-2024
1	Nội dung 1	X					
2	Nội dung 2		X	X			
3	Nội dung 3			X	X		
4	Nội dung 4				X	X	
5	Nội dung 5						X

B3. Kết quả dự kiến



Hình 4. Mô hình hệ thống dự kiến

Các kết quả cần đạt được để làm tiêu chí đánh giá trong thời gian 6 tháng thực hiện đề tài như sau:

- 1. Phần cứng được thiết kế nhỏ gọn, chắc chắn, hạn chế bị nhiễu bởi điều kiện môi trường.
- 2. Xây dựng được dataset lớn hơn 700 mẫu với đa dạng số lượng tình nguyện viên.

3. Chọn ra 4 - 6 bước sóng ảnh hưởng cao nhất đến phân tử glucose nhằm tối ưu hóa bộ dữ liệu từ đó giảm độ phức tạp về dữ liệu và tăng tốc độ đối với các mô hình máy học và vi điều khiển.

4. Các phương pháp đánh giá mô hình máy học đạt hiệu quả tốt. Chọn ra một mô hình đạt hiệu quả cao nhất (R^2 phải đạt trên 90%), phù hợp với vi điều khiển.

5. Hệ thống hoạt động ổn định có độ chính xác cao.

Đạt kết quả sai số trung bình giữa thiết bị và nồng độ glucose chuẩn không quá 8%.

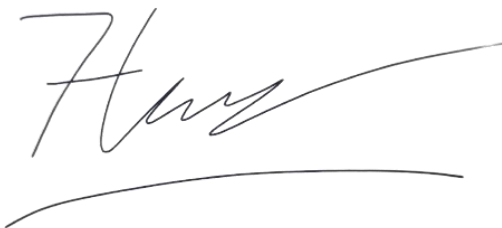
B4. Tài liệu tham khảo

- [1] H. a. S. P. a. K. S. a. P. M. a. O. K. a. D. B. B. a. S. C. a. B. A. a. C. J. C. a. M. J. C. a. o. Sun, "IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045," *Diabetes research and clinical practice*, vol. 183, pp. 109-119, 2022.
- [2] A. M. J. a. S. P. M. P. Jain, "iGLU: An Intelligent Device for Accurate Non-Invasive Blood Glucose-Level Monitoring in Smart Healthcare,," *IEEE Consumer Electronics Magazine*, vol. 9, pp. 35-42, 2020.
- [3] A. M. J. S. M. P. Jain, "Everything You Wanted to Know About Noninvasive Glucose Measurement and Control,," *IEEE Consumer Electronics Magazine*, p. 12, 2021.
- [4] B. B. F. B. I. I. D. L. H. T. K.-T. J. S.-P. B. S. J. D. Z. Solveig Badillo, "An Introduction to Machine Learning,," *ASCPT: Journal Metrics: Clinical Pharmacology & Therapeutics*, pp. 871-885, 2020.
- [5] A. H. I. H. K. D. S. M. a. M. K. Sohini Sengupta, "Clarke Error Grid Analysis for Performance Evaluation of Glucometers in a Tertiary Care Referral Hospital," *Indian Journal of Clinical Biochemistry*,," *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, , pp. 1-7, 2022.

Ngày 05 tháng 11 năm 2023

Giảng viên hướng dẫn

(Ký và ghi rõ họ tên)

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Hùng', with a long horizontal stroke extending to the right.

TS. Phạm Quốc Hùng

Ngày 05 tháng 11 năm 2023

Chủ nhiệm đề tài

(Ký và ghi rõ họ tên)

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'huy hoàng', with a long horizontal stroke extending to the right.

Võ Huy Hoàng