

# Xây dựng mô hình hệ thống radar sử dụng cảm biến siêu âm

Bùi Thị Dân\*

\*ThS. Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

Received: 12/9/2023; Accepted: 18/9/2023; Published: 22/9/2023

**Abstract:** The content of this article focuses on researching, combining radar with IoT technology, designing a camera system to detect and monitor targets with the help of ultrasonic sensors. Surveillance personnel can receive radar data, target images through a network connection. Whenever a target appears in range, images are recorded that help supervisors know what the target is. Evaluate the results of the system and give directions for development.

**Keywords:** Radar, sensor, processing, arduino

## 1. Đặt vấn đề

Radar là một cảm biến, mục đích của nó là để cung cấp các ước tính của một số đặc điểm của môi trường xung quanh đến người sử dụng, thường là sự hiện diện, vị trí, chuyển động của các đối tượng như máy bay, tàu, hoặc các phương tiện giao thông khác trong vùng phụ cận. Hệ thống radar cũng cung cấp thông tin về bề mặt Trái Đất, về điều kiện khí tượng... Để cung cấp cho người sử dụng với đầy đủ các khả năng cảm biến, hệ thống radar thường được sử dụng kết hợp với các yếu tố khác để hệ thống hoàn chỉnh hơn. Radar hoạt động ở tần số vô tuyến siêu cao tần, có bước sóng cực ngắn, dưới dạng xung được phát theo một tần số lặp xung nhất định. Nhờ vào ăng ten, sóng radar tập trung thành một luồng hẹp phát vào trong không gian. Trong quá trình lan truyền, sóng radar gặp bất kỳ mục tiêu nào thì nó bị phản xạ trở lại. Tín hiệu phản xạ trở lại được chuyển sang tín hiệu điện. Nhờ biết được vận tốc sóng, thời gian sóng phản xạ trở lại nên có thể biết được khoảng cách từ máy phát đến mục tiêu.

Nội dung của bài báo tập trung vào việc xây dựng mô hình hệ thống radar dùng cảm biến siêu âm để phát hiện mục tiêu, đo khoảng cách và phát hiện vật cản.

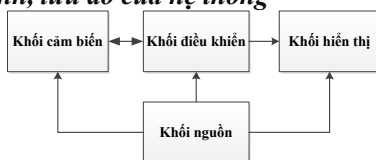
+ Xây dựng mô hình lưu đồ thuật toán của hệ thống.

+ Chương trình thực hiện các chức năng điều khiển, thu thập dữ liệu, xử lý các tín hiệu từ màn hình Processing điều khiển, từ đó đưa ra các tín hiệu xử lý phù hợp.

+ Phân tích kết quả, hướng phát triển.

## 2. Nội dung nghiên cứu

### 2.1. Mô hình, lưu đồ của hệ thống



Sơ đồ 2.1. Khối hệ thống

- Khối điều khiển là khối xử lý trung tâm tiếp nhận, điều khiển toàn bộ hoạt động của hệ thống, thực hiện điều khiển cảm biến, tiếp nhận, xử lý tín hiệu sau đó chuyển phát và thu nhận dữ liệu.

- Khối cảm biến thực hiện chức năng phát sóng siêu âm và thu nhận tín hiệu phản hồi khi phát hiện vật cản. Cảm biến nhận chức năng thực hiện từ khối điều khiển đồng thời thu nhận tín hiệu để thông báo lại về cho khối điều khiển để xử lý thông tin.

- Khối hiển thị vai trò hiển thị kết quả là thông tin nhận về sau khi được xử lý qua khối điều khiển cho ra khối hiển thị bao gồm hiển thị thông tin về vị trí, hình dạng, góc xuất hiện vật thể. Trong mô hình xây dựng sử dụng phần mềm Processing để vẽ giao diện hiển thị lên màn hình máy tính.

### 2.2. Các linh kiện thiết bị được sử dụng

#### 2.2.1. Cảm biến siêu âm HC-SR04

Cảm biến khoảng cách siêu âm HC-SR04 được sử dụng rất phổ biến, HC-SR04 nhận biết khoảng cách từ vật thể đến cảm biến nhờ sóng siêu âm, cảm biến có thời gian phản hồi nhanh, độ chính xác cao, phù hợp cho các ứng dụng phát hiện vật cản, đo khoảng cách bằng sóng siêu âm. SR04 hoạt động bằng cách phát 1 tín hiệu siêu âm (tần số 40Khz) và bắt đầu đếm thời gian nhận được tín hiệu phản hồi. Khoảng cách do SR-04 được tính từ tốc độ và thời gian phản hồi (hình 2.1).



Hình 2.1. Cảm biến siêu âm HC-SR04

#### 2.2.2. Động cơ servo

Servo là một dạng động cơ điện đặc biệt không

giống động cơ thông thường, servo chỉ quay khi được điều khiển bằng xung PPM với góc quay nằm trong khoảng bất kì từ 0-180 độ. Mỗi loại servo có kích thước, khối lượng và cấu tạo khác nhau (hình 2.2).

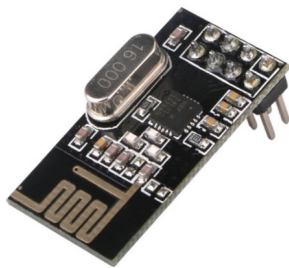


Hình 2.2. Động cơ servo Tower Pro

Động cơ RC Servo 9G có kích thước nhỏ, là loại được sử dụng nhiều nhất để làm các mô hình nhỏ hoặc các cơ cấu kéo không cần đến lực nặng. Động cơ RC Servo 9G có tốc độ phản ứng nhanh, các bánh răng được làm bằng nhựa nên cần lưu ý khi nâng tải nặng vì có thể làm hư bánh răng, động cơ RC Servo 9G có tích hợp sẵn Driver điều khiển động cơ bên trong nên có thể dễ dàng điều khiển góc quay bằng phương pháp điều độ rộng xung PWM.

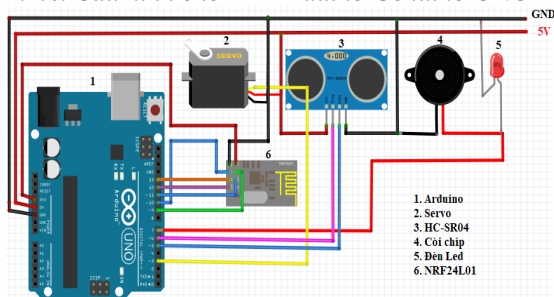
2.2.3. Module thu phát vô tuyến NRF24L01

Module NRF24L01 hoạt động ở tần số sóng ngắn 2.4GHz nên Module này có khả năng truyền dữ liệu tốc độ cao và truyền dữ liệu trong điều kiện môi trường có vật cản (hình 2.3).



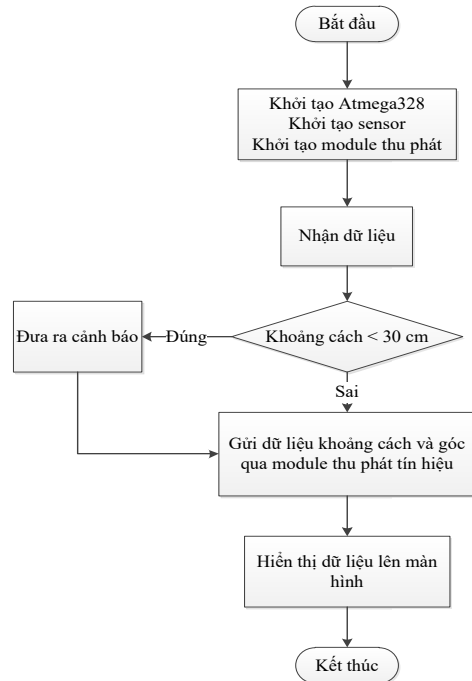
Hình 2.3. Module NRF24L01

2.2.4. Cấu hình cho KIT Arduino Genuino UNO



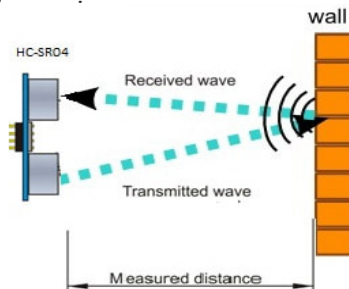
Sơ đồ 2.2. Nối chân mạch thu tín hiệu

2.2.5. Lưu đồ hoạt động của hệ thống giám sát



Sơ đồ 2.3. Lưu đồ thuật toán

a. Cách tính góc: Để đo được góc của mục tiêu, khi ăng ten quay và phát sóng vào không gian giám sát mục tiêu, thì trên màn ảnh tia quét cũng quay. Thiết kế sao cho chúng quay đồng pha và đồng bộ với nhau, nghĩa là ăng ten và tia quét có cùng tốc độ quay. Khi radar quay phát hiện thấy mục tiêu thì đồng thời sẽ hiển thị mục tiêu trên màn ảnh, khi đó sẽ xác định được hướng của mục tiêu.



Hình 2.4. Cảm biến siêu âm HC-SR04 đo khoảng cách

b. Cách đo khoảng cách: Cảm biến siêu âm không tự tính được khoảng cách. Thay vào đó, nó chỉ lấy thời gian của sóng đã rời khỏi máy phát và bật trở lại máy thu. Thời gian được chuyển đổi thành khoảng cách bằng cách sử dụng tốc độ âm thanh. Sóng siêu âm được truyền đi trong không khí với vận tốc khoảng 343m/s. Nếu một cảm biến phát ra sóng siêu âm và thu về các sóng phản xạ đồng thời, đo được khoảng thời gian từ lúc phát đi tới lúc thu về, thì có thể xác định được quãng đường mà sóng đã di chuyển trong không

gian. Quỹ đường di chuyển của sóng bằng 2 lần khoảng cách từ cảm biến tới chướng ngại vật, theo hướng phát của sóng siêu âm. Hay khoảng cách từ cảm biến tới vật cản sẽ được tính theo nguyên lý TOF:

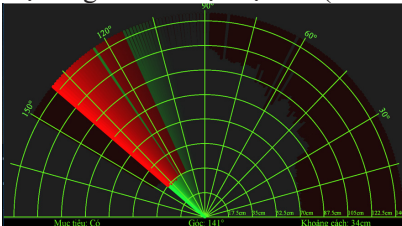
$$d = \frac{v.t}{2} \text{ Trong đó:}$$

$d$  là khoảng cách cần đo;  $v$  là vận tốc sóng siêu âm trong môi trường truyền sóng;  $t$  là thời gian từ lúc sóng được phát đi đến lúc sóng được ghi nhận lại

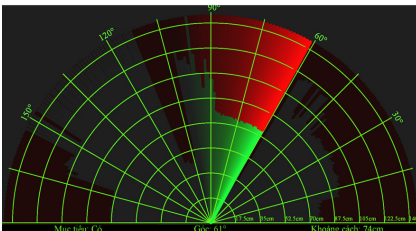
Nguyên lý TOF (time of flight) là nguyên lý đo khoảng cách bằng thời gian truyền của sóng. Khi sóng siêu âm phát ra và thu về, cảm biến siêu âm, một cách gián tiếp cho ta biết vị trí các chướng ngại vật theo hướng quét của cảm biến. Khi đó, dường như trên quỹ đường đi từ cảm biến đến chướng ngại vật, sóng siêu âm không gặp bất cứ vật cản nào, và đầu đó xung quanh vị trí mà thông số cảm biến ghi nhận được, có một chướng ngại vật. Và vì thế, cảm biến siêu âm có thể được mô hình hóa thành một hình quạt.

### 2.3. Kết quả

Servo quay 180 độ giúp cảm biến phát hiện vật cản trong một khoảng rộng hơn. Khi cảm biến quét được vật cản có tín hiệu trả về, nếu vật cản quá gần sẽ được thông báo bằng còi chip và đèn led. Màn hình phần mềm Processing nhận thông tin quét của cảm biến và xử lý thông tin, khi quét được vật thể màn hình Processing sẽ hiện lên ảnh mà cảm biến quét được, ngoài ra màn hình còn hiện lên khoảng cách từ cảm biến đến vật và góc xuất hiện vật cản (hình 2.5).



Hình 2.5. Kết quả quan sát được khi đang để vật cản trong hướng khoảng 115 - 140 độ và khoảng cách 34 cm.



Hình 2.6. Kết quả quan sát được khi đang để vật cản trong hướng khoảng 60 - 90 độ và khoảng cách 74 cm.

### 3. Kết luận

- Sản phẩm có khả năng quan sát trong bán kính 140 cm. Mặc dù trên lý thuyết cảm biến có khả năng đo khoảng cách tới 2-400 cm nhưng do điều kiện môi trường không thuận lợi như đồ vật xung quanh, tốc độ quay servo... nên bằng việc thử nghiệm cho thấy kết quả tối ưu nhất để sản phẩm hoạt động tốt là khoảng 140 cm.

- Để có thể xây dựng được một hệ thống radar trên thực tế có thể dùng sóng phát hiện là sóng siêu âm, sóng RF, sóng wifi, sóng ngắn 2.4 GHz, ... để phát hiện được mục tiêu ở xa hơn.

- Bổ trí thêm nhiều sensor đo khoảng cách và phát hiện vật cản vào trong không gian để xác định được tọa độ xyz, khi đó sóng cao tần sẽ phát hiện được cả tốc độ hướng tâm, tốc độ tuyệt đối của vật, góc tới của vật so với radar.

- Xây dựng hệ thống trong thực tế có khả năng hiển thị tốc độ, khoảng cách, góc tới chính xác hơn, thể hiện được quỹ đạo di chuyển của vật cản, ...

- Hướng phát triển

+ Thiết lập làm camera giám sát an ninh cho gia đình, cơ quan, ... phát hiện kẻ gian tiếp cận đưa ra cảnh báo ngay lập tức.

+ Sản phẩm có thể tích hợp với phanh xe ô tô để có thể ứng dụng vào việc lùi ô tô, phát hiện chướng ngại vật bất ngờ xuất hiện phía trước, để có thể tự động hãm lại khi ở vật cản ở khoảng cách nhất định, ngoài ra lái xe còn xác định được khoảng cách với các vật, xe xung quanh khi đang lưu thông trên đường.

+ Ứng dụng cho người khiếm thị khi cảm biến được gắn trên cánh tay của người khiếm thị, khi di chuyển thiết bị sẽ liên tục phát ra các sóng siêu âm trong phạm vi đã xác định sau đó sẽ đưa ra các cảnh báo dẫn đường để tránh các vật cản trên đường...

### Tài liệu tham khảo

1. Lê Mỹ Hà, Phạm Quang Huy (2017), Lập trình Iot với Arduino, NXB Thanh Niên, Hà Nội.

2. Phạm Quang Huy, Lê Cảnh Trung (2016), Lập trình điều khiển với Arduino, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

3. Daniel Shiffman (2015), Learning Processing: A Beginner's Guide to Programming Images, Animation, and Interaction, Newnes.

4. <http://achqk.blogspot.com/2011/09/tim-hieu-ve-inh-nghia-raa.html>

5. <http://arduino.vn/bai-viet/904-che-cao-radar-voi-arduino>

6. <http://htpro.vn/news/dien-tu-co-ban/nguyen-ly-cau-cao-cam-bien-sieu-am-thongdung-5.html>