

Implementation of an Office Chair with Warning Function on Abnormal Health Using IoT Technology

Chi-Ngon Nguyen^{1*}, Huynh Thanh Tam², Nguyen Trung Hieu¹,
Nguyen Duc Hoa¹, Chanh-Nghiem Nguyen¹

¹Can Tho University, Vietnam

²An Giang Vocational College, Vietnam

* Corresponding author. Email: ncngon@ctu.edu.vn

ARTICLE INFO

Received: 15/12/2021
Revised: 30/12/2021
Accepted: 21/2/2022
Published: 28/4/2022

KEYWORDS

3-axis acceleration sensor;
IoT technology;
Health monitoring;
Load cell;
Micro-controller.

ABSTRACT

In modern society, workload makes more and more pressure to any office workers that obliges them sitting long time on chairs, leading to many health risks. This study proposes a solution to integrate the IoT (Internet of Things) technology into an office chair, so called IoT-chair. An IoT module measures the movements of workers and send data to a computer via WiFi connection. That data includes the weight of worker and the 3-axis acceleration provided by sensors. A feedforward neural network is trained to estimate the health status. When the worker does not move continuously for more than 3 minutes, the IoT-chair considers that is an abnormal situation and send a SOS message to an assistant. In addition, the IoT-chair can also make audible remind when the worker sitting longer than 45 minutes. Experimental results on some scenarios show that the ability to remind of long sitting conditions reaches 100% accuracy, and the ability to detect and warn abnormal health conditions reaches 82% accuracy. Experiments also show that it is possible to complete this product for a wide range of applications.

Chế Tạo Ghế Văn Phòng Có Chức Năng Cảnh Báo Tình Trạng Sức Khỏe Bất Thường Dùng Công Nghệ IoT

Nguyễn Chí Ngôn^{1*}, Huỳnh Thành Tâm², Nguyễn Trung Hiếu¹,
Nguyễn Đức Hòa¹, Nguyễn Chánh Nghiệm¹

¹Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam

²Trường Cao Đẳng nghề An Giang, Việt Nam

*Tác giả liên hệ. Email: ncngon@ctu.edu.vn

THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận bài: 15/12/2021
Ngày hoàn thiện: 30/12/2021
Ngày chấp nhận đăng: 21/2/2022
Ngày đăng: 28/4/2022

TỪ KHÓA

Cảm biến trọng lực;
Công nghệ IoT;
Cảm biến gia tốc 3-trục;
Theo dõi sức khỏe;
Vi điều khiển.

TÓM TẮT

Áp lực công việc trong xã hội hiện đại có khuynh hướng buộc cán bộ văn phòng phải ngồi suốt trên ghế, dẫn đến nhiều hệ lụy về sức khỏe. Nghiên cứu này đề xuất một giải pháp tích hợp công nghệ IoT (Internet of Things) lên ghế văn phòng, gọi tắt là ghế IoT. Mô-đun IoT ESP8266 sẽ thu thập các cử động của người ngồi và gửi dữ liệu về máy tính qua kết nối WiFi. Dữ liệu này gồm trọng lượng và gia tốc 3-trục, do các cảm biến cung cấp. Một mạng nơ-ron truyền thẳng nhiều lớp sẽ ước lượng tình trạng sức khỏe của người ngồi, dựa trên các dữ liệu đó. Nếu người ngồi không cử động liên tục trong hơn 3 phút, hệ thống sẽ gửi tin nhắn SOS cho người hỗ trợ. Nếu một người khỏe mạnh ngồi trên ghế lâu hơn 45 phút, hệ thống sẽ nhắc nhở vận động bằng âm thanh. Kết quả thực nghiệm trên nhiều kịch bản cho thấy khả năng nhắc nhở tình trạng ngồi lâu đạt độ chính xác 100% và khả năng phát hiện, cảnh báo tình trạng sức khỏe bất thường đạt độ tin cậy 82%. Thực nghiệm cũng cho thấy khả năng hoàn thiện sản phẩm này cho mục tiêu ứng dụng rộng rãi là hoàn toàn khả thi.

Doi: <https://doi.org/10.54644/jte.69.2022.1082>

Copyright © JTE. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium for non-commercial purpose, provided the original work is properly cited.

1. Giới thiệu

Các nghiên cứu về sức khỏe đã chỉ ra rằng khi một người ngồi làm việc trong thời gian dài mà không đứng lên và đi lại sẽ tiềm ẩn nhiều rủi ro về sức khỏe [1,2]. Mặc dù vậy, thực tế cho thấy với áp lực công việc ngày càng cao, nhóm cán bộ văn phòng có khuynh hướng cố gắng hoàn thành và chú tâm vào công việc nên thường quên đi việc cần đứng lên để vận động. Hậu quả lâu dài của việc này dẫn đến các bệnh về cơ, khớp [3] và làm tăng nguy cơ béo phì và các bệnh về huyết áp [2], tiềm ẩn nguy cơ đột quỵ cao [4]. Các nghiên cứu cũng cho thấy các bệnh về tiêu hóa, tim mạch và huyết khối tĩnh mạch sâu có nguyên nhân từ tư thế ngồi lâu, trong thời gian dài [5]. Rõ ràng nhóm cán bộ văn phòng, nhất là cán bộ lãnh đạo lớn tuổi phải đối mặt với nhiều rủi ro. Đặc biệt, trong trường hợp xấu, thực tế cho thấy đã có nhiều người bị đột quỵ ngay trong văn phòng. Theo Tổ chức y tế thế giới WHO, hàng năm có khoảng 17 triệu người chết vì các cơn đau tim và đột quỵ [6]. Việc cấp cứu người bị đột quỵ cần hết sức khẩn trương, đặc biệt trong khoảng 3 giờ đầu tiên sau cơn đột quỵ gọi là “giờ vàng” [7]. Vì vậy, việc theo dõi để phát hiện kịp thời tình trạng sức khỏe bất thường của cán bộ văn phòng, nhất là rủi ro đột quỵ là chủ đề nghiên cứu nhạy cảm, khó khăn và thách thức lớn cho các nhà khoa học. Nhiều nghiên cứu đã phát triển các thiết bị giám sát tình trạng sức khỏe con người. Các nghiên cứu này, nhìn chung được chia làm 2 nhóm sử dụng các kỹ thuật đo tiếp xúc và không tiếp xúc.

Đối với các nghiên cứu dùng kỹ thuật đo tiếp xúc, về nguyên tắc, các cảm biến được bố trí trên tay vịn và lưng ghế để đo đạc trực tiếp các thông số sinh học của người ngồi. Dựa vào kết quả phân tích các thông số sinh học này, hệ thống sẽ kết luận tình trạng sức khỏe của người đó. Trong nghiên cứu [3], các tác giả đã lắp đặt một mạch IoT (Internet of Things) với 3 cảm biến lực được dán trên lưng ghế và 2 tay vịn. Nghiên cứu này chủ yếu là phát hiện có người ngồi làm việc trên ghế và đếm thời gian họ ngồi. Nếu người đó ngồi lâu hơn khoảng thời gian định trước, mạch IoT sẽ kích hoạt cơ chế cảnh báo và nhắc nhở người ngồi cần đứng lên để vận động. Trong nghiên cứu [4, 8-10], các cảm biến nhiệt độ cơ thể, nhịp tim, trọng lượng và huyết áp được các tác giả tích hợp vào ghế IoT. Giải thuật kiểm soát sẽ phân tích các thông số sinh học cơ thể để chẩn đoán tình trạng sức khỏe của người được theo dõi và truyền dữ liệu đến các đơn vị liên quan qua internet. Việc bố trí nhiều cảm biến trên ghế IoT để tiếp xúc trực tiếp lên cơ thể người ngồi, nhằm đo đạc chính xác các thông số sinh học như các nghiên cứu [3, 4, 8-10] sẽ gây ra tâm lý không thoải mái cho người sử dụng. Do đó, khả năng cao là ghế IoT với cảm biến được bố trí chằng chịt sẽ không thể áp dụng được trong văn phòng, vì theo tâm lý chung, nhiều người không muốn phơi bày sự riêng tư này, nhất là tình trạng phải đo đạc nhiều thông số như trong bệnh viện.

Để không phải bố trí nhiều cảm biến đo thông số sinh học trực tiếp như trên, một số nghiên cứu đã sử dụng kỹ thuật đo không tiếp xúc. Chẳng hạn, trong nghiên cứu [11], các tác giả đã phát triển cơ chế tự động thay đổi tư thế người ngồi bằng cách dịch chuyển cơ cấu khung ghế, thông qua việc kiểm soát các động cơ servo. Nghiên cứu này hữu ích cho việc giảm nguy cơ các bệnh về xương, khớp nhưng không có nhiều tác dụng cho các nguy cơ về tim, mạch. Các nghiên cứu [12, 13] đã sử dụng kỹ thuật xử lý ảnh để theo dõi tình trạng té ngã. Tuy nhiên, có nhiều vị trí không thể hoặc không nên lắp đặt camera. Một hướng nghiên cứu dựa theo hành vi sinh hoạt của người cao tuổi trong gia đình theo thời gian thực đã được đề xuất trong [14]. Nghiên cứu này sử dụng cảm biến vị trí, kết hợp với thông tin thời gian thực để xác định hành vi sinh hoạt bất thường theo khung thời gian trong ngày, để gửi thông tin cảnh báo cho người chăm sóc. Một số nghiên cứu hướng đến việc phát hiện tình trạng té ngã dùng gia tốc kế [15, 16], hay lợi dụng các cảm biến gia tốc sẵn có trên các điện thoại thông minh [17, 18]. Hạn chế cơ bản của các nghiên cứu dùng thiết bị đeo trong [14-18] là người được theo dõi có thể tháo thiết bị làm mất tác dụng của nó. Ngoài ra, các sản phẩm này chỉ phù hợp để theo dõi sức khỏe của người cao tuổi, ở nhà mà không phù hợp để sử dụng trong các văn phòng làm việc.

Nghiên cứu này nhằm xây dựng mô hình ghế theo dõi sức khỏe dùng công nghệ IoT, gọi tắt là ghế IoT. Ghế có lắp đặt ẩn các cảm biến dưới mặt và trên lưng ghế. Khi người ngồi làm việc bình thường, thiết bị sẽ đếm thời gian. Nếu quá 45 phút mà người này không đứng lên, thì thiết bị sẽ phát âm thanh nhắc nhở vận động bằng âm thanh. Nếu người ngồi bất động một khoảng thời gian nhất định, thiết bị sẽ gửi tin nhắn yêu cầu giúp đỡ. Mục tiêu cơ bản của nghiên cứu là đánh giá giải pháp phát triển mô hình ghế IoT với chức năng nhắc nhở vận động và phát hiện nguy cơ bất thường về sức khỏe của nhân viên văn phòng, nhờ theo dõi cử động của họ bằng cảm biến gia tốc kết hợp với mạng nơ-ron nhân tạo.

Nội dung còn lại của bài báo được cấu trúc như sau: Phần 2 trình bày về giải pháp xây dựng ghế IoT; Phần 3 trình bày kết quả thực nghiệm; Cuối cùng, phần 4 là kết luận của bài báo.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Định nghĩa bài toán

Giả thiết: Một người khỏe mạnh ngồi trên ghế văn phòng, họ sẽ có những cử động nhất định, làm ghế dịch chuyển mà cảm biến gia tốc gắn trên đó sẽ cho tín hiệu có biên độ trong một khoảng nhất định. Khi người này mệt mỏi dẫn đến ngủ trong văn phòng, nhất là nhóm cán bộ làm việc một mình trong phòng, hạn chế giao tiếp hoặc tình huống xấu là ngất xỉu, hay đột quỵ trên ghế thì cử động của họ sẽ rất nhỏ, làm cho cảm biến gia tốc gắn trên lưng ghế sẽ cho tín hiệu có biên độ nhỏ hơn mức bình thường.

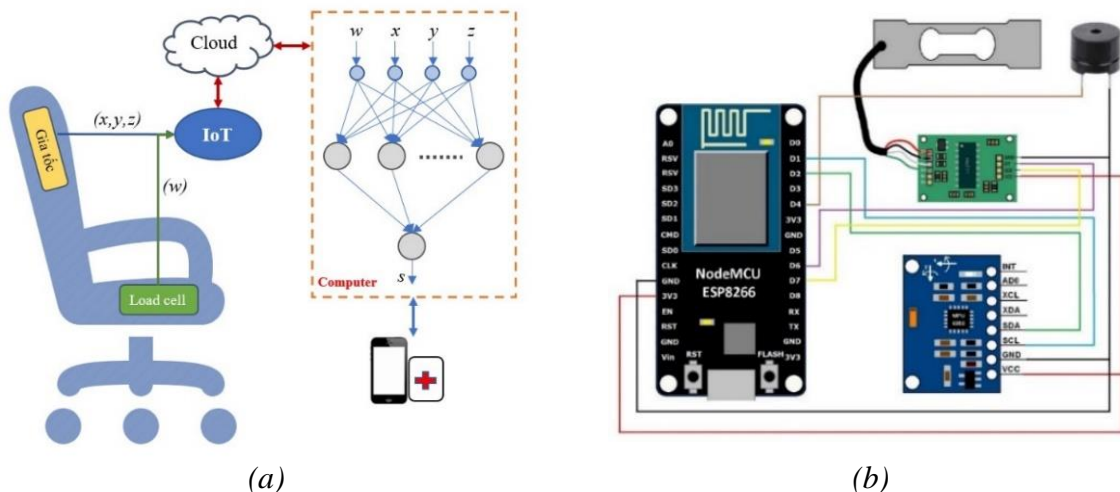
Định nghĩa tình trạng sức khỏe bất thường: Khi người ngồi trên ghế IoT không cử động hoặc cử động rất nhỏ liên tục trong thời gian 3 phút được hiểu là tình trạng sức khỏe bất thường, cần hỗ trợ.

Định nghĩa bài toán nhận dạng trạng thái bất thường: Khi có người ngồi trên ghế IoT, cảm biến trọng lực (load cell) được lắp dưới mặt ghế cho ra giá trị w và cảm biến gia tốc được lắp ở lưng ghế cho ra giá trị gia tốc 3-trục (x, y, z). Mô-đun IoT sẽ truyền bộ dữ liệu $p = [w, x, y, z]$ về máy tính thông qua kết nối WiFi. Trên máy tính, một mạng nơ-ron nhân tạo đã huấn luyện sẽ tiếp nhận dữ liệu vào p để nhận diện trạng thái sức khỏe s của người đó, như minh họa trên Hình 1a. Phần mềm cảnh báo trên máy tính sẽ đánh giá cấp giá trị ($time, s$), với $time$ là thời gian thực do máy tính cung cấp, để quyết định kích hoạt chế độ gửi tin nhắn SOS hay phát âm thanh cảnh báo tình trạng ngồi quá lâu trên ghế.

2.2. Thiết kế ghế IoT

Ghế IoT trong nghiên cứu này có phần cứng được thiết kế khá đơn giản. Mô-đun ESP8266 [19] được sử dụng để đọc mô-đun cảm biến gia tốc MPU6050 [20] tích hợp trên lưng ghế văn phòng thông thường và đọc thông tin từ cảm biến trọng lực Mavin N2 [21] được lắp dưới mặt ghế, thông qua mô-đun chuyển đổi tín hiệu ADC HX711, như sơ đồ Hình 1b. Các mô-đun này đã được xây dựng hoàn thiện với chuẩn giao tiếp I2C [22] phù hợp nhau. Do đó, việc ghép nối các mô-đun này cho mục tiêu ứng dụng của nghiên cứu là khá thuận lợi. Ngoài ra, mạch IoT chỉ đảm nhiệm việc đọc tín hiệu w từ cảm biến trọng lực và tín hiệu 3-trục (x, y, z) từ cảm biến gia tốc để truyền về máy tính.

Mô-đun ESP8266 và cảm biến gia tốc MPU6050 cùng được tích hợp dễ dàng vào lưng ghế. Tuy nhiên, việc bố trí cảm biến trọng lực Mavin N2 phức tạp hơn, vì cần được thiết kế và gia công đủ chắc chắn để tải được trọng lượng lên đến 100 Kg. Cảm biến trọng lực được bố trí giữa 2 đế kim loại. Đế dưới được gắn cố định vào khung ghế và đế trên được bắt cố định vào mặt ghế, như Hình 2a.



Hình 1. Minh họa (a): Nguyên lý chung của ghế IoT; (b): Mạch IoT

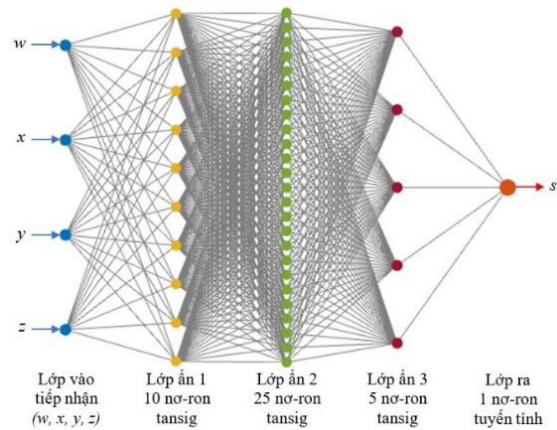
2.3. Thu thập dữ liệu

Việc thu thập dữ liệu có vai trò quan trọng trong huấn luyện mạng nơ-ron nhận dạng tình trạng sức khỏe bất thường của người ngồi trên ghế IoT. Nghiên cứu này bố trí 4 dạng thí nghiệm ứng với 4 tình huống giả định, để thu thập dữ liệu (w, x, y, z), truyền về máy tính. Tập hợp các bộ dữ liệu (w, x, y, z) và

trạng thái sức khỏe s tương ứng, được dùng làm tập dữ liệu huấn luyện mạng nơ-ron. Các tình huống (TH) giả lập để thu thập dữ liệu bao gồm:



(a)



(b)

Hình 2. (a): Thi công cơ cấu cảm biến trọng lực; (b): Cấu trúc 4 lớp của mạng ứng dụng

- TH1: Để ghế IoT trống, thu thập dữ liệu (w, x, y, z) và gán $s=0$;
- TH2: Bố trí người ngồi làm việc bình thường, thu thập (w, x, y, z) và gán $s=0$;
- TH3: Người ngồi không cử động giả lập ngủ hay ngất, thu thập (w, x, y, z) và gán $s=1$;
- TH4: Đặt các túi xách trên ghế IoT, thu thập (w, x, y, z) và gán $s=0$.

Trong đó, $s = 1$ là trạng thái cần cảnh báo và $s = 0$ là trạng thái bình thường, không cảnh báo. Tập hợp các bộ dữ liệu (w, x, y, z) và (s) để tạo tập dữ liệu (P, T) dùng để huấn luyện mạng nơ-ron, với P là ma trận dữ liệu vào và T là véc tơ trạng thái ngõ ra mong muốn, được tổ chức như sau:

$$P = [w_i / 100, x_i / 300, y_i / 300, z_i / 300]^T; i = 1, 2, \dots, N \quad (1)$$

$$T = [s_i]; i = 1, 2, \dots, N \quad (2)$$

Việc chia các giá trị (w, x, y, z) cho các hệ số trong (1) chỉ là thủ thuật để chuẩn hóa dữ liệu về khoảng giá trị $(0, 1)$ để giải thuật huấn luyện dễ hội tụ. Thí nghiệm được thực hiện trên 30 tình nguyện viên có trọng lượng dao động từ 42,5 kg đến 84 kg, tham gia các tình huống TH3 và TH4, để thu thập dữ liệu.

Bảng 1. Khảo sát cấu trúc mạng

Loại	Cấu trúc	MSE
Mạng truyền thẳng 2 lớp	[4-10-1]	0,0063
	[4-15-1]	0,0042
	[4-20-1]	0,0056
	[4-25-1]	0,0097
Mạng truyền thẳng 3 lớp	[4-20-10-1]	0,0031
	[4-20-15-1]	0,0033
	[4-10-15-1]	0,0741
	[4-10-20-1]	0,0926
	[4-25-10-5-1]	0,0008
Mạng truyền thẳng 4 lớp	[4-20-10-5-1]	0,0006
	[4-10-15-5-1]	$3,21 \times 10^{-5}$
	[4-10-20-5-1]	$5,01 \times 10^{-6}$
	[4-10-25-5-1]	$2,78 \times 10^{-7}$
	[4-10-30-5-1]	$4,33 \times 10^{-5}$

2.4. Xây dựng mạng nơ-ron

2.4.1. Cấu trúc mạng

Mạng nơ-ron truyền thẳng nhiều lớp được lựa chọn để áp dụng trong nghiên cứu này, vì khả năng nhận dạng tốt các mối quan hệ phi tuyến của nó [23]. Cấu trúc mạng được khảo sát bằng cách thay đổi số lớp ẩn và số nơ-ron trên các lớp ẩn, như trình bày ở Bảng 1. Tiêu chuẩn lựa chọn là giá trị *mse* (*mean squared error*) nhỏ nhất sau quá trình huấn luyện trên tập dữ liệu (P, T) trong 1.000 thời kỳ (epochs). Giải thuật huấn luyện được áp dụng là Levenberg-Marquardt [24], sẽ được trình bày ở phần sau. Mặc dù kết quả khảo sát ở Bảng 1 là chưa tối ưu, song kết quả này cũng giúp cho nghiên cứu chọn lựa được một cấu trúc mạng 4 lớp [4–10–25–5–1] cho ứng dụng, như minh họa trên Hình 2b.

2.4.2. Huấn luyện mạng

Giải thuật Levenberg-Marquardt dùng để huấn luyện mạng nơ-ron trong phần này được thực hiện dựa theo [25]. Xét một mạng nơ-ron truyền thẳng M lớp, ta ký hiệu a là ngõ ra, w là trọng số kết nối, b là ngưỡng kích hoạt và f là hàm kích hoạt của nơ-ron. Giải thuật huấn luyện mạng nhằm tìm mối tương quan của các cặp dữ liệu ngõ vào, ngõ ra tương ứng $\{(p_1, t_1), (p_2, t_2), \dots, (p_Q, t_Q)\}$, với cặp (p_q, t_q) là giá trị ngõ vào của mạng và giá trị ngõ ra mong muốn thứ q . Chỉ số hiệu suất huấn luyện được xác định bởi:

$$V = \frac{1}{2} \sum_{q=1}^Q (t_q - a_q^M)^T (t_q - a_q^M) = \frac{1}{2} \sum_{q=1}^Q e_q^T e_q \quad (3)$$

với a_q^M là ngõ ra của mạng tương ứng khi ngõ vào thứ q là p_q tác động và $e_q = t_q - a_q^M$ là sai số giữa ngõ ra thứ q và giá trị mong muốn. Với giải thuật truyền ngược tiêu chuẩn, chỉ số hiệu suất huấn luyện (3) được xấp xỉ là:

$$\hat{V} = \frac{1}{2} e_q^T e_q \quad (4)$$

Công thức cập nhật mạng theo giải thuật gradient descent như sau:

$$w^{k+1}(i, j) = w^k(i, j) - \eta \frac{\partial \hat{V}}{\partial w^k(i, j)} \quad (5)$$

$$b^{k+1}(i) = b^k(i) - \eta \frac{\partial \hat{V}}{\partial b^k(i)} \quad (6)$$

với $\eta \in (0, 1)$ là hệ số học. Định nghĩa gradient (mức độ biến thiên) của hàm hiệu suất huấn luyện nơ-ron thứ i trên lớp thứ k là:

$$\delta^k(i) \equiv \frac{\partial \hat{V}}{\partial n^k(i)} \quad (7)$$

Khi đó, các gradient trong (5) và (6) có thể được tính như sau:

$$\frac{\partial \hat{V}}{\partial w^k(i, j)} = \frac{\partial \hat{V}}{\partial n^k(i)} \cdot \frac{\partial n^k(i)}{\partial w^k(i, j)} = \delta^k(i) a^{k-1}(j) \quad (8)$$

$$\frac{\partial \hat{V}}{\partial b^k(i)} = \frac{\partial \hat{V}}{\partial n^k(i)} \cdot \frac{\partial n^k(i)}{\partial b^k(i)} = \delta^k(i) \quad (9)$$

Từ giải thuật lan truyền ngược gradient descent trên, giải thuật Levenberg-Marquardt [26] được sử dụng để cải thiện tốc độ hội tụ, thông qua việc xấp xỉ phương pháp Newton trong bài toán tìm điểm cực trị của hàm số. Giả sử ta có hàm $V(x)$ cần tìm cực trị theo x , thì phương pháp Newton phát biểu như sau:

$$\Delta x = -[\nabla^2 V(x)]^{-1} \nabla V(x) \quad (10)$$

trong đó, $\nabla^2 V(x)$ là ma trận Hessian và $\nabla V(x)$ là gradient.

Nếu $V(x)$ là tổng bình phương sai số tương ứng cho hàm (4), thì:

$$V(x) = \sum_{i=1}^N e_i^2(x) \quad (11)$$

Khi đó ta có:

$$\nabla V(x) = J^T(x)e(x) \quad (12)$$

$$\nabla^2 V(x) = J^T(x)J(x) + S(x) \quad (13)$$

trong đó, $J(x)$ là ma trận Jacobian:

$$J(x) = \begin{bmatrix} \frac{\partial e_1(x)}{\partial x_1} & \frac{\partial e_1(x)}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial e_1(x)}{\partial x_n} \\ \frac{\partial e_2(x)}{\partial x_1} & \frac{\partial e_2(x)}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial e_2(x)}{\partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial e_N(x)}{\partial x_1} & \frac{\partial e_N(x)}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial e_N(x)}{\partial x_n} \end{bmatrix} \quad (14)$$

và

$$S(x) = \sum_{i=1}^N e_i(x) \nabla^2 e_i(x) \quad (15)$$

Theo phương pháp Gauss-Newton, giả sử $S(x) \approx 0$ và cập nhật vào (10), ta được:

$$\Delta x = [J^T(x)J(x)]^{-1} J^T(x)e(x) \quad (16)$$

Giải thuật Levenberg-Marquardt được cải tiến từ giải thuật Gauss-Newton như sau:

$$\Delta x = [J^T(x)J(x) + \mu I]^{-1} J^T(x)e(x) \quad (17)$$

trong đó, tham số thích nghi μ sẽ được nhân với hệ số β khi $V(x)$ tăng sau mỗi bước huấn luyện. Ngược lại, μ sẽ được chia cho β khi $V(x)$ giảm. Cơ chế này cho phép giải thuật hội tụ nhanh và ổn định [25]. Khi đó công thức cập nhật mạng (5), (6) của giải thuật gradient descent được cải tiến thành:

$$w^{k+1}(i, j) = w^k(i, j) - \eta \Delta x_w \quad (18)$$

$$b^{k+1}(i) = b^k(i) - \eta \Delta x_b \quad (19)$$

Giải thuật Levenberg-Marquardt được MATLAB chọn mặc định để huấn luyện mạng nơ-ron theo kỹ thuật học có giám sát [24] và dễ dàng triển khai. Huấn luyện mạng nơ-ron [4-10-25-5-1] trên tập dữ liệu (P, T) cho hiệu suất huấn luyện mse đạt $4,1 \times 10^{-10}$, như minh họa trên Hình 3a.

2.5. Giải thuật giám sát và cảnh báo

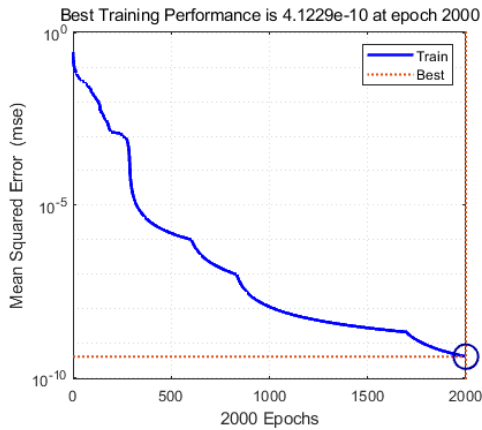
Giải thuật giám sát được trình bày trên Hình 3b. Khi người ngồi có trọng lượng $w > N$ (30 kg), bộ định thời sẽ được kích hoạt. Mạng nơ-ron sẽ ước lượng trạng thái s dựa trên giá trị cảm biến gia tốc và trọng lực cung cấp. $s=0$ là trạng thái sức khỏe bình thường, tiến trình sẽ lặp lại và bộ định thời t_2 tiếp tục đếm. Nếu người này ngồi lâu hơn 45 phút, hệ thống sẽ nhắc nhở bằng âm thanh, để họ đứng lên vận động. Chương trình sẽ lặp lại đến khi người đó quay lại ngồi ghế. Tuy nhiên, để đơn giản hóa, lưu đồ không trình bày các nhánh này. $s=1$ là trạng thái nghi vấn về sức khỏe, khi đó bộ định thời t_1 bắt đầu kiểm soát thời gian. Nếu thời gian tồn tại trạng thái $s=1$ ít hơn 3 phút, phần mềm sẽ quay lại đọc cảm biến để ước lượng trạng thái s ở chu kỳ kế. Ngược lại, nếu thời gian tồn tại trạng thái $s=1$ lâu hơn 3 phút, hệ thống sẽ kích hoạt chế độ gửi tin nhắn SOS để gọi trợ giúp. Giải thuật sẽ tiếp tục cảnh báo đến khi thiết bị giám sát được tắt.

3. Kết quả và bàn luận

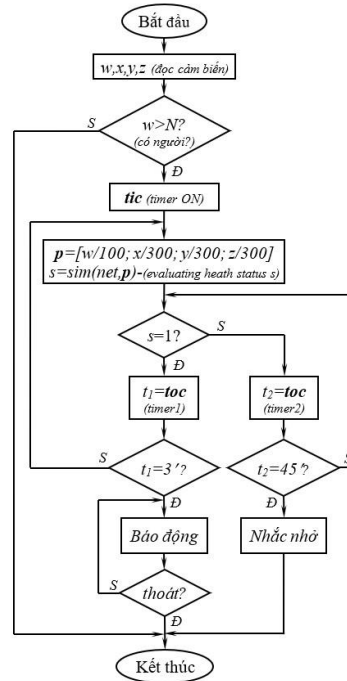
3.1. Mô hình thực nghiệm

Sau khi chế tạo, ghế IoT có thể chịu tải trọng tối đa 100 kg (Hình 4). Số điện thoại của người hỗ trợ và kết nối WiFi cần được cài đặt trước trên vi điều khiển. Ghế IoT hoạt động đúng khi các tình huống

thử nghiệm phải cho kết quả như mô tả ở Bảng 2. Hình 4a minh họa thực nghiệm trường hợp ngồi làm việc thông thường và không cử động để giả lập trạng thái ngủ, ngất xỉu hay xấu nhất là đột quy trên ghế.

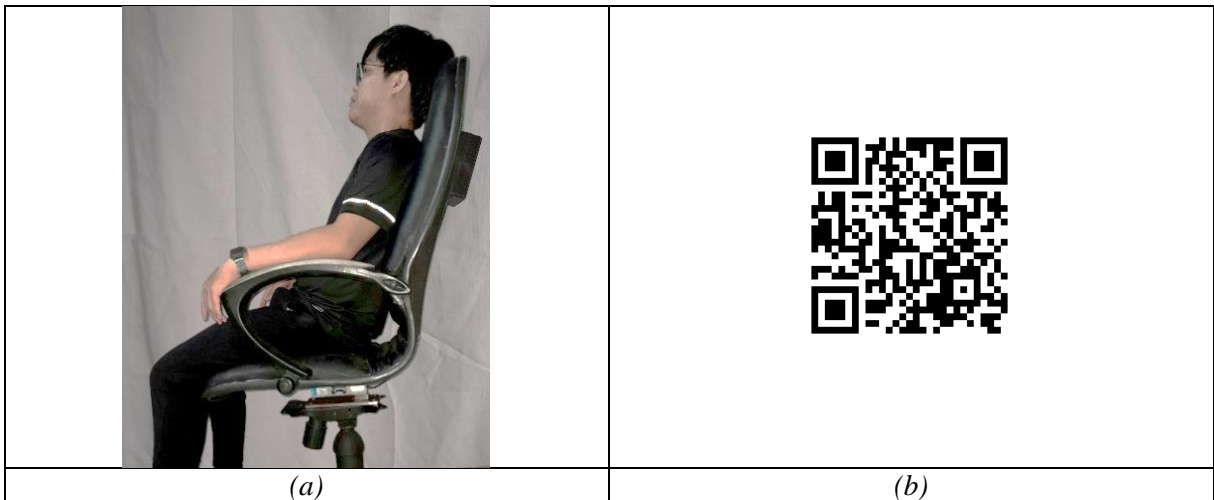


(a)



(b)

Hình 3. (a): Hiệu suất huấn luyện mạng; (b): Lưu đồ giải thuật giám sát ghế IoT



(a)

(b)

Hình 4. (a): Thực nghiệm ngồi trên ghế IoT; (b): Clip thực nghiệm

Bảng 2. Các tình huống thực nghiệm

Tình huống thực nghiệm	Hoạt động của ghế IoT
TH1: Ghế trống	Không phản ứng
TH2: Có người làm việc bình thường	Nhắc nhở khi ngồi lâu hơn 45 phút
TH3: Có người, không cử động	Cảnh báo bằng tin nhắn SOS
TH4: Đặt ba lô hay túi xách lên ghế	Không phản ứng

3.2. Đánh giá độ tin cậy

Nghiên cứu đã thực nghiệm nhiều kịch bản và lặp lại 100 lần cho mỗi kịch bản (xin xem clip thực nghiệm trên Hình 4b). Kết quả được trình bày ở Bảng 3, cho thấy khả năng nhắc nhở ngồi lâu hoạt động

chính xác. Tuy nhiên, khả năng cảnh báo bằng tin nhắn SOS chỉ đạt 82%. Điều này có thể do nhịp tim của các tình nguyện viên là nguyên nhân dẫn đến sự khác biệt ở cảm biến gia tốc.

Bảng 3. Khảo sát độ tin cậy của ghế IoT

Chức năng	Số thử nghiệm	Số lần đúng	Tỷ lệ (%)
Nhắc nhở tình trạng ngồi lâu	100	100	100
Cảnh báo bất thường	100	82	82
Phát hiện ghế IoT trống	100	100	100
Phát hiện túi xách trên ghế	100	100	100

3.3. Thảo luận

Nghiên cứu không dùng cảm biến đo thông số sinh học cơ thể mà tích hợp cảm biến không tiếp xúc vào ghế, giúp giảm tâm lý e ngại hơn các nghiên cứu trước. Giải pháp này có thể chuyển giao cho các doanh nghiệp để tích hợp thiết bị IoT ngay khi sản xuất ghế vắng phòng. Khi đó, phạm vi ứng dụng ghế có thể rộng hơn. Ngoài ra, do hạn chế về thực nghiệm, nghiên cứu chỉ mới giả lập các kịch bản, để thu thập dữ liệu huấn luyện mạng nơ-ron. Thời gian tới, nghiên cứu sẽ được tiếp tục phát triển dựa trên mạng học sâu, vốn đã được nhóm áp dụng thành công trên các bài toán phức tạp [27, 28]. Ngoài ra, kỹ thuật học sâu với mạng LSTM (long short term memory), cũng được nhóm ứng dụng thành công trong ước lượng chuỗi tín hiệu [29], phù hợp với ứng dụng này. Đồng thời, việc thu thập dữ liệu thực tế cũng cần được phối hợp với các trung tâm y tế liên quan.

4. Kết luận

Bài báo đề xuất giải pháp tích hợp công nghệ IoT lên ghế ngồi, để giám sát sức khỏe cán bộ văn phòng. Thiết bị chỉ phân tích các cử động như rung đùi, gõ phím, tựa lưng, dịch chuyển ghế... với giả thiết rằng, nếu một người ngồi ghế mà không cử động liên tục trong hơn 3 phút, chứng tỏ sức khỏe của họ không tốt. Nghiên cứu đã xây dựng một mạng nơ-ron nhiều lớp để ước lượng trạng thái cử động từ dữ liệu do cảm biến trọng lực và cảm biến gia tốc cung cấp. Kết hợp trạng thái ước lượng này và thời gian thực, phần mềm sẽ kích hoạt chế độ nhắc nhở ngồi lâu hay cảnh báo bằng tin nhắn SOS. Thực nghiệm trên nhiều kịch bản cho thấy khả năng nhắc nhở tình trạng ngồi lâu đạt độ chính xác 100% và khả năng phát hiện, cảnh báo tình trạng sức khỏe bất thường đạt độ tin cậy 82%. Thực nghiệm cũng cho thấy khả năng hoàn thiện sản phẩm cho mục tiêu ứng dụng ghế IoT rộng rãi là khả thi. Trong thời gian tới, nghiên cứu này sẽ được tiếp tục phát triển dựa trên mạng học sâu và dữ liệu thực tế từ các trung tâm điều trị về tim mạch và đột quỵ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M. A. Huysmans, H. P. van der Ploeg, K. I. Proper, E. M. Speklé and A. J. van der Beek, "Is sitting too much bad for your health?," *Ergonomics in Design*, vol. 23, no. 3, pp. 4-8, 2015.
- [2] N. Pronk, "The problem with too much sitting: A workplace conundrum," *ACSM's Health & Fitness Journal*, vol. 15, no. 1, pp. 41-43, 2011, doi: 10.1249/FIT.0b013e318201d199.
- [3] S. M. Sheikh and I. Ngebani, "A Personal Health Care Office Chair," in *2019 2nd Inter. Conf. on Computer Applications & Information Security (ICCAIS)*, 1-3 May 2019, pp. 1-4.
- [4] R. Lavanya, M. Nivetha, K. Revasree, and K. Sandhiya, "Smart chair-a telemedicine based health monitoring system," *Proc. 2nd Inter. Conf. on Electronics, Commu. and Aerospace Tech. (ICECA)*, 29-31 March 2018, pp. 459-463, doi: 10.1109/ICECA.2018.8474628.
- [5] R. J. Darwood and F. C. T. Smith, "Deep vein thrombosis," *Surgery - Oxford International Edition*, vol. 31, no. 5, pp. 206-210, 2013, doi: 10.1016/j.mpsur.2013.02.001.
- [6] O. World Health, "The atlas of heart disease and stroke/J. Mackay and G. Mensah with S. Mendis and K. Greenland," ed. Geneva: World Health Organization, 2004.
- [7] R. Advani, H. Naess, and M. W. Kurz, "The golden hour of acute ischemic stroke," *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, vol. 25, no. 1, pp. 54-54, 2017, doi: 10.1186/s13049-017-0398-5.
- [8] R. Febriani, A. I. Wuryandari, and T. Mardiono, "Design interaction of smart health chair approach the usability aspect on SHESOP health care," in *2015 4th Inter. Confer. on Interactive Digital Media (ICIDM)*, 1-5 Dec. 2015, pp. 1-6, doi: 10.1109/IDM.2015.7516356.
- [9] G. R. D. Ganesh, K. Jaidurgamohan, V. Srinu, C. R. Kancharla, and S. V. S. Suresh, "Design of a low cost smart chair for telemedicine and IoT based health monitoring: An open source technology to facilitate better healthcare," in *2016 11th Inter. Confer. on Industrial and Information Systems (ICIS)*, 3-4 Dec. 2016, pp. 89-94, doi: 10.1109/ICIINF.2016.8262913.
- [10] G. Jia et al., "A sensing chair design for home based physiological signs monitoring," in *2013 IEEE Inter. Sym. on Medical Measurements and App. (MeMeA)*, 4-5 May 2013, pp. 261-264.
- [11] N. B. G. V. P. Rahul, "Implementation of an IOT Based Smart Chair," *Inter. J. for Research in Applied Science and Engineering Tech. (IJRASET)*, vol. 5, no. VI, pp. 1317-1317, 2017.

- [12] Y. Liu, N. Wang, C. Lv, and J. Cui, "Human body fall detection based on the Kinect sensor," in *2015 8th International Congress on Image and Signal Processing (CISP)*, 14-16 Oct. 2015, pp. 367-371, doi: 10.1109/CISP.2015.7407906.
- [13] E. E. Stone and M. Skubic, "Fall detection in homes of older adults using the microsoft kinect," *IEEE J. of Biomedical and Health Informatics*, vol. 19, no. 1, pp. 290-301, 2015.
- [14] P. M. Hien and N. C. Ngon, "Một giải pháp phát hiện sớm tình trạng đột quỵ của người cao tuổi," *Hội nghị toàn quốc lần thứ 3 về ĐK&TDH - VCCA-2015*, pp. 35-39, 28-29 Nov 2015.
- [15] A. T. Özdemir and B. Barshan, "Detecting falls with wearable sensors using machine learning techniques," *Sensors*, vol. 14, no. 6, pp. 10691-10708, 2014.
- [16] Đ. K. Quân, P. V. Cường, N. N. Điệp, and T. M. Phương, "Tự động phát hiện người ngã trong thời gian thực sử dụng bộ cảm biến gia tốc," *Tạp chí Khoa học và công nghệ, Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam*, vol. 51, no. 1A, pp. 108-116, 2013.
- [17] S. Abbate, M. Avvenuti, F. Bonatesta, G. Cola, P. Corsini, and A. Vecchio, "A smartphone-based fall detection system," *Pervasive and Mobile Computing*, vol. 8, no. 6, pp. 883-899, 2012/12/01, doi: <https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2012.08.003>.
- [18] Án. T. Công et al., "Phát hiện té ngã cho người cao tuổi bằng gia tốc kế và mô hình học sâu Long Short-Term Memory," *Tạp chí KH Đại học Cần Thơ*, no. CNTT 2017, pp. 65-71, 2017.
- [19] HTElectronics, "Hướng dẫn sử dụng ESP8266 trong các ứng dụng internet," 2020, <http://htelectronics.vn/huong-dan-su-dung-esp8266-trong-cac-ung-dung-internet-of-things/>.
- [20] InvenSense, "PU-6000 and MPU-6050 Product Specification," in *Revision 3.3*, ed. 2012.
- [21] *Intelligent Digital Load Cell*, NTS Instrument Co. Ltd. [Online]. Available: <https://www.mavin.cn/uploadfile/downloads/Mavin%20catalog.pdf> (truy cập 10/2021)
- [22] S. Patel, P. Talati, and S. Gandhi, "Design of I2C Protocol," *Inter. J. of Technical Innovation in Modern Engineering & Science (IJTIMES)*, vol. 5, no. 3, pp. 741-744, 2019.
- [23] N. C. Ngón and D. H. Nghĩa, "Điều khiển dùng mô hình mạng Neuron áp dụng vào robot SCARA," *Tạp chí Phát triển KH Công nghệ ĐHQG Tp. HCM*, vol. 4, no. 8&9, pp. 65-71, 2001.
- [24] H. Demuth and M. Beale, *Neural Network Toolbox User's Guide*, TheMathWorks, Inc., 2004.
- [25] M. T. Hagan and M. B. Menhaj, "Training feedforward networks with the Marquardt algorithm," *IEEE Trans. on Neural Networks*, vol. 5, no. 6, pp. 989-993, 1994.
- [26] D. W. Marquardt, "An Algorithm for Least-Squares Estimation of Nonlinear Parameters," *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics*, vol. 11, no. 2, pp. 431-441, 1963.
- [27] D. T. Nghĩa, L.-D. Quach, and C.-N. Nguyen, "Learning deep transferability for several agricultural classification problems," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 10, no. 1, pp. 58-67, 2019, doi: 10.14569/IJACSA.2019.0100107.
- [28] N. Duong-Trung, L.-D. Quach, M.-H. Nguyen, and C.-N. Nguyen, "A combination of transfer learning and deep learning for medicinal plant classification," *Proc. of the 2019 4th Inter. Confer. on Intelligent Info. Technology*, 2019, <https://doi.org/10.1145/3321454.3321464>.
- [29] T.-N. Nguyen, T.-H. Nguyen, and C.-N. Nguyen, "Deep learning approach for forecasting water quality in iot systems," *Inter. J. of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 11, no. 8, pp. 686-693, 2020, doi: 10.14569/IJACSA.2020.0110883.



Chi-Ngon Nguyen received B.S. and M.S. degrees in Electronic Engineering from Can Tho University and the National University, Ho Chi Minh City University of Technology, Vietnam, in 1996 and 2001, respectively. The degree of Ph.D. in Control Engineering was awarded by the University of Rostock, Germany, in 2007.

Since 1996, he has worked at the Can Tho University. He is an associate professor in automation at Department of Automation Technology, and former dean of the College of Engineering at the Can Tho University. Currently, he is a Vice Chairman of the Board of Trustee of Can Tho University.

His research interests are intelligent control, medical control, pattern recognition, classifications, speech recognition, computer vision and agricultural automation



Huynh Thanh Tam received the B.S. degree in Electrical Engineering from Ho Chi Minh City University of Technical Education, Vietnam in 2014 and the M.S. degree in Automation and Control Engineering from Can Tho University, Vietnam, in 2021.

From 2004 to 2008, he was a lecturer at An Giang Vocational School, Vietnam. From 2008 to present, he has been a lecturer at the Department of Electronic Engineering, Faculty of Electrical Engineering, An Giang Vocational College, Vietnam.



Chanh-Nghiem Nguyen received the M.S. degree in Mechatronics from Asian Institute of Technology, Pathumthani, Thailand, in 2007 and the Ph.D. degree from Graduate School of Engineering Science, Osaka University, Osaka, Japan, in 2012.

Since 2005, he has been a lecturer at Department of Automation Technology, College of Engineering Technology, Can Tho University. His research interests include machine vision, GNSS applications, artificial intelligence, control systems, multispectral and hyperspectral imaging and applications.



Nguyen Trung Hieu is a B.S. degree student in Automation and Control Engineering of the Department of Automation Technology, College of Engineering, Can Tho University, Vietnam. He will graduate his B.S. degree at the end of December 2021.



Nguyen Duc Hoa is a B.S. degree student in Automation and Control Engineering of the Department of Automation Technology, College of Engineering, Can Tho University, Vietnam. He will graduate his B.S. degree at the end of December 2021.