

Z-Wave 네트워크 환경에서 MQTT 기반 대기전력 절감 시스템 설계 및 구현

장영환[†], 박석천^{**}, 윤석환^{***}

Design and Implementation of MQTT-based Standby Power Reduction System in Z-Wave Network Environment

Young-Hwan Jang[†], Seok-Cheon Park^{**}, Seok-Hwan Yoon^{***}

ABSTRACT

Recently, with the development of IoT technology and the increase of energy consumption, interest in energy saving and energy efficiency improvement is rapidly increasing. In particular, in the case of a device connected to a power plug with the power shutoff, a problem with standby power has been raised. Thus technology development through a low power method such as Zigbee is in progress. However, Zigbee, which is generally used, has a problem that a separate gateway is required because it is not an IP-based technology, and there is a problem that it is not suitable for a traditional computer network to which a variety of devices are connected. Therefore, in this paper, we designed and implemented a standby power saving system using MQTT, an IoT standard protocol, in Z-Wave environment. In order to evaluate the implemented standby power saving system, the same environment as the existing Zigbee-based standby power saving system was compared and evaluated.

Key words: Z-Wave, MQTT, IoT, Standby Power, Zigbee

1. 서 론

최근 IoT 기술이 발전함에 따라 스마트빌딩, 스마트팜, 스마트홈 등이 상용화되고 있고, 에너지 효율 향상에 대한 관심이 급증하고 있다[1]. 국내의 경우 2018년 기준, 약 530,000GWh의 전력량을 소비하였으며, 연평균 약 3.2%가 넘는 추세를 보이고 있다[2]. 이에 전력 절감을 위해 산업분야뿐만 아니라 다양한 분야에서 전력 절감에 대한 관심이 높아지면서 IoT 디바이스들의 대기전력 절감에 대한 문제가 대두되고 있다[3,4]. 특히, IoT 환경에서의 대기전력 절

감에 대한 노력은 저전력 프로토콜 등을 이용하여 대기전력을 절감하는 콘센트, 시스템 등 개발에 노력하고 있다[5]. 현재 IoT 자동화 분야에서 가장 주목받고 있는 Z-Wave 프로토콜은 IEEE 802.15.4 물리적 무선 표준 및 메쉬 네트워크를 통해 동작 범위와 네트워크의 견고성을 향상시킨다[6]. 또한, 2.4GHz 범위에서 동작하는 Zigbee와 달리 800~900MHz 범위에서 동작하기 때문에 블루투스나 Wi-Fi에 간섭을 받지 않고 Zigbee보다 저렴하다는 장점이 있다[6,7].

그러나 현재까지는 Zigbee가 주로 사용되고 있으며, Z-Wave 환경에서의 IoT 기반 대기전력 절감 자

※ Corresponding Author : Seok-Hwan Yoon, Address: (05836) 26, Beobwon-ro 9-gil, Songpa-gu, Seoul, Republic of Korea, TEL : +82-10-3445-2107, FAX : +82-2-826-0169, E-mail : ysh@uniwebs.co.kr
Receipt date : Oct. 24, 2019, Revision date : Dec. 3, 2019
Approval date : Dec. 11, 2019

[†] Dept. of IT Convergence Engineering, Gachon University
(E-mail : jang0h@naver.com)

^{**} Communications Policy Research Center, Yonsei University
(E-mail : scpark@gachon.ac.kr)

^{***} Corporation of Uniwebs

동화 시스템에 대한 연구는 미흡한 상황이다. 뿐만 아니라, 사용자는 스마트 디바이스들의 사용시간 및 패턴을 확인하기 어렵기 때문에 대기전력 관리가 힘들다는 단점이 있다.

따라서 본 논문에서는 메쉬 네트워크 기반 Z-Wave 네트워크 환경에서 IoT 프로토콜 중 소형화된 가전기기 및 디바이스에 가장 적절하고, 경량의 메시징으로 구성된 MQTT (Message Queueing Telemetry Transport)를 이용하여 대기전력 절감 시스템을 설계하고, 현재 기기의 상태를 지속적으로 체크하여 자동으로 대기전력을 절감하는 시스템을 구현하였다.

본 논문의 구성은 1장 서론에 이어 2장에서 Z-Wave와 MQTT, 기존 대기전력 절감 시스템을 조사 및 분석하고, 3장에서는 Z-Wave 네트워크 환경에서 MQTT를 이용하는 대기전력 절감 시스템을 설계하였다. 또한, 4장에서는 설계한 시스템을 구현 및 평가하고, 마지막으로 5장에서 결론을 기술하였다.

2. 관련연구

2.1 Z-Wave

Z-Wave는 덴마크의 Zensys에 의해 개발된 무선 통신 프로토콜로 주거용 기기 혹은 사무용 기기 및 기타 장치의 무선 제어가 가능하도록 구성된 메쉬 네트워크이다. Z-Wave는 장치간 정보 공유 및 하드웨어/소프트웨어가 함께 동작할 수 있도록 지원한다. 또한, 무선 메쉬 네트워킹 기술로 모든 노드가 인접한 노드와 직접 또는 간접적으로 통신하여 추가 노드를 제어할 수 있으며, 범위 내에 있는 모든 노드들은 직접적인 서로간 통신이 가능하다. 현재 Z-Wave 얼라이언스는 무선 컨트롤 제품 구축에 동의하는 약 160개 이상의 제조사들로 구성된 컨소시엄으로, 약 800개 이상의 Z-Wave 기반 인증 제품을 출시하였다. 기본 Z-Wave 메쉬 네트워크 구성은 Fig. 1과 같다[8,9,10,11].

2.2 MQTT

MQTT는 발행 (Publish)과 구독 (Subscribe), 브로커 기반의 메시징 프로토콜로써, TCP/IP 프로토콜 위에서 동작하는 ISO 표준 프로토콜이다. 또한, 최근 IoT 기술에 적용하는 프로토콜 중 가장 대표적

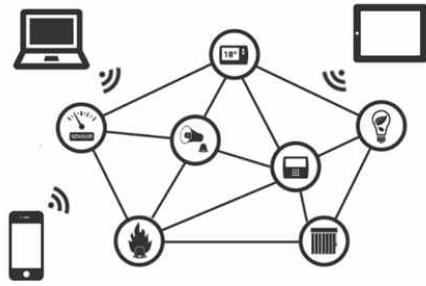


Fig. 1. Basic of Z-Wave Mesh Network Configuration.
※ Z-Wave Alliance 자료 재구성

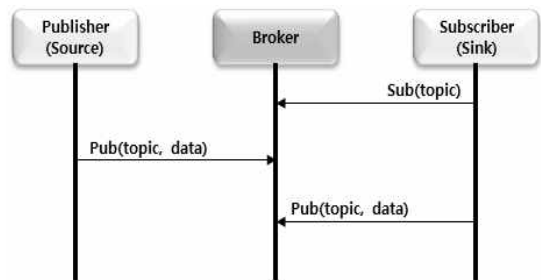


Fig. 2. Basic of MQTT Configuration.
※ OASIS의 MQTT 자료 재구성

으로 사용되는 프로토콜이며, 소형 디바이스들에 최적화된 메시징 프로토콜이다. 컴퓨터 네트워크와 달리 느리고 품질이 낮은 네트워크에서도 안정적인 메시지 전송이 가능하며, 대표적으로 Facebook 메신저, Push 메시징 서비스 등에 적용되어 사용되고 있다. 기본적인 MQTT 구성은 Fig. 2와 같다[12,13,14,15].

2.3 기존 대기전력 절감 시스템

기존 대기전력 절감 시스템의 경우 스마트 플러그를 통해 대기전력을 절감하고자 하는 연구가 이루어지고 있으며, 현재까지도 Zigbee를 기반으로 대기전력을 최소화하고자 노력하고 있다. 그러나 기본적으로 Zigbee는 IP 기반으로 개발된 기술이 아니고, 별도의 게이트웨이를 필요로 하기 때문에 인터넷을 기반으로 개발되고 있는 기술 혹은 디바이스들에 적절하지 않다. 특히 IoT 기술이 발전하면서 대표적인 IoT 프로토콜인 MQTT 프로토콜, CoAP (Constrained of Application Protocol)를 이용한 에너지 절감 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 인터넷을 기반으로 하는 IoT 기반 디바이스들과의 상호호환성을 향상시키고, 경량 프로토콜을 통해 에너지, 전력,

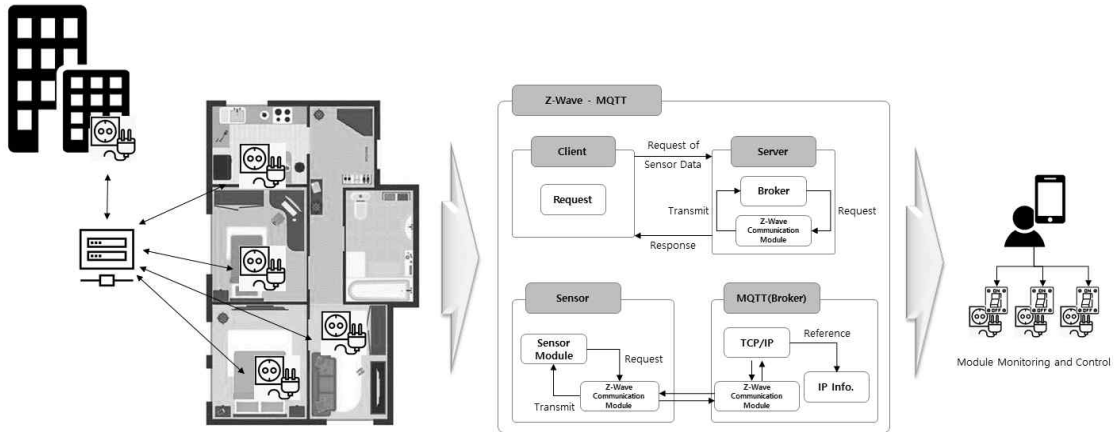


Fig. 3. Overview of Proposed Standby Power Reduction System.

대기전력을 절감시키고자 다양한 연구가 진행되고 있다[16,17,18,19].

3. MQTT 기반 대기전력 절감 시스템 설계

3.1 MQTT 기반 대기전력 절감 시스템 개요

본 논문에서 설계한 대기전력 절감 시스템은 사용자의 참여도를 최소화하고, 제어·관리 자동화를 통한 대기전력 절감을 목표로 한다. Z-Wave 네트워크 환경에서 MQTT를 이용하기 위한 모듈과 스마트 디바이스의 유휴상태를 확인하여 대기전력을 절감할 수 있는 모듈로 구성된 대기전력 절감 시스템을 설계하였다. 설계한 대기전력 절감 시스템의 개요도는 Fig. 3과 같다.

3.2 MQTT 기반 대기전력 절감 시스템 구조

Z-Wave 네트워크 환경에서 MQTT를 기반으로 하는 대기전력 절감 시스템은 스마트 디바이스의 상태를 확인하는 센서 모듈과 USN (Ubiquitous Sensor Network) 환경 구축에 적절한 CC2510 모듈, 스마트 콘센트로 구성한다. 또한, TCP/IP 통신을 기반으로 데이터를 주고받는 MQTT를 적용하여 사용자가 스마트폰을 통해 실시간으로 전력 소모량 및 대기전력 소모량을 확인할 수 있다. 설계한 대기전력 절감 시스템의 구조도는 Fig. 4와 같다.

3.3 MQTT 기반 대기전력 절감 알고리즘 설계

본 논문에서 설계한 MQTT 기반 대기전력 절감

알고리즘은 디바이스와 클라이언트가 연결되면 수신 데이터는 센서 모듈을 통해 가공되고, 연결된 디바이스의 최초 대기전력 값을 저장한다. 이후 센서 모듈로 전송되는 데이터의 정보를 확인하고, 연결된 디바이스의 전원 On/Off 상태, 현재의 대기전력 값을 저장한다. 설계한 MQTT 기반 대기전력 절감 알고리즘은 지속적인 반복을 통해 자동으로 동작하며, 주변 스마트 디바이스들을 주기적으로 확인하여 센서와의 연결 여부를 확인 및 연결한다. 센서와 디바이스가 연결되면 디바이스의 정보를 센서 모듈이 전송받으며, 전송받은 디바이스 정보를 가공하여 초기 대기전력 여부를 확인한다. 초기 연결 시, 대기전력 값이 존재하면 해당 대기전력 값을 저장하고, 초기

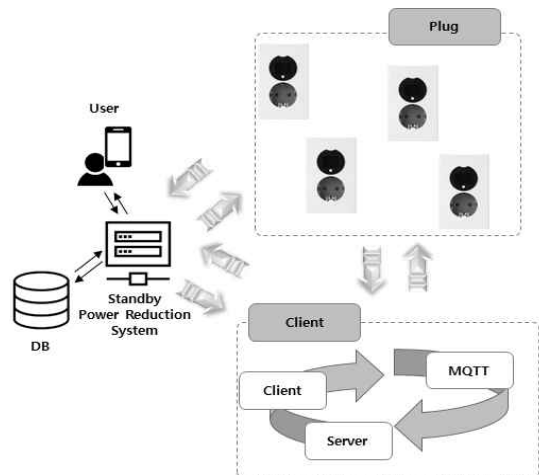


Fig. 4. Structure of Proposed Standby Power Reduction System.

대기전력 값이 존재하지 않으면 디바이스 모니터링을 통해 디바이스의 상태를 클라이언트에게 전송한다. 클라이언트에게 전송된 데이터는 대기전력 절감 시스템 서버에 전송 및 DB에 저장하고, 초기 대기전력 값보다 소비되는 대기전력이 높을 경우 디바이스의 전원 여부를 확인한다. 만약 디바이스의 전원이 Off인 경우, 평균 절전 시간에 비해 디바이스 연결 시간이 높은 경우에는 센서에 디바이스 전원 제어 메시지를 전송한다. 전원 제어 메시지 통해 센서의 상태가 변경되면 클라이언트와 연결된 디바이스 전원을 제어하고, 동작 요청 메시지가 수신되는 단계로 돌아가 반복 작업을 수행한다. 단, 디바이스의 전원이 On인 경우, 동작 요청 메시지가 수신되는 단계로 바로 돌아가며, 센서 상태가 변경되지 않으면 디바이스 전원 On/Off 상태를 확인하는 단계로 돌아가 반복 순차를 수행한다. 설계한 MQTT 기반 대기전력 절감 알고리즘은 Fig. 5와 같다.

3.4 MQTT 기반 대기전력 절감 시스템 설계

본 논문에서 설계한 MQTT 기반 대기전력 절감 시스템은 클라이언트와 서버, 디바이스의 상태를 전

송받는 센서, MQTT 기반의 브로커로 구성된다. 대기전력 절감 시스템은 클라이언트, 서버, 기기의 전원 On/Off를 제어 및 관리하는 센서, MQTT 기반의 브로커로 구성되며, 클라이언트 및 센서와 연결된 디바이스의 대기전력량을 클라이언트로 전송한다. 센서는 전송받은 데이터를 가공하여 클라이언트에게 출력 및 서버에 정보를 전송하고 DB에 데이터를 저장하며, 브로커에게 데이터를 전송한다. 브로커는 MQTT 기반 대기전력 절감 알고리즘을 통해 센서의 전원 On/Off 여부를 체크하고, 디바이스의 전원 상태 값이 변동될 경우에는 변경된 값을 센서에 전송한다. 설계한 MQTT 기반 대기전력 절감 시스템은 사용자의 참여도를 최소화하기 위해 반복을 통한 자동화 시스템으로 구성하였으며, 모니터링을 통한 대기전력 소모량 체크를 위해 클라이언트와 디바이스의 소켓 통신으로 데이터를 송수신한다. 설계한 MQTT 기반 대기전력 절감 시스템은 Fig. 6과 같다.

4. 구현 및 테스트

4.1 구현환경

본 논문에서 설계한 MQTT 기반 대기전력 절감

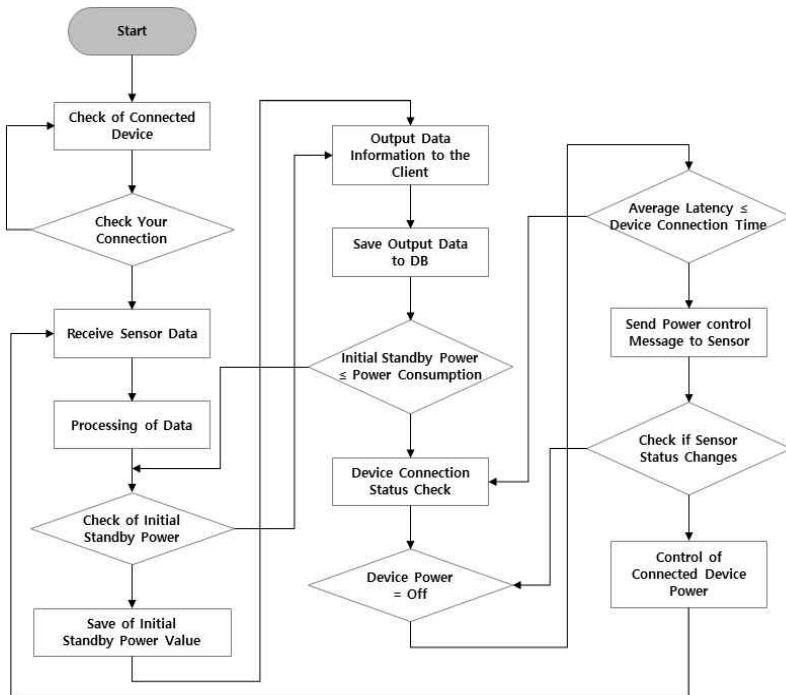


Fig. 5. Proposed of Standby Power Reduction Algorithm.

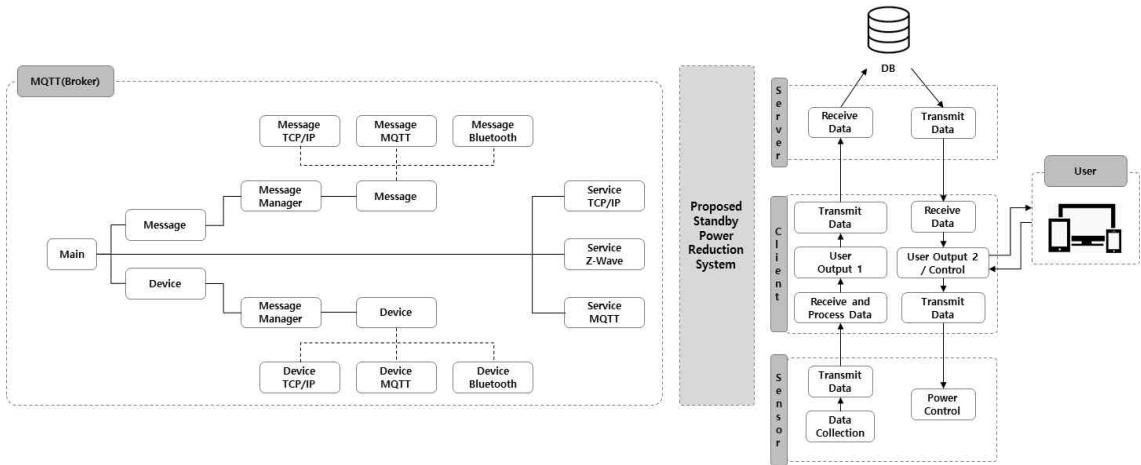


Fig. 6. Proposed of Standby Power Reduction System.

시스템은 연결된 디바이스의 동작 패턴을 분석하여 대기전력 체크 및 관리를 통해 사용자의 참여도를 최소화한다. 구현환경은 Table 1과 같다.

4.2 서버 및 클라이언트 구현

시스템이 동작하면 디바이스에서 클라이언트로 송신한 데이터의 전송 시간을 실시간으로 기록하여 DB에 저장하며, 저장된 로그기록을 기반으로 클라이언트에 각 디바이스들의 종료시간을 전송한다. 이를 통해 사용자는 시작/종료시간을 확인할 수 있으며, 연결된 디바이스의 평균 사용시간을 확인할 수 있다. 설계한 MQTT 기반 대기전력 절감 시스템의 클라이언트는 센서 모듈에서 전송되는 데이터를 수집하고, MQTT 기반 소켓 통신으로 전송된 데이터들을 서버에 전송한다. 이러한 데이터 수집 및 전송 지원을 위해 Z-Wave 기반의 스마트 콘센트를 상시 동작하도록 조정하여 클라이언트에게 실시간으로

수집되는 데이터를 전송한다. 송신된 데이터는 가공 처리를 통해 서버에 전송하고, 전송된 데이터는 DB에 저장한다. 서버를 구현한 화면은 Fig. 7과 같다.

4.3 MQTT 기반 대기전력 절감 시스템 구현

본 논문에서 설계한 MQTT 기반 대기전력 절감 시스템은 안드로이드 환경에서 동작 가능하며, 시스템과 연결된 디바이스들의 대기전력을 자동으로 제어하고 관리할 수 있다. 또한, 사용자가 장소나 시간에 구애받지 않고 언제, 어디서나 사용할 수 있도록 연결된 디바이스에 한해 클라이언트 포트가 상시 연결되도록 한다. 사용자는 최초 접속화면에서 통합 아이디/패스워드를 입력하고, 기연결된 디바이스의 IP 주소와 디바이스명 확인이 가능하며, 디바이스마다 각각 전원 On/Off 버튼이 위치해 있어 디바이스별 제어가 가능하다. 구현한 앱 화면은 Fig. 8과 같다.

Table 1. Implementation Environment

Classification	Component	Specifications
H/W	CPU	Intel i7-7700 3.6GHz
	Memory	8GB
	Ethernet	SMSC LAN 9220 10/100Mbps Ethernet Controller
S/W	OS	Windows 10
	Language	Java, Jsp
	Platform	Eclipse Foundation, JDK 1.12, Android Platform
Test Device		Galaxy s7, Asus Zenpad Z8

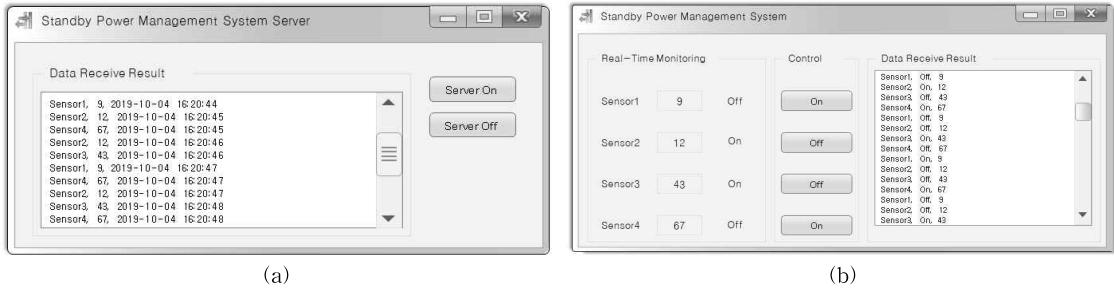


Fig. 7. Implementation of Server(a) / Client(b) Screen.

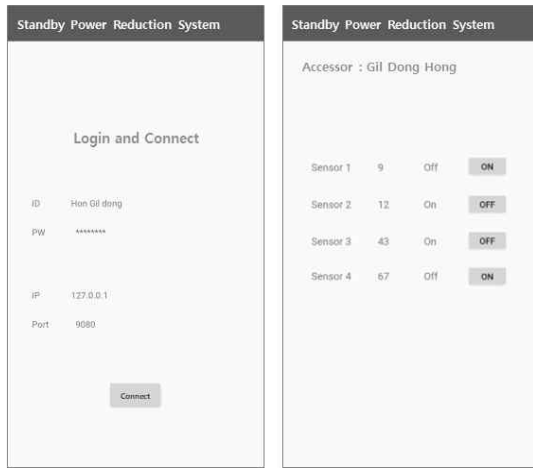


Fig. 8. Implementation of Application Screen.

4.4 테스트 및 평가

본 논문에서 구현한 MQTT 기반 대기전력 절감 시스템의 평가를 위해 현재 대중적으로 사용되고 있는 디바이스들을 선정하였다. 또한, 선정된 디바이스를 제조한 기업에서 제시하는 대기전력 소모량과 이

를 기준으로 제안하는 대기전력 절감 시스템을 적용할 경우에 대한 평가를 진행하였다. 선정된 항목과 제시하는 대기전력량은 Table 2와 같다.

이를 기반으로 제안하는 MQTT 기반 대기전력 절감 시스템의 성능을 평가하기 위해 기존 Zigbee 기반의 대기전력 절감 시스템과 위의 동일한 항목으로 비교평가를 진행하였다. 평가 결과는 Table 3과 같다.

제안하는 MQTT 기반 대기전력 절감 시스템과 기존 Zigbee 기반 대기전력 절감 시스템과 평가한 결과, 기존 시스템 대비 일일 평균 약 13.62Wh의 대기전력이 절감된 것을 확인하였다. 일일 평균 약 13.62Wh가 절감되었으나, 이를 월간/연간으로 계산하면 월간(약 408.6Wh), 연간(약 4,971.3Wh)가 절감되는 것을 확인할 수 있다.

5. 결론

최근 IoT 기술을 기반으로 하는 스마트 디바이스들이 증가함에 따라 도시를 비롯해 가정, 기업, 공장 등에서도 IoT 기반 스마트 디바이스 활용이 높아지

Table 2. Standby Power by Evaluation Item and Usage Time (Continuously)

Classification	Standby Power (W)	Using Time (h)	Standby Power by Time of Use (Wh)
LED TV	82.97	6.2	514.41
Smartphone	17.49	3.7	64.71
Air Conditioner	87.17	2.3	200.49
PC	102.02	3.2	326.46
Notebook	38.7	4.7	181.89
Tablet PC	15.42	2.1	32.38
Electric Fan	8.49	7.2	61.13
Set-top Box	11.97	6.4	76.61
Average	45.53	4.48	182.26

Table 3. Result of Comparative Evaluation

Classification	Applied Technology	
	Zigbee (Wh)	MQTT (Wh)
LED TV	496.45	473.28
Smartphone	57.43	38.87
Air Conditioner	191.33	178.57
PC	322.69	307.37
Notebook	163.93	140.76
Tablet PC	25.1	22.97
Electric Fan	51.97	50.84
Set-top Box	72.84	60.08
Average	172.72	159.1

고 있다. 특히, 국내의 경우 수입에너지 의존도가 매우 높기 때문에 스마트 디바이스들의 효율적인 에너지 운용이 필요하다. 한국에너지공단의 자료에 따르면 국내의 수입에너지 의존도는 약 94.7%에 이르며, 에너지 소비량에 비해 매우 높은 에너지 소비율을 보이고 있다. 이로 인해 국가차원 및 산업분야에서 에너지 절감을 위해 저전력 프로토콜 등을 통한 연구를 진행하여 전력을 절감하기 위해 노력하고 있다.

그러나 전력소모뿐만 아니라 스마트 디바이스의 전원이 동작하는 동안 발생하는 대기전력의 경우에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 또한, 스마트 디바이스를 사용하는 사용자는 연결된 디바이스의 사용시간 및 패턴과 소비되는 대기전력량을 확인하기 어렵기 때문에 대기전력 관리가 힘들다는 단점이 있다.

따라서 본 논문에서는 IoT 프로토콜 중 저전력을 중점으로 하는 MQTT 프로토콜을 Z-Wave 환경에 적용하여 스마트 디바이스의 대기전력을 절감하는 시스템을 제안하였다. 제안하는 MQTT 기반 대기전력 절감 시스템의 평가를 위해 기존 Zigbee 기반의 대기전력 절감 시스템과 비교평가를 진행하였으며, 평가 결과 기존 대기전력 절감 시스템 대비 일일평균 약 13.62Wh, 약 7.89% 가 절감된 것을 확인하였다. 이를 월/연 단위로 산정하면 월(408.6Wh), 연(4,971.3Wh)의 대기전력 절감이 가능하며, 스마트 디바이스의 전력 효율성을 향상시킬 수 있다. 또한, 사용자가 현재 연결된 스마트 디바이스의 상태를 확인하기 쉽도록 대기전력 절감 앱 구현을 통해 사용자의 편의성을 고려하였다.

본 연구는 IoT 기반 연구로써 무선 네트워크나 센

서를 이용하는 전 분야에서 활용이 가능할 것으로 사료되며, 사용자 모니터링을 통해 자체적인 대기전력 절감이 가능할 것으로 판단된다.

REFERENCE

- [1] B.T. Ahn and K.M. Park, "Construction of Smart Cafe System Using Internet of Things," *Journal of Korean Institute of Information Technology*, Vol. 15, No. 9, pp. 133-140, 2017.
- [2] J.W. Jeon and M.R. Yi, "Smart Multiple-tap System Based on WiFi for Reduction of Standby-power," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 22, No. 6, pp. 123-129, 2017.
- [3] J.S. Youn and T.J. Lee, "Study on IoT Gateway based Common Service Discovery Scheme," *Proceedings of the Korean Society of Computer Information Conference*, pp. 41-42, 2018.
- [4] H.S. An, W.J. Sa, and S.K. Kim, "Design and Implementation of RPL-based Distributed MQTT Broker Architecture," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 21, No. 9, pp. 1090-1098, 2018.
- [5] KEPKO, *Statistics of Electric Power in Korea, Korea Electric Power Statistics*, v.88, 2019.
- [6] S.C. Lee, S.W. Kang, N.Y. Kim, and P.L. Chung, "Automatically Shut Off Standby Power Using Ultrasonic Sensor," *Proceedings of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, pp. 1708-1710, 2019.
- [7] D.E. Kim, S.W. Kim, and S.K. Kwon, "Real-time Transmission System for Greenhouse Information Using MQTT and RTSP," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 18, No. 8, pp. 935-942, 2015.
- [8] S.K. Eun and S.G. Choi, "Energy Saving Management based on Sensing Information for Minimization on Power Consumption Amount Considering Satisfaction of User at Indoor Environment," *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of Communica-*

- tions and Information Sciences*, pp. 3-4, 2016.
- [9] J.D. Lee, H.D. Lee, J.M. Cheon, and C.H. Yoon, "Design and Implementation of Emergency Alert System with Wireless Multi-hop Capability," *Proceedings of the Institute of Electronics and Information Engineers*, pp. 541-542, 2016.
- [10] S.H. Cho, J.T. Hwang, E.R. Kim, and Y.G. Kim, "Design of Automatic Fault Diagnosis System Using Z-wave Mesh Network," *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of Communications and Information Sciences*, pp. 674-675, 2017.
- [11] S.J. Lee and D.H. Kim, "A Study of Standby Power Control based on Zigbee in Smart Home," *Journal of Multimedia Society*, Vol. 17, No. 7, pp. 879-885, 2014.
- [12] K.B. Kang, H.K. Ahn, H.S. Kim, S.H. Lee, and J.W. Jwa, "Development of Vending Machine for Electricity based on Z-wave Mesh Network," *Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol. 41, No. 10, pp. 1256-1262, 2016.
- [13] H.S. An, W.J. Sa, and S.K. Kim, "Design and Implementation of RPL-based Distributed MQTT Broker Architecture," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 21, No. 9, pp. 1090-1098, 2018.
- [14] D.S. Lee and K.H. Yi, "Reducing Standby Power Consumption System by Monitoring the AC Input Current for the AV Devices," *Journal of the Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers*, Vol. 65, No. 9, pp. 1493-1496, 2016.
- [15] D.K. Lee and D.J. Choi, "Implementation of Zigbee-based Publish/Subscribe System for M2M/IoT Services," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 17, No. 12, pp. 1461-1472, 2014.
- [16] S.J. Kim, G.H. Park, S.H. Jo, and S.M. Lee, "Development of a Smart Power Control System Based on Beacon Information for Reducing the Energy Consumption of Personal Computers," *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of Communications and Information Sciences*, pp. 627-628, 2017.
- [17] E.I. Cho, Y.J. Ko, and Y.H. Ji, "A Methodology Study on Reducing Standby Mode Power Using an Energy Storage System," *Proceedings of Korean Society for Energy*, pp. 195-195, 2016.
- [18] K.T. Nam, Y.C. Kim, and E.P. Hong, "Design of Electric Wheelchair System to Minimize Standby Power Consumption," *Proceedings of Korean Society for Precision Engineering*, pp. 798-798, 2018.
- [19] S.J. Lee and D.H. Kim, "A Study of Standby Power Control based on Zigbee in Smart Home," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 17, No. 7, pp. 879-885, 2014.



장 영 환

2015년~2017년 가천대학교 IT
융합공학과 컴퓨터공학
(공학석사)
2018년~현재 가천대학교 IT융
합공학과 컴퓨터공학(박
사과정)

관심분야 : IoT, 대기전력, 프로토콜, 빅데이터



윤 석 환

1996년 아주대학교 대학원 졸업
(공학박사)
1986년~1997년 한국전자통신연
구원 책임연구원
2013년 1월~2017년 세명대학교
컴퓨터학부 교수
현재 유니웹스(주) 부회장

관심분야 : 빅데이터, SmartGrid, 클라우드컴퓨팅, IoT



박 석 천

1977년 고려대학교 전자공학과
학사
1982년 고려대학교 컴퓨터공학
석사
1989년 고려대학교 컴퓨터공학
박사

1979년~1985년 금성통신연구소
1988년~2019년 가천대학교 컴퓨터공학과 정교수
2019년~현재 연세대학교 방송통신정책연구소 연구교수
관심분야 : IoT, 모바일, 네트워크 프로토콜, 전력처리