



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 2022

A. THÔNG TIN CHUNG

A1. Tên đề tài

- Tên tiếng Việt: ỨNG DỤNG QUANG PHỔ HỒNG NGOẠI GẦN (NIR) ĐỂ ĐO ĐƯỜNG HUYẾT KHÔNG XÂM LẤN
- Tên tiếng Anh: APPLICATION OF NEAR-INFRARED SPECTROSCOPY (NIR) FOR THE NON-INVASIVE MEASUREMENT OF BLOOD GLUCOSE

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: Trần Quang Vũ

Ngày, tháng, năm sinh: 10/01/2001

Giới tính (Nam/Nữ): Nam

Số CMND: 079201033222 ; Ngày cấp: 10/04/2021 ; Nơi cấp: Tp Hồ Chí Minh

Mã số sinh viên: 19522537

Số điện thoại liên lạc: 0768017143

Đơn vị (Khoa): Kỹ thuật máy tính

Số tài khoản: 13810000197127

Ngân hàng: BIDV Ngân hàng Thương mại cổ phần Đầu tư và Phát triển Việt Nam

A6. Thành viên đề tài

STT	Họ tên	MSSV	Khoa
1	Trần Quang Vũ	19522537	Kỹ thuật máy tính
2	Châu Minh Đức	19521371	Kỹ thuật máy tính

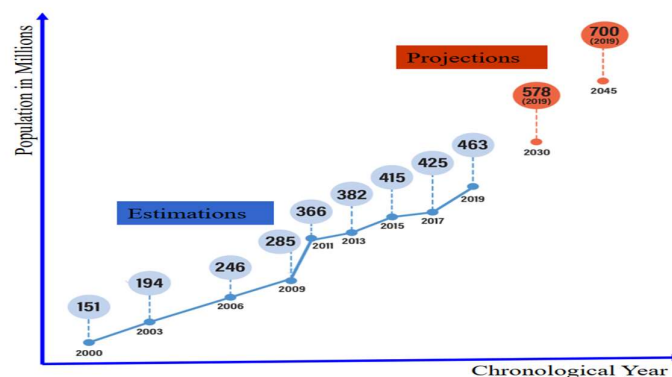
B. MÔ TẢ NGHIÊN CỨU

B1. Giới thiệu về đề tài

(Ghi các ý về tổng quan tình hình nghiên cứu liên quan đến đề tài, lí do thực hiện đề tài, các thách thức)

o Tình hình bệnh đái tháo đường ở Việt Nam và thế giới

Bệnh đái tháo đường (còn được biết với tên gọi khác là bệnh tiểu đường) là một căn bệnh mãn tính nghiêm trọng, xảy ra khi tuyến tụy không sản xuất đủ insulin (một loại hormone điều chỉnh lượng đường Glucose trong máu), hoặc khi cơ thể không thể sử dụng insulin một cách hiệu quả dẫn đến lượng đường trong máu cao gây tổn thương nghiêm trọng cho tim, mạch máu, mắt, thận và hệ thần kinh. Đái tháo đường là một trong bốn bệnh không lây nhiễm được ưu tiên NCDs (*Noncommunicable diseases*) bao gồm tim mạch, ung thư, hô hấp mãn tính và đái tháo đường. Đái tháo đường là một vấn đề sức khỏe cộng đồng quan trọng vì nó sẽ tạo ra gánh nặng bệnh tật cho xã hội. Cả số trường hợp mắc bệnh và tỷ lệ mắc bệnh tiểu đường đều có xu hướng tăng đều đặn và đối tượng mắc bệnh càng ngày càng trẻ hoá trong vài thập kỷ qua. Liên đoàn Đái tháo đường Quốc tế IDF (*International Diabetes Federation*) ước tính có khoảng 536,6 triệu người đang sống chung với bệnh đái tháo đường (số liệu bao gồm các trường hợp đã được chẩn đoán hoặc chưa được chẩn đoán) vào năm 2021 và con số này dự kiến sẽ tăng 46%, đạt hơn 700 triệu người vào năm 2045 [1]. Cũng theo báo cáo năm 2020 [2], Việt Nam có hơn 3,5 triệu người sống chung với bệnh đái tháo đường. Theo ước tính của Bộ Y tế, đối với người tuổi từ 20-79, bệnh đái tháo đường sẽ tăng khoảng 78,5% trong giai đoạn 2017 - 2045 (từ 3,53 triệu người mắc đái tháo đường năm 2017 tăng lên 6,3 triệu người mắc đái tháo đường năm 2045). Đây là con số đáng báo động.



Hình 1. Xu hướng toàn cầu của bệnh tiểu đường, theo [1]

○ *Các phương pháp kiểm tra và chẩn đoán bệnh đái tháo đường*

Glucose có nồng độ rất thấp trong máu và khó có thể sử dụng cảm biến và mũi dò để đo được. Ngoài ra phân tử Glucose không màu và khá nhỏ (xấp xỉ 1 nm) dẫn đến khó nhận biết được. Đa số các phương pháp đo nồng độ Glucose đều dựa vào phản ứng hoá học để biến phân tử Glucose thành phân tử có màu sắc hoặc có khả năng dẫn điện. Ngày nay, việc kiểm tra và chẩn đoán bệnh đái tháo đường thường dựa vào giá trị đường huyết (nồng độ Glucose trong máu) để chẩn đoán (định lượng Glucose), công việc đó thường được thực hiện ở các phòng thí nghiệm trong các bệnh viện, ngoài ra trên thị trường cũng tồn tại các thiết bị tự đo đường huyết trong máu tại nhà. Tuy nhiên, các hình thức trên đa số đều sử dụng phương pháp định lượng Glucose hướng tiếp cận xâm lấn bằng cách lấy máu của đối tượng cần đo đường huyết (thường là đầu ngón tay và sử dụng kim chích) sau đó đưa vào máy đo, thiết bị đo Glucose để phân tích. Quá trình phân tích được bắt nguồn từ phản ứng của hồng cầu với Glucose. Trong hồng cầu có một thành phần có tên Hemoglobin. Chúng có nhiệm vụ vận chuyển oxy và luôn liên kết với các phân tử Glucose. Vì không thể chuyển hóa thành năng lượng, Glucose sẽ tiếp tục bám vào lớp ngoài của Hemoglobin. Nồng độ Hemoglobin phản ứng với Glucose tỉ lệ thuận với lượng đường trong máu nên sẽ phản ánh được tình trạng của bệnh nhân.

Hướng tiếp cận xâm lấn tuy cho kết quả có độ chính xác cao, tin cậy, nhưng các phương pháp này thường có chi phí cao cho mỗi lần đo, thường gây cảm giác đau đớn, khó chịu, không thoải mái cho đối tượng được đo, và đặc biệt là không thể theo dõi nồng độ Glucose trong máu liên tục. Bên cạnh đó, vết thương hở đối với người bệnh tiểu đường rất khó lành, nếu như không cẩn thận có thể dẫn đến trường hợp nhiễm trùng máu và hoại tử vết thương. Do đó cần một phương pháp với chi phí thấp, không cần trích máu, không gây khó chịu và có thể theo dõi liên tục nồng độ đường huyết của đối tượng và các phương pháp đo đường huyết theo hướng tiếp cận không xâm lấn là một giải pháp tốt.

Từ đầu những năm 90 của thế kỷ XX, đã có rất nhiều nghiên cứu trong việc đo đường huyết không xâm lấn bằng rất nhiều phương pháp khác nhau: cảm biến nam châm điện (sensing electromagnet) [3], công nghệ siêu âm (ultrasound technology) [4], quang phổ hồng ngoại (infrared spectroscopy) [5, 6], v.v. Phương pháp không xâm lấn được sử dụng trong đề tài là quang phổ cận hồng ngoại NIR (*Near-infrared Spectroscopy* - NIRS) có bước sóng từ 750 nm đến 2500 nm. Phương pháp này được chọn bởi vì phổ hấp thụ Glucose nằm trong khoảng đủ tốt so với phổ hấp thụ của nước. Việc xem xét khả năng hấp thụ của nước là rất quan trọng bởi vì 70% thành phần mô của cơ thể người là nước. Ngoài ra, việc lựa chọn các linh kiện, cảm biến như LEDs và photodiodes ở các bước sóng này có chi phí thấp và dễ tìm hơn so với các phương pháp khác.

○ *Lý do thực hiện đề tài*

Hiện tại bệnh đái tháo đường ở Việt Nam đang có xu hướng tăng dần và trẻ hoá, đã có nhiều bệnh nhân tử vong do không được phát hiện và chẩn đoán kịp thời. Nguyên nhân một phần là do kiến thức của người dân về căn bệnh này còn hạn chế, ngoài ra chi phí cho mỗi lần xét nghiệm và chẩn đoán bệnh đái tháo đường tương đối cao cũng như giá của các thiết bị đo đường huyết ngoài thị trường khá đắt đỏ nên phần lớn người dân khó hoặc không tiếp cận được. Trước thực trạng đó, nhóm nghiên cứu đề xuất một thiết bị đo đường huyết không xâm lấn gọn nhẹ, giá thành thấp và độ chính xác cao để phục vụ cho cộng đồng.

Phương pháp đo Glucose không xâm lấn có thể đo đường huyết trong máu mà không gây ra vết thương hở do đó có thể theo dõi được nồng độ Glucose trong máu liên tục. Qua đó giúp thu thập và xây dựng một tập dữ liệu lớn của các bệnh nhân ở mọi lứa tuổi phục vụ cho công tác chẩn đoán và điều trị hiệu quả hơn.

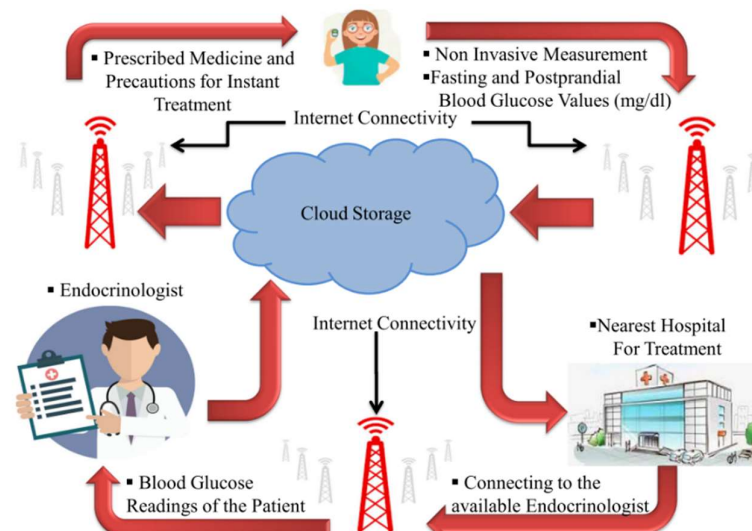
○ *Các thách thức*

Do đây là vấn đề còn khá mới ở Việt Nam và trên thế giới nên nhóm gặp rất nhiều thách thức trong việc tìm kiếm tài liệu, các thiết bị phần cứng như các cảm biến. Hơn hết, vấn đề mà nhóm gặp nhiều thách thức nhất đó là việc thu thập các tập dữ liệu mẫu và tìm kiếm các tình nguyện viên tham gia lấy mẫu dữ liệu thử.

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

B2.1 Mục tiêu

Mục tiêu tổng quan: Đề tài 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 theo mô hình hệ thống IoMT (Internet of Medical Things) giúp đối tượng bệnh đái tháo đường và bác sĩ theo dõi được tình trạng của người bệnh theo thời gian thực qua đó đưa ra những phương pháp điều trị thích hợp, đồng thời giảm áp lực cho các cơ sở y tế.



Hình 2. Mô hình hệ thống IoMT để theo dõi đối tượng bệnh đái tháo đường, theo [7]

Mục tiêu cụ thể:

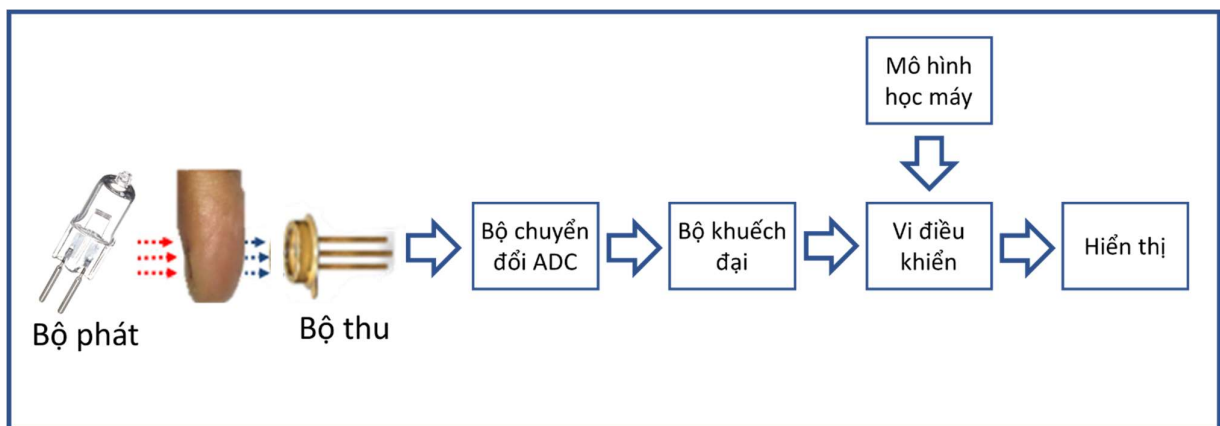
- Tìm hiểu về phương pháp đo Glucose không xâm lấn (xác định bước sóng).
- Xây dựng tập dữ liệu.
- Xử lý dữ liệu, loại bỏ nhiễu – áp dụng các mô hình học máy đơn giản để đưa ra kết quả.
- Tìm hiểu các cảm biến phát và thu các bước sóng hợp lý
- Thiết kế thiết bị phần cứng gọn nhẹ, độ chính xác cao với chi phí thấp.
- So sánh kết quả với phương pháp xâm lấn.

B2.2 Nội dung và phương pháp nghiên cứu

Nội dung 1: Phương pháp thực hiện

Hệ thống ban đầu sử dụng bóng đèn Halogen làm nguồn phát để thu được nhiều bước sóng liên tục, qua bộ thu sẽ phát hiện từng bước sóng để tìm ra những bước sóng đỉnh phù hợp. Sau khi tìm được những bước sóng đỉnh phù hợp, ta tiến hành thay nguồn phát Halogen bằng các bộ photodiodes thu và phát (mỗi một bộ thu và phát được gọi là một kênh) với từng bước sóng cụ thể và tiến hành lấy mẫu.. Việc định lượng Glucose sẽ được thực hiện thông qua mô hình máy học đơn giản. Các giá trị nồng độ Glucose được sử dụng trong phạm vi nghiên cứu này từ 40 đến 250 mg/dL..

Quá trình huấn luyện và xác thực các mô hình học máy ban đầu được thực hiện trên máy tính sau đó sẽ được triển khai trên vi điều khiển để dự đoán kết quả. Kết quả sau khi được dự đoán sẽ được hiển thị trên màn hình để cho người dùng theo dõi kết quả.



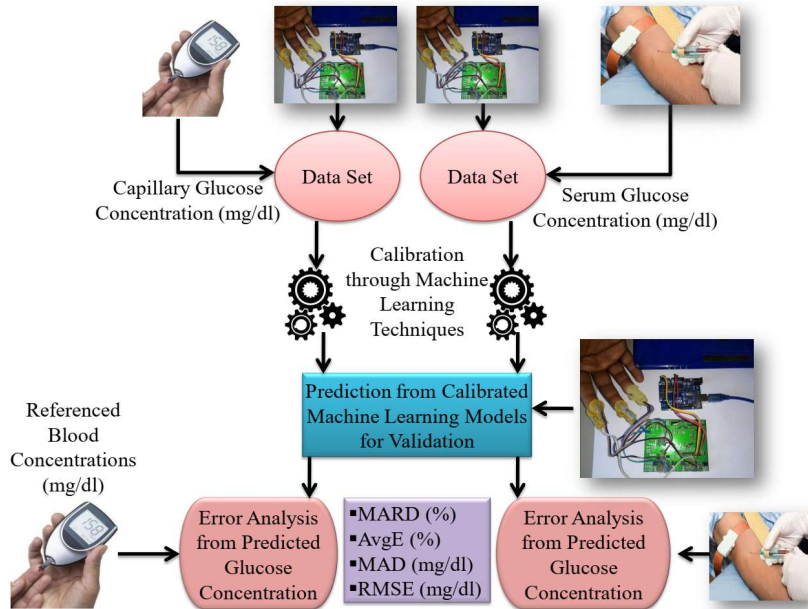
Hình 3. Mô tả cấu trúc phần cứng của hệ thống

Nội dung 2: 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

- Nội dung 4: Xây dựng mô hình học máy dự đoán và cải thiện kết quả đo
- Nội dung 5: Thử nghiệm sản phẩm
- Nội dung 6: Đóng gói sản phẩm

Nội dung 3: Phương pháp dự kiến đánh giá mô hình hệ thống



Hình 4. Phương pháp hiệu chỉnh và xác thực mô hình học máy của hệ thống, theo [8]

- Đánh giá mô hình máy học bằng các thông số:
 - ✓ AvgE(%): sai số trung bình hoặc sai lệch giữa giá trị ước tính và giá trị tham chiếu.
 - ✓ mARD(%): độ chênh lệch giữa tương đối và tuyệt đối.
 - ✓ MAD(mg/dl): độ lệch tuyệt đối.
 - ✓ RMSE(mg/dl): căn bậc hai sai số.
- Chuẩn hoá kết quả thu được bằng cách sử dụng phân tích lưới Clake [8].
- Đánh giá khả năng đáp ứng thời gian thực của hệ thống.

B2.3 Kế hoạch nghiên cứu

Nội dung 1: Tìm hiểu tổng quan đề tài

Phương pháp nghiên cứu:

- Nghiên cứu cơ sở lý thuyết, tài liệu tham khảo và các công trình nghiên cứu liên quan đến quang phổ NIR.
- Khảo sát các sản phẩm thiết bị đo nồng độ đường trong máu không xâm lấn hiện có trên thị trường.

- Tìm hiểu về quy trình tổng quan thiết kế một hệ thống nhúng.

Kết quả dự kiến:

- Hiểu được nguyên lý hoạt động của các thiết bị đo lượng đường trong máu không xâm lấn sử dụng quang phổ NIR.
- Lựa chọn được sản phẩm thiết bị đo nồng độ đường trong máu xâm lấn đủ tốt để xác thực độ tin cậy của hệ thống.
- Hiểu được quy trình tổng quan thiết kế một hệ thống nhúng qua đó giúp quá trình thực hiện đề tài một cách khoa học và đạt được kết quả tốt nhất.

Nội dung 2: Thiết kế cấu trúc phần cứng của hệ thống

Phương pháp nghiên cứu:

- Khảo sát các thành phần phần cứng liên quan đến đề tài hiện có trên thị trường.
- Thử nghiệm, so sánh các thành phần phần cứng đã khảo sát.

Kết quả dự kiến:

- Lựa chọn được các thành phần phần cứng phù hợp với đề tài.
- Thiết kế cấu trúc phần cứng của hệ thống hoạt động tốt, ổn định.

Nội dung 3: Lập trình vi điều khiển

Phương pháp nghiên cứu:

- Tìm hiểu về lập trình phần cứng vi điều khiển.
- Tìm hiểu về các cảm biến và các thiết bị ngoại vi sử dụng trong đề tài.
- Tham khảo các tài liệu liên quan đến các phương pháp lọc nhiễu cho cảm biến như: bộ lọc nhiễu Kalman, low-pass filter, lọc nhiễu cho cảm biến bằng phần cứng...

Kết quả dự kiến:

- Nắm vững được các kiến thức về lập trình vi điều khiển.
- Lập trình vi điều khiển giao tiếp với các thành phần ngoại vi.
- Hiểu được nguyên lý hoạt động của phương pháp lọc nhiễu cho cảm biến qua đó lựa chọn được phương pháp lọc nhiễu phù hợp.
- Xây dựng được giải thuật lọc nhiễu cho cảm biến hoạt động tốt, ổn định.

Nội dung 4: Xây dựng mô hình học máy dự đoán và cải thiện kết quả đo

Phương pháp nghiên cứu:

- Tìm hiểu các kiến thức về học máy
- Tham khảo các tài liệu liên quan đến việc ứng dụng các mô hình học máy trong dự đoán và cải thiện kết quả đo được từ cảm biến.

- Khảo sát các dataset sẵn có và thử nghiệm các mô hình học máy dự đoán và cải thiện kết quả đo được từ cảm biến trên máy tính.

Kết quả dự kiến:

- Lựa chọn được mô hình học máy phù hợp với hệ thống
- Xây dựng được mô hình học máy hoạt động tốt và ổn định.
- Xây dựng được dataset đủ tốt phục vụ cho phần triển sau này.

Nội dung 5: Thử nghiệm sản phẩm

Phương pháp nghiên cứu:

- Đo đạc các thông số cần thiết để đánh giá hệ thống.
- Thực nghiệm đo trực tiếp trên người và so sánh kết quả đo với thiết bị chuẩn (sản phẩm trên thị trường).

Kết quả dự kiến:

- Kết quả đo của các thông số trong phạm vi chấp nhận.
- Phát hiện được các vấn đề chưa tốt của hệ thống qua đó sửa lỗi và cải thiện cho đến khi hệ thống thu được kết quả đủ tin cậy.

Nội dung 6: Đóng gói sản phẩm

Phương pháp nghiên cứu:

- Thu gọn, sắp xếp các linh kiện hợp lý, layout mạch PCB (*Printed Circuit Board*) nhỏ gọn.
- Thiết kế mô hình 3D phần khung của thiết bị.

Kết quả dự kiến: Thiết bị đo không xâm lấn được đóng gói nhỏ gọn với độ chính xác cao và chi phí thấp.

Bảng 1. Kế hoạch thực hiện đề tài dự kiến

STT	Nội dung	Thời gian						
		Tháng đầu tiên	Tháng thứ 2	T5-2022	T6-2022	T7-2022	T8-2022	T9-2022
1	Nội dung 1	X	X					
2	Nội dung 2		X					
3	Nội dung 3			X	X			
4	Nội dung 4				X	X		

5	Nội dung 5						X	X
6	Nội dung 6							X

B3. Kết quả 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. Hoàn thành báo cáo trên file word, powerpoint về quá trình tìm hiểu và thực thi đề tài.
2. Phần cứng được thiết kế nhỏ gọn, chắc chắn, hạn chế bị nhiễu bởi điều kiện môi trường.
3. Thuật toán lọc nhiễu và mô hình học máy hoạt động tốt thu được kết quả đáng tin cậy.
4. Xây dựng được dataset phục vụ tiếp tục phát triển sản phẩm sau này.
5. Hệ thống hoạt động ổn định có độ chính xác cao.

B4. Tài liệu tham khảo

- [1] K. Ogurtsova, L. Guariguata, N. C. Barengo, P. L.-D. Ruiz, J. W. Sacre, S. Karuranga, *et al.*, "IDF diabetes Atlas: Global estimates of undiagnosed diabetes in adults for 2021," *Diabetes Research and Clinical Practice*, vol. 183, p. 109118, 2022.
- [2] P. N. Thu. (2019, 1 April). *Việt Nam có khoảng 3,5 triệu người sống chung với đái tháo đường*. Available: https://moh.gov.vn/chuong-trinh-muc-tieu-quoc-gia/-/asset_publisher/7ng11fEWgASC/content/viet-nam-co-khoang-3-5-trieu-nguoi-song-chung-voi-ai-thao-uong
- [3] R. Zhang, S. Liu, H. Jin, Y. Luo, Z. Zheng, F. Gao, *et al.*, "Noninvasive Electromagnetic Wave Sensing of Glucose," *Sensors*, vol. 19, p. 1151, 2019.
- [4] T. Yuan, S. Liu, C. Zhu, Y. Dong, H. Zhu, X. Wu, *et al.*, "Continuous Glucose Monitoring in Patients With Insulinoma Treated by Endoscopic Ultrasound-Guided Ethanol Injection," *Pancreas*, vol. 50, pp. 183-188, 2021.
- [5] A. A. Yaacob, N. A. Malik, A. M. Z. Alam, and S. N. A. Salim, "Continuous Non-Invasive Blood Glucose Level Measurement using Near-Infrared LEDs," in *2021 8th International Conference on Computer and Communication Engineering (ICCCCE)*, 2021, pp. 32-37.
- [6] S. U. Hepriyadi and A. Nasution, "Measurement of glucose concentrations in solid tissue phantom using diffuse reflectance technique in NIR region," in *Fourth International Seminar on Photonics, Optics, and Its Applications (ISPhOA 2020)*, 2021, p. 117890G.
- [7] P. Jain, A. M. Joshi, and S. P. Mohanty, "iGLU: an intelligent device for accurate noninvasive blood glucose-level monitoring in smart healthcare," *IEEE Consumer Electronics Magazine*, vol. 9, pp. 35-42, 2019.
- [8] M. Shokrehodaie, D. P. Cistola, R. C. Roberts, and S. Quinones, "Non-invasive glucose monitoring using optical sensor and machine learning techniques for diabetes applications," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 73029-73045, 2021.

Ngày tháng 4 năm 2022
Giảng viên hướng dẫn
(Ký và ghi rõ họ tên)

Ngày 10 tháng 4 năm 2022
Chủ nhiệm đề tài
(Ký và ghi rõ họ tên)

TS. Phạm Quốc Hùng

Trần Quang Vũ