

## THIẾT KẾ HỆ THỐNG CẢNH BÁO MƯA LŨ DỰA TRÊN NỀN TẢNG IOT ỨNG DỤNG CHO CÁC TỈNH MIỀN NÚI PHÍA BẮC

**Hoàng Văn Thục**

*Trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông – ĐH Thái Nguyên*

### TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu về hệ thống có nhiệm vụ đo mưa, đo mực nước lũ và cảnh báo tại chỗ khi các tiêu chí đo vượt quá ngưỡng an toàn trên các hệ thống sông, suối. Mục đích cuối cùng là tạo ra hệ thống có giá rẻ hơn nhiều so với các hệ thống khác có cùng chức năng trên thị trường, nhưng vẫn đảm bảo độ chính xác và tin cậy. Để đạt được hai yếu tố trên, khi thiết kế hệ thống tác giả đã sử dụng các thiết bị có giá thành rẻ: Arduino UNO, nguồn LM2596, Module sim 900A, cảm biến siêu âm SRF05, và kỹ thuật truyền thông IoT. Với tổng chi phí để hoàn thiện hệ thống khoảng 5,5 triệu rẻ hơn 1/5 so với các hệ thống hiện nay đang được sử dụng như: hệ thống đo mưa lũ STPro Corp, hệ thống đo mưa lũ tự động của WATEC..., Do đó hệ thống phù hợp để lắp đặt cho các tỉnh miền núi phía Bắc nhằm đảm bảo tính mạng và tài sản cho người dân đang còn gặp nhiều khó khăn nơi đây. Từ các giá trị cảm biến được gửi lên Internet, những dữ liệu này sẽ được lưu trữ vào một cơ sở dữ liệu để tiến hành phân tích và cung cấp cho người sử dụng, và mở ra nhiều ứng dụng mới cho ngành thủy văn ở Việt Nam hiện nay.

**Các từ khóa:** Công nghệ vạn vật kết nối Internet; hệ thống đo mưa; giải pháp IoT trong đo nước lũ; ứng dụng cảnh báo mưa lũ; Dweet.io.

*Ngày nhận bài: 31/3/2020; Ngày hoàn thiện: 21/5/2020; Ngày đăng: 21/5/2020*

## DESIGNING RICE WARNING SYSTEM BASED ON IOT PLATFORM APPLICATION FOR NORTHERN MOUNTAINS

**Hoang Van Thuc**

*TNU - University of Information and Communication Technology*

### ABSTRACT

The paper presents the results of research on the system that is responsible for measuring rainfall, measuring flood water levels and warning on the spot when the measurement criteria exceed the safety threshold on the river and stream systems. The ultimate goal is to create a fake system that is much cheaper than other systems with the same functionality on the market, while ensuring accuracy and reliability. In order to achieve these two factors, the author has used low-cost devices: Arduino UNO, LM2596 power, sim 900A module, SRF05 ultrasonic sensor, and IoT communication technology. With the total cost to complete the system is about 5.5 million cheaper than 1/3 of the systems currently being used such as the rainwater measuring system STPro Corp, the automatic rainwater measuring system of WATEC... Therefore the system is suitable for installation in the northern mountainous provinces to ensure the lives and property for people who are still struggling here. From the sensor values sent to the Internet, these data will be stored in a database for analysis and provided to users and open up many new applications for hydrology in Vietnam today.

**Keywords:** Internet of Things technology; rain measuring system; IoT solution for flood water measurement; flood warning application; Dweet.io.

*Received: 31/3/2020; Revised: 21/5/2020; Published: 21/5/2020*

\* Corresponding author. Email: hvthuc@ictu.edu.vn

## 1. Giới thiệu

Bài báo giới thiệu về hệ thống có tính ứng dụng cao trong việc giám sát và cảnh báo mưa lũ. Ngoài ra, hệ thống còn có thể ứng dụng trong dự báo thời tiết ở các vùng trên đất nước.

Hệ thống này bắt nguồn ý tưởng từ IoTs. IoTs là một khái niệm cách mạng hoá các thiết bị từ bình thường sang "thông minh" thông qua việc ứng dụng và tích hợp thêm các cảm biến, và công nghệ truyền dữ liệu trên các thiết bị này. Trong đó, việc thu thập dữ liệu từ thiết bị, truyền dữ liệu này qua mạng và thực hiện một tác vụ dựa trên việc trích xuất các dữ liệu thu thập được là ba chức năng cơ bản trong các ứng dụng IoTs [1].

Do đó, sự hội tụ các công nghệ cho thu thập dữ liệu, phân tích và vận dụng, điều khiển tự động hoá, các hệ thống nhúng, truyền thông, sự ổn định và độ tin cậy, và bảo mật đã tạo thành công nghệ IoTs. IoTs được tin tưởng và kỳ vọng sẽ mang lại lợi ích lớn trong các ứng dụng chuỗi cung ứng, vận tải, nông nghiệp, thủy văn và các ngành sản xuất, đặc biệt là ở các nước đang phát triển như Việt Nam [1]-[4].

## 2. Mô hình hệ thống

Mô hình hệ thống nghiên cứu được mô tả trên hình 1 bao gồm 2 thiết bị độc lập. Đầu tiên là thiết bị đo mức lũ sử dụng năng lượng mặt trời, cảm biến sẽ đo mực nước trên các dòng sông, suối sau đó sẽ truyền dữ liệu về máy chủ, đồng thời sẽ phát tín hiệu cảnh báo đến nhà chức trách thông qua công nghệ IoTs khi nó vượt quá ngưỡng an toàn. Thiết bị thứ 2 có nhiệm vụ đo lượng nước mưa theo thời gian thực, nó sẽ cảnh báo tức thời khi lượng nước vượt quá ngưỡng an toàn bằng còi cảnh báo ngay tại vị trí mà thiết bị được đặt, thường là trong khu dân cư.

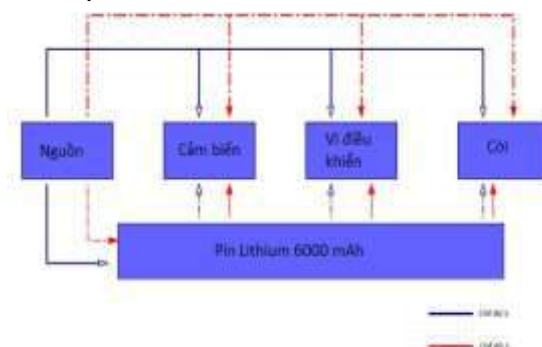


Hình 1. Mô hình khái niệm hệ thống

Ngoài ra, hệ thống còn có máy chủ dữ liệu sử dụng IoT *Dweet.io*.

### 2.1. Sơ đồ khối hệ đo mưa

Trên hình 2 thiết bị đo mưa sẽ có 2 chế độ làm việc khác nhau.



Hình 2. Sơ đồ khối hệ đo mưa

Chế độ 1 khi có nguồn điện, thiết bị sẽ sử dụng trực tiếp năng lượng từ nguồn điện, và lúc này pin Lithium 6000 mAh được nạp. Ngược lại, ở chế độ 2 khi mất điện điều rất hay xảy ra trong điều kiện mưa lũ, thiết bị sẽ sử dụng điện năng được tích lũy trong pin Lithium. Cảm biến sẽ cung cấp dữ liệu cho về lượng nước hiện có trong gầu đo mưa. Sau đó vi điều khiển họ AVR có nhiệm vụ tính toán lượng nước theo thời gian và quyết định xem có đưa ra cảnh báo hay không.

### 2.2. Sơ đồ khối hệ đo mức lũ

Thiết bị đo lũ bao gồm 1 mô-đun năng lượng mặt trời, pin có khả năng sạc được, cảm biến đo lượng nước, mô-đun truyền dữ liệu GSM, vi điều khiển.



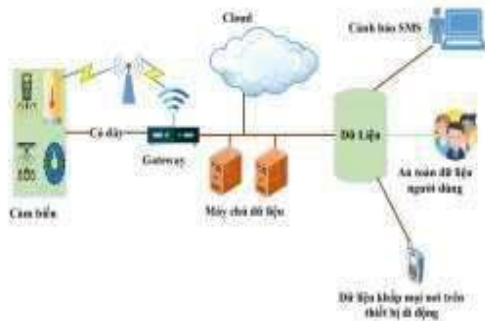
Hình 3. Sơ đồ khối hệ đo lũ

Dữ liệu từ cảm biến sau khi được xử lý sẽ được truyền về trang chủ và gửi đến nhà chức

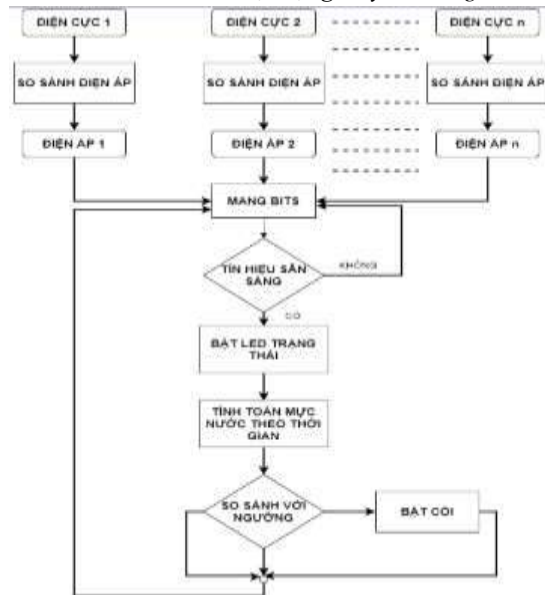
trách thông qua mô-đun GSM sim900A. Vì hệ được đặt ở trên các dòng sông, suối nên thiết bị phải có khả năng sử dụng năng lượng mặt trời để có thể chủ động nguồn điện.

**2.3. Mô hình hoạt động truyền thông IOT**

Mô hình hoạt động truyền thông IoT được mô tả trên hình 4 thông qua các cảm biến gửi dữ liệu bằng phương thức truyền thông có dây hoặc không dây lên Gateway, còn các quá trình giao tiếp phía sau là mô hình hoạt động của IoT dùng IP để kết nối các vật thể với nhau [5].



**Hình 4.** Mô hình hoạt động truyền thông IoT



**Hình 5.** Lưu đồ thuật toán hệ đo mưa

Hệ thống cảm biến thu thập dữ liệu từ bên ngoài môi trường được đưa lên Cloud hay máy chủ dữ liệu qua nhiều đường kết nối có thể là không dây hoặc có dây qua Gateway hoặc không qua Gateway. Sau đó dữ liệu sẽ

lưu trữ trên hệ thống, vì vậy mà người dùng hoàn toàn có thể theo dõi, giám sát và điều khiển được. Dữ liệu này có thể được hiển thị trên các thiết bị di động ở khắp mọi nơi có mạng Internet [6].

**3. Thiết kế hệ thống**

**3.1. Lưu đồ thuật toán hệ đo mưa**

Trên hình 5 là lưu đồ thuật toán hệ đo mưa sử dụng cảm biến siêu âm. Tùy thuộc vào độ dốc của địa hình và thống kê lượng mưa trung bình trong năm, ta có thể đưa ra được một điều kiện cảnh báo lũ quét và sạt lở đất cho từng địa phương nhất định. Nghiên cứu này dựa trên việc quan trắc, thống kê lượng mưa và khả năng xảy ra lũ trong nhiều năm ở Hà Giang, địa phương được lựa chọn để đặt hệ thử nghiệm.

Lượng mưa sẽ được tính toán theo thời gian theo quy tắc:

- Thời điểm mực nước mưa thấp nhất trong gầu đo mưa là  $t_0$ , mực nước thực tế trong bình là  $h_0$ .
- Thời điểm mực nước dâng đến vạch đo tiếp theo là  $t_1$ , và mực nước trong bình là  $h_1$
- Mực nước tích lũy:  $x = h_1 - h_0$  (mm)
- Cường độ mưa tính theo giờ:  $y = \frac{h_1 - h_0}{t_1 - t_0}$  (mm/h)

- Hàm đưa ra cảnh báo  $y = 131e^{-0.013x}$  phụ thuộc vào mực nước tích lũy trong bình chứa ở các thời điểm khác nhau.

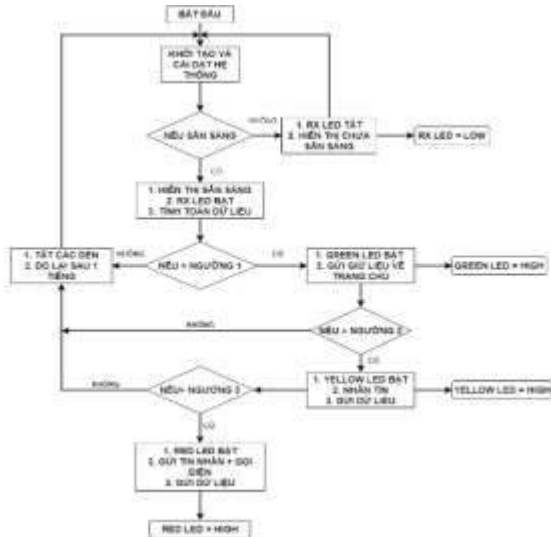
- Nếu  $y_1 > 131e^{-0.013x}$  đưa ra cảnh báo, nếu không thì tiếp tục quan trắc.

**3.2. Lưu đồ thuật toán hệ đo mức lũ**

Trên hình 6 là lưu đồ thuật toán hệ đo mức lũ. Để đo được mực nước lũ, tác giả sử dụng module cảm biến siêu âm SRF05 đo được khoảng cách. Khi SRF05 phát ra 1 xung rất ngắn (5  $\mu$ s) từ chân Trig, cảm biến sẽ tạo ra 1 xung HIGH ở chân Echo cho đến khi nhận được sóng phản xạ từ chân này. Chiều rộng của xung sẽ là khoảng thời gian sóng siêu âm từ cảm biến gặp vật và quay lại.

Ở hệ đo lũ, sau mỗi lần đo dữ liệu sẽ được chuyển về máy chủ bằng công nghệ GPRS,

đồng thời nếu mực nước vượt quá ngưỡng nguy hiểm sẽ có tin nhắn để cảnh báo cho nhà chức trách, và ở ngưỡng báo động sẽ có cả nhắn tin và gọi điện.



Hình 6. Lưu đồ thuật toán hệ đo mức lũ

3.3. Khối Vi xử lý

Khối vi xử lý Arduino Uno có chức năng thu thập và xử lý dữ liệu từ cảm biến, đồng thời đưa dữ liệu lên máy chủ dữ liệu [7].



Hình 7. Hình ảnh vi xử lý Arduino UNO

3.4. Khối nguồn

Mô-đun LM2596 hình 8 là mạch DC-DC hạ áp 9-12 V sang 5 V để cung cấp điện áp cho hệ thống trong trường hợp không mất điện và cung cấp dòng điện đầu vào cho mô-đun sạc/ xả pin lithium. Để dự trữ điện năng vào 2 pin Lithium cho những ngày mất điện, ta cần 1 modul có khả năng sạc điện cho Pin Lithium [7].



Hình 8. Module nguồn LM2596

3.5. Module sim 900A

Ở hệ đo mức lũ, ta cần 1 thiết bị có thể kết nối với thế giới bên ngoài để truyền thông tin, Mô-đun sim900 được lựa chọn vì sự phổ biến, tương đối dễ sử dụng và đáp ứng được đầy đủ yêu cầu về mặt thiết kế.

Trên hình 9 là Mô-đun sim900, nó hoạt động ở băng tần 900/1900 Hz trên công nghệ GSM. Nó sử dụng nguồn điện áp 9 V. Sim900 hỗ trợ nhiều chuẩn kết nối như RS232, giao tiếp với vi điều khiển, có Mic thoại và Audio [7].



Hình 9. Module Sim900A

3.6. Module cảm biến siêu âm SRF05

Hình 10 là hình ảnh trên thực tế của mô-đun cảm biến siêu âm SRF05. Nó có 2 bộ phận phát (Trig) và thu (Echo) tín hiệu. Hình ảnh trực quan trông giống như 2 cái mắt của mô-đun [7].

3.7. Gầu đo mưa

Trên hình 11 là thông số kỹ thuật của gầu đo mưa, nó là vật thu và chứa nước mưa để cảm biến tiến hành đo đạt. Cấu tạo của nó gồm 2 bộ phận. Một ống hình trụ được làm từ nhựa



có chiều cao 35 cm và đường kính 20 cm, mục đích chứa nước mưa. Một gầu hứng nước được làm từ inox hình nón có chiều cao 10 cm và đường kính đáy 20 cm nhằm thu mưa và ngăn cản vật bẩn chui vào gầu đo mưa.



**Hình 10.** Module cảm biến siêu âm SRF05



**Hình 11.** Thông số kỹ thuật gầu đo mưa

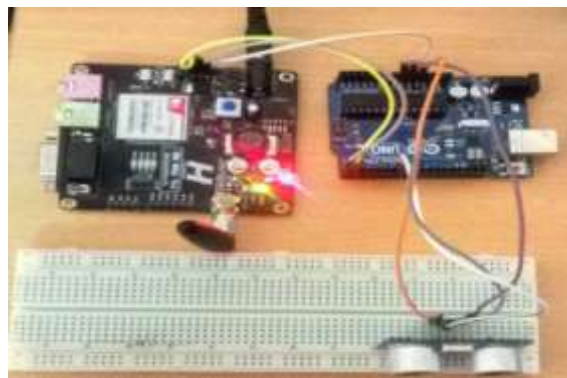


**Hình 12.** Hình ảnh thực tế hộp cảm biến và xử lý thiết bị mưa

### 3.8. Mô hình hệ đo mức lũ

Hệ đo lũ được đặt ở trên bờ sông, suối nên không thể cung cấp được nguồn điện 1 cách trực tiếp. Năng lượng mặt trời sẽ là giải pháp thay thế nguồn điện 1 cách hợp lí. Hình 14 là

hình ảnh tiêu bản của hệ đo mức lũ sử dụng cảm biến siêu âm. Nó bao gồm các thành phần chính là mạch Arduino, cảm biến siêu âm SRF05, mô-đun Sim900A.



**Hình 13.** Hình ảnh thực tế hệ đo mức lũ

## 4. Truyền thông Internet

Khi thu thập dữ liệu từ Arduino, và cần một trang web để có thể theo dõi nó từ xa. Công cụ hỗ trợ để có thể lưu trữ dữ liệu lâu dài và hiển thị dữ liệu một cách trực quan cho người dùng. Có một số trang web cung cấp máy chủ miễn phí mà ta có thể sử dụng như: Xilely, 2lemetry, exosite, carritots, grovestream, thingspeak, openenergymonitor, dweet.io. Ở đây tác giả sử dụng nền tảng dweet.io cho nghiên cứu này [8].



**Hình 14.** Truyền thông lên Internet

Dweet.io là 1 trang web miễn phí phục vụ cho các nền tảng IoT. Việc sử dụng nền tảng này giúp ta có thể dễ dàng hiển thị dữ liệu 1 cách trực quan bằng các dạng biểu đồ khác nhau [8].

## 5. Kết quả thực nghiệm

### 5.1. Kết quả thử nghiệm với hệ đo mưa

Hình 15 là hình ảnh thử nghiệm thực tế của hệ thống đo mưa. Khi thử nghiệm ở điều kiện thực tế ở Hà Giang trong vòng 6 tháng. Cảm biến mức cho kết quả tương đối tốt. Tuy nhiên, trong quá trình thử nghiệm, do nước mưa có nhiều thành phần hóa học nên dẫn đến các điện cực của nó bị ăn mòn. Như vậy, sau một thời gian sử dụng nhất định, cảm biến mức có thể bị hư hại dẫn đến sai sót trong các kết quả đo [9].



**Hình 15.** Hình ảnh thực tế hệ đo mưa

Sau khoảng thời gian nhất định ta có thể thay đầu đo để vẫn đảm bảo sự chính xác của cảm biến mà vẫn có tính hợp lý về chi phí (đầu đo mới có giá thành tương đối rẻ).

**Bảng 1.** Thử nghiệm hệ đo mưa sử dụng cảm biến siêu âm

Lần đo	Mức nước(mm)	Chênh lệch 2 lần đo(mm)	Cường độ mưa(mm/h)	Giá trị hàm cảnh báo	Ghi chú
		x	y		
1	0	-	-	-	
2	2	2	4	127.63	
3	13	11	22	113.54	
4	16	3	6	125.98	
5	34	18	36	103.66	
6	51	33	66	85.30	
7	81	30	60	88.69	
8	131	40	80	77.88	Cảnh báo, còi
9	141	9	18	116.53	
10	191	51	102	67.50	Cảnh báo, còi

Từ bảng 1, ta thấy các kết quả đo sử dụng cảm biến siêu âm cho độ phân giải tốt hơn. Cảm biến siêu âm có thể đo đến mức chi tiết tối đa là 2 mm trong khi 2 mức của cảm biến mức cách nhau là 15 mm [9].

### 5.2. Kết quả thử nghiệm với hệ đo mức lũ

**Bảng 2.** Thử nghiệm với thiết bị đo mức lũ

Lần	Mức nước (cm)	Đèn trạng thái	Ghi chú
1	12	Green LED bật RX LED tắt	
2	27,5	Green LED bật RX LED tắt	
3	63	Yellow LED bật RX LED tắt	Nhận tín cảnh báo
4	113	RED LED bật	Nhận tín cảnh báo Còi điện.
5	80,5	Yellow RED bật RX LED tắt	Nhận tín cảnh báo



**Hình 16.** Kết quả hiển thị trên Dweet.io

Hình 16 cho thấy giao diện của trang web và dữ liệu về mức nước sau khi được gửi đi dưới dạng biểu đồ đường. Những dữ liệu về mức nước này sẽ được lưu trữ vào 1 cơ sở dữ liệu để tiến hành phân tích và cung cấp cho người sử dụng [10].

## 6. Kết luận

Bài báo nghiên cứu thiết kế hệ thống cảnh báo mưa, lũ dựa trên nền tảng IoT, những kỹ thuật truyền thông đã được áp dụng giải quyết được nhiều hạn chế của các phương tiện cảnh báo mưa, lũ nói chung trước đây và mở ra nhiều ứng dụng mới trong ngành khí tượng thủy văn ở Việt Nam hiện nay. Hệ thống được thiết kế độ ổn định cao, độ chính xác tin cậy cao và có thể dễ dàng mở rộng tùy biến các ứng dụng khác thuận tiện hơn. Kết quả thực nghiệm và khảo sát trên nhiều khu vực sông

suối khác nhau ở tỉnh Hà Giang và các tỉnh miền núi phía Bắc tương đối phù hợp với kết quả mô phỏng. Các sai số xảy ra có thể từ nhiều nguyên nhân khác nhau.

Bài báo có thể được mở rộng bởi công nghệ truyền thông IoT còn rất mới mẻ với chúng ta. Nghiên cứu và nâng cấp hệ thống theo hướng có thể kết nối các nút thiết bị với nhau tạo thành 1 hệ hoàn chỉnh, có khả năng kết nối với các hệ thống dự báo thời tiết và cảnh báo thiên tai khác như hệ thống **Live:wire** của đài truyền hình Việt Nam (hệ thống kết nối từ trạm đo tới trung tâm thời tiết của VTV).

Tuy nhiên, đây chỉ là giao tiếp giữa arduino với internet nên giá thành hệ thống tương đối rẻ so với các sản phẩm đang có mặt tại thị trường Việt Nam hiện nay như: hệ thống đo mưa lũ STPro Corp, hệ thống đo mưa lũ tự động của WATEC... Vì giá thành rẻ nên hệ thống phù hợp cho việc lắp đặt ở các tỉnh miền núi phía Bắc và nhiều tỉnh thành đang còn khó khăn khác trong cả nước. Chúng ta hoàn toàn có thể đo nhiều dữ liệu khác và điều khiển arduino linh hoạt hơn nữa để tạo ra nhiều sản phẩm quan trắc thời tiết hữu ích trong thực tế.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1]. K. Routh, and T. Pal, *Internet of Things: Smart Innovation and Usages*. UK: hersent & John Ltd, 2017.
- [2]. D. J. Bonde, R. S. Sende, and K. S. Gaikwad, *Machina Research, Internet Of Things (IoT)*, 2017, pp. 90-95.
- [3]. J. Holler, V. Tsiatsis, C. Mulligan, S. Karnouskos, S. Avesand, and D. Boyle, *From Machine-to-Machine to the Internet of Things: Introduction to a New Age of Intelligence*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier, 2016, pp.75-81.
- [4]. Chen, J. Wan, and F. Li, *Internet Of Things communications, Architectures, standards and applications*. UK: John Wiley & Sons Ltd, 2017.
- [5]. T. R. Roland, C. Jephraim, F. G. Herbert, and M. D. Byron, "Design of flood detection system with automatic branch circuit cut-off capabilities and SMS-based warning transmitter," M.A thesis, Mapúa Institute of Technology, September 2013.
- [6]. D. Boswarthick, O. Elloumi, and O. Hersent, *IoT Communications: A Systems Approach*. UK: John Wiley & Sons Ltd, 2016.
- [7]. S. Monk, *Programming Arduino Next Steps: Going Further with Sketches*. New York: McGrawHill, 2013, pp. 85-91.
- [8]. A. D. Ziegler, T. W. Giambelluca, L. T. Tran, T. T. Vana, M. A. NONS, J. Fox, J. Pinthong, J. F. Maxwell, and S. Eveet, *Hydrographic survey in the northern mountains of Vietnam on the generation of soil runoff immediately*. Wiley Publishing, 2004.
- [9]. M. D. Do, and N. A. Tran, *Survey on rain measurement survey in Ha Giang*. Science and technology publishing house Ha Noi, 2017, pp. 75-81.
- [10]. Boswarthick, O. Elloumi, and O. Hersent, *IoT Communications: A Systems Approach*. 1st ed. Wiley Publishing, 2012.