Tạp chí điện tử
Khoa học và Công nghệ Giao thông
Trang website: https://jstt.vn/index.php/vn

Health monitoring system integrated application

Giang-Le Truong[1,2], Khanh-Loi Nguyen[1,2,*]
[1]Department of Telecommunications Engineering, Faculty of Electrical and Electronics Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT), 268 Ly Thuong Kiet Street, District 10, Ho Chi Minh City, Vietnam 700910
[2]Vietnam National University Ho Chi Minh City, Linh Trung Ward, Thu Duc City, Ho Chi Minh City, Vietnam 720100

Article info
Type of article:
Original research paper

DOI:
https://doi.org/10.58845/jstt.utt.2024.vn.4.4.25-32

***Corresponding author:**
Email address:
nkloi@hcmut.edu.vn

Received: 08/08/2024
Revised: 12/11/2024
Accepted: 14/11/2024

Abstract: Continuous health monitoring and medical data analysis are crucial for improving quality of life and predicting health risks. Many current health systems struggle to integrate diverse data sources, making comprehensive health data analysis challenging. Users also find it hard to understand complex health information, reducing the effectiveness of preventive and treatment measures. The Health Monitoring System Integrated Application (HMSIA) offers a comprehensive solution by seamlessly integrating with wearable devices to track vital health metrics like heart rate, blood oxygen levels and fall detection. HMSIA uses advanced algorithms for real-time data analysis, providing personalized health recommendations and an easy-to-use interface. It also supports remote health monitoring, allowing healthcare providers to review patient data in real-time for timely interventions. HMSIA enhances users' control over their health, improving overall healthcare outcomes by providing actionable insights and reducing health risks.

Keywords: Heart rate; Internet of Things; Oxigen Saturation.

Tạp chí điện tử
Khoa học và Công nghệ Giao thông
Trang website: https://jstt.vn/index.php/vn

Hệ thống theo dõi sức khỏe tích hợp trên ứng dụng

Lê Trường Giang[1,2], Nguyễn Khánh Lợi[1,2,*]
[1]Bộ môn Viễn thông, Khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Bách khoa Tp. HCM, 268 Lý Thường Kiệt, Quận 10, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam 700910
[2]Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, phường Linh Trung, thành phố Thủ Đức, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam 720100

Thông tin bài viết
Dạng bài viết:
Bài báo nghiên cứu

DOI:
https://doi.org/10.58845/jstt.utt.2024.vn.4.4.25-32

***Tác giả liên hệ:**
Địa chỉ Email:
nkloi@hcmut.edu.vn

Ngày nộp bài: 08/08/2024
Ngày nộp bài sửa: 12/11/2024
Ngày chấp nhận: 14/11/2024

Tóm tắt: Theo dõi sức khỏe liên tục và phân tích dữ liệu y tế rất quan trọng trong vấn đề cải thiện chất lượng cuộc sống và dự đoán các rủi ro về sức khỏe. Nhiều hệ thống y tế hiện nay gặp khó khăn trong việc tích hợp các nguồn dữ liệu đa dạng, khiến việc phân tích dữ liệu y tế toàn diện trở nên khó khăn. Người dùng cũng khó hiểu những thông tin sức khỏe phức tạp, làm giảm hiệu quả của các biện pháp phòng ngừa và điều trị. Hệ thống giám sát sức khỏe tích hợp trên ứng dụng (Health Monitoring System Integrated Application - HMSIA) cung cấp giải pháp toàn diện bằng cách tích hợp liền mạch với các thiết bị đeo để theo dõi các số liệu sức khỏe quan trọng như nhịp tim, nồng độ ôxy trong máu và phát hiện té ngã. HMSIA sử dụng các thuật toán tiên tiến để phân tích dữ liệu theo thời gian thực, cung cấp các khuyến nghị về sức khỏe được cá nhân hóa và giao diện người dùng dễ sử dụng. Hệ thống cũng hỗ trợ theo dõi sức khỏe từ xa, cho phép các nhà cung cấp dịch vụ chăm sóc sức khỏe xem xét dữ liệu bệnh nhân trong thời gian thực để có những can thiệp kịp thời. HMSIA tăng cường khả năng theo dõi sức khỏe của người dùng, cải thiện việc chăm sóc sức khỏe tổng thể bằng cách cung cấp những chỉ dẫn, cảnh báo để giảm thiểu rủi ro về sức khỏe.
Từ khóa: Theo dõi nhịp tim; Vạn vật kết nối; Nồng độ ôxy.

1. Giới thiệu

Trong những năm gần đây, thiết bị điện tử và các thiết bị vạn vật kết nối (Internet of Things - IoT) ngày càng trở nên phổ biến trên toàn thế giới. Một trong những ứng dụng quan trọng của nó là hỗ trợ theo dõi sức khỏe của bệnh nhân từ xa. Sử dụng các thiết bị điện tử mạnh mẽ và sự phổ biến của Internet để giảm thiểu áp lực cho cơ sở vật chất bệnh viện và mang đến cho bệnh nhân dịch vụ tốt hơn khi họ không cần phải vào bệnh viện thường xuyên. Trong bài báo này, chúng tôi trình bày các phương pháp theo dõi các chỉ số nhịp tim, nồng độ ôxy trong máu và cảnh báo té ngã thông qua các cảm biến MAX30100, MPU6050. Chúng tôi sử dụng thiết bị LUA D1 mini để đọc dữ liệu từ cảm biến và quản lý dữ liệu bằng MySQL. Cuối cùng hiển thị ứng dụng được xây dựng bằng Flutter và Firebase.

2. Công trình nghiên cứu liên quan

Một số dự án đáng chú ý trong lĩnh vực phát triển hệ thống thu thập dữ liệu y tế dựa trên nền tảng vạn vật kết nối, góp phần đáng kể vào sự phát triển của các ứng dụng hỗ trợ sức khỏe sử dụng Internet. Một dự án của Aldo Novaznursyah Costrada [1] và các đồng nghiệp đã chứng minh tính thực tiễn của hệ thống thu thập dữ liệu dựa trên IoT để đo nhịp tim, nồng độ ôxy trong máu và nhiệt độ trong các tình huống thực tế, đạt được độ

chính xác cao, tương đương với thiết bị đắt tiền.

Đồng thời, các nỗ lực nghiên cứu cũng tập trung vào hệ thống phát hiện té ngã sử dụng cảm biến góc và các vi xử lý. Một nghiên cứu của Ziad Tarik Al-Dahan [2] đã chứng minh tính khả thi của hệ thống như vậy. Hệ thống này đã sử dụng phương pháp phát hiện ngưỡng bằng phương pháp so sánh UFT và cho kết quả đáng ngạc nhiên. Hệ thống phát hiện té ngã của Adlian Jefiza [3] sử dụng lan truyền ngược - một thuật toán Toán học chủ yếu được sử dụng để huấn luyện mạng lưới thần kinh nhân tạo cho ra kết quả tương đối chính xác. Hay đơn giản như hệ thống của B Siregar [4] phát hiện các té ngã dựa trên chuyển động trái, phải, tiến, lùi của cơ thể. Những phát hiện của nghiên cứu này nêu bật tiềm năng của cảm biến góc với chi phí thấp. Nghiên cứu này đã đưa chúng ta tiến một bước gần hơn đến việc giúp mọi người có thể tiếp cận các thiết bị theo dõi sức khỏe.

Nhờ những nghiên cứu này, việc tìm hiểu, phát triển các hệ thống theo dõi sức khỏe dựa trên IoT ngày càng trở nên phong phú. Các công trình đáng chú ý, chẳng hạn như của Mohammad S. Al-kahtani [5] và các đồng nghiệp, đã nhấn mạnh tầm quan trọng của các giải pháp chăm sóc sức khỏe dựa trên IoT và cảm biến y tế. Bài báo của Usha và cộng sự [6] giới thiệu một hệ thống giám sát sức khỏe tích hợp dựa trên IoT, nhằm hỗ trợ chẩn đoán bệnh nhân từ xa và theo thời gian thực, với các cảm biến theo dõi các chỉ số quan trọng như mức oxy trong máu, nhiệt độ cơ thể và mức glucose. Đặc biệt, hệ thống này thu hẹp khoảng cách chăm sóc sức khỏe bằng cách tích hợp gia tốc kế để giám sát các triệu chứng liệt, cho phép phát hiện và truyền tải những thay đổi trong hoạt động cơ bắp đến nhà cung cấp dịch vụ y tế thông qua đám mây IoT, từ đó tăng cường khả năng tiếp cận và hỗ trợ bệnh nhân tại các khu vực xa. Một nghiên cứu khác của Siam và cộng sự [7] giới thiệu một hệ thống giám sát sức khỏe di động và thời gian thực dựa trên IoT, thiết kế để hỗ trợ kiểm tra y tế hàng ngày bằng cách đo lường các thông số quan trọng như nhịp tim (HR), mức độ bão hòa oxy trong máu (SpO2), nhiệt độ cơ thể, tín hiệu PPG và ECG.

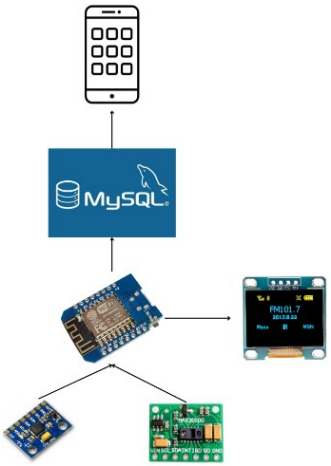
Dựa trên các nghiên cứu trên, hệ thống này yêu cầu dữ liệu về nhịp tim, nồng độ ôxy trong máu giúp bác sỹ có thể theo dõi tình trạng của người bệnh từ xa. Ngoài ra phát triển thêm về phương pháp thu thập các chỉ số góc trong quá trình di chuyển từ cảm biến MAX30100 từ đó phát hiện các trường hợp bị té ngã. Dữ liệu đo được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu trực tuyến và hiển thị trên ứng dụng Android dựa trên IoT, cho phép bệnh nhân và người chăm sóc xem lịch sử nhịp tim, nồng độ ôxy và cảnh báo té ngã. Hệ thống của chúng tôi đã học hỏi các chức năng từ các bài báo tham khảo để đem các chức năng đó lên 1 thiết bị nhỏ gọn và tiện dụng cho người sử dụng. Cùng với đó, chúng tôi đã cải tiến các thuật toán trên thiết bị của chúng tôi giúp việc xử lý dữ liệu nhẹ nhàng và có độ chuẩn xác tương đối cao hơn so với các bài báo tham khảo. Các dữ liệu được lưu trữ và hiển thị trên ứng dụng di động thời gian thực, giúp cho người sử dụng có thể theo dõi sức khỏe 1 cách liên tục và chuẩn xác nhất có thể.

3. Phương pháp

3.1. Thiết kế hệ thống

Hệ thống này được thiết kế bao gồm các thành phần phần cứng gồm vi xử lý và các cảm biến và hệ thống quản lý và phân tích dữ liệu sử dụng nền tảng Firebase, MySQL và phát triển ứng dụng di động với Flutter. Quá trình của hệ thống giám sát này bắt đầu từ việc thu thập dữ liệu các cảm biến: cảm biến MAX30100 để đo nhịp tim và nồng độ ôxy trong máu và MPU6050 để phát hiện té ngã. Dữ liệu sau khi được thu thập từ các cảm biến này sẽ được vi điều khiển tính toán dựa trên các thuật toán đã lập trình trước. Dữ liệu sau khi tính toán sẽ bao gồm: nhịp tim, nồng độ ôxy trong máu và người dùng hiện tại có bị ngã hay không. Dữ liệu này sẽ được gửi lên MySQL – hệ quản trị cơ sở dữ liệu tự do mã nguồn mở, nhằm mục đích lưu trữ dữ liệu lâu dài, cho phép người dùng có thể xem lại lịch sử thông tin của nhịp tim, nồng độ ôxy trong máu trên giao diện của ứng dụng di động. Dữ liệu sau khi tính toán cũng sẽ được gửi lên Firebase – nền tảng để phát triển ứng dụng cho di động và web, cung cấp các dịch vụ điện toán đám

mây phụ trợ, nền tảng này cung cấp dữ liệu thời gian thực cho ứng dụng di động của chúng tôi đồng thời cung cấp chức năng bảo mật tài khoản cho người dùng. Các dữ liệu sau khi tính toán vừa được thể hiện lên màn hình OLED của thiết bị đeo tay và ứng dụng di động xây dựng bằng Flutter-khung nguồn mở do Google phát triển và hỗ trợ. Ứng dụng này của chúng tôi có các chức năng cho người dùng như: theo dõi dữ liệu sức khỏe và cảnh báo té ngã thời gian thực, tính toán lượng năng lượng đã tiêu hao dựa trên nhịp tim.

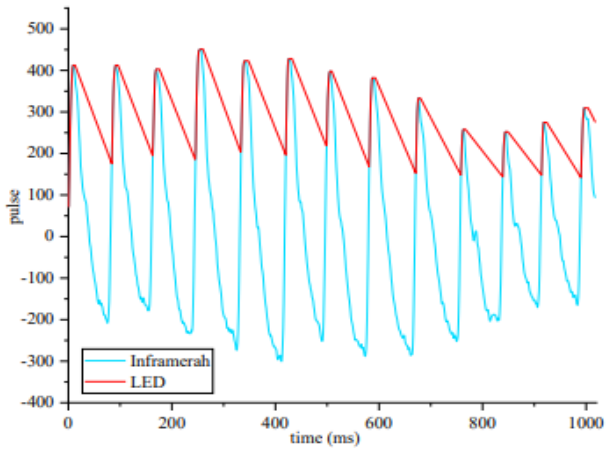


Hình 1. Mô tả hệ thống

Trong hệ thống này, thiết bị LUA D1 mini với core là ESP12 được sản xuất bởi Espressif Systems làm bộ vi điều khiển, cảm biến MAX30100 sản xuất bởi Maxim Integrated Products, Inc đọc nhịp tim và nồng độ ôxy trong máu và cảm biến MPU6050 sản xuất bởi TDK Electronics phát hiện té ngã. Màn hình OLED 0,96 insơ sản xuất bởi Soldered Electronics hiển thị dữ liệu, sử dụng mạch sạc pin TP4056 sản xuất bởi Top Power ASIC kèm IC bảo vệ để sạc pin lipo 200mAh 3,7v cung cấp điện cho thiết bị. Sau khi nhận được dữ liệu từ các cảm biến, bộ vi điều khiển sẽ xử lý dữ liệu và gửi đến cơ sở dữ liệu theo thời gian thực.

3.2. Cảm biến MAX30100

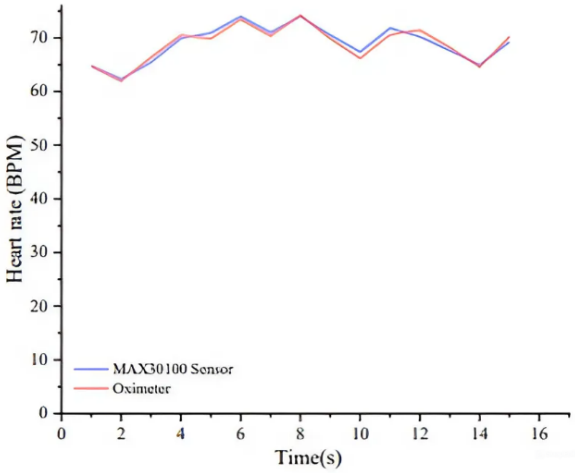
Cảm biến MAX30100 quan sát sự thay đổi độ rộng xung theo thời gian. Những thay đổi này xảy ra ở đèn LED hồng ngoại (IR) và đèn LED màu đỏ, là một phần của cảm biến MAX30100. Cảm biến MAX30100 được trang bị bộ lọc 50 Hz để giảm thiểu nhiễu [8]. Đồ thị sự thay đổi độ rộng xung theo thời gian được thể hiện trên hình 2.



Hình 2. Độ rộng xung theo thời gian của đèn LED và hồng ngoại.

Biên độ tối đa của xung LED và xung IR gặp nhau tại cùng một điểm mỗi giây. Cảm biến sẽ hiển thị "Nhịp" khi biên độ tối đa giữa đèn LED và IR giao nhau. Nếu biết dấu thời gian giữa hai đỉnh của độ rộng xung, nhịp tim được biểu thị bằng đơn vị BPM có thể được tính bằng phương trình 1 [9].

$$BPM = \frac{6000}{\text{dấu thời gian nhịp hiện tại- trước đó}} \quad (1)$$

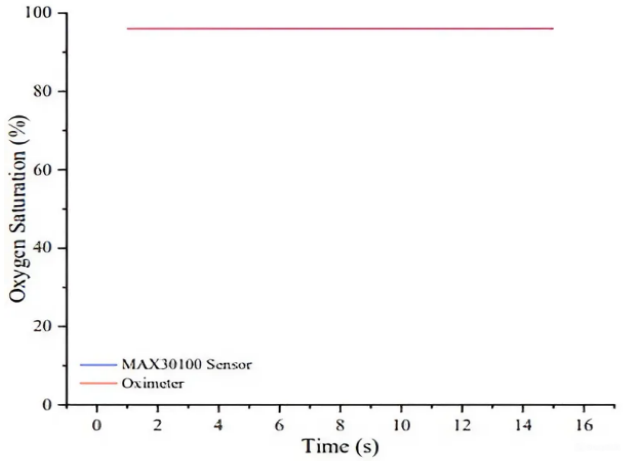


Hình 3. So sánh giữa đo nhịp tim bằng cảm biến MAX30100 và máy đo ôxy

Trong cảm biến MAX30100, IR đóng vai trò cảm nhận nhịp tim trên ngón tay [8]. Hình 3 là biểu đồ nhịp tim được đo theo thời gian bằng cảm biến MAX30100. Hình 3 cho thấy xung đo được nằm trong phạm vi tiêu chuẩn được đưa ra bởi [10], trong khoảng 60-100 BPM. Giá trị BPM không ổn định là do tim liên tục bơm máu đi khắp cơ thể. Sự chuyển động nhanh liên tục của máu trong cơ thể khiến sóng hồng ngoại trở nên không ổn định. Đo xung nhịp bằng cảm biến MAX30100 với máy đo

ôxy tạo ra tỷ lệ lỗi là 1.027%. Những kết quả này chỉ ra rằng cảm biến dùng để đo nhịp tim là có thể sử dụng để xây dựng ứng dụng y tế.

Đo độ bão hòa ôxy cần cả IR và LED để cảm nhận lưu lượng máu trong động mạch. Hình 4 cho thấy độ bão hòa ôxy theo thời gian sử dụng cảm biến MAX30100. Xung đo được nằm ở giá trị dung sai được đưa ra bởi [10], trong khoảng 95-100%. Các phép đo độ bão hòa ôxy trên cảm biến MAX30100 và máy đo ôxy cho thấy độ bão hòa ôxy là 96% trên cả hai thiết bị.



Hình 4. So sánh giữa phép đo ôxy bằng cảm biến MAX30100 và máy đo ôxy

3.3. Đo nhịp tim và lượng ôxy trong máu bằng MAX30100

Hệ thống sử dụng phương pháp hấp thụ quang học để đo nhịp tim và nồng độ ôxy trong máu, được đo bằng cảm biến MAX30100.

Để đo nhịp tim, cảm biến này phát hiện những thay đổi trong khả năng hấp thụ ánh sáng khi ánh sáng đi qua động mạch, phản ánh sự dao động của lưu lượng máu do nhịp tim gây ra. Tín hiệu thu được có thể lọc ra các thành phần không đồng bộ và chỉ giữ lại các thành phần được đồng bộ với nhịp tim, cung cấp thông tin nhịp tim chính xác mà không ảnh hưởng đến tuần hoàn máu.

Để đo nồng độ ôxy trong máu, cảm biến hoạt động dựa trên phép đo quang phổ kế và đo xung động kế. Đo quang phổ đo khả năng hấp thụ ánh sáng của Hemoglobin (Hb) và Oxyhemoglobin (HbO2) ở hai bước sóng khác nhau là ánh sáng đỏ (660nm) và ánh sáng hồng ngoại (905nm). Đo ôxy bằng xung đo lường sự thay đổi trong sự hấp thụ ánh sáng qua mô, thay đổi theo chu kỳ với sự thay đổi thể tích máu giữa tâm thu và tâm trương.

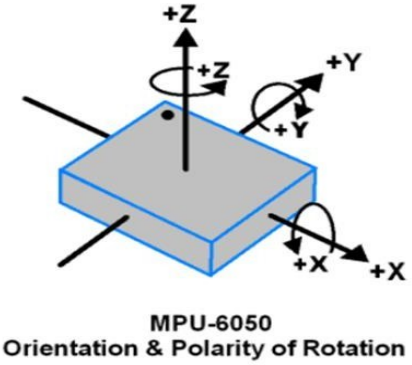
Hình 5. Cảm biến nhịp tim quang học (PPG) trên đồng hồ thông minh

3.4. Đặc tính của MPU6050

Cảm biến MPU6050 là một tiến bộ đáng kể về cảm biến gia tốc. Với cảm biến ba trục cho cả hai loại chuyển động, nó mang lại độ chính xác và độ ổn định cao. Giao tiếp qua I2C hoặc SPI, MPU6050 linh hoạt để tích hợp vào các hệ thống khác nhau. Với chế độ tiết kiệm năng lượng, nó duy trì hiệu suất cao và thời lượng pin tối ưu, khiến nó trở nên lý tưởng cho các thiết bị di động và sử dụng năng lượng thấp. MPU6050 không chỉ được sử dụng trong các ứng dụng công nghiệp mà còn đóng vai trò là công cụ thiết yếu cho các sản phẩm tiêu dùng thông minh, đặc biệt là trong các ứng dụng nhận dạng chuyển động và đếm bước.

Cảm biến MPU6050 tích hợp gia tốc kế và con quay hồi chuyển. Gia tốc kế đo gia tốc dọc theo ba trục (X, Y, Z) bằng nguyên lý gia tốc kế điện dung MEMS. Nó sử dụng các cảm biến điện dung được gắn trên đế đàn hồi. Khi cảm biến chịu tác dụng của gia tốc, chất liệu đàn hồi sẽ di chuyển theo hướng gia tốc, làm thay đổi điện dung.

Con quay hồi chuyển 3 trục: MPU6050 bao gồm con quay hồi chuyển 3 trục sử dụng công nghệ Hệ thống vi cơ điện tử (MEMS). Nó được sử dụng để phát hiện vận tốc quay dọc theo trục X, Y và Z, như minh họa trong hình 6.



Hình 6. Con quay hồi chuyển 3 trục

3.5. Phát hiện té ngã với cảm biến MPU6050

Sau đây là cách mà thuật toán té ngã của chúng tôi được xây dựng:

Đầu tiên, các giá trị đo được gửi lại từ MPU6050 sẽ được chuẩn hóa để có cùng phạm vi giá trị. Sử dụng công thức Py-ta-go để tính độ lớn của vectơ gia tốc. Tính toán tương tự với độ lớn của các góc quay theo công thức (2) và (3) dưới đây:

$$\text{Thay đổi gia tốc} = \sqrt{gx^2+gy^2+gz^2} \quad (2)$$

$$\text{Thay đổi góc} = \sqrt{ax^2+ay^2+az^2} \quad (3)$$

trong đó ax, ay, az lần lượt là các giá trị vectơ chuẩn hóa của gia tốc kế x, y và z. Gx, gy, gz lần lượt là các giá trị vectơ chuẩn hóa của con quay hồi chuyển x, y và z.

Tiếp theo, khi các mốc giá trị của độ lớn vectơ gia tốc đạt đến ngưỡng đặt ra dựa trên nghiên cứu của Ziad Tarik Al-Dahan [2], chúng ta sẽ chuyển sang xét giá trị độ lớn của các góc quay. Nếu độ lớn của góc quay thay đổi so với ngưỡng té ngã và sau đó giữ nguyên thì đặt cờ báo té ngã thành 1. Cờ té ngã sẽ được đặt thành 1 cho đến khi giá trị cảnh báo té ngã được gửi qua giao thức HTTP thì cờ được đặt trả về 0.

Ngưỡng được xác định bằng cách liên tục đo chuyển động của cơ thể khi ngã. Những giá trị ngưỡng này có thể khác nhau tùy theo từng người do đặc điểm chiều cao và cân nặng.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Kết quả thiết kế hệ thống

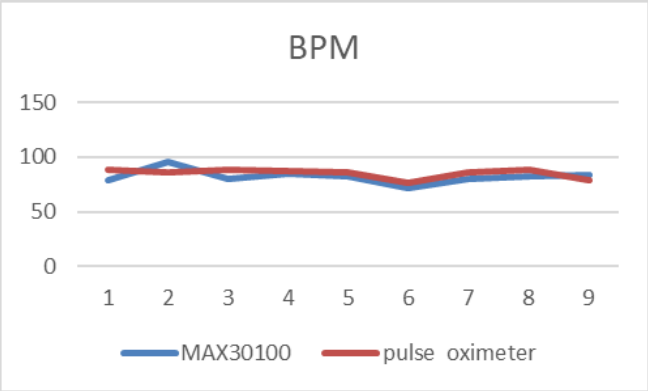
Hình 1. Kết quả thiết kế hệ thống

Hình 9 là sản phẩm sau khi hoàn thiện thiết kế, sản phẩm đáp ứng được các tiêu chí cơ bản của một thiết bị đeo như nhỏ gọn, trọng lượng nhẹ, thời lượng pin tốt. Sản phẩm vận hành đúng theo thiết kế hệ thống.

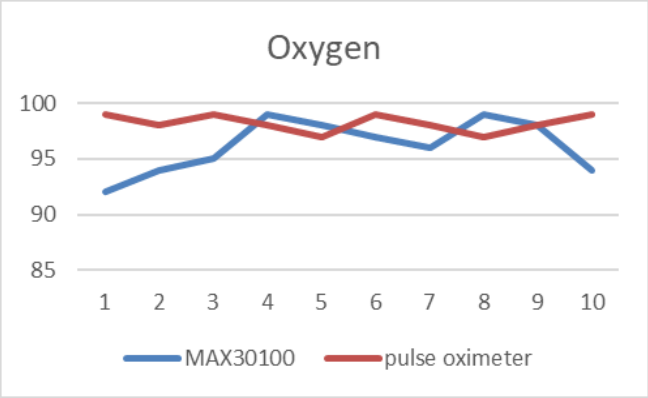
4.2. Đánh giá kết quả nhịp tim và nồng độ ôxy trong máu

Kết quả của dữ liệu này là một trong những quá trình kiểm tra kết quả đo được thực hiện tại phòng thí nghiệm với sự tham gia của chúng tôi và các tình nguyện viên có các chỉ số sinh lý khác nhau. Các kết quả đo được chỉ là kết quả được thực hiện trong phòng thí nghiệm. Để so sánh độ chính xác của kết quả về nồng độ ôxy, nhịp tim được đọc bởi cảm biến, để so sánh chúng tôi sử dụng máy đo nồng độ ôxy, nhịp tim chuyên dụng, đây là công cụ đo nồng độ ôxy đã được chứng minh là chính xác. Việc thu thập dữ liệu về nồng độ ôxy được phân biệt dựa trên sự thay đổi độ tuổi và mỗi thử nghiệm được thực hiện 10 lần cho mỗi người để có được giá trị chính xác về nồng độ ôxy. Trong thử nghiệm, cảm biến MAX30100 được đặt ở ngón cái bên phải và máy đo chuyên dụng được đặt ở ngón cái bên trái. Vị trí của cảm biến và máy đo chuyên dụng nằm trên ngón tay cái, vì diện tích bề mặt của ngón cái rộng hơn các ngón khác nên việc đọc nồng độ ôxy được cho là sẽ chính xác hơn. Hình 10 và 11 là kết quả test cảm biến MAX30100.

Khi thử nghiệm cảm biến MAX30100 và máy đo chuyên dụng, phải mất khoảng 30-60 giây để có kết quả dữ liệu chính xác. Kết quả thử nghiệm với cảm biến MAX30100 được hiển thị trên màn hình OLED và ứng dụng android. Kết quả kiểm tra chỉ số nồng độ ôxy và chỉ số nhịp tim được kiểm tra 10 lần và kết quả chỉ ra có tỷ lệ phần trăm lỗi trung bình là 2.83% với nồng độ ôxy và 6,16% đối với nhịp tim, nghĩa là độ chính xác của cảm biến là 97.17% và 93.84%, với độ chính xác của cảm biến cao cho thấy chất lượng cảm biến MAX30100 là tốt trong việc đo nồng độ ôxy và nhịp tim trong cơ thể con người. Sai số xuất hiện có thể do một số yếu tố như ngón tay bẩn hoặc ánh sáng bên ngoài có thể ảnh hưởng đến kết quả đọc của cảm biến MAX30100.



Hình 2. So sánh kết quả nhịp tim



Hình 3. So sánh kết quả nồng độ ôxy

4.3. Đánh giá kết quả cảnh báo té ngã

Dựa trên nghiên cứu của Ziad Tarik Al-Dahan [2], chúng tôi đã sao chép trên hệ thống của mình với các điều kiện trên. Chúng tôi đã thực hiện thử nghiệm trên điều kiện tương tự và kết quả cảnh báo té ngã như bảng 1.

Bảng 1. Kết quả cảnh báo té ngã

Trường hợp	Kết quả cảnh báo té ngã				
Đi bộ trên đường gồ ghề	0	0	0	0	0
Đi bộ với tốc độ nhanh	0	0	0	0	0
Bước lên bậc thang	1	0	0	1	0
Phát hiện sắp té ngã	1	0	1	1	1
Phát hiện té ngã	1	1	1	1	0

Như kết quả ở bảng 1 cho thấy, thuật toán phát hiện té ngã hiện nay vẫn còn nhiều khuyết điểm về điều kiện và ngưỡng kích hoạt các giá trị. Điều này có thể khắc phục bằng cách sử dụng bộ lọc thông thấp để loại bỏ nhiễu tần số cao, sau đó tìm kiếm các đỉnh và đáy trong tín hiệu được lọc. Có thể cần có các yêu cầu bổ sung để loại bỏ kết quả té ngã sai.

Những kết quả này chứng tỏ sự nỗ lực giảm bớt tài nguyên và tính toán so với việc cố gắng để dự đoán tất cả các trường hợp có thể xảy ra. Khi đó, các thuật toán được đề xuất rất đơn giản vì nó sử dụng một cảm biến đơn giản (đo góc) và chương trình tính toán vận tốc góc và gia tốc.

5. Kết luận

Bài báo này trình bày một hệ thống theo dõi sức khỏe tích hợp ứng dụng theo dõi các chỉ số sức khỏe theo thời gian thực. Một trong những yêu cầu chính của hệ thống này là tính đơn giản, tiện lợi và chi phí thấp, giúp nhiều người dùng có thể tiếp cận nó. Hệ thống có thể kết hợp các cảm biến sức khỏe bổ sung và được tối ưu hóa hơn nữa để nâng cao hiệu quả và độ chính xác của các phép đo.

Lời cảm ơn

Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ cho nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

[1] A.N. Costrada, A.G. Arifah, I.D. Putri, I.K.A.S. Sawita, H. Abubakar, M. Djamal. (2022). Design of Heart Rate, Oxygen Saturation, and Temperature Monitoring System for Covid-19 Patient Based on Internet of Things (IoT). *Jurnal Ilmu Fisika | Universitas Andalas*, 14(1), 54-63.

[2] Z.T. Al-Dahan, N.K. Bachache, L.N. Bachache. (2016). Design and Implementation of Fall Detection System Using MPU6050 Arduino. *Inclusive Smart Cities and Digital Health. ICOST 2016. Lecture Notes in Computer Science*, 9677, pp 180-187.

[3] A. Jefiza, E. Pramunanto, H. Boedinoegroho, M.H. Purnomo. (2017). Fall detection based on accelerometer and gyroscope using back propagation. *4th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, pp. 1-6.

[4] , B. Siregar, U. Andayani, R.P. Bahri, Seniman, F. Fahmi. (2018). Real-time monitoring system for elderly people in detecting falling movement using accelerometer and gyroscope. *Journal of Physics: Conference Series*, 978, 012110.

[5] M.S. Al-Kahtani, F. Khan, W. Taekeun. (2022). Application of Internet of Things and Sensors in Healthcare. *Sensors*, 22(15), 5738.

[6] S. Usha, G. Jeevitha, M. Logesh, M. Karthik, M. Kaviyaa, S.S. Prasanth. (2023). IoT based Integrated Health Care Monitoring System. *4th International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC)*, pp. 353-358.

[7] A.I. Siam et al. (2023). Portable and Real-Time IoT-Based Healthcare Monitoring System for Daily Medical Applications. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 10(4), 1629-1641.

[8] R. Strogonov. (2017). Implementing pulse oximeter using MAX30100. https://morf.lv/implementing-pulse-oximeter-using-max30100, 2017 (accessed 10 March 2024).

[9] V. Chan, S. Underwood. (2012). A Single-Chip Pulsoximeter Design Using the MSP430. Application Report, Texas Instruments, SLAA274B, 2012. https://www.ti.com/lit/pdf/slaa274 (accessed 22 March 2024).

[10] J. Gibson. (2013). Fisiologi & Anatomi Modern untuk Perawat. *EGC*.