

# ỨNG DỤNG IOT-CLOUD TRONG ĐIỀU KHIỂN ROBOT APPLY IOT-CLOUD IN CONTROLLING ROBOT

PHẠM TRUNG MINH\*, NGUYỄN TRỌNG ĐỨC

Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

\*Email liên hệ: minhht@vamaru.edu.vn

## Tóm tắt

Ứng dụng Internet kết nối vạn vật (Internet of Things - IoT) trong điều khiển Robot đã được triển khai, công bố rộng rãi trong các công trình nghiên cứu cũng như trong thực tế. Tuy nhiên, do khả năng lưu trữ và xử lý hạn chế, hiệu suất của các dịch vụ IoT bị giảm đáng kể. Những hạn chế này có thể được giải quyết bởi điện toán đám mây (Cloud). Thêm vào đó, sự kết hợp của Cloud cho phép tăng cường khả năng, mở rộng phạm vi của IoT với nhiều dịch vụ mới bằng cách tích hợp các tài nguyên IoT. Trong bài báo này, nhóm tác giả đề xuất giải pháp ứng dụng IoT-Cloud trong điều khiển robot tầm xa. Thử nghiệm giải pháp trên mô hình robot di động theo dõi đối tượng nhằm khẳng định những ưu việt trong sự kết hợp, hợp nhất hai công nghệ IoT và Cloud.

**Từ khóa:** IoT- Cloud, Robot, internet.

## Abstract

Application of Internet of Things (IoT) in robot control has been deployed and widely published in research works as well as in reality. However, due to the limitations of storage and processing capabilities, the performance of IoT services is significantly reduced. These limitations can be decreased by using cloud computing technology (Cloud). In addition, this combination with Cloud which integrating IoT resources allows enhancing the capacity and expanding the scope of IoT with many new services. In this paper, the authors proposed an IoT-Cloud application solution for controlling long-range robots. This solution was tested on a mobile object tracking model to affirm the advantages of combining and integrating IoT and Cloud technologies.

**Keywords:** IoT- Cloud, Robot, internet.

## 1. Mở đầu

Các hệ thống robot đã và đang được nghiên cứu, ứng dụng trong nhiều lĩnh vực của đời sống xã hội, mang lại những hiệu quả đáng kể, đặc biệt là các robot di động, robot tự hành. Thông thường, ở phạm vi

khoảng cách gần, việc truyền tín hiệu có thể điều khiển robot có thể thực hiện bằng tín hiệu hồng ngoại [1], tín hiệu Bluetooth hay tín hiệu Wifi [2],... Những phương pháp này có nhược điểm cố hữu là thiết bị điều khiển phải “nhìn” thấy được robot, hoặc không có vật cản có tính chất ngăn cản khả năng lan truyền sóng điện từ trong không khí. Tuy nhiên, với những nhóm loại robot được xây dựng cho mục đích thăm dò, giám sát hay thám hiểm trong điều kiện môi trường khắc nghiệt, địa hình phức tạp hay ở khoảng cách xa,... do hạn chế “tầm nhìn”, tín hiệu điều khiển robot bị gián đoạn, thậm chí bị chặn, các yêu cầu về kỹ thuật cũng như công nghệ điều khiển robot đòi hỏi phải được cải thiện [3]. Khi đó, việc ứng dụng IoT-Cloud được xem là một giải pháp hữu hiệu.

IoT dựa trên một số lượng lớn các đối tượng - vật thể thông minh và tự tạo được kết nối với nhau trong một cơ sở hạ tầng mạng năng động và toàn cầu (Internet) nhằm giúp con người nhận thức thế giới và cải thiện chất lượng cuộc sống. Tuy nhiên, do khả năng lưu trữ và xử lý hạn chế, hiệu suất của các dịch vụ IoT bị giảm đáng kể. Những hạn chế này có thể được giải quyết bởi điện toán đám mây (Cloud). Thêm vào đó, sự kết hợp của Cloud cho phép tăng cường khả năng, mở rộng phạm vi của IoT với nhiều dịch vụ mới bằng cách tích hợp các tài nguyên IoT [4].

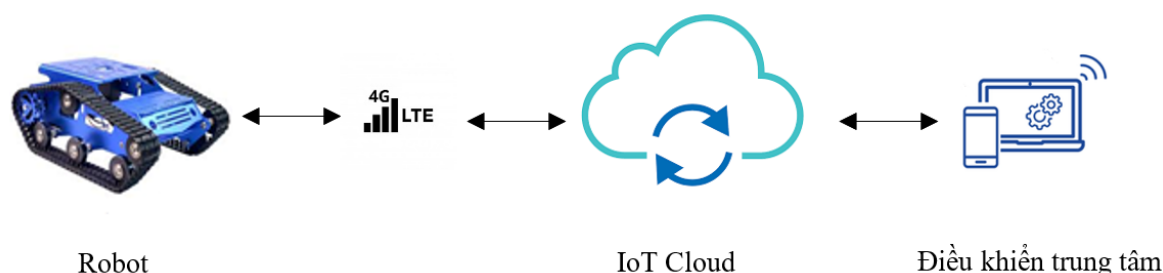
Trong bài báo này, nhóm tác giả đề xuất giải pháp ứng dụng IoT-Cloud trong điều khiển robot tầm xa. Thử nghiệm giải pháp trên mô hình robot di động theo dõi đối tượng nhằm khẳng định những ưu việt trong sự kết hợp, hợp nhất hai công nghệ IoT và Cloud.

## 2. Mô hình kiến trúc hệ thống điều khiển robot với công nghệ IoT-Cloud

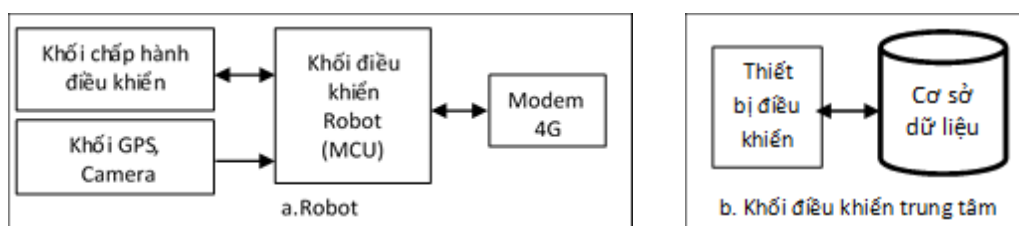
### 2.1. Mô hình kiến trúc hệ thống

Mô hình kiến trúc hệ thống điều khiển Robot sử dụng công nghệ IoT-Cloud được chỉ ra trong Hình 1, với các khối chính:

**Khối Robot:** sử dụng các Vi điều khiển (Microcontroller Unit - MCU) điều khiển hoạt động của Robot, được tích hợp các mô đun kết nối truyền thông cho phép truyền/nhận các tín hiệu tới khối IoT-Cloud (Hình 2a).



**Hình 1. Mô hình kiến trúc hệ thống**



**Hình 2. Cấu trúc trong của Robot và Khối điều khiển trung tâm**

**Khối IoT-Cloud:** trạm trung chuyển tín hiệu trao đổi giữa Robot và trung tâm điều khiển.

**Khối điều khiển trung tâm:** giám sát, điều khiển hoạt động của Robot (Hình 2b).

Khi đó, Khối điều khiển trung tâm sẽ điều khiển hoạt động của Robot qua IoT-Cloud với các giao thức TCP/IP [5]. Vì vậy, sự kết nối giữa Khối điều khiển trung tâm và Robot luôn được duy trì mà không bị giới hạn bởi các yếu tố địa hình, địa lý.

## 2.2. Kịch bản điều khiển Robot

Quá trình điều khiển robot qua các kết nối truyền thông giữa các thành phần trong hệ thống.

Trường hợp thứ nhất: kết nối truyền thông được duy trì thông suốt giữa Robot, IoT-Cloud và Trung tâm điều khiển (kết nối internet ổn định). Tín hiệu điều khiển hoạt động của Robot được gửi tới IoT-Cloud và được chuyển tiếp tới MCU của Robot. MCU giải mã các tín hiệu và điều khiển hoạt động của Robot theo chỉ thị tương ứng. Ở chiều ngược lại, MCU thu nhận tín hiệu tọa độ (qua GPS) và hình ảnh (từ camera) thực tế của Robot, đóng gói dữ liệu và gửi về Trung tâm điều khiển qua IoT-Cloud.

Trường hợp thứ hai: kết nối bị gián đoạn (kết nối internet bị ngắt đột ngột ở phía Robot hoặc Trung tâm điều khiển). Như vậy, MCU của Robot sẽ không nhận được tín hiệu xác nhận từ Trung tâm điều khiển, nó sẽ điều khiển Robot dừng tại chỗ. Khi đó, việc thu hồi Robot sẽ được thực hiện dựa trên dữ liệu tọa độ nhận được cuối cùng từ Robot.

Từ kịch bản điều khiển đề xuất trên, lưu đồ thuật

toán được xây dựng (Hình 3).

**Bước 1:** Khởi động hệ thống, kiểm tra tình trạng và thực hiện việc kết nối các thiết bị.

**Bước 2:** Khối điều khiển chuyển gói tin tín hiệu điều khiển Robot tới IoT-Cloud.

**Bước 3:** Robot truy cập IoT-Cloud để thu nhận gói tin điều khiển. MCU giải mã các tín hiệu và điều khiển hoạt động của Robot theo chỉ thị tương ứng.

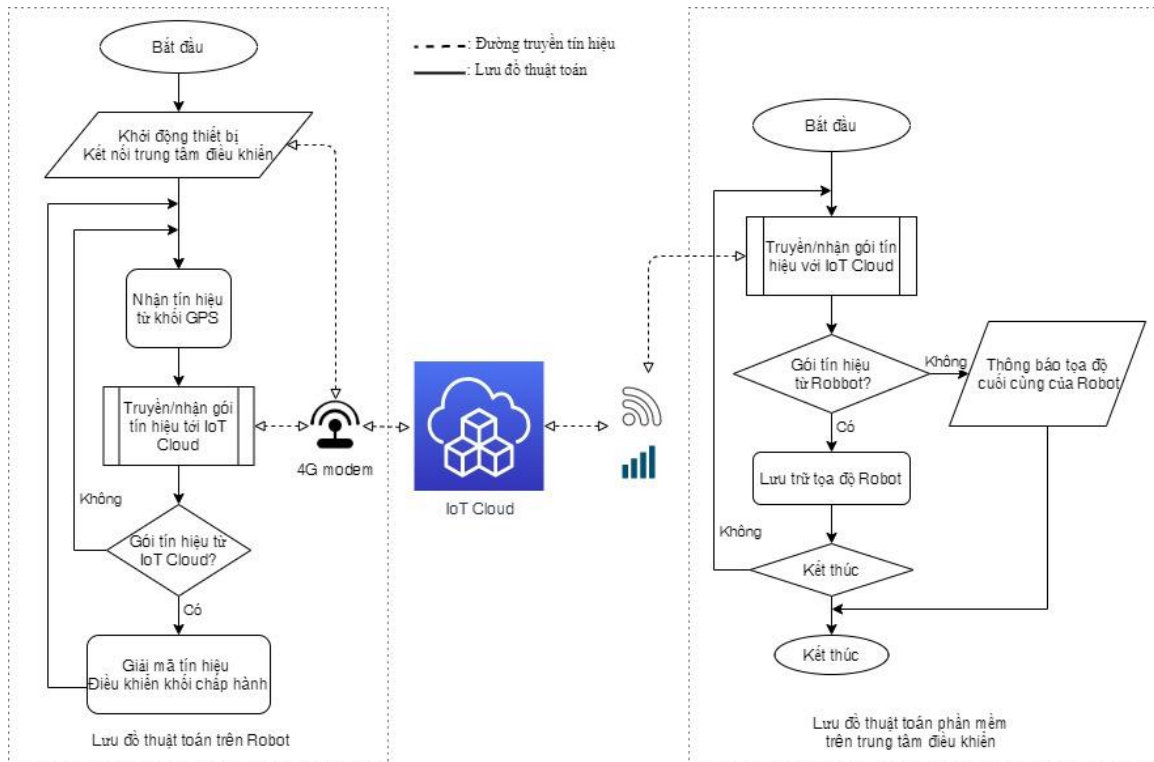
**Bước 4:** MCU thu nhận tín hiệu tọa độ và hình ảnh của Robot, đóng gói dữ liệu và gửi IoT-Cloud.

**Bước 5:** Khối điều khiển truy cập IoT-Cloud để nhận gói tín hiệu trạng thái. Xử lý và lưu trữ dữ liệu tọa độ của Robot vào Cơ sở dữ liệu, hiển thị hình ảnh của Robot đồng thời gửi tín hiệu xác nhận tới IoT-Cloud. Trong trường hợp Khối điều khiển không nhận được gói tin trạng thái của Robot, một thông báo cảnh báo đính kèm tọa độ nhận được lần cuối cùng của Robot được đưa ra nhằm kiểm tra và thu hồi Robot.

**Bước 6:** Robot truy cập IoT-Cloud để nhận tín hiệu xác nhận. Nếu thành công, quay lại Bước 2, ngược lại (Robot không truy nhập được IoT-Cloud) Robot sẽ dừng tại chỗ.

## 3. Xây dựng hệ thống

Từ kiến trúc đã đề xuất, mô hình hệ thống thử nghiệm được xây dựng với Robot di động (Hình 4a) sử dụng MCU Arduino Nano [6], mạch điều khiển động cơ Arduino Motor Shield L293D (Hình 4b), thiết bị kết nối mạng internet wifi 4G TPLink M7350, module Wireless NRF24L01, module GPS Ublox Neo M8N [7] và module Camera OV7670 No FiFo [8].



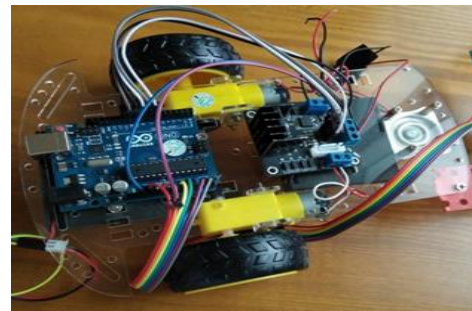
**Hình 3. Lưu đồ thuật toán điều khiển**

Cài đặt IoT-Cloud: để thiết lập kết nối, dịch vụ Google Cloud IoT Core được áp dụng. Với nền tảng công nghệ Google Cloud Platform, Google Cloud IoT Core cho phép thực hiện việc kết nối giữa trung tâm điều khiển và robot thông qua mạng internet bằng các thiết lập đơn giản, truy cập dễ dàng, có tính bảo mật, hoạt động ổn định với tốc độ truy cập cao [9].

Khối điều khiển trung tâm: sử dụng Laptop EliteBook 8470p (Intel Core i5-3320M, 4Gb Ram) với phần mềm điều khiển được cài đặt trong môi trường Windows Platform. Ngôn ngữ lập trình C# và hệ cơ sở dữ liệu MySQL cho giao diện thân thiện, dễ sử dụng. Hình 5 chỉ ra giao diện chính của phần mềm điều khiển. Để điều khiển sự di chuyển của robot, người dùng sử dụng các nút chức năng (UP, DOWN, LEFT,...) kết hợp khung nhìn trực quan về hình ảnh của robot trên thực địa. Bên cạnh đó, tọa độ hiện thời cũng như “vết” di chuyển của robot cũng được hiển thị trên bản đồ số nhờ sự kết hợp giữa dữ liệu thu được từ GPS và Google Map API [10] nhúng trong phần mềm.

Tiến hành thực nghiệm hệ thống trong không gian sân và các đường đi xung quanh nhà A4 - Khu Hiệu bộ Trường Đại học Hàng hải Việt Nam. Các kết quả (danh sách tọa độ, hình ảnh, “vết” di chuyển trên bản đồ) thu được cho thấy Robot hoạt động tốt trong phạm vi và khoảng cách 500m với tầm nhìn hạn chế, bị ngăn cản bởi các khối kiến trúc xây dựng và các vật thể tồn

tại tại thời điểm thực nghiệm (Hình 5). Mở rộng không gian với nhiều tòa nhà xung quanh, trong các trường hợp có và không kết nối internet, hoạt động điều khiển Robot đều được thực hiện thông suốt.

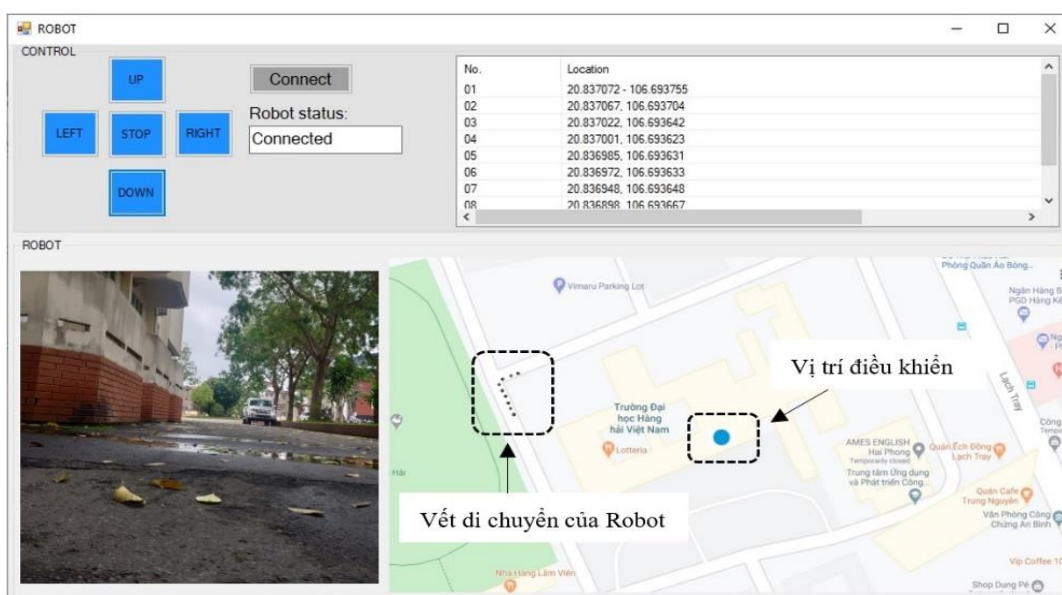


**a. Mẫu Robot**



**b. Arduino Motor Shield L293D**

**Hình 4. Mẫu Robot đã chế tạo**



Hình 5. Giao diện phần mềm điều khiển hoạt động trên khối điều khiển trung tâm

## 5. Kết luận

Việc ứng dụng nền tảng truyền thông internet cũng như công nghệ IoT-Cloud là cần thiết nhằm hỗ trợ và nâng cao khả năng điều khiển robot tầm xa trong điều kiện giới hạn bởi các yếu tố địa hình, địa lý. Trong bài báo này, nhóm tác giả đề xuất giải pháp, thiết kế và xây dựng một mô hình cho phép điều khiển robot thông qua mạng internet với điểm chuyển tiếp dữ liệu trung gian là IoT-Cloud. Mô hình hiện tại mang tính thực nghiệm, song hoàn toàn có thể cải thiện, nâng cấp thêm các tính năng để có thể triển khai và áp dụng trong thực tế.

## Lời cảm ơn

Bài báo này là sản phẩm của đề tài nghiên cứu khoa học cấp Trường năm học 2019-2020, tên đề tài: “Nghiên cứu áp dụng công nghệ IoT trong việc thiết kế hệ thống điều khiển Robot không dây tầm xa”, được hỗ trợ kinh phí bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] R. Kuriya, T. Tsujimura, and K. Izumi, Augmented reality robot navigation using infrared marker, in *Proceedings - IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, Vol. 2015-November, pp.450-455, 2015.

[2] P. Papcun, I. Zolotova, and K. Tafsi, Control and Teleoperation of Robot Khepera via Android Mobile Device through Bluetooth and WiFi, *IFAC-PapersOnLine*, Vol. 49, no. 25, pp.188-193, 2016.

[3] T. Palaniswamy, A. Alofi, F. Saeed, N. Mastoor, and R. Alahmadi, Automated Mobile Robots - A Survey on Controls, *Commun. Appl. Electron.*, Vol.6, no. 9, pp.22-26, 2017.

[4] P. P. Ray, A survey of IoT cloud platforms, *Futur. Comput. Informatics J.*, Vol.1, no. 1-2, pp.35-46, Dec. 2016.

[5] M. M. Alani, *Guide to OSI and TCP/IP Models*. 2014.

[6] Arduino Nano Pin Diagram, Features, Pin Uses & Programming. [Online]. Available: <https://components101.com/microcontrollers/arduino-nano>.

[7] NEO-M8 series | u-blox. [Online]. Available: <https://www.u-blox.com/en/product/neo-m8-series>.

[8] OV7670 CameraChip Datasheet pdf - VGA CameraChip. Equivalent, Catalog. [Online]. Available: <https://datasheetspdf.com/pdf/555220/OmniVisionTechnologies/OV7670/1>.

[9] Google Cloud IoT Core documentation. [Online]. Available: <https://cloud.google.com/iot/docs>.

[10] Google Maps Platform | Google Developers. [Online]. Available: <https://developers.google.com/maps/documentation/>.

|                    |            |
|--------------------|------------|
| Ngày nhận bài:     | 21/05/2020 |
| Ngày nhận bản sửa: | 01/06/2020 |
| Ngày duyệt đăng:   | 08/06/2020 |