

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ, CHẾ TẠO VÀ ỨNG DỤNG MÁY ĐO THÂN NHIỆT KHÔNG TIẾP XÚC CHỐNG DỊCH COVID 19

Phạm Thành Long*, Vũ Văn Tiến, Lê Mạnh Đạt, Lâm Văn Thiện
Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - ĐH Thái Nguyên

TÓM TẮT

Trên thị trường có nhiều loại máy đo thân nhiệt nhưng chúng chưa đáp ứng các tiêu chí chống dịch cốt yếu. Ví dụ như các thiết bị không có khả năng không tiếp xúc với da và đo tốc độ cao trong khi vẫn đảm bảo độ chính xác và chính xác lặp của kết quả đo và truyền thông Bluetooth nhằm cách ly hoàn toàn. Bài báo này trình bày một nghiên cứu khắc phục các nhược điểm trên. Bằng cách bổ sung một cảm biến tiệm cận được bố trí đồng trục với cảm biến nhiệt hồng ngoại, việc ổn định khoảng cách lấy mẫu đã cho độ chính xác tốt. Kết quả kiểm tra cho thấy đã đáp ứng các tiêu chí đặt ra là hỗ trợ tầm soát dịch ở nơi đông người. Máy đã được ứng dụng ở Bệnh viện A Thái Nguyên, Tỉnh Đoàn Thái Nguyên, nhà máy Z117 Bộ Quốc Phòng...

Từ khóa: *Đo thân nhiệt không tiếp xúc; hồng ngoại; tiệm cận; nhiệt độ; Bluetooth.*

Ngày nhận bài: 03/4/2020; Ngày hoàn thiện: 23/5/2020; Ngày đăng: 25/5/2020

RESEARCH, DESIGN, MANUFACTURE AND APPLICATION OF NON-CONTACT BODY THERMOMETER GAUGES FOR PREVENTION OF COVID-19 INFECTION

Pham Thanh Long*, Vu Van Tien, Le Manh Dat, Lam Van Thien
TNU – University of Technology

ABSTRACT

There are many types of body temperature gauges on the market but they do not meet the essential anti-epidemic criteria. For example, those devices are not able to non-contact skin and measure high speed while ensuring the accuracy and repeatability of measurement results and Bluetooth communication for complete isolation. This paper presents a study to overcome the above disadvantages. By adding a co-located proximity sensor to the infrared heat sensor, stabilizing the sampling distance gives good accuracy. The test results show that the criteria set for supporting epidemic screening in crowded areas have been met. The device has been applied in Thai Nguyen A Hospital, Thai Nguyen Province Group, Z117 Ministry of Defense factory...

Keywords: *Non-contact body temperature measurement; infrared; asymptotic; temperature; Bluetooth.*

Received: 03/4/2020; Revised: 23/5/2020; Published: 25/5/2020

* Corresponding author. Email: kalongkc@gmail.com

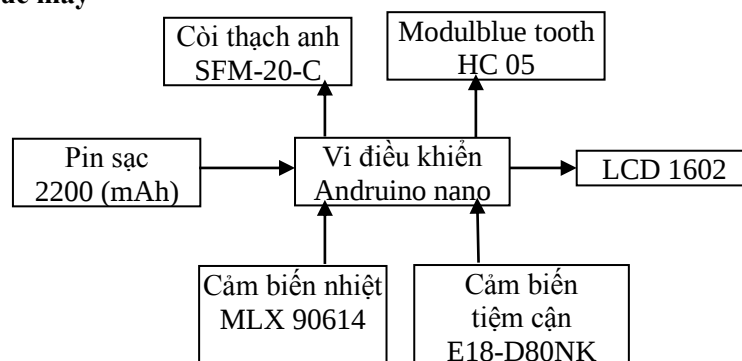
1. Mở đầu

Sốt là một trong những biểu hiện điển hình của người nhiễm virus Corona. Việc nhận biết, cách ly người có biểu hiện nhiễm bệnh là khâu quan trọng hàng đầu trong phòng chống dịch bệnh. Để nhận biết sốt ở các cộng đồng số lượng lớn người ta sử dụng máy đo thân nhiệt. Máy đo thân nhiệt được chia làm hai loại. Loại thứ nhất, camera ảnh nhiệt kiểm tra nhanh chóng toàn thân song giá thành rất cao, đến hàng trăm triệu đồng [1], [2] khó có thể áp dụng diện rộng cho phòng chống dịch. Loại thứ hai là các thiết bị kiểm tra cầm tay, bắn mẫu thủ công thông qua việc bấm nút [3]. Hạn chế của các máy đo cầm tay này trong quá trình dùng thử có mấy nhược điểm như sau:

- Máy có một cảm biến hồng ngoại duy nhất nên khoảng cách lấy mẫu không ổn định, điều này ảnh hưởng đến kết quả đo [2];
- Máy đo ở khoảng cách quá gần có thể chạm vào da, không thỏa mãn tiêu chí cách ly;
- Máy xử lý chậm khó có thể kiểm soát đám đông trong thời gian ngắn, đây là tình huống ở các cửa ra vào các công ty, các trường học, bệnh viện...

Bài báo tập trung giải quyết ba vấn đề trên để có một thiết bị rẻ tiền, độ chính xác đảm bảo và tốc độ lấy mẫu cao phục vụ chống dịch, thích hợp với mọi độ tuổi, giới tính và vị trí đo [4], [5].

2. Thiết kế cấu trúc máy



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý máy đo thân nhiệt không tiếp xúc

Trên thực tế để hỗ trợ hiển thị LCD1602, nhóm tác giả có sử dụng thêm modul mạch chuyển đổi i2c.bo mạch chủ được thiết kế như hình 2.

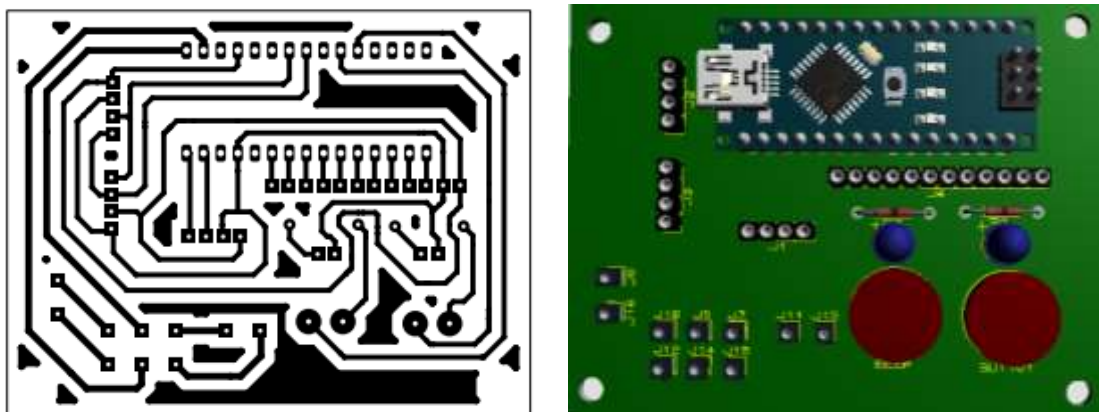
Thành phần cơ bản của máy đo vẫn là một cảm biến nhiệt hồng ngoại, loại cảm biến được sử dụng ở đây là MELEXIS MLX 90614 được khuyến cáo có ứng dụng cho y khoa [6]. Tuy nhiên, quá trình thử nghiệm làm việc độc lập, cảm biến này cho kết quả đo không ổn định, kết quả đo phụ thuộc khoảng cách đo với cùng một mẫu. Điều này dẫn đến yêu cầu ổn định khoảng cách lấy mẫu. Vấn đề đặt ra ở đây là khoảng cách này là bao nhiêu thì cho ra nhiệt độ đúng, vấn đề này được trình bày ở khảo sát chuyên sâu tại mục II.

Để cách ly đủ an toàn giữa người đo và người được đo máy được bổ sung kết nối bluetooth để truyền kết quả đến một hay nhiều người sử dụng điện thoại chạy nền tảng android có trách nhiệm theo dõi kết quả đo.

Hình 1 cho thấy sơ đồ cấu trúc của máy đo thân nhiệt không tiếp xúc theo thiết kế của nhóm tác giả.

Các chức năng chủ yếu bao gồm:

- Đo nhiệt độ không tiếp xúc có ổn định khoảng cách lấy mẫu, không cần người vận hành;
- Cảnh báo giới hạn không bình thường bằng âm thanh, thông báo hoàn thành lấy mẫu bằng âm thanh;
- Hiển thị hai màn hình trong đó có một màn hình kết nối bluetooth;
- Thiết bị có tính di động cao, có dự trữ nguồn pin khoảng 1 ngày làm việc liên tục.

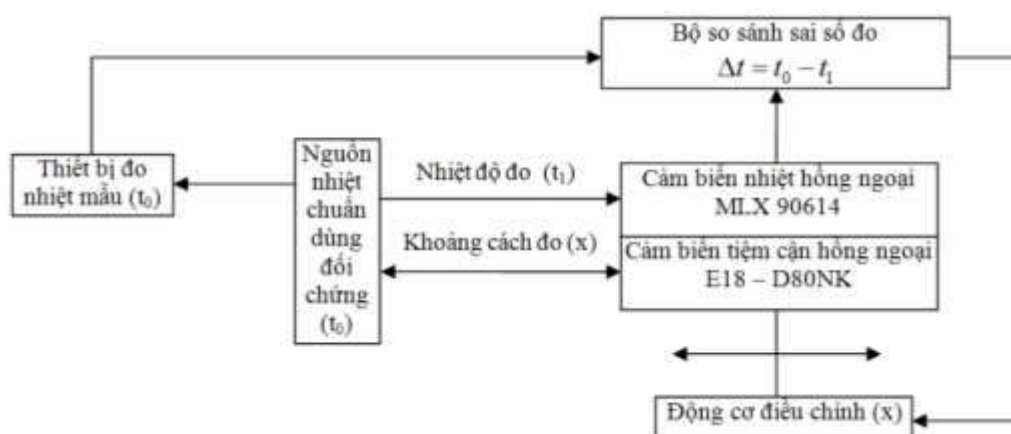


Hình 2. Bộ mạch chủ của máy đo thân nhiệt không tiếp xúc

Phần mạch in này được thiết kế và chế tạo bởi nhóm tác giả, máy hoạt động ổn định với thiết kế này. Phần chân mở rộng có thể tiến hành nâng cấp chức năng về sau nếu có nhu cầu.

3. Xác định khoảng cách lấy mẫu đo hợp lý

Như đã nói ở trên, cảm biến nhiệt hồng ngoại cho kết quả phụ thuộc vào khoảng cách đo, việc sử dụng đối chứng để tìm ra khoảng cách đo hợp lý là cần thiết.



Hình 3. Sơ đồ xác định khoảng cách đo $x(\text{mm})$ hợp lý của đầu cảm biến nhiệt hồng ngoại

Bảng 1. Thân nhiệt bình thường dùng thiết lập nguồn nhiệt mẫu để đối chứng theo WHO [4]

Nhiệt độ (Độ °C)	0-2 Tuổi	3-10 Tuổi	11-65 Tuổi	Trên 65 Tuổi
Đo miệng	36.4 – 38 °C	35.5 - 37.5 °C	36.4 – 37.5 °C	35.7 – 36.9 °C
Đo hậu môn	36.6 – 38 °C	36.6 – 38 °C	37 – 38.1 °C	36.2 – 37.3 °C
Đo vùng nách	34.7 – 37.3 °C	35.8 – 36.7 °C	35.2 – 36.8 °C	35.5 – 36.3 °C
Đo tai	36.4 – 38 °C	36.1 – 37.7 °C	35.8 – 37.6 °C	35.7 – 37.5 °C
Thân nhiệt	36.4 – 37.7 °C	36.4 – 37.7 °C	36.8 – 37.8 °C	35.8 – 37.1 °C

Căn cứ trên bảng 1, chọn một số giá trị để điều chỉnh nguồn nhiệt mẫu nhằm xác định khoảng cách đo $x(\text{mm})$ hợp lý nhất.

Để tìm khoảng cách đo $x(\text{mm})$ hợp lý cho máy, hình 2 là sơ đồ thí nghiệm theo bố trí của nhóm tác giả. Thiết bị tạo nhiệt mẫu và thiết bị đo nhiệt mẫu cung cấp giá trị chính xác $t_0(^{\circ}\text{C})$, tổ hợp

cảm biến nhiệt và cảm biến tiệm cận gắn với nhau và được điều chỉnh khoảng cách đo (x) bởi động cơ điều chỉnh (x) như hình vẽ. Nhiệt độ do cảm biến nhiệt hồng ngoại đo được t_1 ($^{\circ}\text{C}$) ở khoảng cách (x) được so sánh với mẫu đo t_0 ($^{\circ}\text{C}$). Dựa trên sai số đo $\Delta t = t_0 - t_1$ để điều chỉnh khoảng cách đo (x) hợp lý một lần cho máy. Khi calip máy đã xuất xưởng không cần can thiệp tham số này vì (x) được lập trình sẵn trong máy và để xác định khoảng cách này là nhiệm vụ của cảm biến tiệm cận hồng ngoại.

Khoảng cách x (mm) xác định được với đầu vào ở bảng 1 cho các đối tượng là 25-30 (mm).

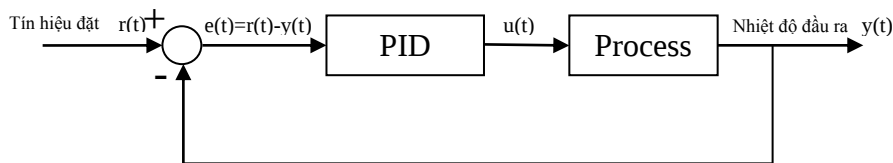
4. Thử nghiệm máy đo

Sử dụng sơ đồ ở hình 3 cho mục đích này, trong đó các thiết bị sử dụng cụ thể như sau:

- Cảm biến nhiệt hồng ngoại: MLX 90614;
- Cảm biến tiệm cận hồng ngoại: E18D80NK;
- Thiết bị đo nhiệt mẫu: Camera ảnh nhiệt Hikvision;
- Bộ điều chỉnh khoảng cách: Động cơ bước 200 xung/vòng và vít bi $k=1$, $t=5$ (mm);

Nguồn nhiệt điều chỉnh: Bóng đèn halogen làm khô gia nhiệt có khả năng đặt trước nhiệt độ mong muốn; Khối so sánh sai số đo là Andruino Mega 2560; Bộ điều khiển PID do nhóm nghiên cứu thiết kế chế tạo.

Trong đó:



Hình 4. Nguyên lý hoạt động của bộ điều khiển PID

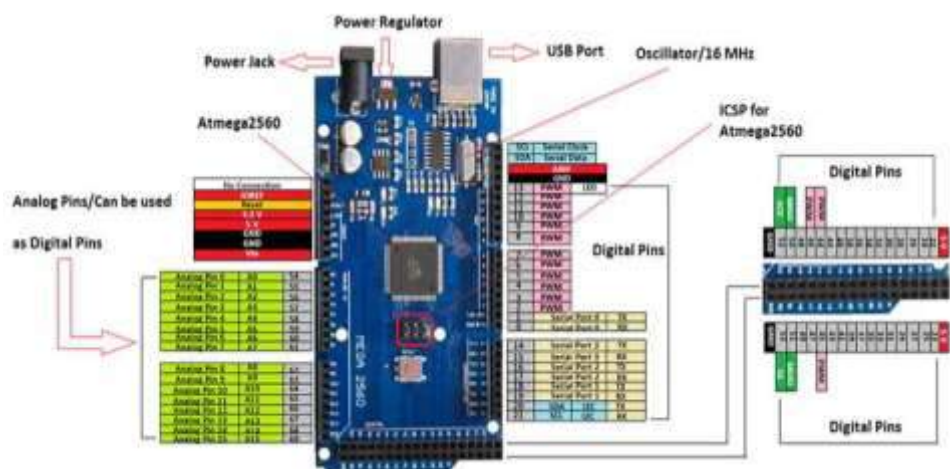
$P = K_p \cdot e(t)$ là khâu tỉ lệ, tỉ lệ thuận với độ sai lệch $e(t)$ (nhiệt độ đầu ra và nhiệt độ đặt). Giúp hệ thống đáp ứng nhanh với nhiệt độ đặt.

$D = K_d \frac{de(t)}{dt}$ là khâu đạo hàm, giảm dần điện áp đặt vào hệ thống gia nhiệt halogen theo tốc độ thay đổi của sai lệch $e(t)$.

$I = \int_0^T e(t) dt$ là khâu tích phân, dùng để khử sai lệch tĩnh, tăng dần điện áp đặt vào hệ thống gia nhiệt halogen để thoát khỏi sai lệch tĩnh (xảy ra khi tín hiệu điện áp đặt vào hệ thống gia nhiệt $u(t)=0$, $e(t) \neq 0$).

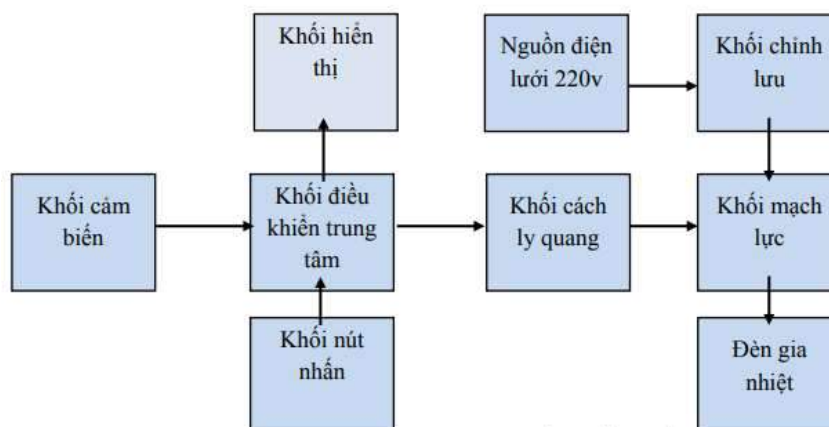
$$u(t) = P + I + D = K_p \cdot e(t) + \int_0^T e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

Khi chọn giá trị cài đặt (nhiệt độ đặt ban đầu). Bộ điều khiển sẽ gửi đi các thông tin điều khiển tới bóng đèn gia nhiệt halogen. Quá trình hoạt động này sẽ là một loạt các thuật toán (tỉ lệ, tích phân, đạo hàm) yêu cầu đóng mở liên tục Transistor với thời gian nhanh hoặc chậm phụ thuộc vào hệ thống đang hoạt động, điện áp vào bộ gia nhiệt tăng giảm theo cường độ đóng mở của transistor. Làm cho nhiệt độ đặt bằng với nhiệt độ đầu ra.

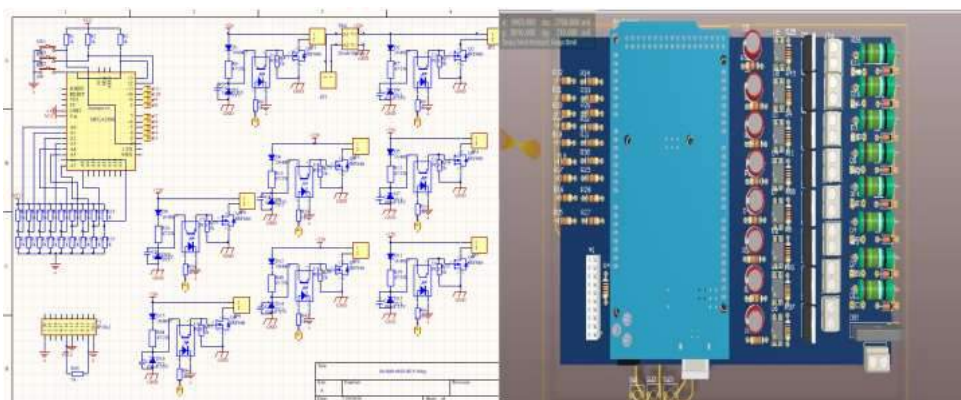


Hình 5. Sơ đồ chân của Andruino Mega 2560 sử dụng trong bộ so sánh nhiệt

Do độ chính xác của nguồn nhiệt mẫu quyết định độ chính xác của máy đo khi hoạt động, nhóm tác giả thiết kế một bộ gia nhiệt có khả năng điều khiển chính xác để phục vụ kiểm tra máy đo như hình 6.



Hình 6. Nguyên lý điều khiển của hệ thống nguồn nhiệt điều chỉnh trong thí nghiệm



Hình 7. Sơ đồ mạch điện mô phỏng trên proteus của bộ nguồn nhiệt điều chỉnh

Máy đo nhiệt do nhóm chế tạo lúc này đặt cố định ở khoảng cách 25 (mm) đến nguồn nhiệt mẫu. bộ nhiệt mẫu có khả năng đặt trước nhiệt độ thông qua bộ điều khiển PID.

Các kết quả thử nghiệm cho thấy, độ chênh lệch nhiệt độ $|\Delta t| \leq 0.55^\circ C$ trong tất cả các lần đo, sai số này xấp xỉ với sai số do nhà sản xuất công bố với cảm biến hồng ngoại MLX90614 là $\pm 0.5^\circ C$.

5. Kết luận

Việc tích hợp một cảm biến tiệm cận hồng ngoại đồng trục với cảm biến nhiệt hồng ngoại rõ ràng cho ra kết quả ổn định hơn khi sử dụng cảm biến nhiệt độc lập. Khoảng cách đo nhiệt được xác định trên cơ sở khoa học cũng góp phần tạo ra độ chính xác của máy đo, máy sẽ đo khoảng cách đến mẫu trước khi đo nhiệt độ báo ra màn hình.

Truyền thông bluetooth tích hợp vào máy đo cũng cho hiệu quả tốt trong việc cách ly người đo và người được đo, nó làm việc hiệu quả ở khoảng cách 50 (m) đảm bảo tiêu chí phòng dịch. Tương tự như vậy, việc đo đồng đều ở khoảng cách 25 – 30 (mm) cũng bảo vệ người đo không tiếp xúc với virus trên bề mặt máy đo nếu có. Tốc độ đo và độ chính xác, chính xác lặp của máy cũng nhận được phản hồi tốt từ các bên đang ứng dụng.

Lời cảm ơn

Trân trọng cảm ơn các cựu sinh viên Cơ điện khắp cả nước đã ủng hộ kinh phí nghiên cứu chế tạo chiếc máy đo thân nhiệt này phục vụ công tác phòng chống dịch Covid-19. Cảm ơn các em sinh viên K52 Cơ điện tử trong nhóm

robot CK3 đã đồng hành cùng Bộ môn Cơ điện tử trong suốt quá trình thiết kế chế tạo chiếc máy này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1]. EMIN Vietnam Joint Stock Company, "Contact temperature meter", 2020. [Online]. Available: <https://thietbido.net>. [Accessed May, 2020].
- [2]. Thuy An, "A body temperature monitor can leave people with corona infection", 2020. [Online]. Available: <https://vnexpress.net/suc-khoe/may-do-than-nhiet-co-the-bo-lot-nguoi-nhiem-corona-4055872.html>. [Accessed May, 2020].
- [3]. Smart consumers, "The cheapest body temperature meter today", 2020. [Online]. Available: <https://ntdtt.com/may-do-than-nhiet-nao-tot-re-nhat-hien-nay/>. [Accessed May, 2020].
- [4]. T. Nguyen, "What is the normal body temperature?", 2020. [Online]. Available: <https://quantrimang.com/nhiệt-do-co-the-nguoi-bình-thường-la-bao-nhiều-169565>. [Accessed May, 2020].
- [5]. Quoc Cuong, "8 unknown things about body temperature", 2016. [Online]. Available: <https://zingnews.vn/8-dieu-chua-biet-ve-nhiệt-do-co-the-post634530.html>. [Accessed May, 2020].
- [6]. 360 Electronics Joint Stock Company, "melexis non-contact infrared heat sensor", 2020. [Online]. Available: <https://dientu360.com/cam-bien-nhiệt-hồng-ngoại-không-tiếp-xúc-melexis-mlx90614>. [Accessed May, 2020].