

## LORA И ZIGBEE СЕНЗОРНА МРЕЖОВА СИСТЕМА ЗА СЪХРАНЕНИЕ НА ДАННИ

Диян Динев<sup>1</sup>, Айдын Хъкъ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Технически университет – Варна, България

## LORA AND ZIGBEE SENSOR NETWORK DATA STORING SYSTEM

Diyan Dinev<sup>1</sup>, Aydan Haka<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Technical University of Varna, Bulgaria

diyandinev@tu-varna.bg, aydin.mehmed@tu-varna.bg

### Abstract

*Internet of Things (IoT) is a concept that is considered the full use in the environment of various objects that through wireless and wired connections and unique addressing schemes can interact with each other and work with other objects to create new applications and services to achieve of common goals. Some of the most popular IoT technologies are ZigBee, which has a wide variety of applications in sensor networks, and LoRa, which has a narrow range. All IoT systems allow the tracking of data from connected objects. This paper describes the development of a real-world system based on the collection, storage, and analysis of sensor data from ZigBee and LoRa networks. The implemented system consists of an MQTT server, MongoDB database, and a developed web graphic interface to visualize and process the data received from the devices. The main stages of system development and test performances are presented to confirm the system's efficiency.*

**Keywords:** IoT, LoRa, Wireless Sensor Network, ZigBee

### ВЪВЕДЕНИЕ

Разрастващото се използване и развитие на съвременните информационни и комуникационни технологии увеличава дела на използваните мрежи за домашна автоматизация, следене параметрите на околната среда, умен град и др. Тези съвременни приложения в ежедневието осигуряват разпространението на технологиите за Интернет на нещата (Internet of Things) [1].

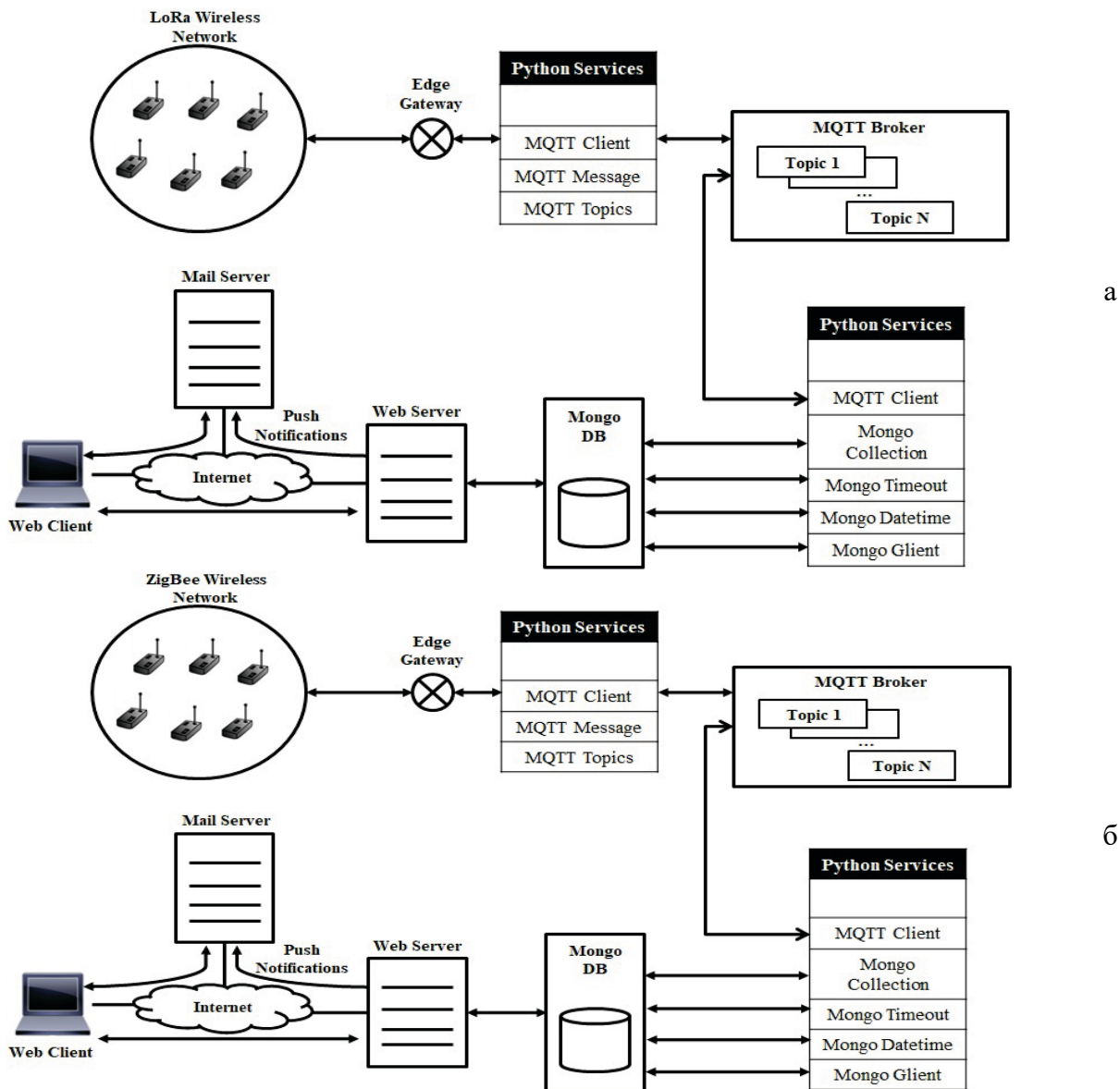
Широк дял в областта на Интернет на нещата заема използването на различни технологии за безжични сензорни мрежи. Тези технологии позволяват бързо и лесно изграждане на мрежа без необходимост от жично свързване между крайните компоненти. Те позволяват следене на различни параметри на околната среда, които биха повлияли по определен начин на системи от широк спектър области. За осигуряване на ефективен контрол и управление на сензорната мрежа е необходима система за следене и съхранение на данни, която по-

зволява изследване на прихванати данни в реално време и анализирането на такива от предходни събития, както и генериране на сигнали и съобщения за предупреждение при настъпило определено събитие.

В този доклад са представени предложения на системи за съхранение на данни и възможностите на разработените за тях уеб интерфейси за технологиите LoRa и ZigBee за безжични сензорни мрежи, които са реализирани в катедра „Компютърни науки и технологии“ на факултет по изчислителна техника и автоматизация при Технически университет - Варна.

### СИСТЕМА ЗА СЪХРАНЕНИЕ НА СЕНЗОРНИ ДАННИ

Частта от системата реализираща съхранението на данни от LoRa и ZigBee безжичните сензорни мрежи се състои от две основни част – MQTT сървър (MQTT Broker) и MongoDB база от данни (Фиг. 1).



Фиг. 1. Логическа топология на LoRa (а) и ZigBee (б) безжични сензорни мрежи

Протоколът MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) работи по комуникационния модел публикуване/абониране и по подразбиране използва TCP транспортен протокол. Източникът публикува съобщенията си в опашка с конкретно име на тема, това позволява абонатите да слушат само темите, които са важни за тях. Протоколът предоставя и редица полезни функции като осигуряване на Quality of Service (QoS) на различни нива, йерархични имена на теми, споделено абониране [2].

Базата данни Mongo DB представлява нерелационна и ориентирана към поддържане на документи база. При тази база дан-

ни документите се съхраняват в таблици, чиито редове могат да бъдат вложени. Тази организация на данните е съчетана с оператори, които предоставят достъп до вложени данни [3].

Визуализирането на данните в реално време и такива съхранени в базата данни се реализира през разработеният уеб интерфейс, който е достъпен през включения уеб сървър.

Абонирането към теми, прихващането на данни (Фиг. 2) и съхраняването им в базата данни (Фиг. 3) се извършва чрез Python скриптове.

```

Import MQTT header
Import Mongo header
ADDR = MQTT broker address
PORT = MQTT port number
ALIVE = MQTT keep alive interval
QoS = MQTT QoS Level
TOPICS = MQTT topics name

```

```

Get ADDR
Get PORT
Get ALIVE
Get QoS
Get TOPICS

```

```

Class MQTT
  Initialise MQTT Client
  Initialise MQTT Message
  Connect MQTT TOPICS
  Connect Mongo

```

```
run MQTT
```

```

  start client loop
  read MQTT Message
  start ALIVE
stop MQTT

```

```

  stop client loop
  disconnect MQTT Client

```

**Фиг. 2.** Псевдокод за абониране към MQTT тема/теми и прихващане на данни

```

Import MQTT client header
Import Mongo headers

URI = Mongo URI
DB = Mongo DB

Collection = Mongo Collection
Timeout = Mongo Timeout
Datetime = Mongo Datetime

```

```

Get URI
Get DB
Get Collection
Get Timeout
Get Datetime

```

```

Class Mongo
  Initialise Mongo Client
  Connect Mongo

```

```

Store Data
Save Data

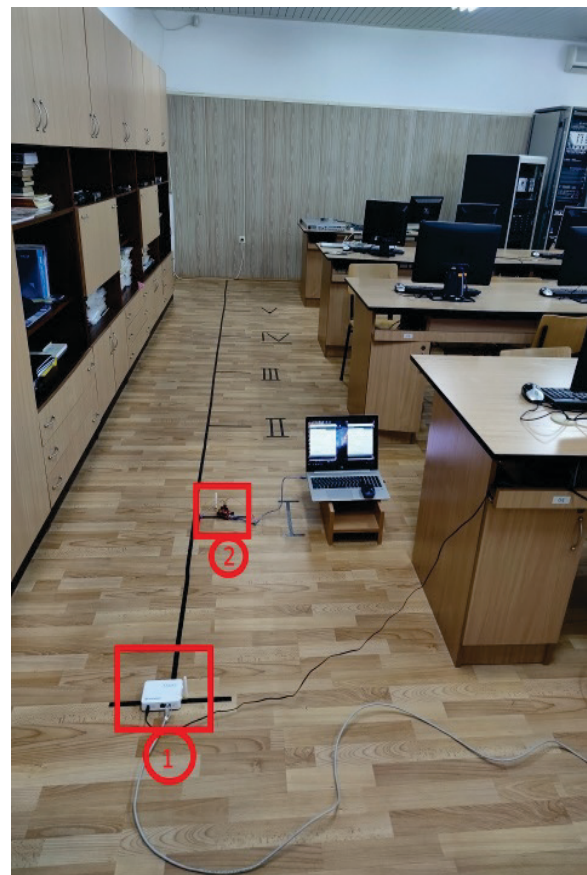
```

**Фиг. 3.** Псевдокод за съхранение на данните в MongoDB

## КОМПОНЕНТИ НА LORA И ZIGBEE БЕЗЖИЧНИ СЕНЗОРНИ МРЕЖИ

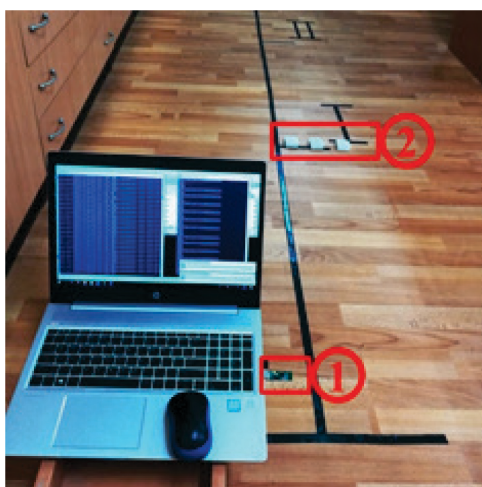
Сензорната мрежа LoRa се състои от Dragino LG01-S - Single Channel LoRa IoT

Gateway (Фиг. 4 – 1) за управление на мрежата и получаване на данни от сензорни възли. Изграден е от LoRa безжичен модул с микроконтролер и Linux модул за интернет връзка и USB Host интерфейс. Модулът LoRa е вграден от RFM9xW 868MHz приемо-предавателен радио модул с чипсет SX1276, който се управлява от микроконтролер Atmega 328P, зареден с Arduino Uno bootloader [4]. На LoRa Gateway е необходимо конфигуриране за препращане на получените съобщения от сензорите към MQTT сървър. За предаване на данни се използва Dragino LoRa Shield с Arduino UNO. LoRa Shield (Фиг. 4 – 2) позволява на платките на микроконтролера Arduino да предават безжично данни на големи разстояния с ниска консумация на енергия. Изграден е от LoRa приемо-предавателен радио модул RFM9xW 868MHz, който работи със SPI интерфейс през ICSP конектор или цифрови D11-D13 портове на Arduino. Няколко сензора могат да бъдат свързани към LoRa Shield. За целите на експериментите са използвани сензор за пламък и DHT11 (сензор за температура и влажност) (Фиг. 4).



**Фиг. 4.** Физическа топология на LoRa безжична сензорна мрежа

Сензорната мрежа ZigBee се състои от няколко компонента - ZigBee координатор, приемо-предавател и крайни възли. Координаторът е реализиран със софтуер ZigBee2MQTT, инсталиран и стартиран на Windows машина [5]. Приемо-предавателят е TI CC2531EMK, конфигуриран за работа със ZigBee стандарт, който е свързан към Windows машината и позволява реализиране на комуникация между крайните възли и координатора (Фиг.5 – 1) [6]. Експерименталната постановка се състои от крайни сензорни възли на фирмата Sonoff - Sonoff Door Sensor и Sonoff Temperature and Humidity Sensor [7] (Фиг. 5 – 2).



Фиг. 5. Физическа топология на ZigBee безжична сензорна мрежа

## LORA УЕБ ИНТЕРФЕЙС

Уеб интерфейсът за визуализация на данните е разработен с помощта на PHP, JavaScript HTML. Сървърната система за управление на базата от данни за съхранение на информацията е реализирана на MongoDB. Това е безплатна нерелационна база от данни съхраняваща получените от сензорите данни в колекции от документи (Фиг. 6).

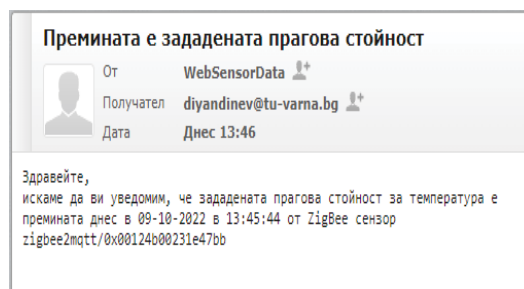


Фиг. 6. Структура на един документ

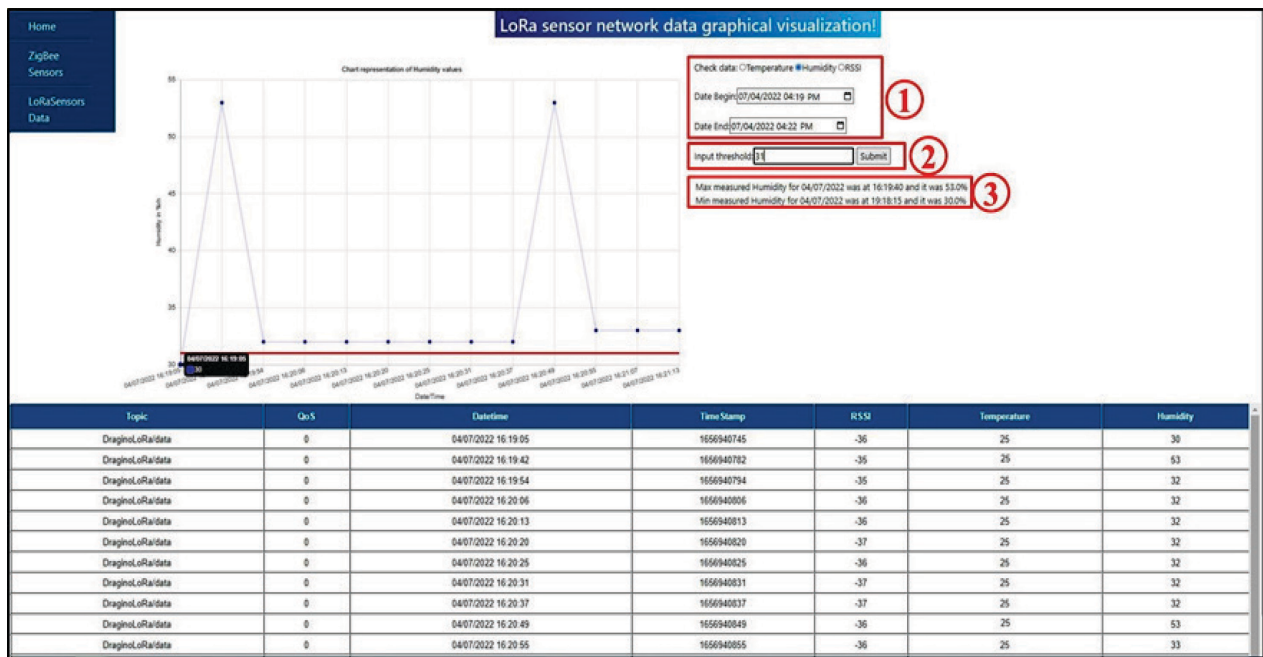
Структурата на един документ е следната:

- `_id`: уникален идентификатор за всеки един документ;
- `topic`: съдържа името на канала, от който получаваме данните и името на сензора, който ги изпраща;
- `payload`: масив съдържащ същинската информация за получените данни от сензора разделени във формата ключ – стойност;
- `QoS` – поле с информация за нивото на качеството на услугата;
- `timestamp`: съхранява информация за времето, в което е получена информацията от сензора под формата на integer число;
- `datetime`: съхранява информация за времето, в което е получена информацията от сензора в четим за компютъра формат.

Разработеният уеб интерфейс LoRa осигурява подходяща визуализация на съхранената информация и извеждане на статистически извадки на базата на индивидуалните характеристики и времеви сегменти на работа, както и създаване на модел за работа на устройствата в изследваната среда. Интерфейсът позволява визуализация на избраната стойност за параметър на околната среда според зададения от потребителя времеви интервал. Ако не е избран времеви диапазон за вземане на проби, системата показва данните, получени през последните 10 минути (фиг. 8 – 1). Той също така предоставя възможност за задаване на прагова стойност, която да показва кога измерените данни са под и над избрания праг (червена линия) (фиг. 8 – 2). При работа с параметрите температура и влажност, при превишаване на зададения праг се генерира уведомително съобщение за настъпилото събитие. Настроен е и пощенски сървър, изпращащ съобщения до e-mail на потребителя при преминаване на зададени прагови стойности. (фиг. 7) При избор на визуализация на даден параметър на данните се извеждат максималните и минималните отчетени стойности за конкретно избрания период (фиг. 8 – 3).



Фиг. 7. Получено съобщение на имейл при преминаване на прагова стойност на даден показател

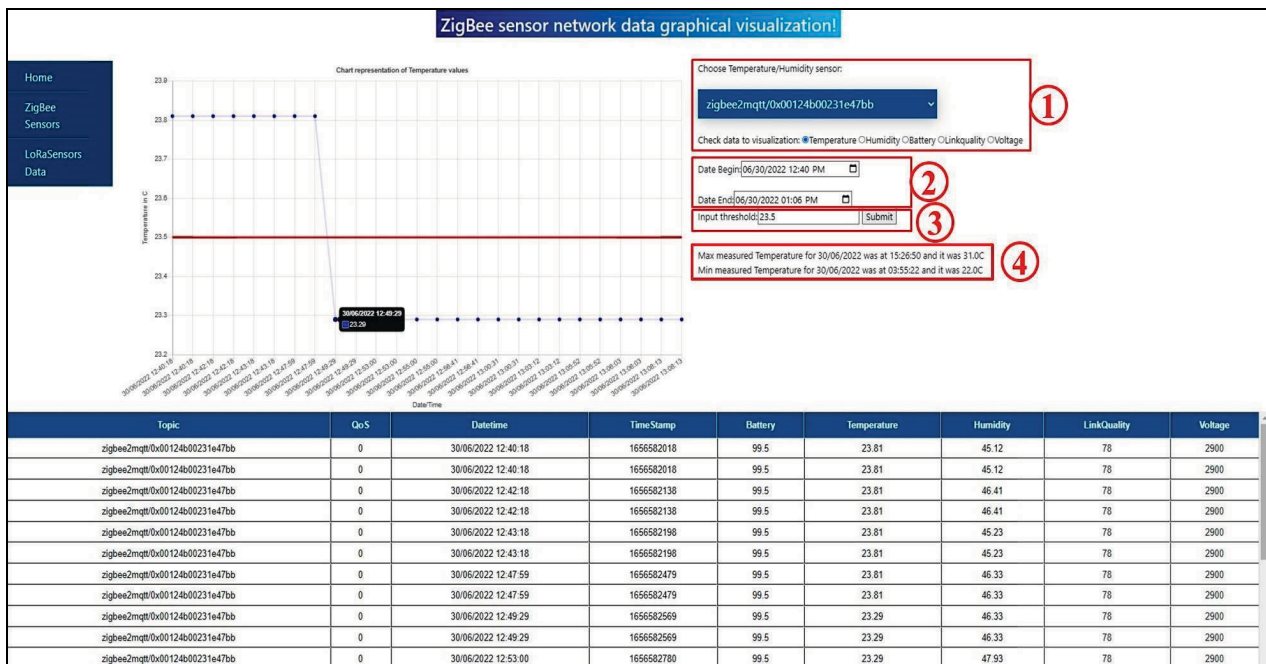


Фиг. 8. Визуализация на данните за влажността LoRa чрез уеб интерфейса

### ZIGBEE УЕБ ИНТЕРФЕЙС

Информацията от базата данни се визуализира чрез разработения ZigBee уеб интерфейс. Позволява показване на статистики и графики за различните параметри на околната среда, следени от сензора, както и създаване на модел на работата на устройствата в изследваната среда. Интерфейсът позволява на потребителя да избере типа параметър на околната среда, за който се представя графиката за промяна на стойността. След като се избере параметър за генериране на графика, е възможно да се избере сензор от падащо меню, чиито измервания да бъдат представени (фиг. 9 – 1). При първоначалното генериране на стойностите, в диаграмата се представят тези от последните 10 минути. Потребителят има

възможност да избере друг период за визуализация на данните и преглед на предишни измервания (фиг. 9 – 2). В допълнение, потребителят на системата има възможност да въведе прагова стойност за разглеждания параметър, което дава възможност ясно да се отчете в кой момент от време измерените стойности са близки до прага или го надвишават (Фиг. 9 – 3). При работа с параметрите температура, влажност и ниво на батерията превишаването на зададения праг води до генериране на уведомително съобщение за събитието. Системата визуализира извадка в рамките на избрания период за минимална и максимална отчетена стойност в определен момент за избрания параметър (фиг. 9 – 4).



Фиг. 9. Визуализация на данните за температурата на ZigBee чрез уеб интерфейса

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Този доклад представя система за съхранение на данни от LoRa и ZigBee, приложими към IoT. Предложените системи предоставят добра възможност за проучване на работата и опциите за конфигуриране на безжичните сензорни мрежи LoRa и ZigBee. Те имат връзка с предмети, свързани с изучаване на бази данни, програмиране и използване на протокола MQTT. Това дава възможност на студентите да затвърдят знанията си по съответните предмети и да получат допълнителни.

## REFERENCE

- [1] Ericsson Mobility Report, June 2022, <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report>, Last visit on 22.07.2022.
- [2] Salami D., Streibel O., Rhenius M. and Sigg S., "A FAIR Extension for the MQTT Protocol," 2020 16th International Conference on Mobility, Sensing and Networking (MSN),

2020, pp. 10-16, doi:

10.1109/MSN50589.2020.00019.

- [3] Srari A., Guerouate F. and Lahsini H.. (2021). The Integration of the MDA Approach in Document-Oriented NoSQL Databases, the case of Mongo DB. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), Vol. 10 (Issue 3), 115–122. <https://doi.org/10.35940/ijeat.C2235.0210321>
- [4] LG01-N Single Channel LoRa IoT Gateway <https://www.dragino.com/products/lora/item/143-lg01n.html> (available on 27 April 2022).
- [5] Windows Zigbee2MQTT. [https://www.zigbee2mqtt.io/guide/installation/05\\_windows.html](https://www.zigbee2mqtt.io/guide/installation/05_windows.html), Last visit on 21.02.2022.
- [6] Using Zigbee2MQTT- A Beginners Guide. <https://stevessmarthomeguide.com/using-zigbee2mqtt-beginners-guide/>, Last visit on 29.08.2022.
- [7] ZigBee Sonoff Devices. <https://sonoff.tech/products/>, Last visit on 29.08.2022.