

기존 전력량계를 ICT 기반 지능형 AMI 센싱 장치로 변환 연구

윤상옥*

Development of Intelligent AMI Sensing Technique Using ICT

Sang-Ok Yoon*

요 약

자동전력량 측정이 가능한 AMI(Advanced Metering Infrastructure)의 설치 비율은 전국적으로 43% 미만 이고 특히 지역 기준인 경우에는 10.5%로 매우 열악한 상태이다. 따라서 스마트그리드를 위해서는 전력량계의 자동 정보 기록이 필요하므로 이를 위해서 기존 전력계량계를 개선하여 원격검침 및 사용 제어가 가능한 시스템 개발이 필요하다. 본 논문에서는 기존 전력계량계를 AMI기능이 가능하게 하려면 IoT 및 AI를 이용하여 스마트 그리드 핵심인 AMI를 위한 기존 전력 계량기의 원격검침 및 제어 기술 개발을 수행하였다. 주요 연구 내용은 SG를 위한 전력계량기 감지 장치로 변환하기 위하여 Tensorflow와 Open-cv를 이용하여 숫자를 인식 하였고, SG를 위한 전력계량기 원격검침 기능 테스트를 위해서는 Intel-Edson 하드웨어와 연동하여 장치를 구성하여 성능을 확인하였다.

ABSTRACT

The installation rate of AMI(Advanced Metering Infrastructure) capable of automatic electricity measurement is less than 43% nationwide and 10.5% in rural areas, which is very poor. Therefore, for the smart grid, automatic information recording of the watt-hour meter is required. For this purpose, it is necessary to develop a system capable of remote meter reading and use control by improving the existing watt-hour meter. In this paper, in order to enable the AMI function of the existing electricity meter, the remote meter reading and control technology of the existing electricity meter for AMI, the core of the smart grid, was developed using IoT and AI. The main research content was to recognize numbers using Tensorflow and Open-cv to convert it into a power meter sensing device for SG. We confirmed and checked the performance using the prototype system.

키워드

AMI, ICT, Intelligent, AI, Smart Grid
AMI, ICT, 지능형 통신, AI, 스마트 그리드

* 교신저자 : 호남대학교 정보통신공학과

• 접수일 : 2022. 12. 13

• 수정완료일 : 2023. 01. 12

• 게재확정일 : 2023. 02. 17

• Received : Dec. 13, 2022, Revised : Jan. 12, 2023, Accepted : Feb. 17, 2023

• Corresponding Author : Sang-Ok Yoon

Ho-nam University,

Email : ysangok@honam.ac.kr

1. 서론

최근 신재생에너지 및 태양광 발전 등 다양한 전기원의 활용 방안으로 전기 및 정보통신 기술을 활용하여 전력망을 지능화·고도화함으로써 고품질의 전력서비스를 제공하고 에너지 이용효율을 극대화하는 스마트그리드 전력망이 대세이다. 스마트 전력 플랫폼의 개념도는 [그림 1]과 같이 핵심 요소는 각 가정에

AMI(Advanced Metering Infrastructure)의 선결 조건이다. 따라서 한전의 AMI 보급사업은 2010년 1월 정부의 스마트그리드 국가 로드맵 수립에 따라 총 6차로 나뉘어 2020년까지 2,250만 호에 AMI를 보급하는 것을 목표로 하였다. 그러나 현재 962만 호 수준인 43% 수준이다. 특히 수도권을 제외한 지역을 기준으로 하면 10.5%로 매우 열악한 상태이다[1-4].

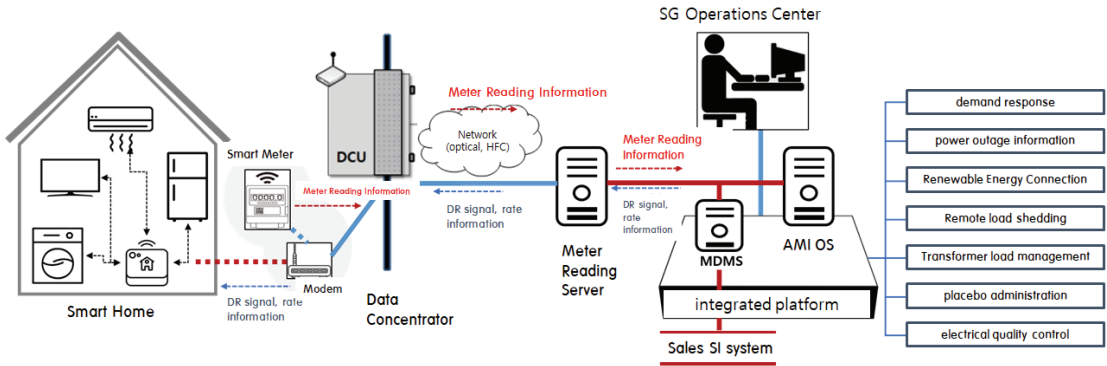


그림 1. 스마트 전력 플랫폼 개념도
Fig. 1 Conceptual diagram of smart power platform

따라서 본 논문에서는 기존의 전력망을 ICT 기술과 인공지능을 이용하여 개량하여 AMI 기능을 할 수 있도록 변화하였다. 연구 주요 내용은 기계식 전력량계의 숫자 형 계량 표시기의 숫자 인식, 인식된 내용의 무선 전달, 결과를 대시보드에 시각화 표현 등이다. 본 논문은 서론에 이어 2장에서는 시스템 설계, 3장에서는 구현 및 성능 고찰, 그리고 결론 순서로 구성하였다[4-6].

II. 기계식 전력량계의 스마트화 설계

2.1 기계식 전력량계 구조

저압 전자식 전력량계 종류에는 저압 전자식 전력량계(E-type), 저압 전자식 전력량계(AE-type), 저압 전자식 전력량계(G-type), 저압 전자식 전력량계(표준형), 역률관리용 저압 전자식 전력량계, 심야전력용

저압 전자식 전력량계, 복합 저압 전자식 전력량계로 구분 할 수 있다. 저압 전자식 전력량계(E-type)은 유효전력량 계량 및 원격검침 가능하고, 복합 저압 전자식 전력량계 외형의 형태, 저압 전자식 전력량계(AE-type)는 유효전력량, 무효전력량, 피상전력량, 피크, 시간대별 구분계량 가능하고, 복합 저압 전자식 전력량계 외형의 형태, 저압 전자식 전력량계(G-type)는 유효전력량, 무효전력량, 피상전력량, 피크, 시간대별 구분계량 가능하다.

복합 저압 전자식 전력량계 외형의 형태, 저압 전자식 전력량계(표준형)는 유효전력량(kWh), 무효전력량(Lagging kVarh), 역률 등의 계량 및 시간대별 구분계량 가능하고, 역률관리용 저압 전자식 전력량계는 유효전력량(kWh), 무효전력량(Lagging kVarh), 역률 등의 계량 및 시간대별 구분계량과 RS-232 통신기능 구비하고, 역률관리용 저압 전자식 전력량계 외형의 형태, 심야전력용 저압 전자식 전력량계는 유효전력량

(kWh), 무효전력량(Lagging kVarh), 역률 등의 계량 및 시간대별 구분계량과 타임스위치 기능 구비하고, 심야전력용 저압 전자식 전력량계 외형의 형태, 복합 저압 전자식 전력량계는 상시부하 유효전력량(kWh), 심야부하 유효전력량, 타임스위치를 1대의 계기로 일체화하였다[8-10].



Mechanical single-phase 2-wire

그림 2 기계식 전력량계
Fig. 2 Mchanical power meter

전자식이 아닌 기계식 보통 전력량계는 단상 2선식 40A 이상의 것으로서 외양은 그림 2와 같으며 주요 제원은 표 1과 같다.

표 1. 기계식 전력량계 주요 사양

Table 1. Mechanical power meter main specifications

Top / Line	Voltage	Electric current	gauge constant	Attachme nt method
1P / 2W	220V	40A	400rev	Exposed type

2.2. 스마트 전력량계로 변환 설계

기계식 전력량계는 그림 2에서 보는 것과 같이 전력사용량에 비례하여 회전원판이 돌아가면서 숫자를 카운팅 하는 구조로 되어 있다. 따라서 숫자를 인식하게되면 현재 전력 사용량을 알 수 있다. 본 논문에서는 기존 기계식 전력량계에서 전력 사용량 숫자를 인식하기 위하여 영상 카메라를 전력량계 외부에 설치

하여 촬영하도록 하였다. 그리고 촬영된 이미지 데이터는 무선통신을 통하여 외부서버로 전달 되도록 하였다[8-10].

전송된 이미지는 서버 장치(PC)의 영상처리 라이브러리인 OpenCV를 통해 디지털 숫자 데이터로 변환하여 저장하도록 설계하였다. 데이터베이스에 저장된 디지털데이터(전력량계 숫자값)은 클라우드 컴퓨팅 웹 대시보드에 시각화(visualization)로 표현하도록 프로그래밍하였다. 전체적인 소프트웨어 처리 과정은 그림 3과 같다[11-12].

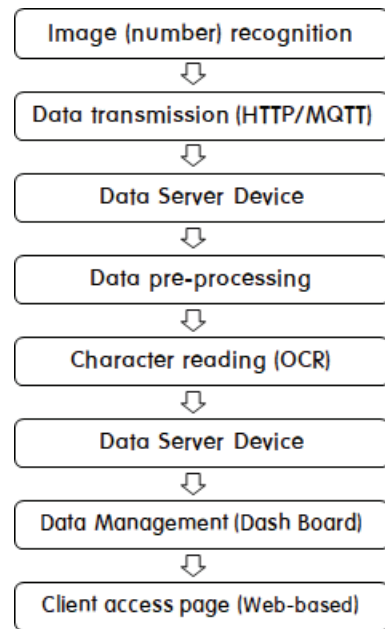


그림 3. 소프트웨어 처리 과정
Fig. 3 Software process

설계에 사용된 하드웨어 장치의 주요 사양은 표 2와 같고, 그림 4에 설계된 전체 시스템 구성도를 보였다. 각 가정에 설치된 기계식 전력량계에 카메라를 부착하여 숫자 이미지를 캡처해서 무선통신 모듈을 통하여 서버로 전송하면 서버에서는 OpenCV를 이용하여 숫자를 인식하고 이를 데이터베이스에 저장하여 통제가 가능하도록 구성하였다.

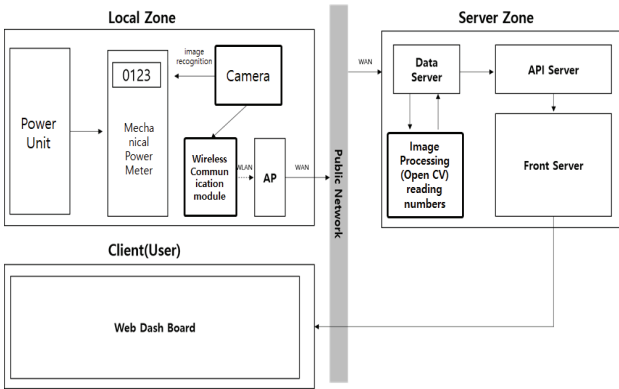


그림 4. 전체 시스템 구성도
Fig. 4 Overall system configuration diagram

표 2. 하드웨어 장치 주요 사양
Table 2. Hardware device key specifications

Product Name	Key specs
Wireless Communication Module	Model : ESP32 CAM - Wi-Fi BT SoCModule - 32-bit CPU - Multiple sleep mode - STA/AP Mode
Image Processing Server	- Intel Celeron 2.7GHz - Wi-fi/ BT5.0 - Window 10 Pro
Camera	Model : OV2640 - 2Megapixel - 3.3V

III. 구현 및 성능 고찰

3.1 하드웨어 제작

기계식 전력량계에 카메라를 부착하여 숫자 이미지를 얻는 것은 설치장소의 조명이 크게 좌우된다. 따라서 플래시를 이용하였으며, 영상이미지 캡처 주기는 1분으로 설정하였다. 영상 카메라가 부착된 모습은 그림 5와 같다.

또한 그림 6과 같이 전체 시스템의 패널을 제작하여 시스템의 기능 및 동작 원리에 대한 이해를 설명이 가능하도록 하였다.



그림 5. 카메라 부착 사진
Fig. 5 Photo with camera attached

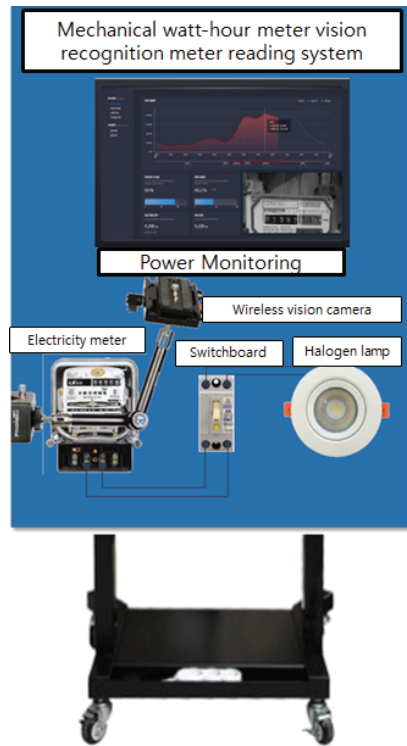


그림 6. 이동형 패널 제작
Fig. 6 Manufacture of movable panels

3.2 소프트웨어 구현

소프트웨어 프로그래밍 결과는 대시보드를 통하여 보여준다. 기계식 전력량계의 숫자 데이터 인식률은 실험실 환경하에서 100%임을 확인하였으며, 관련 데이터베이스에서 정제된 데이터의 디스플레이는 그림 7과 같은 형태로 설계하였다.



그림 7. 전력 모니터링 화면
Fig. 7 Power monitoring screen

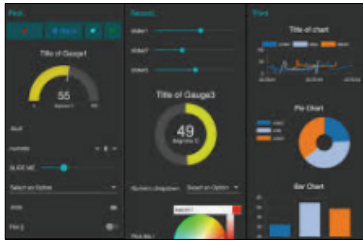


그림 8. 대시보드 설계 화면
Fig. 8 Dashboard design screen

IV. 결 론

AMI는 실시간으로 요금을 확인할 수 있는 '스마트 미터'로 불리며 전력사용량 절감, 피크전력 저감, 전력품질개선 등 효율적 에너지사용을 가능하게 하는 시스템이다. 소비자들은 실시간으로 전기료를 확인하면서 누진제 구간에 들어서지 않도록 전기 소비를 자체적으로 줄이는 대처가 가능해진다. 이러한 AMI 구축사업은 산업통상자원부가 지난 1월 발표한 전력 10대 프로젝트의 하나다. 한전이 주도해 2025년까지 국내 전기사용고객 2500만 호 전체에 AMI를 구축한다는 목표로 진행되고 있다. 하지만 지난해까지 스마트그리드사업단은 경기도에 3만 3585호가 AMI를 구축해 전체의 27.3%를 차지했다. 서울이 1만 8480호(15%)로 뒤를 이었고 경북이 1만 3500호(11%)로 3위를 차지했다. 반면 광주와 전남은 1700호에 그쳐 전체의 1.4%로 가장 비중이 낮았다. 따라서 본 과제에서 추진하고 있는 기존 전력계량계에 IoT와 OpenCV를 응용한 부가장치를 손쉽게 부착하면 AMI 지연 보급으로 생기는 문제를 보완할 수 있을 것으로 판단된다.

본 제(결과물)는 2022년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다.(2021RIS-002)

This results was supported by "Regional Innovation Strategy (RIS)" through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(MOE)(2021RIS-002)

References

- [1] KEPCO Research Institute, "AMI (Advanced Metering Infrastructure) building a system," *Report*, 2009.
- [2] FERC, "2006 FERC Survey and 2008 FERC Survey," *Report*, 2009.
- [3] D. Kim, K. Choi, K. Kim, and K. Li, "A Feasibility Study on Crash Avoidance at Four-Way Stop-Sign-Controlled Intersections Using Wireless Sensor Networks," *Letter of The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers Trans. Information and Systems*, vol. E92-D, no. 5, May 2009, pp. 1190-1193.
- [4] OpenMeter, "Requirements of AMI," *Report*, 2009.
- [5] K. Lee, H. Lee, and Y. Kim, "Design and Implementation of a Systolic Architecture for Low Power Wireless Sensor Network," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 6, June 2015, pp. 749-755.
- [6] Seoul Metropolitan Government Traffic Information Section, "2017 Seoul Metropolitan Traffic Volume Survey," *Technical report*, Mar. 2018.
- [7] H. Kim and K. Seok, "Domestic radio waves propagate management and control systems investigate the system status," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 13, no. 1, 2017, pp. 1-8.
- [8] W. Choi and K. Seok, "Survey on ways to

- improve the system in preparation for changes in the radio management system," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 13, no. 6, 2018, pp. 1145-1154.
- [9] J. Yang, K. Seok, and H. Sin, "Technological and Social Significance of the Revision of the Radio Law," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 14, no. 4, 2019, pp. 627-636.
- [10] C. Yeon and K. Seok, "A study on radio wave management regulations in the United States to improve the domestic radio wave management system," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 15, no. 3, 2020, pp. 379-388.
- [11] J. Yang, K. Seok, and H. Sin, "Technological and Social Significance of the Revision of the Radio Law," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 14, no. 4, 2019, pp. 627-636.
- [12] C. Yeon and K. Seok, "A study on radio wave resource management and industrial technology revitalization in the medical and energy fields," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 17, no. 4, 2022, pp. 543-554.

저자 소개



윤상옥(Sang-Ok Yoon)

1996년 호남대학교 정보통신공학과
졸업(공학사)

2000년 호남대학교 대학원 컴퓨터
공학과 졸업(공학석사)

2010년 호남대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학
박사)

2010년 ~ 2020년 조선대학교 SW융합교육원 교수

2020년 ~ 현재 호남대학교 정보통신공학과 교수

※ 관심분야 : 이동통신시스템, 신호처리