

지역난방 수용가측 효율관리를 위한 IoT 기반 시스템 구축에 관한 연구

윤정미[†], 이상학, 안창구*, 엄재식*

전자부품연구원, *한국지역난방공사

(2017년 8월 21일 접수, 2017년 9월 15일 수정, 2017년 9월 19일 채택)

A Study on the Construction of IoT based System for District Heating Customer-side Energy Efficiency Management

Jungmee Yun[†], Sanghak Lee, Changkoo Ahn*, Jaesik Eom*

Korea Electronics Technology Institute, *Korea District Heating Corporation

(Received 21 August 2017, Revised 15 September 2017, Accepted 19 September 2017)

요 약

우리나라 집단에너지 사업의 주요축인 지역난방 시스템은 경제성 있는 열에너지 공급시스템으로 국민편익과 안전에 많은 기여를 해 왔다. 하지만 관리주체의 불명확함, 전문기술인력 부족 등으로 인해 공동주택 수용가측의 열효율저하, 요금 불공정등의 문제가 발생하고 있다. 본 논문에서는 관리사각지대인 지역난방 수용가측 설비의 효율 및 고장관리를 위해 필요한 모니터링 포인트를 제안하고, 이를 표준화 하기 위한 표준참조모델을 제안한다. 또한 IoT 센서 기술을 적용하여 실시간 모니터링 및 통합관리 시스템을 구축함으로써, 지역난방 수용가시설에 대한 서비스 질 개선과 에너지 효율향상을 위한 기술적 방법론을 제안한다.

주요어 : 지역난방, 표준참조모델, IoT센서, 에너지 효율향상, 실시간 통합관리

Abstract - The district heating system, which is the main axis of Korea's collective energy business, contributes to the national benefit and safety with the economical heat energy supply system. However, due to the uncertainty of management subjects and the shortage of professional technical personnel, there are many problems such as deterioration of thermal efficiency and unfairness of the price of the apartment houses. In this paper, we propose the monitoring points necessary for the efficiency and fault management of the district heating customer-side. And we propose a standard reference model to standardize it. We propose a technical methodology to improve the service quality and energy efficiency of the district heating facilities by applying IoT sensor technology, real-time monitoring and integrated management system

Key words : District Heating, standard reference model, IoT sensor, energy efficiency, realtime management

1. 서론

지역난방 열에너지 공급 시스템은 집단 에너지 시스템으로 현재 국내에 5,800개 기계실, 130만 가구에 공급하고 있다. 하지만 열사용자 기계실은 한국지역난방공사에서 공급하는 1차 측과 이를 개별 가구에 공

급하는 기계실의 수용가측 시설로 구분되어 있으며, 이에 대한 기술적 고도화나 관리 측면에서 차이가 있다. 즉, 한국지역난방공사의 관리 범위인 1차측 사용 시설은 효율향상 및 고장관리를 위해 IT기반의 최신 기술이 적용된 반면, 공동주택 기계실의 수용가측 시설은 관리 및 정보 수집이 체계적으로 이루어지고 있지 않아 효율이 낮고 문제 발생 시 진단에 오래 걸리는 등 문제점을 안고 있다. 이를 해결하기 위해서는 수용가측 기계실 설비의 관리를 위한 모니터링 포인

[†]To whom corresponding should be addressed.

Tel : +82-31-789-7516 E-mail : yunjm@keti.re.kr

트를 정의하고 이를 실시간 모니터링하기 위한 IoT 기술도입이 필요하다. 이를 통해 문제점을 개선하고 기계실뿐만 아니라 개별 세대의 열사용 정보까지 획득하여 효율 개선과 기기 이상 발생 시 진단을 수행할 수 있도록 한다.

이를 위해서는 다양한 제조사 제품으로 구성되어 있는 기계실의 열교환기를 포함한 설비로부터 발생하는 정보를 표준화하여 정보를 취합할 수 있어야 하며, 일부 기기들은 표준 인터페이스 형태로 새롭게 개발되어야 한다. 또한, 개별 공동주택에서 발생하는 데이터를 한국지역난방공사의 서버에 빅데이터 시스템으로 구축하여 분석과 진단을 수행할 수 있는 정보 처리 시스템 구축이 필요하다. 본 기술 개발은 유사한 형태를 갖고 있는 유틸리티 인프라에 적용할 수 있으며 사람에게 의해 수동적으로 수행하던 유지·보수 업무뿐만 아니라 새로운 서비스를 손쉽게 적용할 수 있는 플랫폼을 갖춰 다양한 부가 서비스를 가능하게 한다.

2. 지역난방 집단에너지 현황

지역난방시스템은 타 난방방식과 비교하여 에너지 절감 및 환경개선에 기여하는 바가 크고, 이를 위하여 국내 지역난방사업자는 지역난방 열생산설비 및 열수송설비 분야에 그간 많은 연구개발 및 개선을 통하여 설비의 효율적인 운영은 선진국 수준에 도달해 있다고 판단된다. 반면, 지역난방 열사용자 분야는 설비 운영관리 주체가 비전문가인 사용자 관리사무소에서 관리함으로 인해, 비효율적 설비관리 및 운영으로 지역난방시스템의 전체 효율이 저감되고, 사용자 민원이

발생하고 있는 실정이다.

지역난방사업은 공동주택, 업무용, 상업용, 공공용 건물에 개별 열생산 시설을 설치하지 않고 열병합발전소 등 대규모 열생산 시설에서 생산된 열(중온수)을 대단위 주거 및 건물에 일괄적으로 공급하는 도시기반 시설로 Fig. 1.에서 보는바와 같이 크게 열생산시설, 열수송시설, 열사용자시설로 구분한다.

열생산 및 열수송시설의 기술개발 및 지능화 추세와 달리 열사용 시설의 경우 공동주택 설비의 노후화, 계량의 신뢰성 저하, 관리부실 등으로 인한 난방품질 및 요금관련 민원이 끊임없이 발생하고 있는 실정이다.

최근 세대내 적산열량계 조작 등을 통한 요금부정 사례발생으로 인하여 열사용자 시설에 대한 의혹이 확산되고 있는 실정이며, 투명한 열수요관리 설비 구축 및 운영에 대한 요구가 증대되고 있다. 한국지역난방공사 열사용자 난방계량기는 공동주택에 따라 열량계 및 유량계가 세대내에 총 1,176,085개가 설치되어 있으며, 72,233세대는 미설치되어 있는 것으로 파악되고 있으며, 세대내 계량기의 관리부실로 인한 고장률이 매년 증가되고 있는 실정이다.

한국지역난방공사 공급지역 사용자 기계실 설비점검(14년 기준) 결과, 전체설비의 1.9%인 1,304개 설비에서 운영상 문제점이 있는 것으로 파악되었다. 기계실 사용자 설비중 가장 문제가 많은 설비는 PDCV(차압유량조절밸브)(문제기기의 약 14%)로, PDCV가 고장난 상태로 방치될 경우 지역난방 사업자측 열원내 DH수 순환 펌프의 동력비가 과대하게 소요되며, DH수 회수온도가 상승하게 되고, 사용자 기계실 열교환기 후단의 TCV의 잦은 고장 및 오동작을 유발하여

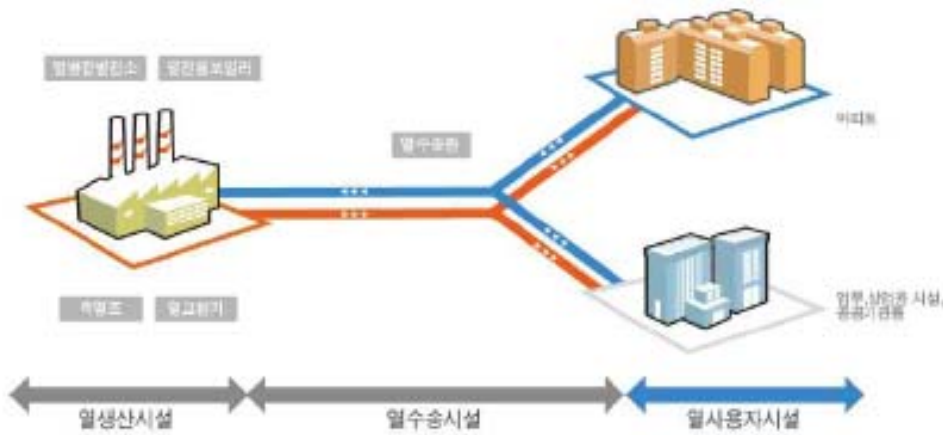


Fig. 1. District Heating System Structure

지역난방 사업자 및 사용자 모두가 에너지 손실 및 민원유발 등의 원인이 된다[1].

3. 기술개발 동향

핀란드, 덴마크의 지역난방 회사들은 지역난방 사용자들과의 통신을 통한 관리시스템을 구축하여 열사용량 분석, 설비 이상, trend 분석 등의 보고서를 사용자에게 제공하여 에너지절감 유도, 설비 보수, 예산 수립 등의 정보를 주기적으로 제공하고 있다.

핀란드의 탐페레 지역난방(주) 회사는 사용자와 인터넷 또는 전화통신망을 이용하여 사용자 시설에 대한 모니터링 및 분석을 하고 있으며, Fig. 2.와 같이

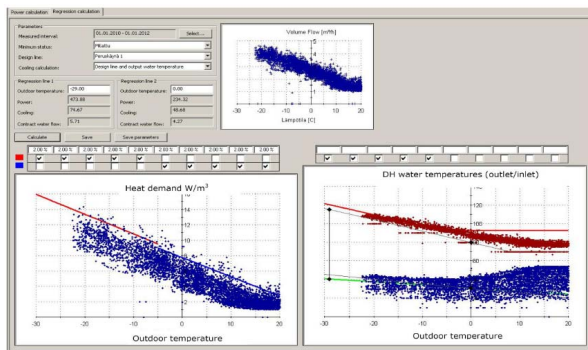


Fig. 2. Finland DH Management System

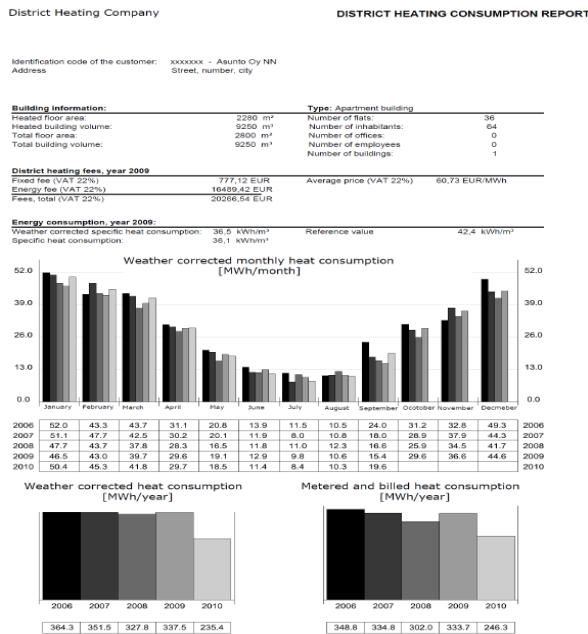


Fig. 3. User Management Report

사용자의 시간/일/월간 열사용량, 공급유량, 공급/회수 온도 등을 모니터링하여 사용자시설의 문제점을 실시간 파악을 하고, 열수요에 즉시 대응이 가능한 시스템을 구축하여 운영하고 있다[2].

덴마크의 한 지역난방 회사는 사용자에게 예상 열사용량과 실제 열사용량을 비교 분석하여 보고서 제공 및 직전 3개 년도의 열사용량 및 Trend 분석 보고서를 제공하여 열사용 절감 유도 및 예산 계획에 유용한 정보를 제공하고 있다. 스웨덴 에테보리시의 지역난방 회사는 각각의 사용자 기계실을 인터넷 모뎀을 통하여 열원과 연결되며, 인터넷 연결에 따른 기계실 운전상태 모니터링, 설정값 변경, Alarm Check 및 관리자 휴대폰 문자발송, 사용량 원격검침 등을 시행하고 있다.[3]

핀란드, 덴마크의 지역난방 회사들은 지역난방 사용자들과의 통신을 통한 관리시스템을 구축하여 열사용량 분석, 설비 이상, trend 분석 등의 보고서를 사용자에게 제공하여 에너지절감 유도, 설비 보수, 예산 수립 등의 정보를 주기적으로 제공(Fig. 3.)하고 있다.

이제 에너지 분야는 단순히 에너지 사용량을 모니터링하는 융합 수준에서 벗어나 사용자에게 최적의 쾌적함을 제공하면서도 에너지 효율을 높이는 고도화 서비스로 진화하고 있고 이를 위한 디바이스 및 서비스 기술이 개발되고 있다.

4. 지역난방 2차측 설비모니터링을 위한 표준참조 모델

지역난방 2차측 기계실 설비는 일반적으로 난방/급탕용 열교환기, 순환펌프, 현장판넬, DDC(Direct Digital Controller), CCMS(Central Control Monitoring System)와 각종 온도·압력 센서등으로 구성된다. 현재 국내 기계실의 대부분은 현장 판넬이나 DDC, CCMS에 의해 기계실 내부 설비를 자동 제어하는 형태로 구성되며, 센싱 데이터도 대부분 해당설비를 통해 모니터링되거나 아날로그 게이지(Analog Gauge)형태의 수동 확인만 가능하도록 구조를 가진다. 현재 공동주택 기계실은 외기온도에 따라 PDCV/TCV를 제어하는 간단한 제어구조를 가지며, 설비운용을 위해 필요한 센서 데이터의 경우 Table 1.과 같이 굉장히 제한적인 정보만 모니터링 하도록 구성하는 것이 일반적이다.[4]

Table 1. Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs Construction equipment construction standard specification

구분	장치	용도	표준참조모델 반영여부
제어	기동/정지	1. 펌프류(급탕순환펌프, 팽창보급수펌프) 2. 팬류(기계실 배기팬, 펌프실 팬, 지하주차장 급배기팬, 공동구배기팬) 3. 장비류(케미컬피더)	1. 필수 데이터 반영 2. 자동제어 표준 데이터 해당 없음 3. 자동제어 표준 데이터 해당 없음
	상태	1. 펌프류(난방순환펌프, 급탕순환펌프, 팽창보급수펌프, 소화펌프) 2. 팬류(기계실 지하저수조 펌프실, 지하주차장 유인팬 및 급배기팬) 3. 장비류(케미컬피더, 팽창탱크) 4. 밸브류(지하저수조 정수위조절밸브)	1. 필수 데이터 반영 2. 자동제어 표준 데이터 해당 없음 3. 자동제어 표준 데이터 해당 없음 4. 자동제어 표준 데이터 해당 없음
계측	온도지시	1. 기계실 1차측 공급, 환수온도 2. 기계실 2차측 난방 공급, 환수온도 3. 기계실 급탕 공급온도 4. 기계실 급탕 환수온도 5. 동별 난방공급 및 환수온도 6. 동별급탕 공급온도 7. 외기온도	1. 1차측 데이터 제외 2. 필수 데이터 반영 3. 필수 데이터 반영 4. 필수 데이터 반영 5. 옵션 데이터 반영 6. 옵션 데이터 반영 7. 필수 데이터 반영
	습도지시	1. 펌프실 습도, 외기습도	1. 옵션 데이터 반영
	액면지시	1. 지하저수조	1. 자동제어 표준 데이터 해당 없음
	CO 감지	1. 지하주차장	1. 옵션 데이터 반영

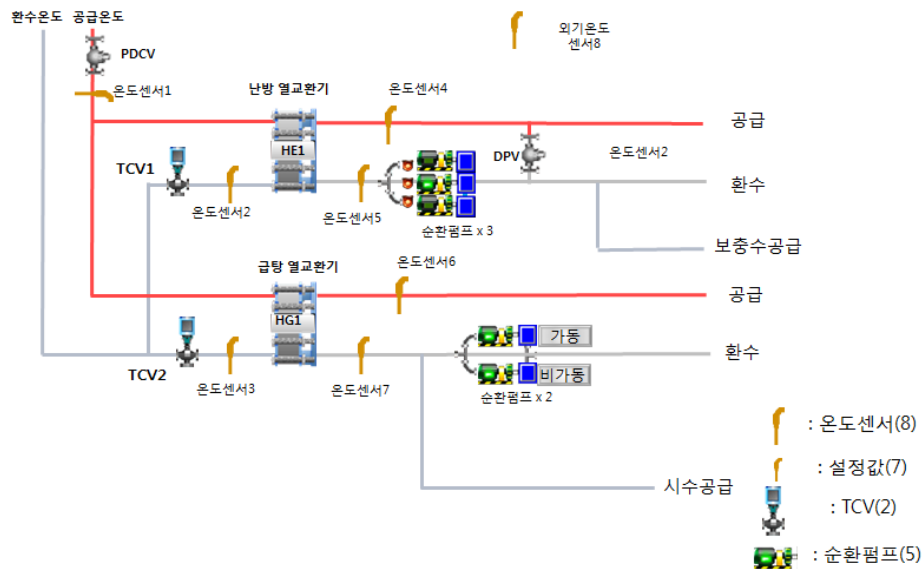


Fig. 4. District heating consumer-side IoT monitoring point

4-1. IoT기반 지역난방 수용가측 효율·고장분석을 위한 표준참조모델

IoT 기반 센서 데이터의 실시간 모니터링을 통한 지역난방 수용가측 시설의 효율 및 고장관리를 위해서는 기계실 설비를 모니터링 할 수 있는 IoT기반의

센서 인프라가 구축되어야 한다. 필수적으로 온도센서 8EA, 설정값 7EA, TCV 2EA, 순환펌프 5EA의 포인트에 대한 센싱 데이터가 수집되어야한다. 아래 Fig. 4.는 이를 위한 기계실 시설 내 IoT 모니터링 필수포인트 구조도를 나타낸다.

Table 2. Necessary data set

번호	명칭	표기	입출력	입출력방식	효율, 고장분석 내용
1	난방열교환기 TCV কে도제어	%	출력	4~20mA, 0~10V	설정값과 2차측 열교환기 난방공급온도에 따른 밸브출력 확인
2	급탕열교환기 TCV কে도제어	%	출력	4~20mA, 0~10V	설정값과 2차측 열교환기 급탕공급온도에 따른 밸브출력 확인
3	중온수 공급온도	℃	입력	AI PT1000	중온수 공급온도 확인 및 에너지 열량확인
4	중온수 난방환수온도	℃	입력	AI PT1000	중온수 난방환수온도 확인 및 에너지 열량확인
5	중온수 급탕환수온도	℃	입력	AI PT1000	중온수 급탕환수온도 확인 및 에너지 열량확인
6	난방 열교환기 공급온도	℃	입력	AI PT1000	설정온도값 대비 난방공급온도값 비교로 제어상태 확인
7	난방 열교환기 환수온도	℃	입력	AI PT1000	난방 열교환기 온도 확인 및 에너지 열량 확인
8	급탕 열교환기 공급온도	℃	입력	AI PT1000	설정온도값 대비 급탕공급온도값 비교로 제어상태 확인
9	급탕 열교환기 환수온도	℃	입력	AI PT1000	급탕 열교환기 온도 확인 및 에너지 열량 확인
10	외기온도	℃	입력	AI PT1000	외기온도값에 따른 외기보상기능과 절약프로그램 동작확인
11	난방 하한 공급온도 설정	℃	가상	키보드입력	외기 온도값에 따른 외기보상과 절약 프로그램 동작 확인
12	난방 상한 공급온도 설정	℃	가상	키보드입력	외기 온도값에 따른 외기보상과 절약 프로그램 동작 확인
13	난방 외기 하한 온도 설정	℃	가상	키보드입력	외기 온도값에 따른 외기보상과 절약 프로그램 동작 확인
14	난방 외기 상한 온도 설정	℃	가상	키보드입력	외기 온도값에 따른 외기보상과 절약 프로그램 동작 확인
15	난방 수동 공급 온도 설정	℃	가상	키보드입력	외기 온도값에 따른 외기보상과 절약 프로그램 동작 확인
16	급탕 수동 공급 온도 설정	℃	가상	키보드입력	외기 온도값에 따른 외기보상과 절약 프로그램 동작 확인
17	난방 순환펌프 교번시간 설정	시간	가상	키보드입력	난방 펌프 가동시간 조절로 펌프상태 확인 및 수명 연장
18	난방열교환기 순환펌프제어1	가동/중지	입력	DI	난방펌프가동시간 및 가동/중지 상태값에 따른 순환상태 확인
19	난방열교환기 순환펌프제어2	가동/중지	입력	DI	난방펌프가동시간 및 가동/중지 상태값에 따른 순환상태 확인
20	난방열교환기 순환펌프제어3	가동/중지	입력	DI	난방펌프가동시간 및 가동/중지 상태값에 따른 순환상태 확인
21	급탕열교환기 순환펌프제어1	가동/중지	입력	DI	급탕펌프가동시간 및 가동/중지 상태값에 따른 순환상태 확인
22	급탕열교환기 순환펌프제어2	가동/중지	입력	DI	급탕펌프가동시간 및 가동/중지 상태값에 따른 순환상태 확인
23	난방열교환기 순환펌프제어1	가동/중지	출력	DO	난방펌프가동시간 및 가동/중지 상태값에 따른 순환상태 확인
24	난방열교환기 순환펌프제어2	가동/중지	출력	DO	난방펌프가동시간 및 가동/중지 상태값에 따른 순환상태 확인
25	난방열교환기 순환펌프제어3	가동/중지	출력	DO	난방펌프가동시간 및 가동/중지 상태값에 따른 순환상태 확인
26	급탕열교환기 순환펌프제어1	가동/중지	출력	DO	급탕펌프가동시간 및 가동/중지 상태값에 따른 순환상태 확인
27	급탕열교환기 순환펌프제어2	가동/중지	출력	DO	급탕펌프가동시간 및 가동/중지 상태값에 따른 순환상태 확인

각 IoT 모니터링 포인트에 대한 상세 규격 및 효율-고장 분석시 활용방안은 Table 2.와 같다. 표준참조모델에서는 각 모니터링 포인트에 대한 입출력 방식, 데이터 구조를 정의한다. 수집된 IoT기반 모니터링 포인트 정보는 15분 단위로 수집된 데이터를 DDC/CCMS로 송신해야 한다. 이를 위해 DDC는 CCMS가 동작이 불가능한 상태에서도 DDC간 스스로 통신 및 제어가 가능한 Standalone기능을 지원하여야하며, 수집된 센서 데이터 정보를 1개월 이상 로컬 DB에 저장할 수 있는 메모리 공간을 보유하여, 트렌드데이터, PID 프로그램, IO 포인트 정의 정보 등을 저장할 수 있어야 한다. 또한 CCMS에서는 최소 15분 이하의 간격으로 프렌드를 사용하여 익 일의 열사용 상태를 파악하고, 최소 한달 이상의 필수 데이터 셋 정보를 자동 보관할 수 있는 DB를 제공해야 한다.

4-2. IoT 센서 데이터 수집용 IoT-Enabler 개발

기계실내에서 센서 데이터를 수집하는 코디네이터 역할은 일반적으로 DDC가 담당하기 때문에, 기존 수용가측 기계실 설비에서 표준참조모델 데이터를 수집

하기 위해서 추가적인 센서 설치 및 DDC 통신 연결을 위한 전원·배선공사 등이 필요하다. 이러한 일련의 절차를 간소화하기 위해서 배터리로 동작하는 무선형태의 IoT통신보드인 IoT-Enabler를 개발하였다. IoT-Enabler를 사용함으로써, 추가적으로 센서 데이터 수집을 위해 필요한 확장 IO 보드 증설, DDC 연동을 위한 전원·배선공사없이 간편히 센서 데이터를 수집할 수 있다. 기존 단지의 운전정보 수집을 위해 IoT 기반 센서 데이터 수집용 무선 IoT-Enabler 보드의 요구사항을 분석하여 설계한 사양은 아래 표와 같다.

지역난방공사 현장에 설치되어 있는 센서는 디지털 방식과 아날로그 방식이 혼용되고 있어 이를 고려하여 Interface를 설계하였다. 또한 무선통신모듈과의 연결을 위해 Ember 33핀 및 K-mote 30핀과 호환할 수 있도록 커넥터 핀맵을 설계하였다. IoT기반 기존 단지의 운전정보를 수집하는데 있어 배관이나 설비 등의 구조물이 무선통신에 장애 요인이 될 수 있기 때문에 통신 제약을 최소화하기 위해 Sub-Giga 대역의 CC1310을 MCU로 선정하였다.

지역난방공사 현장에 설치된 센서의 종류에 맞춰

Table 3. Specification wireless IoT-Enabler board

	구분	제품사양
모듈사양	Micro-controller RF Chip	TI CC1310 sub Wireless MCU(Cortex-M3)
	Internal	RAM: 20KB Flash:128KB
	Frequency	Sub 1GHz
	Data rate	50KB
	Network	Star Topology, Multihop, Mesh Network
	RF Power	+14dBm
	소비전력	Tx: 13mA, Rx. 5.5mA Standby: 0.6uA
	Size	38mm × 25mm
	센서입력	input current range
I/O		Digital Input: 2EA Digital Output: 2EA Analog Input: 2EA
인터페이스 커넥터		Ember 33핀, Kmote 30핀 호환

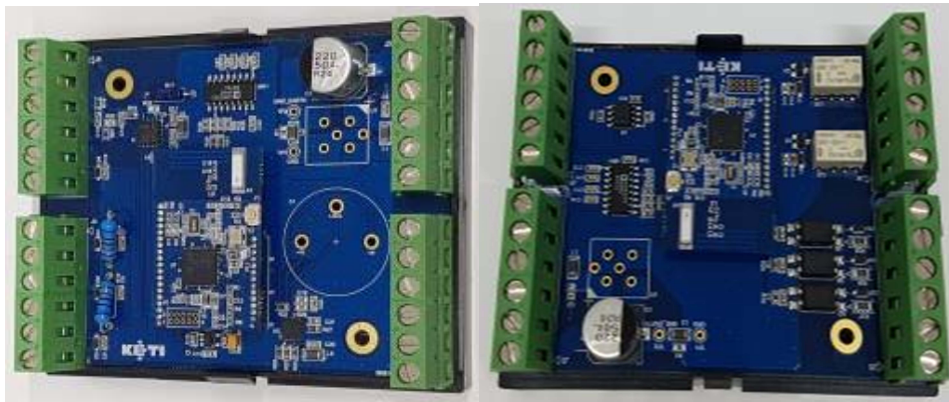


Fig. 5. Wireless IoT-Enabler board(<Left> Analog type <Right> Digital type)

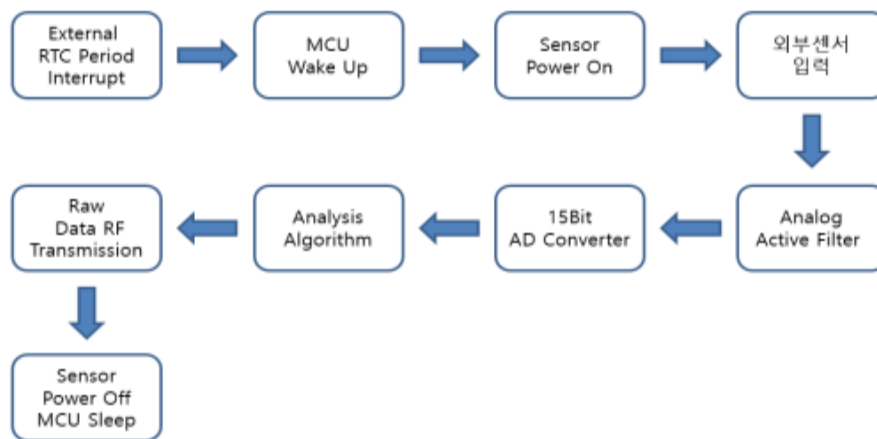


Fig. 6. Operation flowchart of IoT-Enabler

IoT기반 무선 IoT-Enabler 통신용 보드를 Analog 타입과 Digital 타입으로 개발을 진행하였다. 무선 IoT-Enabler 통신용 보드 Analog 타입은 PT100, PT1000 온도 센서의 값을 읽기 위한 15bit ADC를 배치하였고, MCU 내장 ADC를 통해 4 ~ 20mA의 산업용 전류 출력 타입과 0 ~ 5V의 전압 출력 타입의 아날로그 센서 입력을 측정할 수 있도록 설계하였다. PT100, PT1000 온도센서는 15bit ADC를 거친 후 SPI 통신으로 데이터를 수집하는 채널과 4~20mA의 아날로그 신호를 MCU 내장 12bit ADC를 통해 데이터를 수집하는 채널로 구성된다. 외부 RTC를 통해 Wake-up 신호를 제어함으로써 저전력을 구현하도록 하였다.

제작된 무선 IoT-Enabler 통신용 보드는 다음과 같다. 전원 및 센서 입력을 위해 6채널 단자대 4개를 양쪽에 배치하였고, LED 칩을 통해 센서 계측 및 무선 통신 상태를 확인할 수 있도록 Indicator를 확보하였다.

현장에 설치하여 장기간 계측 및 무선 통신을 하기

위해 무선 IoT-Enabler 통신용 보드는 저전력 기능이 중요하다. 이를 하드웨어적으로 구현하는 방법 중에 하나가 외부 RTC를 이용하여 Wake-up 신호를 보내는 방식이다. 무선 IoT-Enabler 통신용 보드는 아래 동작 흐름도와 같이 외부 RTC로부터 Interrupt를 통해 MCU를 깨움으로써 계측을 시작하게 된다. 센서에 전원을 공급하고 센서 데이터를 획득한 후 처리 및 분석을 통한 최종 데이터를 무선으로 전송한다. 모든 작업이 완료되면 LPM(Low Power Management)이 동작하여 센서부 전원을 차단하고 MCU는 슬립모드로 들어감으로써 소모 전력을 최소화할 수 있도록 개발하였다.

한편 무선 센서 동작시 소모전력 비중이 상대적으로 높은 RF 부분은 동작 방식을 최적화하여 소프트웨어적으로 저전력을 구현할 수 있는 알고리즘이 필요하다. 개발된 무선 IoT-Enabler 통신용 보드에는 무선 통신 환경에서 전력 소모량을 줄일 수 있는 Low Power RF Transmitting 기술을 구현하였다.

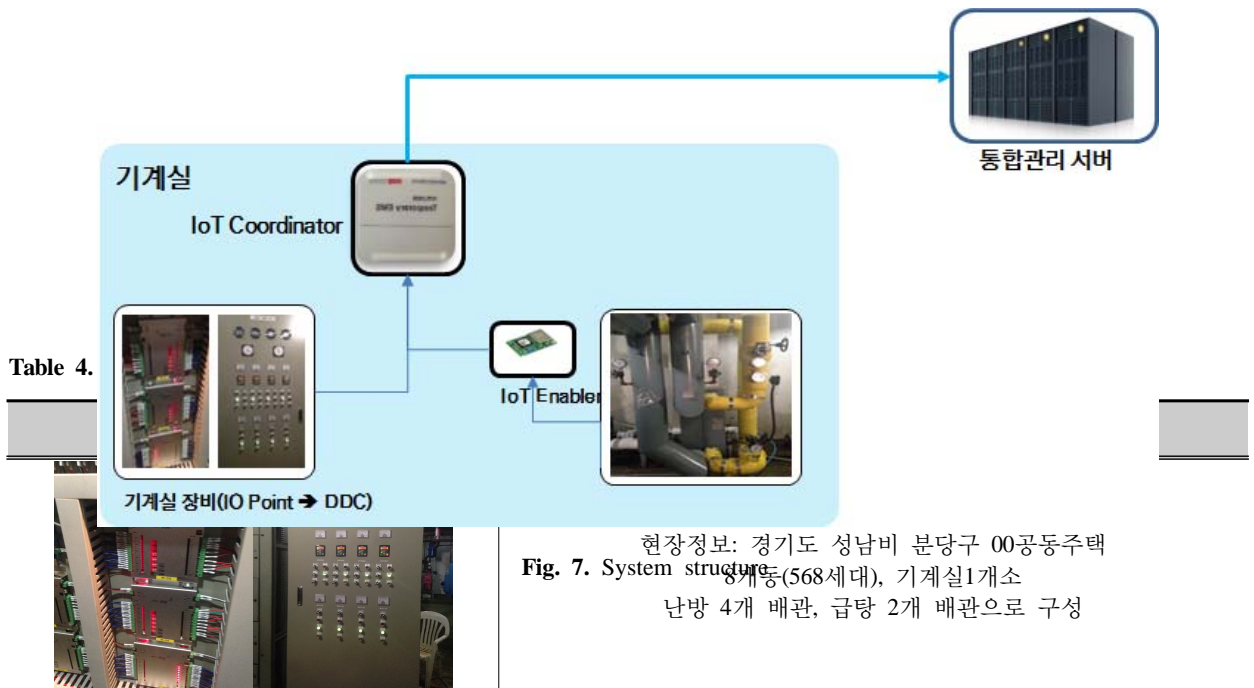


Table 5. Demonstration site sensing data list

No.	데이터		데이터 송신 여부
1	외기온도		○
2	중온수	공급 온도	○
3		환수 온도	○
4	난방	공급 온도	○
5		환수 온도	○
6		설정 온도	○
7		밸브 개도	○
8		공급 압력	○
9		환수 압력	○
10		설정 압력	○
11		주파수	○
12		펌프1 상태	○
13		펌프2 상태	○
14	급탕	공급 온도	○
15		환수 온도	○
16		설정 온도	○
17		밸브 개도	○
18		펌프1 상태	○
19		펌프2 상태	○

5. IoT-Enabler 실증테스트

개발된 IoT-Enabler를 실증하기 위해 성남시 분당구의 공동주택을 실증사이트로 선정하였으며, 해당 사이트의 현장정보는 Table 4.와 같다.

IoT 데이터 수집을 위한 시스템 구성도는 Fig. 7.과 같다. 기존 DDC를 통해 수집되는 센서 데이터는 IoT Coordinator와 유선 Ethernet으로 연결하여 실시간으로 센싱 정보를 모으며, 표준참조모델에 정의한 필수 데이터 셋을 구성하기 위해 필요한 추가 센서 데이터는 IoT-Enabler를 통해 수집하였다.

이 때, 수집되는 데이터는 Table 5.와 같다. 표에서 확인할 수 있는 것과 같이, 실증 사이트에서 수집 가능한 데이터는 외기온도, 중온수 정보(공급/환수 온도), 난방 정보(공급/환수/설정 온도, 공급/환수/설정 압력,

6. 결론

전기와 열을 공급하는 지역난방사업은 공급측의 기술고도화에 비해 수용가측의 열사용시설은 1차, 2차측으로 관리주체가 나뉘어 있어 에너지 효율이 낮고 잦은 고장으로 인한 안정적 운영과 과금에 대한 불만이 발생하고 있는 실정이다. 본 연구에서는 기술사각 지대인 지역난방 수용가측 기계실을 대상으로 IoT 기술을 적용하여 실시간으로 현장의 설비상태를 모니터링하고 이를 통합 운영하여 에너지 효율 향상 및 고장 관리를 할 수 있는 기반기술을 제안한다. 현재 지역난방 수용가측의 시설은 시공 연도·제작사·제품모델별로 상이한 I/F로 구성되어 있는 것이 일반적이며 수집되는 센싱데이터 역시 제조사별로 상이한 데이터 규격



Fig. 7. Data viewer

밸브 개도, 주파수), 급탕 정보(공급/환수/설정 온도, 밸브 개도) 등이다. 각 정보는 고층부와 저층부로 나누어 확인할 수 있으며, 1동 ~ 4동, 5동 ~ 8동으로 나누어 정보를 제공한다.

수집된 데이터는 통합관리 서버로 전송되며, 아래 그림과 같이 수신된 센서데이터를 확인할 수 있도록 시스템을 구축하였다.

을 사용하여 통합관리에 어려움이 있는 실정이다. 이를 해결하기 위해 본 연구에서는 수용가측 시설 모니터링을 위해 필수적으로 요구되는 센싱 포인트들을 표준참조모델형태로 정의하고 각 포인트별로 수집되는 데이터의 규격 및 전송주기, 전송방식을 제안하였다. 또한 이러한 표준참조모델 데이터를 수집하기 위해 설치되는 IoT 센서들의 손쉬운 설치 및 데이터 취

득을 위해 무선기반의 IoT-Enabler 보드를 설계·개발하였으며, 실증사이트를 대상으로 센서 데이터 수집 및 취득에 대한 실증시험을 진행하였다.

실증테스트 결과, IoT-Enabler형태의 데이터 수집 모듈 사용시 기존 기계실내 센서와 DDC간 통신연동을 위해 필요한 배선·전원 공사 등의 절차 없이 간소하게 IoT 센서 데이터 수집이 가능하였으며, 저전력 설계를 통해 무선 배터리 사용시 1년 이상 데이터 수집이 원활이 이루어질 수 있음을 확인하였다.

본 연구는 기존 수동운전형태의 폐쇄적 설비운전 환경을 IoT기반의 개방형 설비운전환경으로 개선하여, 다양한 실증사이트 대상의 수용가 운전데이터 취득이 가능한 플랫폼을 구현할 수 있는 기회를 제공한다. 특히 다양한 사이트의 센서 데이터를 취득하고, 이를 빅 데이터 플랫폼과 연계하여 분석함으로써, 국내 열사용 환경에 적합한 운전방법 및 고장예측알고리즘의 도출이 가능할 것이다.

사 사

본 연구는 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다 (No. 20152010103160) .

References

1. Jin, Hua Guo, 2013, Characteristics and improvement of hot water supply in apartment housing using district heating source, Seoul National University, Ph. D. Dissertation (in Korean), pp. 20-25
2. <http://www.cleanenergyministerial.org>
3. <http://www.euogas.com>
4. <https://kfpa.or.kr>