

Python 기반의 고가용성 IoT 네트워크 MQTT 시뮬레이션 개발

이상훈¹, 이현준², 최진솔³

¹한국공학대학교 전자공학전공 학부생

²한국공학대학교 임베디드시스템전공 학부생

³한국공학대학교 임베디드시스템전공 학부생

sangsh2236@gmail.com, leehyeonjun90@gmail.com,, jinhansonamu@tukorea.ac.kr

Development of a Python-Based High-Availability IoT Network with MQTT Simulation

Sang-Hun Lee¹, Hyun-Jun Lee², Jin-Sol Choi³

¹Dept. of Electronics Engineering, Tech University of Korea

²Dept. of Embedded Systems Engineering, Tech University of Korea

³Dept. of Embedded Systems Engineering, Tech University of Korea

요 약

본 논문은 IoT 통신의 안전성을 확보하기 위해 IoT 통신 기능의 중추 기능인 MQTT 프로토콜을 중심으로 안정성 체크 시뮬레이션 프로그램을 개발하는 것으로, 고가용성 IoT 네트워크에서 MQTT 핵심 요소를 진단하고 대처하는 프로그램을 적용하여 안전한 운영을 도모하는 것을 목표로 한다. 개발 과정에서 통합 테스트와 기능 검증을 통해 문제점을 보완하고, 이를 통해 IoT 네트워크의 안정성을 시뮬레이션하여 애플리케이션과 서비스를 구축하고자 한다.

1. 서론

본 연구는 MQTT 프로토콜 개발 요구사항, 주요 기능으로 진단하여 IoT 네트워크 운용 소프트웨어를 고가용성 중심으로 설계하고 개발하여 IoT 네트워크 품질 안정화를 목적으로 하며 IoT 네트워크의 안전한 운영을 목적으로 MQTT 프로토콜을 기반으로 IoT 시스템 시뮬레이션 프로그램을 개발하여 현장에 적용하고자 한다.

2. 개발 필요성

최근 IoT 결합 기술이 빠르게 성장하고 있으며 다양한 산업 분야에서 중요한 역할을 하지만, IoT 네트워크를 공격하기 위한 해킹 기법이 널리 퍼지고 [1] 있다. 그러나 IoT 네트워크의 사용이 시스템 안전성에 대한 고려 없이 운영되는 경우가 많다[2].

따라서 다양한 분야에 활용할 수 있는 고가용성 IoT 네트워크 설계와 보안성 측면으로도 안정적인 품질인 시스템 구축을 개발하고자 한다.

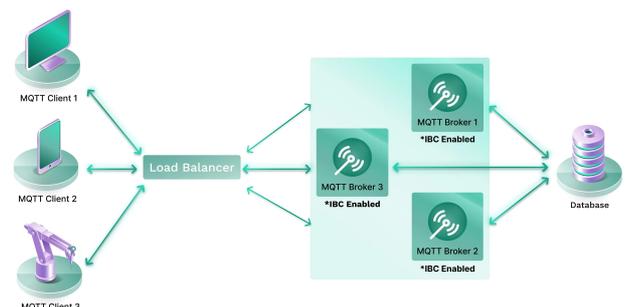
3. MQTT 프로토콜 개발의 요구사항

IoT는 여러 분야에 활용되고 있으며 상업 도구, 관리 등 다양한 요구사항에 맞춰 구현할 수 있는 고

가용성 네트워크가 필요하다.

MQTT는 경량 메시징 프로토콜로서, 현재 IoT 시뮬레이터로 활발히 사용[3]되고 있으며 그에 따라 오픈 소스, 상업, 관리 등의 요구사항에 맞춰 다양한 구현 방식으로 제공할 수 있는 데다가 브로커 시스템을 통해 사용자에게 다양한 기능, 성능, 보안 및 안정성을 제공[4]하기에 IoT 네트워크 시뮬레이터로 사용되기에 적절하다.

(그림 1) 브로커를 통한 MQTT 시스템



4. 주요 기능

본 프로젝트에서는 IoT 애플리케이션 개발을 위한 최적의 통신 프로토콜로 MQTT를 선정하여 리눅스 환경에서 프로젝트를 수행한다. 특히, IoT 장치 시

물레이터용으로 Paho-MQTT 패키지를 설치하고, MAC 주소를 기반으로 한 고유 식별자와 MQTT 기본 포트를 사용하여 호스트 URL에 연결하는 시스템을 구축한다.

가상머신 우분투 환경에서 개발 작업은 Nano 에디터를 사용하여 이루어진다. 프로젝트 내에서 시뮬레이션 된 온도 센서는 임의의 온도를 출력하며, 이 데이터를 Publisher가 Subscriber에게 게시하는 구조를 갖춘다. Subscriber는 시뮬레이터로부터 게시된 정보를 수신하도록 구현할 수 있으며, 이를 통해 IoT 환경에서 센서 데이터를 게시하고 수신하는 MQTT 클라이언트의 상호 작용을 검증할 수 있다.

NMAP 도구는 MQTT 서버의 취약점을 진단하는데 사용되며, 온라인과 오프라인에서 동작할 수 있는 소프트웨어와 연동해 서버의 보안 상태를 평가하고 강화하는 데 중점을 둔다.

마지막으로, 개발된 코드는 단위 테스트를 통해 각 기능의 정확성을 검증하며, 통합 연계 테스트를 통해 전체 시스템의 동작을 평가하고 최종 기능 검증과 보완 작업을 진행하여 시스템의 완성도를 높이는 방향으로 나아간다.

(그림 2)

MQTT 시뮬레이션 통합 테스트 모듈 코딩

```
import paho.mqtt.client as mqtt
import time
from datetime import datetime
import json
import threading
import random

class Tempsensor:
    def __init__(self, min_temp, max_temp, unit):
        self.min_temp = min_temp
        self.max_temp = max_temp
        self.unit = unit

    def read_temp(self):
        return round(random.uniform(self.min_temp, self.max_temp), 2)

class Tempsimulator:
    def __init__(self, period):
        self.period = period
        self.sensor = Tempsensor(10, 35, 'Celsius')
        self.mqtt_client = mqtt.Client("TempPub")

    def start(self):
        self.mqtt_client.connect('127.0.0.1', 1883, 60)
        self.mqtt_client.loop_start()
        self._publish_temp_data()

    def _publish_temp_data(self):
        current_time = datetime.now().strftime("%d-%m-%Y %H:%M:%S")
        temp_value = self.sensor.read_temp()
        data_payload = {
            "sensor_id": "1",
            "type": "temperature",
            "timestamp": current_time,
            "value": temp_value,
            "units": self.sensor.unit
        }

        json_msg = json.dumps(data_payload, indent=4)
        self.mqtt_client.publish("sensors/temperature", json_msg)
        print(f"Published: {json_msg}")

        threading.Timer(self.period, self._publish_temp_data).start()

temp_sim = Tempsimulator(5)
temp_sim.start()
```

참고문헌

[1] Nur A'fyfah Zaimy *, Mohamad Fadli Zolkipli and Norliza Katuk, A review of hacking techniques in IoT systems and future trends of hacking on IoT environment, World Journal of Advanced Research and Reviews, 2023, 17(02), 723 - 731

[2] Lindsey O'Donnell, More Than Half of IoT Devices Vulnerable to Severe Attacks, 2020. 05. 11. , <<https://threatpost.com/half-iot-devices-vulnerable-severe-attacks/153609/>>

[3] Usmani, Mohammad Faiz. "MQTT Protocol for the IoT - Review Paper." Frankfurt University of Applied Sciences, May 2021. DOI:10.13140/RG.2.2.26065.10088.

[4] Edoardo Longo, Alessandro E.C. Redondi, Design and implementation of an advanced MQTT broker for distributed pub/sub scenarios, Journal of Systems Architecture, vol. 139, 2023. 02. 07

※ 본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량 강화 사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.