

# Thiết kế và thực hiện công chuyển đổi LoRa - GSM giám sát các nút dựa trên công nghệ LoRa

Hồ A Lil\*, Bùi Vũ Minh

Khoa Cơ khí - Điện - Điện tử - Ô tô, Đại học Nguyễn Tất Thành

\*halil@ntt.edu

## Tóm tắt

LoRa (Long Range Radio) là công nghệ không dây truyền dữ liệu tầm xa, tiêu thụ năng lượng thấp cho các ứng dụng M2M và IoT. Nhóm tác giả đã thiết kế và thực hiện công chuyển đổi (Gateway) LoRa– GSM (Global System for Mobile Communications) tích hợp màn hình cảm ứng HMI (Human Machine Interface), để giao tiếp với người vận hành thay thế cho một máy chủ LoRa. Công chuyển đổi sàng lọc và đưa dữ liệu lên máy chủ IoT thông qua mạng di động GPRS/3G/4G tương thích với mọi địa hình khác nhau. Nút LoRa sử dụng cảm biến không dây dùng pin tiết kiệm năng lượng, đồng bộ với công chuyển đổi. Sản phẩm LoRa 433MHz đã được thử nghiệm ở hai vùng địa hình: đô thị và nông thôn. Kết quả cho thấy công chuyển đổi đảm bảo yêu cầu kiểm soát và truyền dữ liệu đạt độ tin cậy cao và ra quyết định điều khiển ổn định; có thể được sử dụng trong công nghiệp, quan trắc môi trường nông nghiệp và y tế.

Nhận 06.08.2021

Được duyệt 22.09.2021

Công bố 10.11.2021

## Từ khóa

IoT, long range, gateway IoT, node LoRa, low power sensor network, GSM, HMI, sensor network

© 2021 Journal of Science and Technology - NTTU

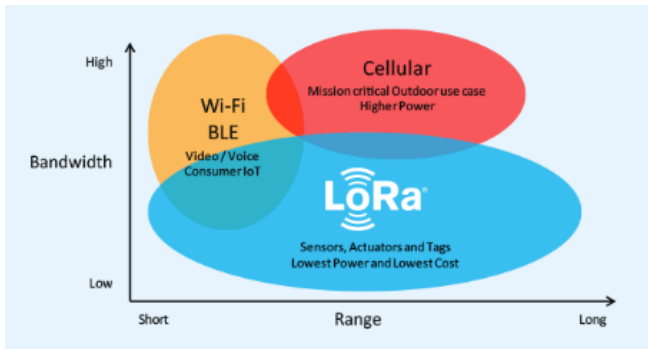
## 1 Mở đầu

Tự động hóa quan trắc môi trường đòi hỏi phải thu thập, xử lý và lưu trữ một lượng dữ liệu lớn thông số của các cảm biến.

### 1.1 Công nghệ LoRa

Công nghệ LoRa do hãng Semtech phát triển có cự li truyền xa với tiêu thụ nguồn thấp, đáp ứng cho các hệ quan trắc hiện đại bao phủ một vùng địa lí lớn. LoRa mạng hoạt động trên tần số 433 MHz hoặc 915 MHz (được phân theo khu vực trên thế giới). Khả năng truyền dữ liệu từ 0,25 kbps đến 50 kbps [1]. LoRa áp dụng kỹ thuật điều chế trải phổ Chirp Spread Spectrum (CSS) thay thế cho công nghệ điều chế truyền thống Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS), dữ liệu được băm bằng các xung cao tần để tạo ra tín hiệu chipped có dây tần số cao hơn tần số của dữ liệu gốc; sau đó chipped được mã hóa theo các chuỗi chirp signal (hình sin có tần số thay đổi theo thời gian); có 2 loại chirp signal là up-chirp có tần số tăng theo thời gian, hoạt động trong kênh băng thông (Bandwidth -

BW) cố định 125 KHz hoặc 500 KHz và down-chirp có tần số giảm theo thời gian và trong kênh băng thông 500 KHz; mã hóa theo nguyên tắc bit 1 cho up-chirp, và bit 0 cho down-chirp trước khi truyền ra anten để gửi đi. Hệ số lan truyền tin (Spreading Factor - SF) ngắn nhất từ SF7 đến dài nhất SF12, tốc độ mã hóa Code rate (CR) từ 1 - 4 [2, 3]. SF, BW và CR là 3 thông số cơ bản có thể tùy biến trong kỹ thuật truyền của LoRa. Trong đó, SF và BW ảnh hưởng thời gian truyền và khoảng cách truyền dữ liệu, còn CR xác định thời gian mã hóa dữ liệu. Phương pháp này giúp giảm độ phức tạp cần thiết của mạch nhận để giải mã và điều chế lại dữ liệu; không cần công suất phát lớn vẫn có thể truyền xa, cung cấp sự cân bằng giữa độ nhạy thu với tốc độ dữ liệu, cả khi tín hiệu thấp hơn nhiều; các chirp rate khác nhau có thể hoạt động trong cùng một khu vực mà không gây nhiễu nhau, nhờ đó nhiều thiết bị LoRa có thể trao đổi dữ liệu đồng thời trên nhiều kênh, duy trì tuổi thọ pin của các nút cuối bằng cách tối ưu hóa mức công suất và tốc độ dữ liệu.

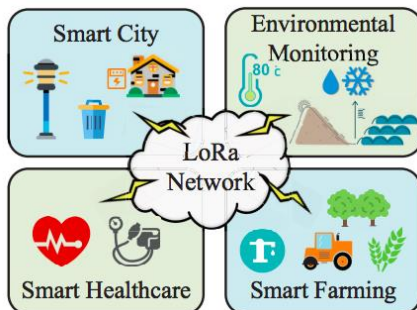


**Hình 1** Tần số và khoảng cách kết nối LoRa [4]

## 1.2 Mạng LoRa

Tới tháng 8 năm 2021, đã có hơn 191 triệu nút LoRa và 1,7 triệu cổng chuyển đổi được triển khai trên toàn thế giới [4]. Đã có những nghiên cứu thiết kế phần cứng cổng thu thập dữ liệu trên nền tảng LoRa [5], đo đặc khoảng cách và các thông số trong kỹ thuật truyền nhận như Signal Noise Ratio (SNR), Received Signal Strength Indicator (RSSI). Phần cứng kết nối cơ sở dữ liệu qua wifi và ethernet [6]. Áp dụng cách thức sàng lọc dữ liệu trên hệ thống IoT theo ngữ cảnh, thời gian, thời tiết [7]. GSM khắc phục được hạn chế ở những vùng thiếu kết nối mạng wifi và ethernet [8].

Tầm xa đến 5 km trong thành thị, 15 km ở ngoại ô với việc có thể sử dụng pin tới 10 năm [9] là lợi thế lớn của mạng LoRa trong các dự án IoT chi phí thấp, tuy nhiên dung lượng dữ liệu truyền không cao [10]. Vì thế, LoRa sẽ thích hợp trong các ứng dụng như trong Hình 2.



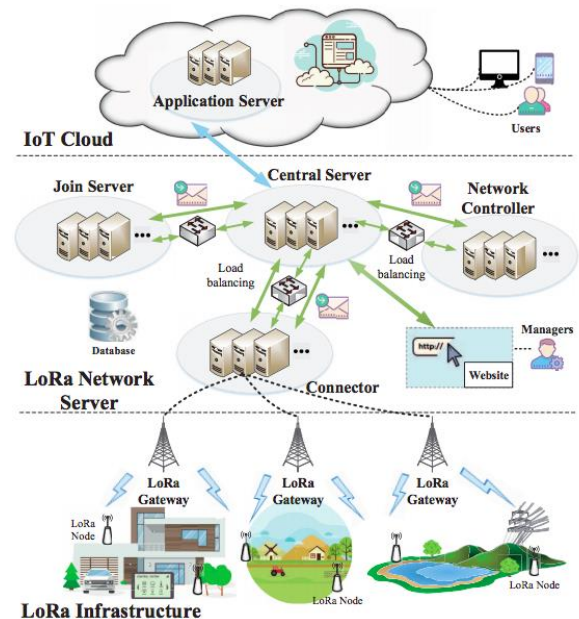
**Hình 2** Các ứng dụng của mạng LoRa [6]

Trong lĩnh vực đô thị thông minh với độ tin cậy và khả thi về tiết kiệm năng lượng, chi phí thấp, mạng LoRa thường được dùng trong các hệ thống IoT: giám sát đèn giao thông, cảm biến, điều khiển từ xa, bãi giữ xe thông minh, chiếu sáng thông minh [11]; giúp việc điều hành hoạt động của thành phố hiệu quả, giảm chi phí và dễ bảo trì so với cách quản lý truyền thống. Trong lĩnh vực theo dõi và kiểm soát môi trường rất cần các dữ liệu thay đổi theo thời gian của các chỉ số

môi trường: nhiệt độ, độ pH, độ mặn, độ dẫn điện EC, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO trong vùng có bán kính tới 2 000 m [12],... để có thể giám sát và đưa ra quyết định xử lý kịp thời. Trong chăm sóc sức khỏe thông minh, mạng LoRa giúp theo dõi tim mạch, nồng độ oxy trong máu, nhiệt độ cơ thể,... để điều trị tốt hơn; các chỉ số bất thường được tự động chuyển đến cơ quan y tế để sớm phát hiện và điều trị bệnh [13].

Mục tiêu của bài báo này hướng tới lĩnh vực nông nghiệp thông minh, ứng dụng nông nghiệp công nghệ cao để nâng cao chất lượng sản phẩm, giảm thiểu tác động môi trường và bảo tồn tài nguyên. LoRa theo dõi độ ẩm đất, nhiệt độ, độ ẩm không khí, chuyển dữ liệu từ nông trại lên điện toán đám mây, phân tích dữ liệu giúp tự động điều chỉnh nhiệt độ, tưới tiêu,... [14].

## 1.3 Cấu trúc mạng LoRa



**Hình 3** Cấu trúc của mạng LoRa [6]

LoRaWAN (Long Range Wireless Area Network) là giao thức mạng mở kết nối thiết bị IoT ở nút cuối với các cổng được tiêu chuẩn hóa bởi LoRa Alliance (gồm hơn 500 công ty thành viên và là một trong những liên minh công nghệ phát triển nhanh nhất); software hỗ trợ là LoRa Mac (Class A, Class B, Class C); hoạt động trong phạm vi phổ không được cấp phép dưới 1 GHz (trong khi, wifi hoạt động ở tần số cấp phép 2,4 GHz và 5 GHz và 4G trong khoảng (2 - 8) GHz. Ở mỗi khu vực khác nhau trên thế giới LoRaWAN cấu hình cho chip LoRa hoạt động ở băng tần cho phép (ở Việt Nam là 430 MHz). LoRaWAN qui định chặt chẽ giao thức, dung lượng (capacity), tốc độ truyền, độ bảo mật,... cho tất cả các thiết bị trong mạng. Ngăn xếp giao thức nguồn mở cho phép các công ty phát

triển LoRa có thể kết hợp cùng nhau tạo một giải pháp chi phí thấp, dễ sử dụng để kết nối tất cả các thiết bị IoT.

Mạng LoRa (Hình 3) gồm 3 thành phần.

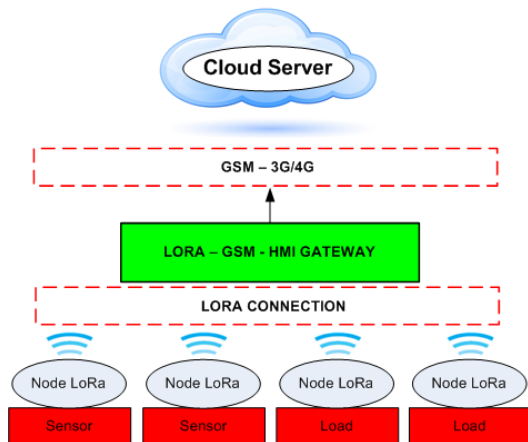
- LoRa Infrastructure: LoRa Nodes (các nút chứa cảm biến) sử dụng công nghệ điều chế LoRa (CSS), dữ liệu thu thập được mã hóa thành các gói tin gửi về Gateways (các cổng chuyển đổi) rồi đưa qua network servers để xử lý [15].

- LoRa Network Servers (máy chủ mạng): kết nối trực tiếp với cổng chuyển đổi, phân tích loại bỏ các gói tin trùng lặp, đóng gói và lưu trữ dữ liệu vào ổ cứng; giải mã về dạng dữ liệu mà người dùng cần, làm máy chủ cho các website cục bộ.

- IoT Cloud: Application Servers (máy chủ ứng dụng) mã hóa dữ liệu được đóng gói để cung cấp một giao thức cho IoT như http, mqtt hay một website hoặc app mobile, hoặc một ứng dụng nào đó nơi mà người sử dụng có nhiệm vụ xử lý, diễn giải dữ liệu nhận được và ra quyết định điều khiển [16].

## 2 Thiết kế phần cứng

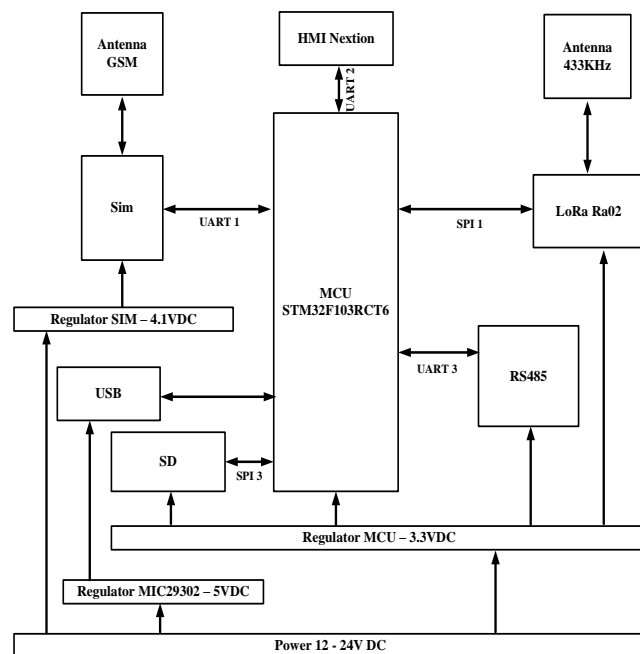
Từ các tài liệu tham khảo, chưa thấy có giải pháp kết hợp hiển thị và tương tác người dùng nhằm tối ưu cổng chuyển đổi LoRa trong lưu trữ, hiển thị và kết hợp đưa dữ liệu lên máy chủ IoT. Nhóm tác giả đã thiết kế mới và chế tạo thành công Gateway - GSM có tích hợp màn hình cảm ứng HMI, nút LoRa cảm biến dùng pin tiết kiệm năng lượng, nút điều khiển kết nối với cổng chuyển đổi. Sản phẩm LoRa 433 MHz đã được thử nghiệm ở hai vùng địa hình: đô thị và nông thôn. Kết quả cho thấy hệ thống hoạt động tốt, đảm bảo yêu cầu kiểm soát và truyền dữ liệu đạt độ tin cậy cao và ra quyết định điều khiển ổn định (Hình 4).



Hình 4 Mô hình hệ thống

## 2.1 Cổng chuyển đổi LoRa – GSM

Cổng chuyển đổi có 2 nhiệm vụ như thành phần 1 và 2 trong Hình 3, vừa kiểm tra kết nối GSM, internet như một máy chủ LoRa vừa thu thập dữ liệu nhận từ các nút cảm biến thông qua LoRa, phân tích đưa ra quyết định điều khiển đến các nút điều khiển. Đồng thời cổng chuyển đổi lưu trữ dữ liệu cục bộ. Hiển thị thông số, cài đặt thông qua màn hình cảm ứng HMI. Sau đó, dữ liệu được sàng lọc, đóng gói gửi đến người dùng qua tin nhắn và gửi lên máy chủ IoT qua mạng di động.

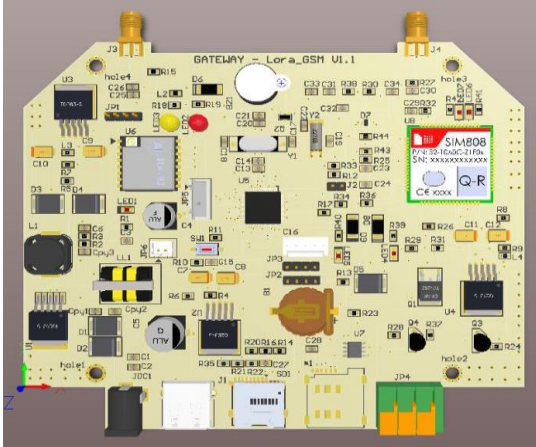


Hình 5 Sơ đồ khối cổng chuyển đổi

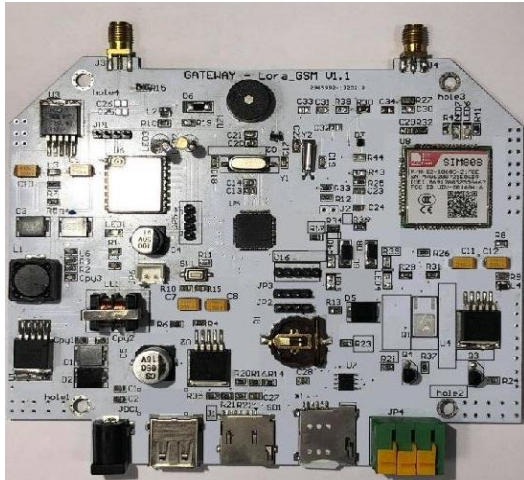
Cổng chuyển đổi (Hình 5) gồm: bộ điều khiển trung tâm (MCU) dùng vi điều khiển 32 bit ARM STM32f103RCT6 chip này sử dụng nhân CortexTM-M3, đầy đủ giao tiếp, tiết kiệm năng lượng. Lưu trữ dữ liệu cục bộ qua thẻ nhớ SD. LoRa Ra02 của Semtech chịu trách nhiệm kết nối truyền tin tầm xa trên dải tần 433 MHz, điều chế và dải điều chế từ xa Frequency shift keying (FSK), để giải quyết thay thế có dây truyền thông, chống nhiễu và tiêu thụ tiết kiệm điện năng, giao tiếp với MCU qua chuẩn Serial Peripheral Interface (SPI). Dữ liệu được truyền đến điện thoại hoặc truyền lên máy chủ đám mây thông qua Sim, khối này có thể kết nối internet thông qua GPRS hoặc 3G/4G. Hiển thị và giao tiếp với người dùng trực tiếp thông qua màn hình cảm ứng HMI của hãng Nextion, người phát triển hoàn toàn có thể thiết

kế và tùy biến giao diện cho HMI thông qua phần mềm Nextion Editor. Ngoài ra cổng chuyển đổi được tích hợp chức năng truyền thông RS485, kết nối với máy tính qua USB CAN để hỗ trợ giao tiếp với thiết bị tự động khi cần thiết.

PCB cổng chuyển đổi (Hình 6a) là mạch in 4 lớp thiết kế trên phần mềm Altium Designer, gia công bởi JLCPCB Trung Quốc. Hình 6b là cổng chuyển đổi thành phẩm sau hàn lắp linh kiện.



Hình 6a PCB cổng chuyển đổi

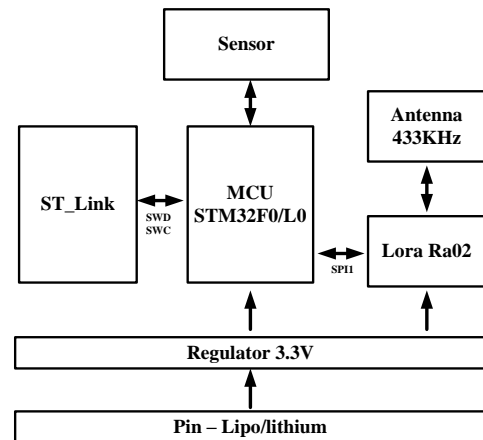


Hình 6b Cổng chuyển đổi LoRa-GSM hoàn thiện

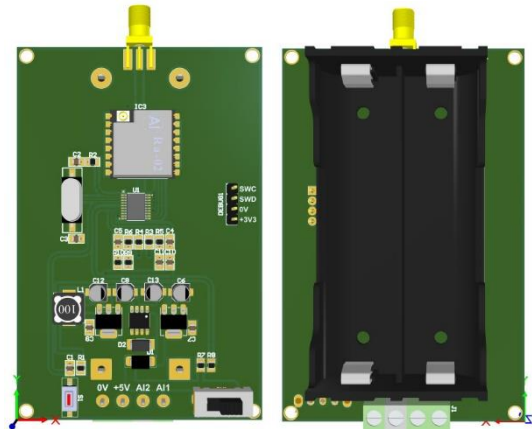
## 2.2 Nút cảm biến

Sơ đồ khối nút cảm biến (Hình 7) thu thập dữ liệu về các thông số vật lý như nhiệt độ, độ ẩm, pH,... Các nút cảm biến (Hình 8) được thiết kế dùng pin tiết kiệm năng lượng, dòng vi điều khiển ARM F0 hoặc L0 năng lượng thấp được sử dụng có thể đạt 37  $\mu$ A tương đương nghiên cứu trước đó [17]. Vi điều khiển này tối ưu năng lượng bằng chế độ ngủ, điều khiển tắt mở nguồn cho cảm biến và LoRa. Khối LoRa Ra02 có nhiệm vụ kết nối truyền nhận với cổng chuyển đổi qua

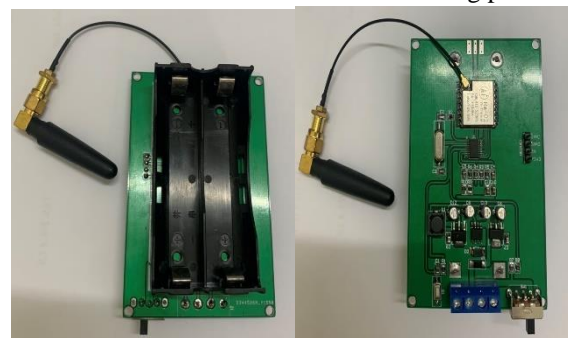
dải tần 433 MHz. Cảm biến dùng loại tương tự chuyển đổi thông số vật lý về điện áp hoặc dòng điện.



Hình 7 Sơ đồ khối nút cảm biến dùng pin



Hình 8a PCB nút cảm biến LoRa dùng pin



Hình 8b Nút cảm biến LoRa dùng pin hoàn thiện

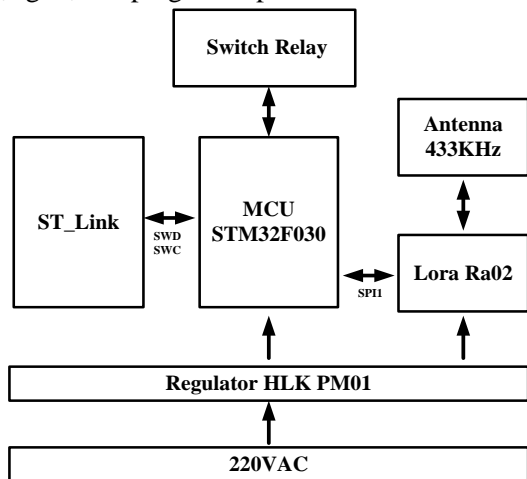
## 2.3 Nút điều khiển

Nhận và thực hiện lệnh điều khiển từ cổng chuyển đổi gửi đi cần có các nút điều khiển tải trực tiếp.

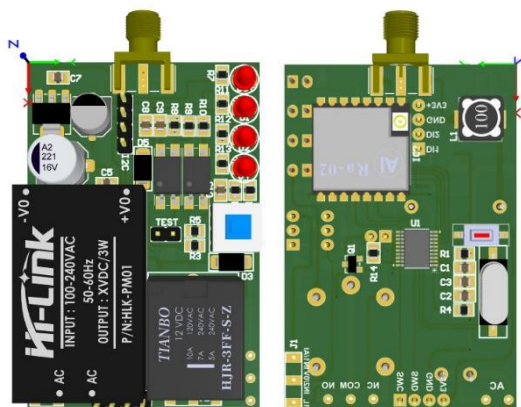
Sơ đồ khối nút điều khiển (Hình 9) tải trực tiếp cách li cơ khí qua rơ le.

Nút điều khiển (Hình 10) dùng vi điều khiển ARM 32 bit F0 với số lượng chân kết nối tối ưu và giao tiếp phù hợp, hỗ trợ chuẩn SPI. Tương tự LoRa Ra02 có

nhệm vụ kết nối nhận lệnh từ cổng chuyển đổi. Khối sử dụng trực tiếp nguồn 1 pha 220 V.



Hình 9 Sơ đồ khối nút điều khiển



Hình 10a PCB nút điều khiển qua LoRa



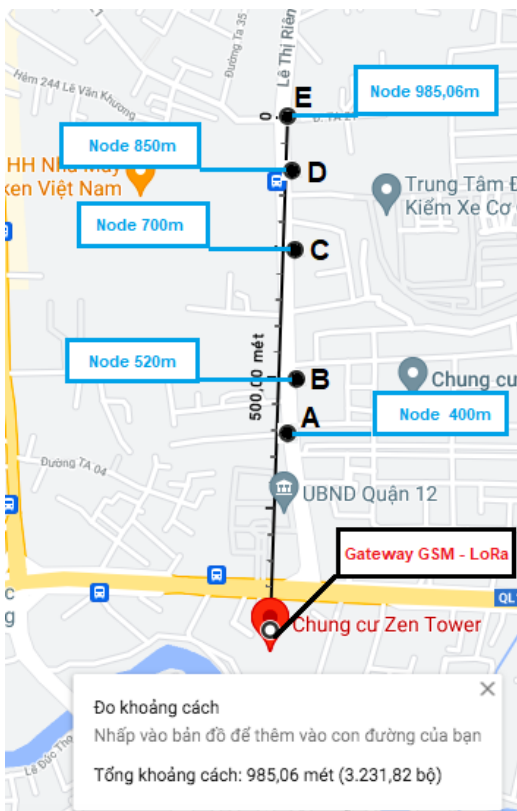
Hình 10b Nút điều khiển qua LoRa hoàn thiện

### 3 Kết quả và bàn luận

#### 3.1 Kết quả truyền nhận giữa cổng chuyển đổi với các nút

Để thực nghiệm sự ổn định truyền tin giữa cổng chuyển đổi và các nút thông qua LoRa đã thiết kế và

thực hiện, chúng tôi kiểm tra kết quả được đo ở môi trường đô thị nhiều công trình vật cản và nông thôn ít công trình nhưng nhiều cây xanh dạng thấp. Cổng chuyển đổi cố định nhận thông tin, các nút điều khiển và cảm biến không dây di động. Người di chuyển nút dùng định vị GPS để xác định vị trí đồng thời phản hồi trực quan về trạng thái gửi, nhận, mất tín hiệu theo phương pháp đánh giá trong nghiên cứu đo đạc [18].



Hình 11 Đo khoảng cách truyền trong đô thị

Để đảm bảo các thông số giống nhau ở các môi trường thử nghiệm chúng tôi chọn các thông số trung bình trong cài đặt để đảm bảo khách quan trong thử nghiệm.

`SX1278_begin(&SX1278,SX1278_433MHZ,SX1278_POWER_17DBM,SX1278_LORA_SF_8,SX1278_LORA_BW_20_8KHZ, 16);`

Tần số hoạt động: 433 MHz.

Công suất 17 dBm.

SF: 8.

Băng thông LoRa BW 20,8 KHz,

Độ dài gói tin: 16 byte.

CR cố định 4/8.

Anten loại 433 MHz, 3 DBi, chiều dài 52 mm, trở kháng 50 Ohm.

Kịch bản trong môi trường đô thị chúng tôi thực nghiệm ở Quận 12, Tp. Hồ Chí Minh, công chuyển đổi được đặt cố định ở tầng 6 độ cao khoảng 22 m, nút cảm biến dùng pin di chuyển. Người di chuyển sẽ định vị báo vị trí, trạng thái truyền tin.

Kết quả trong Hình 11 vị trí nút truyền tin tăng dần khoảng cách so với cổng chuyển đổi nhận, ở khoảng cách thứ nhất điểm A và thứ 2 điểm B dưới 520 m tin truyền liên tục, độ trễ dưới 1 giây. Người di chuyển nút sẽ dừng lại định vị ở những khoảng cách cảm nhận sự thay đổi thời gian truyền tin. Ở khoảng cách điểm C 700 m tin vẫn truyền tốt, độ trễ (2 - 3) giây, trong môi trường đô thị nhiều vật cản ở khoảng cách lớn hơn (850 - 1 000) m thì tin truyền có hiện tượng trễ hơn và truyền không liên tục, thất lạc gói tin khoảng (10 - 15) %. Sau thí nghiệm thực tế môi trường đô thị chúng tôi vẫn có thể tối ưu khoảng cách tốt hơn bằng thay đổi thông số SF tối đa và anten.

Kịch bản môi trường nông thôn chúng tôi thực nghiệm ở đồng bằng tại Vĩnh Long với điều kiện địa hình bằng phẳng, cây chủ yếu dạng thấp như cam và lúa nước. Cổng chuyển đổi được đặt cố định độ cao khoảng 4 m, nút cảm biến dùng pin di chuyển. Người di chuyển sẽ định vị báo vị trí, trạng thái truyền tin.



Hình 12 Đo khoảng cách truyền ở nông thôn

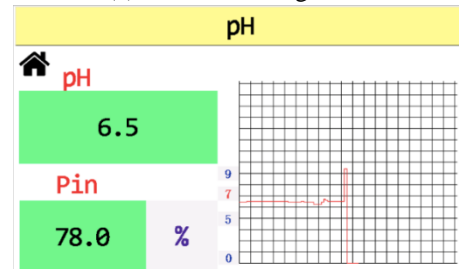
Kết quả trong Hình 12 với cùng thông số cài đặt ban đầu, khoảng cách truyền ở môi trường nông thôn vật cản thấp và ít thì khoảng cách truyền được tốt hơn dưới 700 m tin truyền liên tục không mất gói tin và thời gian dưới 1 giây tại các điểm A, B. Người di chuyển nút sẽ dừng lại định vị ở những khoảng cách cảm nhận sự thay đổi thời gian truyền tin. Khoảng cách (900 - 1 100) m tại điểm C tin vẫn truyền độ tin cậy tốt, thời gian trễ (2 - 3) giây, ở khoảng cách (1 300 - 1 500) m tại điểm D có hiện tượng trễ (8 - 10)

giây, gói tin nhận có hiện tượng thất lạc khoảng 10 %. Tối ưu về SF và anten cổng chuyển đổi có thể kiểm soát và điều khiển trực tiếp khu vực có đường kính hơn 3 000 m, rất phù hợp cho việc giám sát mạng cảm biến diện rộng, điều khiển tưới tiêu trong nông nghiệp. Trong một số kịch bản thực nghiệm nhằm tăng cường khoảng cách truyền bằng việc điều chỉnh các thông số kỹ thuật, chúng tôi tối ưu SF với SF = 12, BW = 250 kHz tương đương trong nghiên cứu [19]. Công suất truyền của anten tối ưu để tăng khoảng cách lên tới 3 900 m.

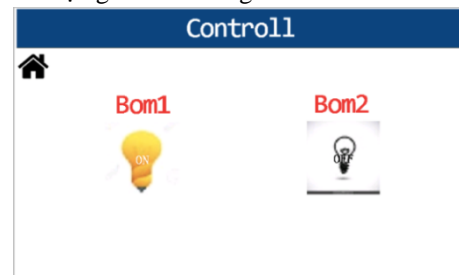
### 3.2 Kết quả thiết kế giao diện GUI trên HMI



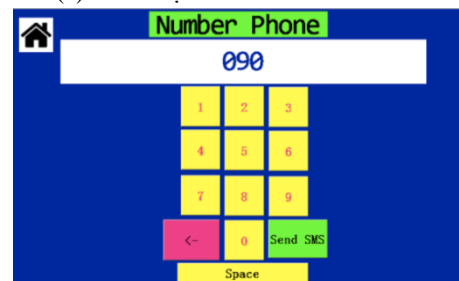
(a) Giao diện trang chính



(b) Giao diện giám sát thông số nút cảm biến trên HMI



(c) Giao diện điều khiển tải cơ bản



(d) Giao diện cài đặt số điện thoại

Hình 13 Thiết kế các trang trên HMI

Cổng chuyển đổi được thiết kế tích hợp giao diện với người dùng đảm bảo như một máy chủ LoRa, có thể lưu trữ, xử lý dữ liệu đồng thời hiển thị, giao tiếp trực tiếp với người dùng thông qua màn hình cảm ứng HMI. Giao diện đồ họa được thiết kế trên Nextion Editor cho màn hình cảm ứng gồm các trang cơ bản như trên Hình 13.

Cổng chuyển đổi (Hình 14) có kết nối màn hình cảm ứng HMI giao tiếp tốt với vi điều khiển, có thể tùy biến nhiều trang hiển thị và chức năng điều khiển.

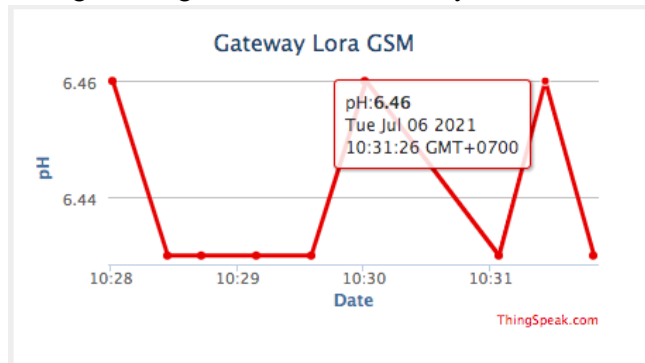


**Hình 14** Cổng chuyển đổi và HMI hoàn thiện

### 3.3 Kết quả đưa dữ liệu lên máy chủ IoT

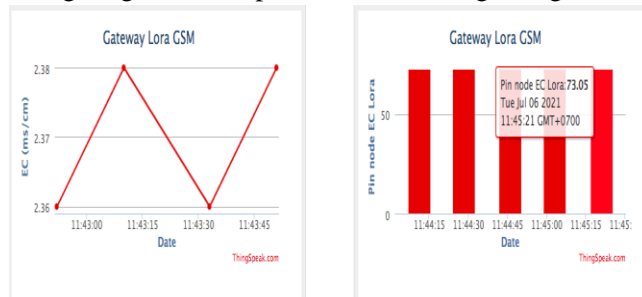
Cổng chuyển đổi đóng vai trò vừa thu thập dữ liệu từ LoRa hiển thị bằng GUI trên HMI, lưu trữ và xử lý dữ liệu nhận. Đồng thời cổng chuyển đổi của chúng tôi đưa thông số nhận được, xử lý và lưu trữ đám mây thông qua mạng GPRS hoặc 3G/4G.

Chúng tôi sử dụng Sim 808 cho nhiệm vụ gửi SMS đến người dùng và đưa dữ liệu lên máy chủ IoT.



**Hình 15** Truyền liên tục thông số cảm biến lên internet

Ở Hình 15, thông số của một cảm biến pH thu thập từ một nút cảm biến không dây dùng pin thông qua LoRa. Cổng chuyển đổi thu nhận rồi truyền liên tục lên hệ thống máy chủ của ThingSpeak, thông số cảm biến ổn định dao động rất nhỏ, khoảng 0,02 đơn vị, thời gian gửi tin là 1 phút, liên tục không mất gói tin.



**Hình 16** Truyền liên tục 2 thông số cảm biến lên internet Trong Hình 16 chúng tôi thực nghiệm với thời gian gửi tin lên internet nhanh hơn, theo thời gian thực 15 giây. Truyền đồng thời 2 thông số là độ dẫn điện của nước EC và dung lượng pin của nút cảm biến không dây. Có thể thấy cổng chuyển đổi vẫn làm việc tốt, với thông số từ cảm biến dao động 0,02 đơn vị, thông số dung lượng pin ổn định không bị mất gói tin.

### 4 Kết luận

Chúng tôi đã thiết kế và xây dựng thành công một hệ thống cơ sở phần cứng đầy đủ, gồm cổng chuyển đổi, các nút cảm biến theo dõi thông số dùng pin và nút điều khiển trên cùng chuẩn truyền LoRa. Tất cả thiết bị hoạt động ổn định đáp ứng yêu cầu. Cổng chuyển đổi thu thập thông tin ổn định liên tục từ LoRa đường kính bao phủ hơn 3 000 m. Hiển thị và giao tiếp trên HMI có giao diện tối ưu, giảm chi phí hơn một máy chủ cục bộ. Hệ thống chuyển đổi kết nối internet thông qua mạng di động hoạt động nhanh với độ tin cậy cao. Phần cứng có thể nhúng các thuật toán xử lý như logic mờ, mạng neural,... nhằm sàng lọc dữ liệu, ra quyết định điều khiển, cảnh báo trong tương lai.

### Lời cảm ơn

Nghiên cứu được tài trợ bởi Quỹ phát triển Khoa học và Công nghệ - Đại học Nguyễn Tất Thành, mã đề tài 2021.01.103/HĐ-KHCN.

## Tài liệu tham khảo

1. Sanchez-Iborra, R. and M.-D.J.S. Cano, State of the art in LP-WAN solutions for industrial IoT services. 2016. 16(5): p. 708.
2. Reynders, B., W. Meert, and S. Pollin. Power and spreading factor control in low power wide area networks. in 2017 IEEE International Conference on Communications (ICC). 2017. IEEE.
3. Waret, A., et al., LoRa throughput analysis with imperfect spreading factor orthogonality. 2018. 8(2): p. 408-411.
4. <https://www.semtech.com/lora>, LoRa By the Numbers. 2021.
5. Eridani, D., E.D. Widiyanto, and R.D.O. Augustinus. Monitoring system in LoRa network architecture using smart gateway in simple LoRa protocol. in 2019 International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI). 2019. IEEE.
6. Zhou, Q., et al., Design and implementation of open LoRa for IoT. 2019. 7: p. 100649-100657.
7. Narendra, N., et al. Goal-driven context-aware data filtering in IoT-based systems. in 2015 IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems. 2015. IEEE.
8. Islam, M.M., et al. Smart poultry farm incorporating GSM and IoT. in 2019 International Conference on Robotics, Electrical and Signal Processing Techniques (ICREST). 2019. IEEE.
9. Lan, L.J.C.n.T.t.v.T.t., LoRa: Giải pháp cho triển khai mạng IoT. 2016: p. 57-59.
10. Raza, U., et al., Low power wide area networks: An overview. 2017. 19(2): p. 855-873.
11. Pasolini, G., et al., Smart city pilot projects using LoRa and IEEE802. 15.4 technologies. 2018. 18(4): p. 1118.
12. Liu, S., C. Xia, and Z. Zhao. A low-power real-time air quality monitoring system using LPWAN based on LoRa. in 2016 13th IEEE International Conference on Solid-State and Integrated Circuit Technology (ICSICT). 2016. IEEE.
13. Misran, N., et al. IoT based health monitoring system with LoRa communication technology. in 2019 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI). 2019. IEEE.
14. Kodali, R.K., S. Yerroju, and S. Sahu. Smart farm monitoring using LoRa enabled IoT. in 2018 second international conference on green computing and internet of things (ICGCIoT). 2018. IEEE.
15. Usmonov, M. and F. Gregoretti. Design and implementation of a LoRa based wireless control for drip irrigation systems. in 2017 2nd International Conference on Robotics and Automation Engineering (ICRAE). 2017. IEEE.
16. Hou, L., et al., Internet of things cloud: Architecture and implementation. 2016. 54(12): p. 32-39.
17. Kökten, E., et al. Low-Powered Agriculture IoT Systems with LoRa. in 2020 IEEE Microwave Theory and Techniques in Wireless Communications (MTTW). 2020. IEEE.
18. Andrei, M.L., L.A. Rădoi, and D.Ş. Tudose. Measurement of node mobility for the LoRa protocol. in 2017 16th RoEduNet Conference: Networking in Education and Research (RoEduNet). 2017. IEEE.
19. NV Đưa, NH Long, PĐ Kha, TT Thương, NV Cảnh, ĐT Tấn. Công nghệ LoRa và ứng dụng trong nông nghiệp công nghệ cao. TCKHCN - HAUI, 2019.

## Design and implementation of LoRa – GSM Gateway nodes monitoring based on LoRa technology

Ho A Lil \*, Bui Vu Minh

Faculty of Mechanical, Electrical, Electronic and Automotive Engineering, Nguyen Tat Thanh University

\*halil@ntt.edu.vn

**Abstract** LoRa (Long Range Radio) is a low-power, long-range data transmission wireless technology for M2M and IoT applications.. The authors of the article have designed and implemented a LoRa– GSM (Global System for Mobile Communications) gateway with integrated HMI (Human Machine Interface) touch screen, to communicate with the operator instead of the LoRa server. Gateway filters and uploads data to the IoT server via GPRS/3G/4G mobile network, which is suitable for all geographical areas. The LoRa node uses an energy-saving battery-powered wireless sensor that synchronizes with the gateway. The LoRa 433 MHz product has been tested in two geographical areas: urban and rural. The results show that the gateway meets the control requirements and data transmission with high reliability and stable control decision-making; and that it can be used in industry, environmental monitoring, agriculture and smart healthcare.

**Keywords** IoT, long range, gateway IoT, node LoRa, low power sensor network, GSM, HMI, sensor network.