

MQTT, ESP-NOW 통신 기반 스마트팜 네트워크 시스템 설계

임상민, 여현, 안유라, 정주원, 이명훈*

*순천대학교

sangmin9642@gmail.com, yhyun@scnu.ac.kr, hwa22744@naver.com, fock9320@daum.net, *leemh777@scnu.ac.kr

MQTT, ESP-NOW communication based smart farm network system design

Lim Sang Min, Yoe Hyun, An Yu Ra, Jeong Joo Won, Lee Meong Hun*

*Suncheon National Univ.

요 약

스마트팜은 기존 농업에 사물인터넷(IoT, Internet of Things) 등 ICT(Information & Communication Technology) 기술을 접목해서 생산성과 효율성을 향상하기 위한 첨단 농업 기술이다. 현재 스마트팜에 활용되는 통신 방식 중 센서와 액추에이터의 통신은 모드버스(RTU) 방식으로 이루어지고 있다. 하지만 RTU 방식은 통신의 안정성을 위해 다소의 지연이 발생한다. 본 논문은 그러한 지연을 줄이고 Wifi와 이더넷 환경을 구축하기 어려운 상황에서 스마트팜 시스템을 사용할 수 있도록 MQTT와 ESP-NOW 통신방식을 사용하여 스마트팜 네트워크 시스템을 설계하였다. 향후 시설원에 중심의 현재 스마트팜에서 노지, 축산 등 다양한 분야로 확장될 전망이고, 본 연구를 통해 이더넷 또는 WiFi 네트워크 구축이 어려운 환경에서 활용성이 더욱 증가할 것이라 판단된다.

I. 서 론

스마트팜은 기존 농업에 사물인터넷(IoT, Internet of Things) 등 ICT(Information & Communication Technology) 기술을 접목해서 생산성과 효율성을 향상하기 위한 첨단 농업 기술이다[1]. 스마트팜은 생육 및 환경 정보를 관제하기 위해 센서(온도, 습도, 토양, 양액, CO₂ 등)를 설치하고, 스마트팜 시설을 제어하기 위해 구동기(개폐기, 환기팬, 난방기, 관수 장치, 관비장치 등)를 설치한다. 각 설비를 제어하는 제어기, 그리고 이 장치들을 관리할 수 있는 운영관리시스템 등으로 구성된다[2]. 운영관리 시스템은 클라우드와 연결되어 원격 관리를 포함하고 AI와 같은 딥러닝 기반의 여러 종류의 스마트팜 서비스가 가능토록 진화하고 있다[3]. 그러나 스마트팜에 사용되는 설비나 서비스 간 상호연동이나 상호호환을 제공하기 위한 표준의 개발은 다소 늦어지고 있다. 이런 이유로 기술 발전 속도와 서비스를 제공하기 위한 표준을 맞추기 위한 노력이 국내외에서 활발히 진행되고 있다[4,5].

현재 스마트팜에 활용되는 통신방식 중 센서와 액추에이터의 통신은 모드버스(RTU) 방식으로 이루어지고 있다. 하지만 RTU 방식은 통신의 안정성을 위하여 다소의 지연이 발생한다[6].

본 논문에서는 이러한 지연을 해결하고자 IoT 표준 프로토콜인 MQTT 프로토콜과 ESP 모듈을 활용한 ESP-NOW 통신 방식을 사용하여 데이터 수집과 제어의 효율성을 검토하고, 향후 스마트팜에 적용될 수 있을지에 대한 가능성을 확인해보고자 한다[7,8].

에서 비동기 방식으로 메시지를 교환하는 경량 메시지 프로토콜이다. 특성상 사물인터넷(IoT)에서 많이 사용되고 있다.

MQTT방식은 Publish(게시)/Subscriber(구독) 모델을 사용하여 메시지 게시자와 메시지 구독자를 분리한다. 대신에 메시지 브로커라고 하는 제 3의 구성요소가 게시자와 구독자 간의 통신을 처리한다. 브로커의 역할은 게시자로부터 수신되는 메시지들을 필터링하고 알맞은 구독자에게 메시지가 갈 수 있도록 직접 배포한다. 브로커는 여러 클라이언트 간의 메시지를 조정하는 백-엔드 시스템이다. MQTT는 SSL 프로토콜을 사용하여 IoT 디바이스에서 전송되는 데이터를 보호할 수 있다. SSL 인증서와 암호를 사용하여 클라이언트와 브로커 간에 ID, 인증 및 권한 부여를 구현할 수 있는 프로토콜이다. 메모리와 전력을 효율적으로 사용하기 위해 가벼운 패킷 구조로 되어 있고 Publish와 Subscriber는 서로의 네트워크의 위치를 모르며 IP주소 또는 포트 번호와 같은 정보를 교환하지 않는다.

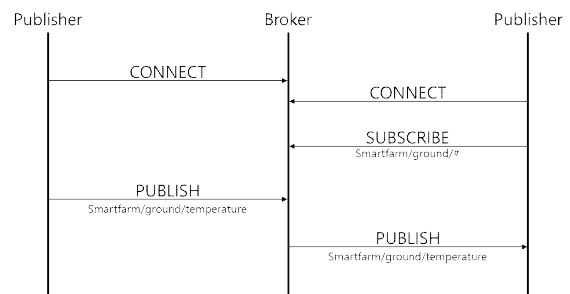


그림 1. MQTT 프로토콜의 기본 구조

Fig 1. Basic structure of the MQTT protocol

II. 관련 연구

본 논문에서 구축한 스마트팜 네트워크 시스템에 사용된 통신방식은 크게 MQTT와 ESP-NOW, UART이다. MQTT(Message Queue Telemetry Transport)는 작은 대역폭과 작은 전력을 갖는 자원의 한계가 있는 환경

ESP-NOW 방식은 Espressif에서 개발한 프로토콜로 Wi-Fi를 사용하지 않고 여러 장치가 서로 통신할 수 있도록 한다. 프로토콜은 저전력 2.4GHz 무선연결과 유사하지만, 통신전 장치 간 페어링이 필요하고, 페어링이 완료되면 핸드 셰이크가 필요하지 않은 연결이 안전하고 P2P 방

식으로 이루어진다. 즉, 장치를 서로 페어링한 후에도 연결이 지속되고 장치 중 하나의 전원이 꺼지거나 재설정되는 경우 다시 시작할 때 자동으로 피어에 연결하여 계속된 통신을 할 수 있다. 또한 여러 슬레이브에서 송신하는 데이터를 하나의 마스터 ESP-32모듈을 사용하여 수신할 수 있다.

UART 통신 방식은 가장 초기에 이용되던 직렬 프로토콜이다. 한때는 범용 직렬 포트가 대부분 UART 기반이었으며, RS-232인터페이스, 외부 모뎀 등을 사용하는 장치에서 일반적으로 사영되었다. UART가 제공하는 큰 장점 중 하나는 비동기화로 송신기와 수신기가 공통 클럭 신호를 공유하지 않는다는 점이다. 즉, 송신기와 수신기가 클럭을 공유하지 않기 때문에 양 끝단에서 동일한 비트 타이밍을 보장하기 위해 사전에 정의된 속도로 통신해야 한다. 현재 가장 일반적으로 사용되는 UART 보레이트(baud rates)는 4800, 9600, 19200, 115200 등이다. UART 프레임은 오류 감지를 위해 사용되는 선택 전 패리티 비트도 포함할 수 있다. 패리티는 짝수패리티와 홀수패리티가 사용될 수 있다.

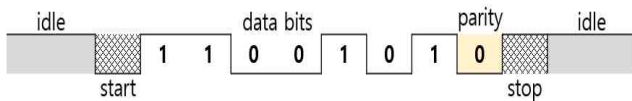


그림 2. UART 프레임 형식

Fig 2. UART frame format

III. 본론

본 논문에서는 MQTT와 ESP-NOW 그리고 UART를 사용하여 스마트 팜 네트워크 시스템을 구현했다.

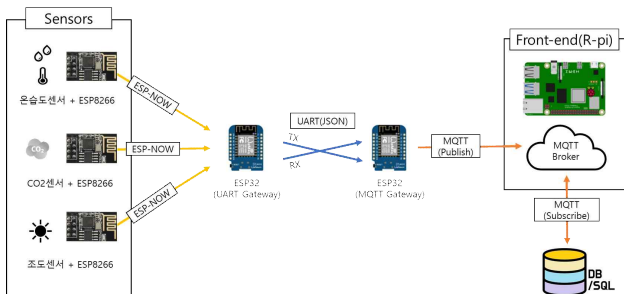


그림 3. MQTT, ESP-NOW 기반 스마트팜 수집부와 저장부

Fig 3. MQTT, ESP-NOW-based smart farm collection and storage

위 그림은 MQTT, EPS-NOW 기반 스마트팜 시스템에서 센서를 통해 수집된 데이터를 데이터베이스에 저장하기까지의 구성도이다. 우선 DHT 11온습도 센서와 ESP 8266 모듈을 사용하여 게이트웨이와 ESP-NOW 통신이 가능한 온습도 센서 모듈을 구성하였고 싱글 채널 NDIR 방식의 CO2 센서 CM1106과 ESP 8266 모듈을 사용하여 게이트웨이와 ESP-NOW 통신이 가능한 CO2 센서 모듈과 CDS 황화카드뮴 조도 센서와 ESP 8266 모듈을 사용하여 조도 센서 모듈을 제작하고 UART 게이트웨이와 통신할 수 있도록 UART 게이트웨이의 MAC 주소 정보를 각 센서 모듈에 업로드하였다. 각 센서 모듈에서는 판독값을 수집하여 게이트웨이로 전송한다.

UART 게이트웨이는 ESP 32 보드를 사용하여 구성하였다. UART 게이트웨이와 MQTT게이트웨이는 UART(TX, RX)로 연결한다. UART 게이트웨이는 ESP-NOW 인터페이스에서 수집된 각 센서의 데이터를 직렬포트(UART)로 JSON 형식의 정보를 라우팅한다.

MQTT게이트웨이는 ESP 32 보드를 사용하여 구성하였다. MQTT게

이트웨이는 UART 인터페이스로 전송받은 데이터를 WiFi를 통해 MQTT 브로커에 연결하고 브로커에게 전송한다. MQTT브로커는 Rpi4와 mosquitto를 사용하여 구성하였고 같은 Rpi에 mariaDB를 설치하여 mqtt브로커로부터 스마트팜 시스템의 센서 정보를 구독하도록 설정하였다. MQTT게이트웨이로부터 수신받은 데이터를 mariaDB에 저장하기 위해 node-red를 사용하여 JSON 형식의 데이터를 파싱하고 각 센서 테이블에 저장하였다.

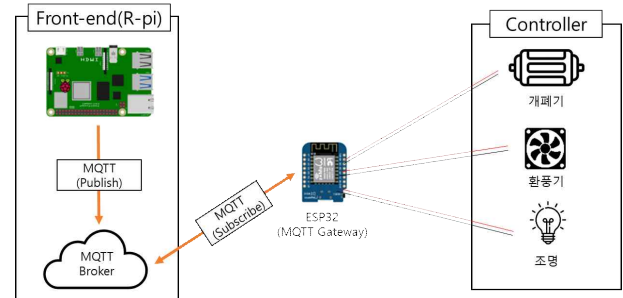


그림 4. MQTT, ESP-NOW 기반 스마트팜 시스템 제어부

Fig 4. MQTT, ESP-NOW based smart farm system control

위 그림은 MQTT, ESP-NOW 기반 스마트팜 시스템에서 Rpi를 통해 게시된 JSON 형식의 제어 명령을 ESP 32 보드로 구성한 MQTT게이트웨이가 구독하여 각 제어기로 제어신호를 전송한다.



그림 5. 수집 데이터 가시화 및 모니터링 시스템

Fig 5. Collected data visualization and monitoring system

또한 수집된 데이터베이스를 Grafana를 사용하여 시계열 순으로 가시적으로 보여 사용자가 쉽게 수집 데이터를 확인할 수 있게 구성해 보았다.

IV. 결론

본 논문에서는 기존의 스마트팜에서 주로 사용되고 있는 RS-485와 RTU 방식을 대신하여 MQTT와 ESP-NOW와 같은 WiFi와 이더넷 방식을 이용하지 않는 스마트팜 네트워크 시스템을 구축해보고 실제 적용 가능성을 가늠해보았다. MQTT와 ESP-NOW는 메모리와 전력을 효율적으로 사용하기 위해 가벼운 패킷 구조로 되어 있고 핸드셰이킹과정을 생략함으로써 네트워크상에 생기는 지연도 개선이 된 것을 확인하였다. 향후 시설 원에 중심의 현재 스마트팜에서 노지, 축산 등 다양한 분야로 확장될 전망이고, 본 연구를 통해 이더넷 또는 WiFi 네트워크 구축이 어려운 환경에서 활용성이 더욱 증가할 것이라 판단된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성(Grand ICT연구센터) 사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2023-2020-0-01489)

참고 문헌

- [1] 한국정보통신기술협회. “ICT Standard & Certification Special Theme: 스마트팜”. TTA저널.vol.180. 2018.12..
- [2] 윤성현 외. “오픈소스기반스마트팜플랫폼표준기술검증에관한연구”. 한국통신학회 학술대회논문집. pp. 244-245, 2021.06.
- [3] 농촌진흥청. “한국형 스마트팜 기술개발”. 2018.
- [4] 윤성현 외. “스마트팜”. ETRI Insight. pp. 29-30, 2019.02.
- [5] 박주영. “ITU-T SG13, SG20 스마트팜 표준화 동향”. pp.37. SEPI nside. 2020.06.
- [6] 김관형. “MQTT 기반 스마트 플랫폼 개발”. 한국정보통신학회 춘계 종합학술대회 논문집 제25권 제1호. pp. 283-284, 2021.05.
- [7] “MQTT: The Standard for IoT Messaging”. (<http://mqtt.org>)
- [8] “ESP-Now”. (<https://espressif.com>)