

IoT 기술을 활용한 스마트 물관리 필요성에 관한 연구

(Research Regard to Necessity of Smart Water Management
Based on IoT Technology)

최영환¹⁾, 김영렬²⁾

(Choi Young Hwan and Kim Yeong Real)

요약 본 논문은 소비자에게 공급되는 수도물의 공급시설(Water Supply Network)에 IoT 기술을 활용하여 소비자의 물 사용량을 원격으로 검침하고, 공급시설의 누수를 줄여서 원가를 절감하는 스마트 물관리(Smart Water Management) 기술의 적용효과를 검증하였다. SWM 실증모형은 수도물 공급 시설에 원격 누수감지센서, 스마트 미터링(Smart Metering), 초소형 멀티센서를 설치하고, 원격에서 운영현황을 실시간으로 감시하고 소비자에게 수도물 사용량과 수질을 스마트폰 앱으로 제공하였다. 이때, 소비자가 수도물 사용량 정보를 이용하여 수도물을 아껴 쓰는지, 수도물 수질정보를 이용하여 직접 음용하는지를 조사하였다. 특히, 본 연구에서는 SWM을 실증 적용함으로써 공급시설의 유수율 향상, 수도물 음용률 향상, 소비자 민원 감소, 운영비용 절감, 수도물 사용량 절감이 달성되는지를 검증하는데 목적이 있다. 또한 수도물 공급시설의 IoT 센서, 운영자 모니터링 시스템, 이상발생시 탐사 복구 솔루션이 융합된 하나의 SWM 모델을 수립하였으며, 관련 기술 개발을 통해 국내 물산업을 육성하고, SWM을 선진수준으로 확산하였다는데 의의가 있다고 하겠다.

핵심주제어 : 스마트 물관리, 누수 제어, 원격검침인프라, 물산업 육성

Abstract The Objective of this Study is to Prove the Effectiveness of a Smart Water Management(SWM) Technology. The SWM Technology can Reduce the Production Cost using Internet of Thing(IoT) Technology that Utilizes Remote Metering of Consumer's Water usage and Reduce the Leakage of Supply Facilities. The SWM Demonstration Model Installed a Remote Water Leakage Sensor, Smart Metering and Micro Multi Sensor in Water Supply Facility, and Provided Real-Time Monitoring of the Operation Status. Consumers can be Provided the usage of Tap Water and the Water Puality through a Smart Phone Application. At this Time, we Surveyed Whether Consumers save the Tap Water or Drinking Directly using the Tap Water usage Information. Also, this Study is to Verify the Degree of Improvement of Water Supply Rates and Drinking Water Rate, and to Decrease Consumer's Complaints, Operating Costs, and Water Consumption by the SWM Technology. It is also Established a SWM Model Combined with the

* Corresponding Author : neoman10@kwater.or.kr

Manuscript received Jun 28, 2017 / revised Aug 7, 2017 /
accepted Aug 29, 2017

1) 충북대학교 경영정보학과, 제1저자

2) 충북대학교 경영정보학과, 제2저자

IoT Sensor at Supply Facilities, operator monitoring system and explored recovery solution detected events. It means the upbringing of the domestic water industry by developing the related technologies and spreading the SWM to advanced levels.

Key Words : Smart Water Management, Leakage Control, Advanced Metering Infrastructure, Water Industry Supports

1. 서 론

최근 제4차 산업이 대두되면서 ICT(Information Communication Technology) 융합, 빅데이터(Big data) 활용, IoT(Internet of thing) 신기술이 이 슈화되어 사회전반의 시스템을 유지하는 인프라로 중요성이 부각되고 있으며, 물산업에서도 수 년간 스마트 물관리를 위한 기술개발과 시범사업이 활발하게 진행되고 있다. ICT를 활용한 수도 물 공급시설의 원격감시제어는 이미 상용화되어 있으며, IoT 센서를 활용한 실시간 양방향 물 정보 서비스까지 스마트 물관리 기술은 소비자의 고급화된 요구를 만족시키고 있다[1-2].

정부도 사용자 친화적 데이터 개방을 위한 빅 데이터 발전전략 및 초연결 디지털 혁명을 선도 하기 위한 IoT 국가전략을 수립하였으며, ICT를 각종산업에 접목하여 정보화 부가가치 창출 및 국민행복을 증진하기 위해 정부3.0 등 ICT 기반 공공서비스를 촉진하고 있다. 공공데이터 개방·활용이 각종 현안해결의 과학적 도구로 인식되고 있으며, 공공-민간 데이터 연계는 새로운 일자리 창출의 핵심자원으로 자리매김하고, 최근에는 선진국을 중심으로 물산업에도 확대되고 있다[3-4]. 미국이 2014년 9월, 수도 물 공급시설에 원격검침 인프라(Advanced metering infrastructure) 시범 사업을 적용하여 물사용 정보를 이용으로 누수를 4% 감소하고, 물 정보 제공으로 소비자의 물소비량을 15~20% 절감하였다. 호주는 스마트미터 및 의사결정 솔루션을 활용하여 옥내 누수를 최소화하고 물절약 캠페인을 병행하여 물소비량을 18% 절감하였다. 일본은 동경도내 스마트미터와 원격검침인프라 시범사업을 통해 금년까지 상용 화하고 수도 물 사용량 검침비용을 절감할 계획이

다[5].

국내에서도 정부를 중심으로 수도 물 공급시설에 IoT 센서와 원격검침인프라를 적용하여 최적 물관리와 소비자 맞춤형 물 정보 서비스를 실현하고 있다. 최근 IoT 개념에서는 센서 자체의 지능으로 센서 간의 연동을 통해 미들웨어의 변경이나 세팅 없이 유연하게 정보를 취합할 수 있으며, 자체적인 통신망을 통해 다양한 데이터를 자유자재로 송신할 수 있는 개념으로 전환되고 있다[6].

국토부는 스마트미터(Smart meter)와 양방향 물 정보서비스 플랫폼을 개발하여 Pilot 검증하였고, 환경부는 스마트미터와 센서 네트워크(Sensor network) 기반의 실시간 감시분석시스템을 개발하여 Test-bed 검증하였다[7].

K-water는 스마트 물관리 마스트플랜을 수립하고, 민관 공동으로 스마트미터와 원격검침인프라를 개발하여 경북 고령군에 시범 구축하여 성과를 검증하였다. 특히, 초소형 멀티센서(Multi sensor)를 개발하여 수량뿐만 아니라 수질, 압력을 계측하여 소비자가 수도 물을 직접 음용할 수 있도록 정보를 제공하였고, 자체개발한 운영관리 플랫폼을 적용하여 수도 물 공급 전 과정의 의사결정을 지원하고 있다.

또한 기업의 업무환경에 스마트폰을 도입하여 생산성과 효율성을 높이고 의사결정에 활용하고 있으며, 소비자에게도 실시간 서비스를 통해 만족도를 향상하고 있다.[8]

본 연구에서는 수도 물 서비스의 효율성과 차별성을 측정하기 위해 공급자의 운영최적화와 소비자의 고객만족도를 서비스 평가지표와 연계하여 실증모형을 검증하였다. 수도 물 공급시설에 SWM(Smart Water Management)을 도입함으로써 서

비스 평가지표가 개선되는지와 서비스 평가지표가 개선되면 공급자와 소비자가 모두 만족하는지를 검증하였다.

이 우수하다. 스마트 미터링은 Fig. 2와 같이 구성된다.

2. SWM 적용기술

2.1 IoT 센서

2.1.1 원격 누수감지센서

원격 누수감지센서는 야간최소유량(심야시간대 수도관에 흐르는 수돗물으로써 물 사용량이 없을 것으로 간주하고 누수량을 판단하는 기준)이 없고 소음이 많은 산업단지과 같은 지역에 설치하는 IoT 센서이다. 수도미터나 수도관에 고정식 소리감지센서를 설치하여 10m 구간 내의 누수음을 감지하고 무선통신(RF 424MHz)으로 1일 1회 원격 전송한다. 원격 누수감지센서는 저 전력으로 4년 이상 배터리로 사용 가능하며, 수도미터 보호통 안에 설치되므로 내구성이 우수하다. 원격 누수감지센서는 고정식과 이상구간에 한시적으로 설치하여 분석이 가능한 이동식도 있다. 원격 누수감지센서는 Fig. 1과 같이 구성된다.



Fig. 1 Remote water leakage sensor

2.1.2 스마트 미터링(Smart Metering)

수돗물 사용량을 공급자는 실시간으로 원격에서 검침하여 이상 유량과 옥내 누수를 분석하고, 소비자는 모바일 앱(Application)을 통하여 사용량과 수도요금을 확인할 수 있는 원격검침 인프라의 일종이다. 상위의 서버에서 양방향 무선통신 네트워크(기간통신망)를 통해 시간별 검침 데이터를 호출하고, 디지털 수도미터는 무선통신(RF 650mW)을 이용하여 전송한다. 디지털 계량기는 저 전력으로 8년 이상 배터리로 사용하며, 수도미터 보호통이나 옥외에 설치되므로 내구성



Fig. 2 Smart metering

2.1.3 초소형 멀티센서

수도관의 수질과 압력을 계측하여 관 내부의 상태변화를 파악하고 예측하기 위하여 사용하는 멀티센서는 관로상의 주요지점에 설치하고, 수돗물의 잔류염소(0~3mg/ℓ), 전기전도도(0~2,000μs), 수온(0~100℃), 압력(0~10kg/cm²)을 계측한다. 초소형으로 제작하여 설치지점을 수시로 변경할 수 있도록 이동식으로 개발하여 설치가 용이하며, 대용량 메모리와 bat테리를 내장하여 1분 단위 데이터를 10일 이상 취득 가능하다. 초소형 멀티센서는 Fig. 3과 같이 구성된다.

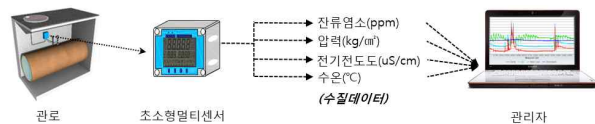


Fig. 3 Micro multi sensor

2.2 운영관리 플랫폼

운영관리 플랫폼은 시설정보, 고객정보, 실시간 자료를 수집하고, 인터넷 기반의 정보관리체계를 구축하여 상수관망 성능평가 및 진단을 통한 개선방안을 공급자에게 제시하고 의사결정을 지원하는 시스템이다. GIS(Geographic Information System) 기반의 관망해석 및 유수율 제고를 통한 상수관망의 운영관리 효율을 향상하고 수도정보-시설진단-운영시스템의 연계와 공유를 통한 상수관망 최적 운영관리 시스템을 구현한다.



Fig. 4 Operation & Management Platform

운영관리 플랫폼은 Fig. 4와 같이 6개의 주요 기능을 수행하는 프로그램이 탑재되어 있다. 관망해석은 실시간 데이터를 활용하여 GIS 기반의 관로 유량, 수압 등 수도물 공급시설의 거동상태를 파악하는 프로그램이며, 누수감시는 블록별 유량분석을 통해 실시간 누수량을 추정하고, 집중관리가 필요한 블록의 우선순위를 제시하며, 누수량 설정범위 초과 시 알람을 발생하는 프로그램이다.

유수율 관리는 실시간 수량관리를 통하여 블록별 유수율을 제공하고, 총괄수량수지(수도물의 생산량, 공급량, 요금수량을 종합한 비율) 분석을 실시하며, 선형, 비선형 알고리즘에 의한 일별, 시간별 수요예측을 제공하는 프로그램이며, 수압감시는 수도물 공급시설의 유량과 수압 추세를 조회하고, 감압밸브(수도관에 설치되어 관내 수압을 적정하게 유지하는 밸브)의 감시를 통해 고정유량 공급을 위한 시간비례 제어와 유량비례 제어를 실시하는 프로그램이다.

운영관리 플랫폼은 운영뿐만 아니라 사고를 대비하여 위기와 수질을 관리하는 프로그램이 탑재되어 있다. 위기관리는 단수 및 관로파손 등 비상상황 발생 시 차단밸브 제시 및 단수구역을 예측하고, 단수구역을 최소화하기 위한 비상 용수 공급방안 및 단수되는 소비자 현황을 제시하는 프로그램이며, 수질관리는 관망해석 결과, 체류시간 등에 의한 수질 감시지점을 선정하여 제시하고, 실시간 수질감시와 설정범위 초과 시 알람을 발생하여 수질민원 발생지점을 GIS 상에 표출하고 처리결과를 제시하는 프로그램이다.

2.3 수도물 서비스 평가지표

2.3.1 공급자의 운영최적화

SWM은 수도물 공급자의 측면에서 누수를 최소화하고, 유수율을 향상시켜서 운영관리 효율을 극대화하는 것이 목표이다. 수도관의 누수는 원격 누수감지센서로부터 수집된 데이터를 비교분석하여 이상구간을 공급자에게 알려주고, 수도물 공급자는 현장조사를 통해 누수를 복구함으로써 유수율을 향상시킨다[9].

또한, SWM은 수도관의 적정한 수압을 유지함으로써 수도관의 부하를 줄여 감압밸브의 설치를 최소화하고, 관로 수명을 연장함으로써 시설개선 비용을 절감하며, 수도관의 적정수압 유지는 안정적인 수질을 확보하기 위해서도 중요하다.

수도물 공급자는 소비자에게 항상 수질기준을 만족하는 수도물을 공급하고 소비자의 요구사항을 만족하기 위한 민원대응 시스템도 운영하고 있다. SWM 도입을 통하여 그간 발생하던 소비자의 단수발생, 수압부족, 수질이상, 과다요금 등 수도민원을 해결하여야 한다[10].

2.3.2 소비자의 고객만족도

SWM은 수도물을 단수 없이 항상 공급할 수 있어야 하고, 먹는 물 수질기준을 만족하여야 한다. 미네랄이 풍부하고 건강한 수도물을 소비자가 그대로 마실 수 있도록 수도꼭지까지 수질이 보장되어야 한다. 공급자는 각 가정에 공급되는 수도물의 사용량과 수질을 스마트폰 앱을 통하여 제공함으로써 소비자의 물 사용량을 절감하고, 직접 음용율을 높여야 한다. 수도물 정보는 공급자에서 소비자로 단방향으로만 이루어지는 것이 아니라 소비자가 단수, 수질이상 등 수도민원을 제공하는 양방향으로 서비스 되어야 한다[11].

Fig. 5는 소비자의 고객만족도를 향상하기 위하여 구축된 스마트폰 서비스 현황을 보여주고 있다. Water Diary는 소비자가 각 가정의 물 사용량과 수도요금을 간편하게 조회할 수 있고, Water Care는 수도물 공급시설의 위치와 주요지점 수질정보를 제공하며, Water Community는 수도공급자의 공지사항과 소비자의 수도사고 신고를 위한 게시판을 운영하고 있다.

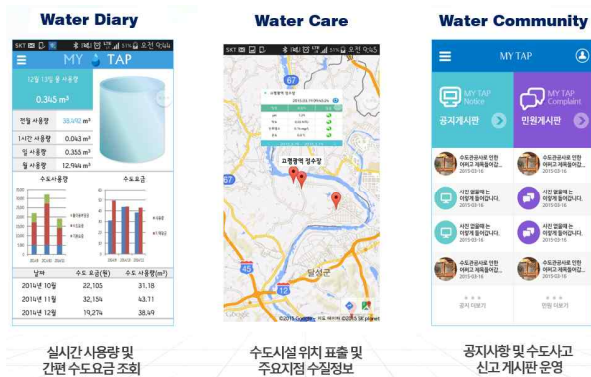


Fig. 5 Smart phone Services

3. 실증 설계

3.1 실증모형 및 가설 설정

SWM 실증모형은 실제 수돗물이 공급되고 있는 경상북도 고령군 지역을 대상으로 수돗물 공급시설에 설치된 IoT 센서에서 취득한 데이터를 활용하여 공급자의 운영최적화가 달성되는가, 그리고 소비자의 수돗물에 대한 고객만족도가 향상되는가를 실증 분석하여 궁극적으로 SWM 필요성을 검증하고자 하였으며, 고령군의 일반적인 현황은 Table 1과 같다.

Table 1 Goryeong-gun water supply states (2015 based)

Total population (persons)	Water supply population (persons)	Water supply tap (numbers)	Water supply Ratio (%)	Revenue water Ratio (%)
37,000	31,000	10,305	83.8	80.0
Intake facilities (sites)	Water treatment plant (sites)	Water supply Volume (m ³ /day)	Water pipe (km)	Water distribution tank (sites)
2	2	38,000	450	33

2015년 2월까지 원격 누수감지센서는 다산산단

146개소와 개진산단 29개소에 설치하였다. 스마트 미터링은 고령군 27개 구간 중에서 상대적으로 유수율이 75% 미만이고 하향 추세인 5개 구간에 설치, 초소형 멀티센서는 수돗물 공급관로의 주요 5개 지점에 설치하였고, 고령군 수도시설의 전체적인 현황은 Fig. 6과 같다.

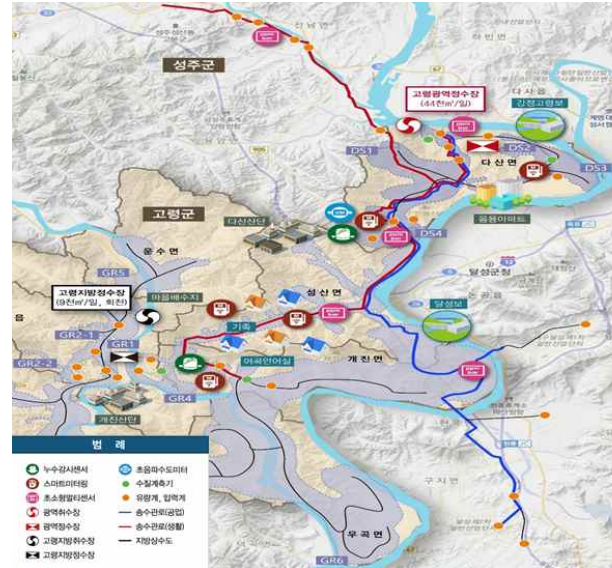


Fig. 6 Goryeong-gun demonstration model

수돗물 공급시설의 운영 중인 계측데이터와 SWM 실증을 위한 IoT 센서 데이터를 공동으로 활용하였고, 운영관리 플랫폼으로 K-water에서 개발한 SWM Solution “water-NET”을 구축하였으며, water-NET은 Fig. 7과 같이 5가지의 기능을 수행한다.

운영 중인 계측데이터는 SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)의 데이터 9,500개, 수도관·펌프 등 시설정보, 고객의 요금·민원 데이터 10,000개, GIS 정보를 수집하였으며, IoT 센서 데이터는 146개, 누수감지 및 수질감시 정보를 수집하였다[12].

그 외 수도시설의 원격감시제어를 위한 관제 프로그램, 누수감시 프로그램, 취수원 물부족평가 프로그램 등은 별도로 구축하여 의사결정을 지원하였다.

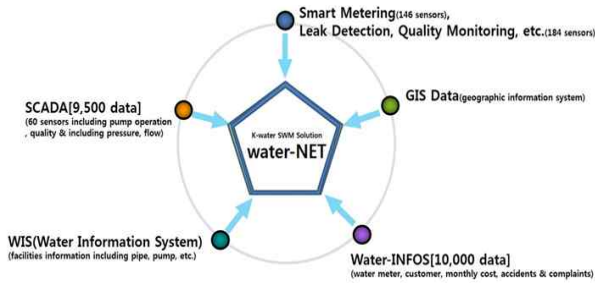


Fig. 7 Goryeong-gun water-NET diagram

본 실증은 공급자의 운영최적화와 소비자의 고객만족도 변화를 검증하기 위하여 다음과 같은 질문을 가지고 Fig. 8과 같은 SWM 실증모형을 설계하였다.

첫째, 수도물 공급자는 SWM을 통하여 수도시설의 유수율을 향상하고 적정한 수압을 유지하며, 수도민원을 해결할 수 있을까?

둘째, 수도물 소비자는 스마트폰으로 제공되는 물 사용량과 수질정보를 활용하여 물 사용량을 절감하고, 직접 음용할 수 있을까?

두 가지 질문을 해결하기 위하여 수도물 공급시설의 필요한 데이터가 무엇인지를 조사하였으며, 공급자와 소비자를 공동으로 만족시키는 서비스 평가지표를 정의하였고, 서비스 평가지표 개선을 위한 공급자의 SWM 적용기술을 선정하여 연구모형을 작성하였다.

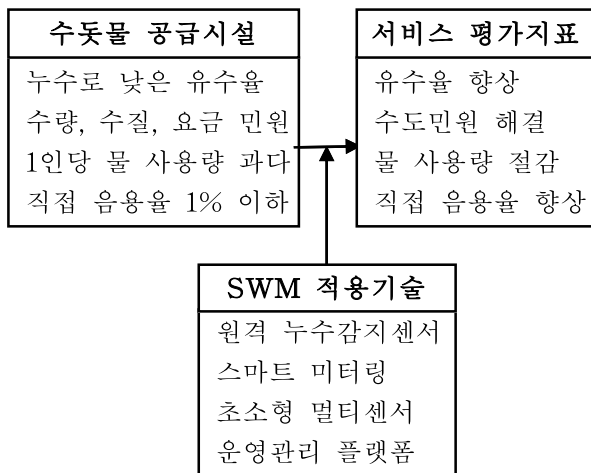


Fig. 8 SWM demonstration model design

실증모형을 기초로 하여 두 가지 가설을 구성하였다. 첫 번째 가설은 수도물 공급시설에

SWM을 도입하게 되면, 서비스 평가지표에 긍정적인 영향을 미치는가에 대한 가설이고, 두 번째 가설은 서비스 평가지표가 개선된다는 것은 수도물 공급자와 소비자가 모두 만족하는가에 대한 가설이다.

[가설1] 수도물 공급시설에 SWM을 도입하면 서비스 평가지표에 긍정적인 영향을 미친다.

[가설2] 서비스 평가지표가 개선되면 수도물 공급자와 소비자는 모두 만족할 것이다.

3.2 서비스 평가지표의 측정변수

본 연구에서는 수도물 공급자와 소비자를 모두 만족하는 서비스 평가지표를 정의하고, 서비스를 향상하기 위한 주요 성공요인으로 측정변수를 Table 2와 같이 제시하였다. 공급자의 측면에서는 수도물 공급시설의 유수율이 향상되어 운영비용을 절감하고, 수도민원이 해결되어 인력을 효율적으로 운영할 수 있다. 소비자의 측면에서는 물 사용량을 절감하여 수도요금을 아끼며, 건강한 수도물을 직접 음용하게 된다[13].

4. 실증성과 및 발전방향

4.1 실증성과

수도물 공급시설에 IoT 센서와 운영관리 플랫폼을 적용하여 수도물 공급자의 운영최적화와 소비자의 고객만족도를 향상하고자 실증모형을 연구하였다.

2015년 3월, 다산산단의 수수패턴 완화와 수압관리를 실시한 결과, 최대 유량을 최소화(280m³/h→180m³/h) 하여 유수율을 향상시켰고, 수도관의 수압을 균등화(1kg/cm² 이하) 하여 수도민원이 대폭 감소되었다. Fig. 9는 다산산단 대수용가 5개 아파트에 대한 최대 유량 최소화와 수도관 수압 균등화의 실증성과를 보여주고 있다.

개진산단은 일평균 유입량(297.7m³/일) 대비 공급량(295.9m³/일)을 분석한 결과, 유수율이 99%

Table 2 Variables of Service Index

Section	Estimation index	Measurement Variable
Supplier	Implement of revenue water ratio	Groth of water income, Minimum of water leakage, Realtime water quantity management, Propriety pressure management of water pipe
	Complaints of water supply service	Stop of water supply, Realtime repair of water event, Water quality satisfaction, Satisfaction of water use fee, Propriety pressure management, Complaints registration
Demander	Reduce to water use quantity	Realtime supply service of water use quantity, Realtime supply service of water use fee, Service of water supply network
	Implement of drinking water ratio	Satisfaction to legal quality of drinking water, No tastes & smells

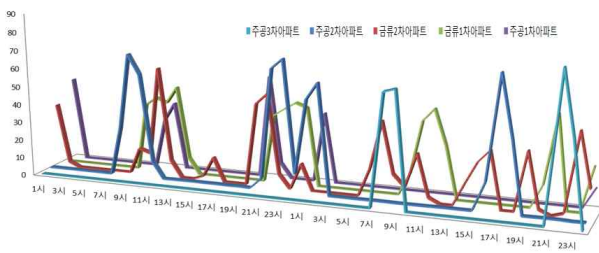


Fig. 9 Inlet-flow Analysis of Dasan industrial region (2015.3.16.~3.17.)

로서 33% 향상하였으며, 유량계 오차 외에는 누수가 없음을 검증하였다. 수도관의 적정 수압관리와 최적 운영방안을 도출하여 파열 누수건수를 대폭 저감(94건→72건)하여 수도민원이 개선되었

고, 수질민원도 감소하였다.

수돗물 사용량을 스마트폰 앱으로 제공하여 소비자의 물 사용량을 절감하고, 수질을 아파트 전광판에 표시하여 직접 음용율을 향상하고자 하였으나 연구결과는 Fig. 10과 같이 실증모형 이전과 유사한 형태로 조사되었다. 소비자는 저렴한 수도요금으로 인하여 물 사용량에 민감하지 않으며, 수돗물 수질이 개선되어도 직접 음용하지 않았다. 2015년 2월, 사업시행 이후 단기간에 설문조사한 결과로 소비자의 수돗물에 대한 인식변화는 다소 시간이 소요되는 것으로 검증되었다.



Fig. 10 Non-drinking reasons & drinking types of tap water

4.2 발전 방향

수돗물 공급시설에 SWM을 도입함으로써 공급자 측면의 성과는 충분히 검증되었으나 소비자 측면의 물 사용량 절감이나 직접 음용율 향상은 장기적인 안목에서 접근이 필요해 보인다. 소비자에게 스마트폰 앱을 통하여 물 정보를 단순히 제공함으로써 소비자 인식변화를 도출하기는 어렵고, 장기적인 수돗물의 방문서비스(가정의 수돗물 방문 수질검사와 옥내 급수관 세척)와 소비자 안심보험(수돗물 음용으로 피해발생 시 현금 보상하는 보험) 등과 연계하는 추가적인 노력이 필요하다.

IoT를 활용한 SWM 관련기술을 지속 개발하고, SWM 구축모델을 정립하여 국내외 수돗물 공급시설에 확대적용 하여야 한다. 수돗물 공급시설에서 실시간으로 취득되는 정형 데이터와 소셜네트워크에서 공유되는 비정형 데이터를 융합하여 빅데이터를 구축하고, 분석 활용하는 기술도 개발이 시급하다. 수돗물 공급시설의 빅데이터를 활용하여 사고를 사전에 예측하고 방지하며, 수도관의 교체시기를 최적화함으로써 시설개

선 비용을 절감할 수 있으므로 자산관리 개념의 연계도 필요하다[14].

본 연구에서는 IoT 기술을 활용한 스마트 물 관리로 공급자의 운영최적화와 소비자의 고객만족도를 검증하였다. 향후에는 이런 성과를 토대로 물 관리기관의 경영조직 측면으로 접근하여 긍정적인 변화를 도출하고, 개별적으로 운영 중인 ERP(Enterprise Resources Planning) 시스템과 연계를 통해 체계화하는 연구가 필요하다.

Reference

[1] Kim, J. H., Yoon, J. C., Choi, S. C., Ryu, M. W. "IoT Platform Development Trend and Development Direction", Information & Communications Magazine Vol. 30, No. 8, 2013.

[2] Relevant Ministry, "Development Strategies of Big Data Industry", 2013.

[3] Ministry of Public Administration and Security, National Information Society Agency[NIA], "IT-based Studies on Foundation of Future Society", 2012.

[4] Relevant Ministry, "Government 3.0 Promotion Basic Plan", 2013.

[5] K-water Water Supply Dept, "Action Plan of Smart Water Management for Local Water Supply", 2017.

[6] Jang, Y. J., "Big Data, Business Analytics, IoT: New Challenge & Chance of Management", The Journal of Information System Vol. 24, No. 4, 2015.

[7] Korea Institute for Industrial Economics & Trade [KIET], "A Study on Activation of Creative Fusion of IoT in Hyper-Connectivity Age", 2014.

[8] Chang, M. H., "A Study on the Intentions to Use Smartphone in the Working Environments of Companies: Focus on the Employees of Shipping & Port Companies", The Journal of the Internet Electronic

Commerce Research Vol. 12, No. 2, 2012.

[9] K-water Water Supply Operations & Maintenance Dept, "Smart Water City, Leaflet : Tap Water to Drink Anytime, Anywhere", 2016.

[10] Ministry of land, Transport and Maritime Affairs, "Water Vision(2011. ~ 2020.)", 2011.

[11] Ministry of land, Transport and Maritime Affairs, "Water Resources Management Information System(WAMIS)"

[12] K-water Water Supply Operations & Maintenance Dept, "Performance Report of Pilot Project for Goryeong-gun SWM", 2015.

[13] Ministry of Science, ICT and Future Planning, Korea Institute of Science and Technology Information, "A Development on the Scientific Big Data. Sharing and Utilizing System", 2013.

[14] Korea water Resources Association, "National Future Water Resources Strategy(Policy Proposal)", 2012.

최영환 (Choi Young Hwan)



- 경상대학교 전자공학과 공학 학사
- 충남대학교 전자정보통신학과 공학석사
- 관심분야 : IoT, 빅데이터 거버넌스, ERP, 비즈니스 인텔리전스

김영렬 (Kim Yeong Real)



- 종신회원
- 한국산업정보학회 명예회장
- 서울대학교 경영학 학사
- (미)켄사스주립대 경영학 석사
- (미)네브라스카대 경영학 박사
- 충북대학교 경영대학 경영정보학과 교수
- 관심분야 : ERP, 경영프로세스 통합, 경영정보 시스템