

# THIẾT KẾ VÀ ĐIỀU KHIỂN ROBOT KHÔNG DÂY THU THẬP DỮ LIỆU SỬ DỤNG KỸ THUẬT TRUYỀN THÔNG RF

## DESIGNING AND CONTROLLING OF WIRELESS ROBOT FOR DATA COLLECTION BY USING RF COMMUNICATION

Nguyễn Chí Nhân,  
Trần Quốc Thanh, Nguyễn Tuấn Kiệt  
ĐH Khoa học Tự Nhiên, ĐHQG TP. HCM

### TÓM TẮT

Trong bài báo này, chúng tôi đã thiết kế robot không dây thu thập dữ liệu và điều khiển hướng đi của robot bằng việc sử dụng máy tính (PC). Đơn vị điều khiển trong robot điều khiển hướng đi của robot theo lệnh được đưa ra từ chương trình điều khiển trên máy tính bằng cách sử dụng kỹ thuật truyền thông không dây RF. Trong đó, vi điều khiển AVR (ATmega 16) và bộ thu phát vô tuyến HM-TR được sử dụng. Vi điều khiển được giao tiếp với máy tính thông qua giao tiếp UART bằng cách sử dụng bộ chuyển đổi mức logic - MAX 232. Robot sẽ thu thập dữ liệu như: nhiệt độ, độ ẩm, áp suất sau đó truyền dữ liệu này đến chương trình điều khiển trên máy tính bằng cách sử dụng bộ phát vô tuyến RF. Ngoài ra, robot có thể di chuyển về phía trước, sau, qua trái, qua phải thông qua chương trình điều khiển trên máy tính. Bên cạnh đó, chúng tôi sử dụng camera để xác định vị trí của robot.

### ABSTRACT

In this paper, we designed the wireless robot for data collection and controlled the robot direction using Personal Computer (PC). The control unit in robot controls the robot direction according to the commands given from the control program on PC by using RF wireless communication. There, AVR (ATmega 16) microcontroller and HM-TR transceiver are used. Microcontroller is interfaced to PC through UART communication using MAX 232 level converter. The robot will collect data such as: temperature, humidity, pressure and will transmit this data to the control program on PC by using RF transmitter. In addition, robot can move in forward, back, left, right directions according to the control program on PC. Besides, we used the camera to locate the robot.

### I. GIỚI THIỆU

Ngày nay, công nghệ không dây đang phát triển rất mạnh cùng với các thiết bị không dây ngày càng hiện đại cho phép người sử dụng có thể phát triển nhiều ứng dụng thực tế, nhất là trong lĩnh vực điều khiển từ xa và truyền số liệu. Bên cạnh đó, lĩnh vực thiết kế robot không dây được điều khiển từ xa cũng đang được nhiều nhóm tác giả quan tâm nghiên cứu, thiết kế và đưa vào ứng dụng trong thực tế.

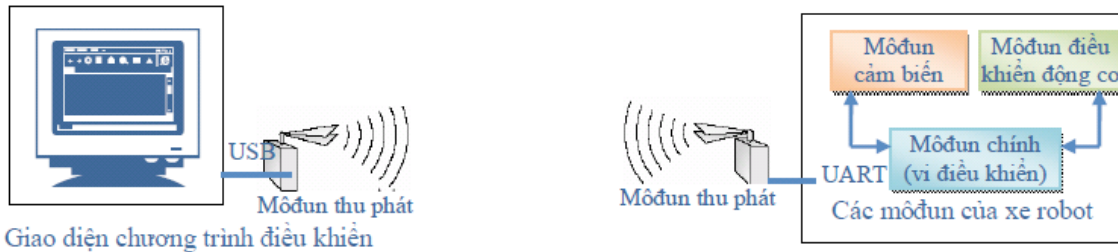
Trước tình hình trên, nhóm chúng tôi đã thiết kế robot không dây dưới dạng mô hình xe robot được điều khiển từ xa thông qua kỹ thuật truyền thông không dây RF (Radio Frequency), nhằm phục vụ cho việc đo đạc và thu thập dữ liệu. Với chức năng hoạt động của robot này, cho phép

người vận hành đứng ở khoảng cách an toàn điều khiển robot, trong khi robot tiến vào vùng cần thu thập dữ liệu (kể cả những vùng nguy hiểm mà con người không thể đến được). Người điều khiển sau đó sẽ hướng robot đến một vị trí đặc biệt cần thu thập những dữ liệu và sau đó truyền về máy tính. Với các bộ cảm biến được gắn trên robot, có thể truyền những dữ liệu mà nó thu thập được về cho người điều khiển thông qua giao diện trên máy tính. Đồng thời, với bộ camera được gắn trên robot nhằm giúp định vị robot đang hoạt động. Thông qua đó người điều khiển có thể biết được những thông số tại nơi cần khảo sát và đưa ra phương án để xử lý.

## II. THIẾT KẾ ROBOT

Trong thiết kế này, chúng tôi sử dụng phương pháp thiết kế theo từng mô-đun, sau đó ghép nối

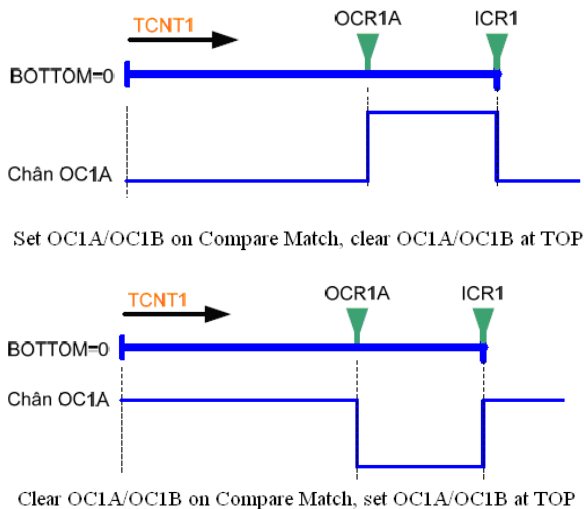
các mô-đun lại với nhau để hoàn chỉnh hệ thống. Mô hình hệ thống ghép nối các mô-đun được trình bày trong hình 1.



Hình 1: Mô hình hệ thống

### 2.1 Mô-đun điều khiển động cơ

Để điều khiển sự di chuyển của robot chúng tôi sử dụng các động cơ DC. Chúng tôi sử dụng kỹ thuật điều chế độ rộng xung PWM (cụ thể là chế độ Fast PWM) để điều khiển tốc độ, hướng quay của động cơ DC. Fast PWM là chế độ tạo ra xung PWM có tần số cao. Timer đếm từ giá trị BOTTOM đến giá trị MAX và trở về đếm lại từ giá trị BOTTOM. Trong chế độ Fast PWM, một chu kỳ (Time Period) được tính trong một lần đếm từ BOTTOM lên TOP.



Hình 2: Chế độ Fast PWM mode 14

Tần số PWM của ngõ ra có thể được tính toán theo công thức sau:

- Đối với Timer/Counter 8bit:
- Đối với Timer/Counter 16bit:

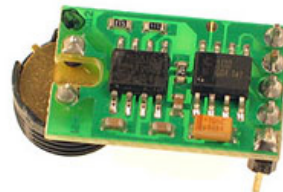
$$f_{OCnPWM} = \frac{f_{clk\_I/O}}{N \cdot 256} \quad (1)$$

$$f_{OCnPWM} = \frac{f_{clk\_I/O}}{N(1+TOP)} \quad (2)$$

Với N là hệ số chia tỉ lệ (tùy thuộc vào cách thiết lập các bit CS và loại Timer/Counter).

### 2.2 Module độ ẩm - HH10D

Module cảm biến độ ẩm tương đối HH10D do hãng RF Hope sản xuất bao gồm cảm biến độ ẩm loại điện dung, một tụ điện CMOS để chuyển đổi tần số và một EEPROM được sử dụng để giữ các yếu tố hiệu chuẩn. Do đặc điểm của cảm biến độ ẩm loại điện dung, hệ thống có thể đáp ứng lại khi độ ẩm thay đổi rất nhanh. Mỗi cảm biến được hiệu chuẩn hai lần tại hai độ ẩm chính xác khác nhau, hai cảm biến có duy nhất hệ số liên quan được lưu trữ trong EEPROM trên module. Các giá trị này được dùng để tính giá trị độ ẩm.



Hình 3: Module HH10D

Module HH10D được kết nối với vi điều khiển qua các chân SDA, SCL (chuẩn I2C) hoặc chân Fout vào chân T0/T1 của bộ Timer/Counter để đọc tần số. Chúng ta có hai cách để nhận giá trị độ ẩm của module:

- Đọc tần số ngõ ra (Output Frequency Range) tương ứng giá trị độ ẩm từ 1% đến 99%.
- Đọc giá trị từ EEPROM của module. Theo cách này thì phải chú ý đến địa chỉ (Address) của module trong giao tiếp I2C là 0x01 và địa chỉ của EEPROM bắt đầu từ 0x01.

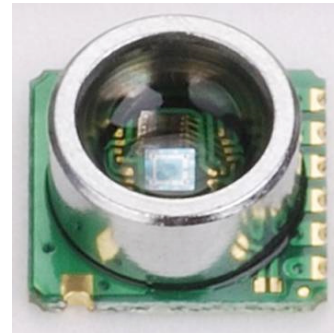
Trong ứng dụng này chúng tôi sử dụng cách đọc giá trị tần số sau đó suy ra độ ẩm theo công thức:

$$RH(\%) = \left( \frac{F_{out} - 5}{5} \right) * 100\% \quad (3)$$

### 1.3 Module áp suất - HP03S

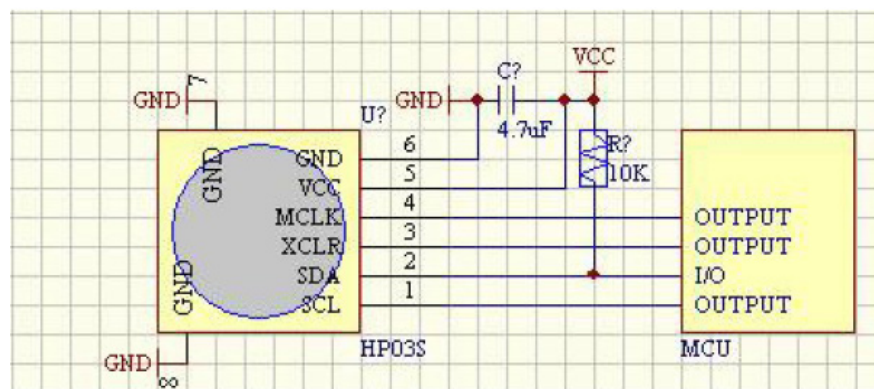
- Được tích hợp cảm biến áp suất.
- Khoảng đo áp suất 300hpa đến 1100hpa.

- Giao tiếp I2C
- Hoạt động ở tần số xung clock 32768Hz
- Công suất tiêu thụ thấp.



Hình 4: Mô-đun áp suất HP03S

Module HP03S kết nối với vi điều khiển theo hình sau:



Hình 5: Mô-đun HP03S kết nối với MCU

Sau khi kết nối với vi điều khiển chúng ta tính toán giá trị áp suất (P) và nhiệt độ (T) theo các công thức sau:

$$D2 \geq C5 \quad dUT = D2 - C5 - ((D2 - C5) / 2^7) * ((D2 - C5) / 2^7) * A / 2^C \quad (4)$$

$$D2 < C5 \quad dUT = D2 - C5 - ((D2 - C5) / 2^7) * ((D2 - C5) / 2^7) * B / 2^C \quad (5)$$

$$OFF = (C2 + (C4 - 1024) * dUT / 2^{14}) * 4 \quad (6)$$

$$SENS = C1 + C3 * dUT / 2^{10} \quad (7)$$

$$X = SENS * (D1 - 7168) / 2^{14} - OFF \quad (8)$$

$$P = X * 10 / 2^5 + C7 \quad (9)$$

$$T = 250 + dUT * C6 / 2^{16} - dUT / 2^D \quad (10)$$



Với độ phân giải 10mV/°C tức là cứ tăng nhiệt độ 1 độ C thì điện áp ra tăng 10mV. Với Vref = 5V (điện áp tham chiếu) ADC 10 bit có 1024 giá trị từ 0 → 1023. Vậy mỗi giá trị ADC tương ứng với 5V/1023 = 4.88mV. Vậy một giá trị ADC tương ứng với x = 4.88/10 = 0.488 (°C). Ở 0°C điện áp ra là 0V tương ứng với giá trị ADC là 0.

Gọi: k: là hệ số khuếch đại điện thế của LM35 trước khi vào ADC của Atmega16.

t: là nhiệt độ của môi trường.

n: là giá trị của ADC

Ta có

Vref = 5V = 5000mV → 1023 giá trị ADC

t.k.10mV → n = read\_adc()

$$\text{Suy ra: } t = \frac{5000n}{1023 \cdot 10 \cdot k} = \frac{500n}{1023k} \quad (11)$$

$$\text{Với } k = \frac{R_5}{R_2} = R_5 \quad (12)$$

n = read\_adc(): đọc giá trị của ADC của Atmega16.

## 2.5 Module thu phát RF- HM-TR

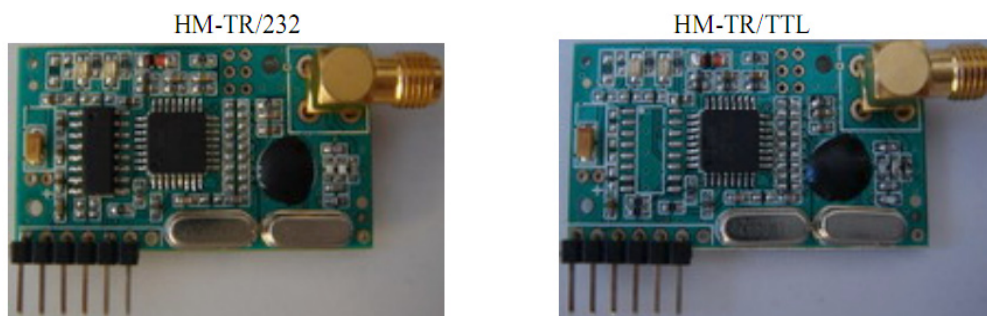
Mô-đun HM-TR là mô-đun thu phát RF do công ty Microelectric sản xuất. Chúng tôi sử

dụng mô-đun này để truyền dữ liệu và điều khiển robot từ xa. Mô-đun HM-TR có những đặc điểm như sau:

- Có khả năng thay đổi tần số, chống giao thoa tốt.
- Truyền nhận 2 chiều theo phương thức half-duplex.
- Chuyển đổi từ tín hiệu RF thành giao thức theo chuẩn USART một cách tự động, tin cậy và dễ dàng sử dụng.
- Cho phép cấu hình định dạng UART, với tốc độ từ 300 bit/giây đến 19200 bit/giây.
- Khoảng cách truyền nhận xa đến hơn 300m khi không có vật cản.
- Không cần điều chỉnh RF trong ứng dụng.
- Ứng dụng trong các lĩnh vực: điều khiển từ xa, hệ thống đo lường từ xa, thu thập dữ liệu, ứng dụng gia đình,...

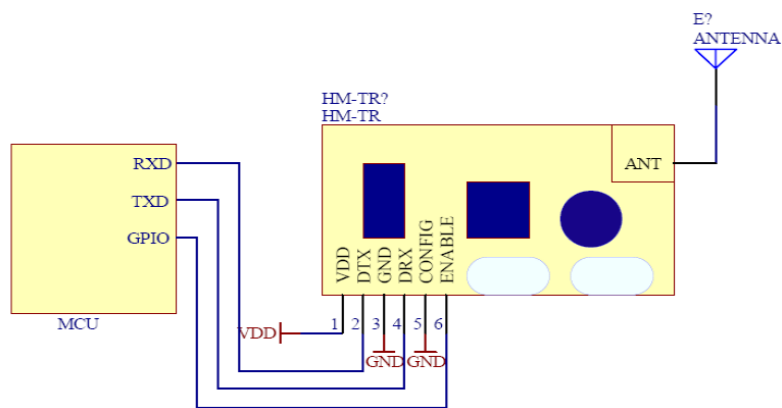
Mô-đun HM-TR có hai loại: HM-TR/232 và HM-TR/TTL. Trong đó HM-TR/TTL thì tương thích với chuẩn TTL, còn HM-TR/232 tương thích với chuẩn RS232 (tương tự như HM-TR/TTL nhưng có tích hợp sẵn Max232).

Ở đây, chúng tôi sử dụng mô-đun HM-TR/TTL.



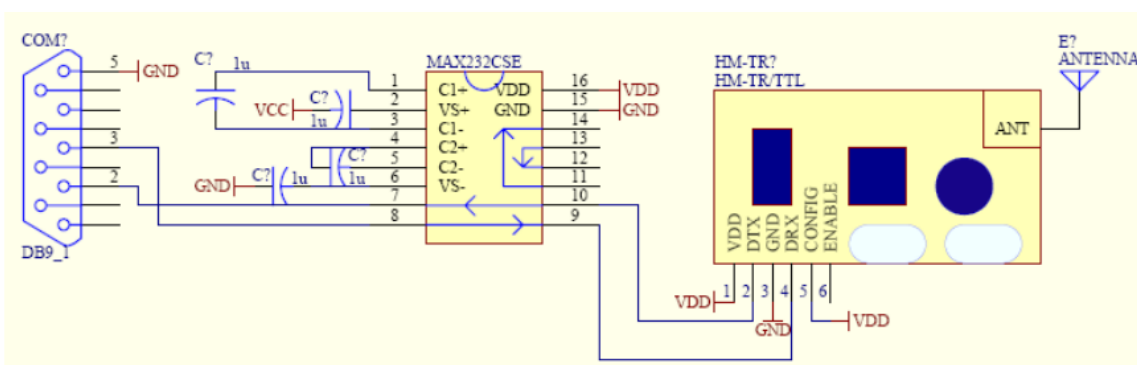
Hình 8: Mô-đun HM-TR/232 và HM-TR/TTL

**-Kết nối HM-TR/TTL với MCU:** chúng ta có thể kết nối trực tiếp HM-TR/TTL với vi điều khiển (MCU: Micro Controller Unit) thông qua UART, như hình bên dưới:



Hình 9: Sơ đồ kết nối HM-TR/TTL với vi điều khiển

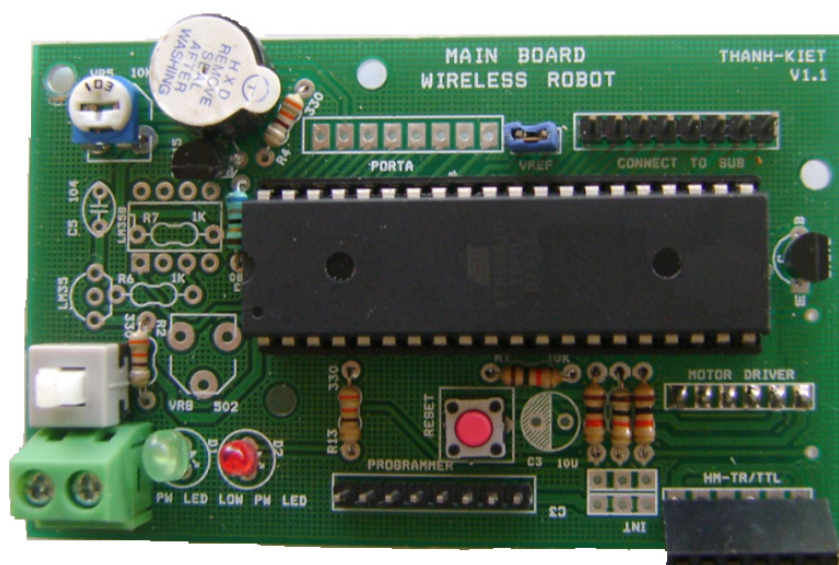
**-Kết nối HM-TR/TTL với PC:** do HM-TR/TTL không cùng mức điện thế với cổng COM của máy tính nên ta lắp mạch kết nối thông qua Max232, được trình bày như hình bên dưới:



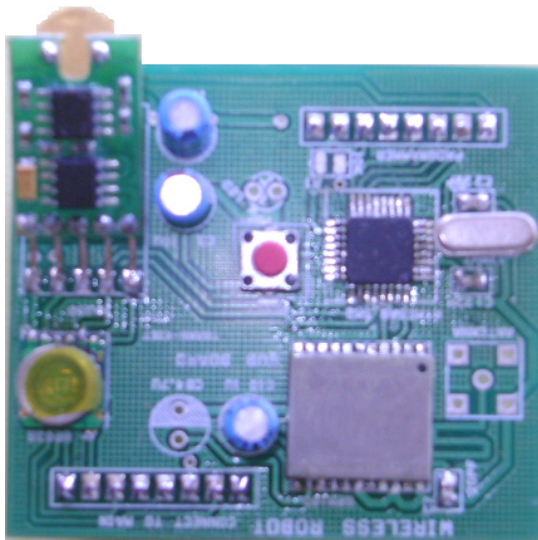
Hình 10: Sơ đồ kết nối HM-TR/TTL với PC.

## 2.6 Mô-đun chính

Mô-đun chính dùng để kết nối các mô-đun lại với nhau, chúng tôi sử dụng vi điều khiển ATmega16 để điều khiển tất cả các hoạt động của robot và việc thu thập và truyền dữ liệu về máy tính. Để kết nối các module lại với nhau chúng tôi chia mô-đun chính thành 2 module: Main board và Sub Board. Mạch thực tế của hai board như các hình sau:



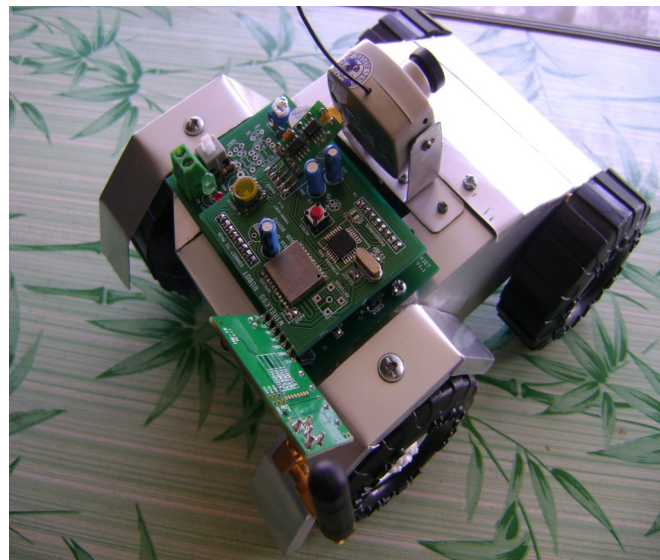
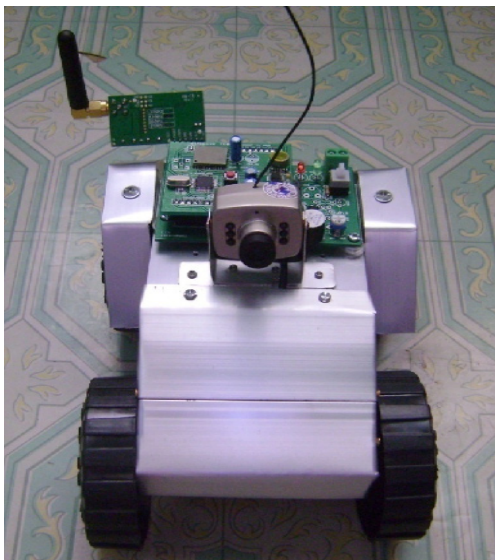
Hình 11: Main Board



Hình 12: Sub Borad

### III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

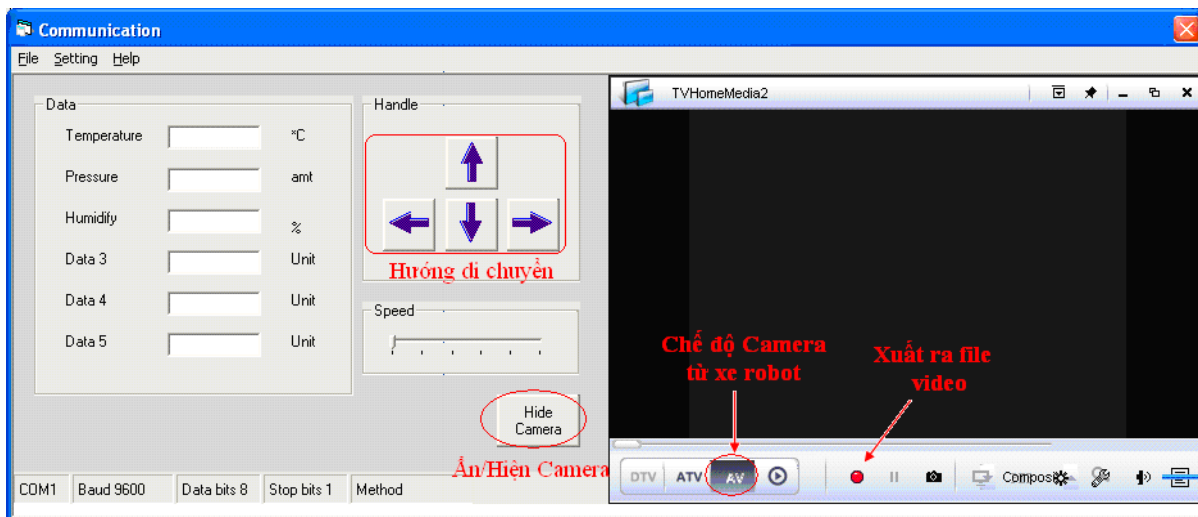
Chúng tôi đã thiết kế robot không dây dưới dạng mô hình xe robot được điều khiển từ xa từ chương trình điều khiển robot trên máy tính thông qua bộ thu phát không dây RF, nhằm phục vụ cho việc đo đạc và thu thập dữ liệu. Dưới đây, là hình ảnh của robot mà chúng tôi đã thiết kế và chương trình điều khiển robot trên máy tính.



Hình 13: Robot không dây dưới dạng mô hình xe robot

Robot đã vận hành rất tốt trong môi trường và địa hình bằng phẳng, robot có thể thực hiện các thao tác di chuyển như: đi tới, đi lùi, rẽ trái, rẽ phải, tăng/giảm tốc độ lúc di chuyển và có thể quay vòng tròn 360°, tất cả các thao tác trên đều được điều khiển từ chương trình điều khiển trên máy tính (hình 14). Đồng thời, robot thu thập các dữ liệu với các cảm biến được gắn trên robot, các dữ liệu gồm: nhiệt độ, độ ẩm, áp suất và một số dữ liệu khác mà người dùng có thể tự bổ sung

thêm các mô-đun cần thiết khác. Các dữ liệu này sẽ được truyền về máy tính và hiển thị trên chương trình điều khiển trên máy tính. Ngoài ra, khi nguồn cung cấp cho robot xuống dưới 4.7V thì sẽ có tín hiệu báo cho người điều khiển biết để có thể xử lý thích hợp thông qua chương trình điều khiển trên máy tính. Bên cạnh đó, trên robot cũng có gắn một camera quan sát để định vị vị trí của robot đang hoạt động.



Hình 14: Giao diện chương trình điều khiển robot trên máy tính

#### IV. KẾT LUẬN

Với mô hình robot này thì chúng ta có thể ứng dụng vào trong thực tế, để làm việc thay thế con người để đo được và thu thập dữ liệu ở nhiều nơi khác nhau, thậm chí tại những nơi độc hại, nguy hiểm hay những nơi mà việc dùng dây dẫn khó thực hiện được. Mô hình được thiết kế rất gọn, tiện lợi và độ ổn định cao với chi phí thấp. Đây là công cụ rất tốt cho người thiết kế robot, đo được và thu thập dữ liệu từ xa. Thích hợp dùng làm công cụ thực hành cho các trường đại học, cao đẳng, trung tâm dạy về vi điều khiển, thiết kế robot, đo đạc và thu thập dữ liệu.

Tuy nhiên, robot này còn một số mặt hạn chế như: do cơ cấu của robot có 4 bánh xe nên khó di chuyển nơi có địa hình gồ ghề. Phần cơ khí tự làm bằng thủ công nên ma sát lớn, tiêu thụ nhiều năng lượng khi hoạt động. Do đó, hướng nghiên cứu tiếp theo của đề tài là cải thiện nguồn nuôi và giảm tiêu thụ năng lượng cho robot, phát triển bộ phận định vị sử dụng GPS cho robot từ đó làm cho robot thông minh hơn có khả năng ghi lại lộ trình đã đi qua và đi theo lộ trình đã định sẵn. Đồng thời có thể phát triển kết hợp với những lĩnh vực khác như: hệ thống camera, xử lý ảnh nhận diện đường đi và một hệ thống logic mờ điều khiển thông minh.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Ngô Diên Tập, *Kỹ thuật vi điều khiển AVR*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2003.
- Ngô Diên Tập, *Vi điều khiển với lập trình C*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2006.
- Richard Barnett, Larry O’Cull, Sarah Cox, “Embedded C Programming and the Atmel AVR”, Thomson Delmar Learning, 2005.
- Owen Bishop, *Robot Builder’s Cookbook*, Published by Elsevier Ltd, Copyright © 2007, ISBN: 978-0-7506-6556-8
- Jong Hoon Ahn, “Robot control using the wireless communication and the serial communication”, Master Thesis of Electrical Engineering Program Cornell University, May 2007