

정수장에서의 에너지 관리 및 복합센서 검증을 위한 AI 기반 복합센서 사전검증시스템 구축

김국일* · 성민석 · 안상병 · 홍성택
한국수자원공사

Establishment of AI-based composite sensor pre-verification system for energy management and composite sensor verification in water purification plant

Kuk-Il Kim* · Min-Seok Sung · Sang-Byung An · Sung-Taek Hong

K-water Research Institute

E-mail : kikim@kwater.or.kr / shaelryn@kwater.or.kr / sban11@kwater.or.kr / sthong@kwater.or.kr

요 약

수용가에서 사용되는 수도물의 패턴과 양을 정확하게 예측하여 필요한 만큼의 수도물을 펌프를 이용하여 배수지로 전달하여 저장하고, 필요한 유량이 최소의 전기에너지를 이용하여 적기에 공급되어야 정수장의 최적화 운영을 할 수 있다. 본 논문에서는 수도물 생산·공급의 안정성을 확보하기 위하여 AI 기반 복합센서를 실증지인 정수장에 적용하기 전에 사전검증할 수 있는 시스템을 구축하여 복합센서별 사전검증 모델을 통해 보완 사항을 도출하고, 제작 과정에 피드백하여 복합 센서 데이터의 품질 및 동작 안정성을 향상시키고자 하였다.

ABSTRACT

The optimal operation of the water purification plant can be carried out only when the required flow rate is supplied in a timely manner using the minimum electrical energy by accurately predicting the pattern and amount of tap water used in the consumer. In order to ensure the stability of tap water production and supply, a system that can be pre-verified before applying AI-based composite sensors to the water purification plant was established to derive complementary matters through the pre-verification model for each composite sensor and improve the quality and operation stability of the composite sensor data.

키워드

정수장, 에너지관리, 복합센서, 인공지능 (WTP, Energy Management, Complex Sensor, Artificial Intelligence)

* speaker

I. 서론

AI 기반 사전검증시스템은 신규 센서 및 설비, 공정의 자동 제어로직 등을 정수장 현장에 설치하기 전에 수돗물 생산·공급 프로세스 및 운영 데이터 등 실제 운영 환경을 소프트웨어를 활용하여 가상으로 구성하고, 시뮬레이션(가상 모의실험)을 통해 정상 동작여부 및 기능, 효과 등을 사전검증함으로써 오류 보완사항, 최적 운영방안 및 에너지 절감 방안 도출 등에 활용하고자 하였으며, 사전검증 시스템의 개념도는 그림 1과 같다.

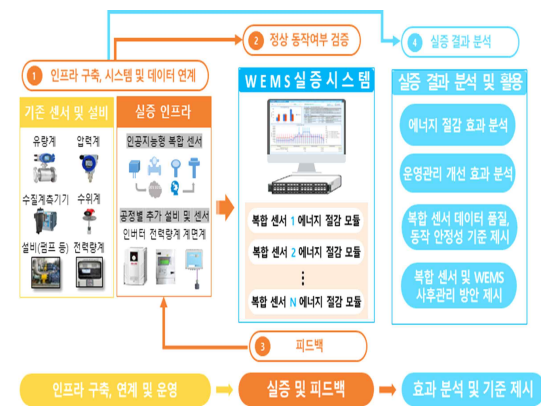


그림 1. 사전검증시스템 개념도

첫 번째로는 인프라 구축 및 시스템 및 데이터 연계방안을 검토하였으며, 기존 센서와 복합센서의 정상 동작여부를 검증할 수 있도록 모듈화 된 모델을 설치하였다. 검증한 결과를 다시 기존센서 및 복합센서에 피드백하고 실증결과를 분석하여 에너지 절감 효과 분석, 운영관리 개선, 복합센서 데이터 품질 및 동작안정성, 복합센서 및 WEMS 사후 관리 방안등을 제시할 수 있도록 구축하였다. 분석 서버 및 노트북은 K-water연구원 내에 설치하였으며, 고령정수장에는 워크스테이션을 설치하여 취득한 데이터를 연구원 분석서버에서 분석을 수행할 수 있도록 그림 2와 같이 구축하였다.



그림 2. 워크스테이션 및 분석서버 구축개념도

II. 사전검증시스템 구성

사전검증시스템은 그림 3과 같이 구성되며, 수집 Agent에서는 iWater에 적재되는 분석용 데이터를 분석시스템에 실시간으로 전송하며, 수집 Server에서는 수집된 데이터의 적재 및 실시간 변환을 위한 수집 및 전처리시스템을 구축하고, 고성능 분석을 지원하는 Spark 기반 분산 분석 플랫폼을 구축하여, 분석 알고리즘 결과를 시각적으로 확인할 수 있는 서비스 설계 및 Web 기반 데이터 탐색기를 구축하였다. 또한 사전검증시스템의 데이터 분석 플랫폼은 그림 4와 같다.

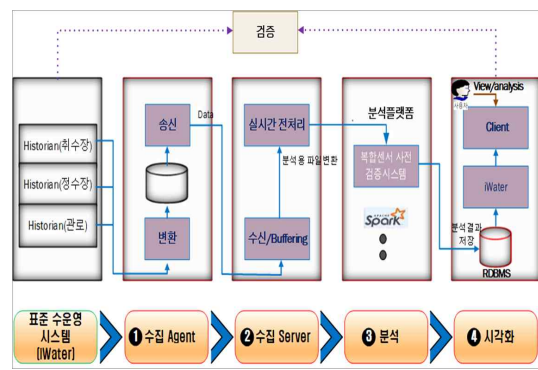


그림 3. 사전검증 시스템 구성도

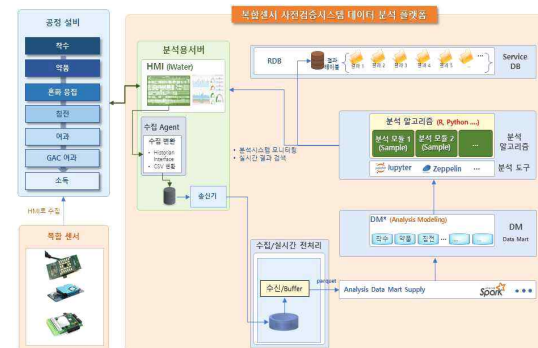


그림 4. 사전검증 시스템 데이터 분석 플랫폼

알고리즘 개발환경 구축 주요기능으로는 크게 두 가지이며 첫 번째는 알고리즘 개발 환경을 분석하는 기능이다. 통계, 데이터 마이닝, 빅데이터, 인공지능 기반 멀티미디어 데이터 통합 분석 플랫폼으로 구성하였으며, DB에서 데이터 추출, 전처리, 통계분석, 모델링, 분석결과 출력 저장까지 데이터마이닝 전 프로세스를 진행가능하다. 또한 데이터마이닝 전 프로세스를 통합하여 UI에서 모두 구현하였다. 두 번째 기능으로는 멀티미디어 데이터를 하나로 통합된 분석환경을 제공하며, 예측/분류/군집화/연관규칙 관련 알고리즘을 제공한다. 구축화면은 그림 5와 같다.

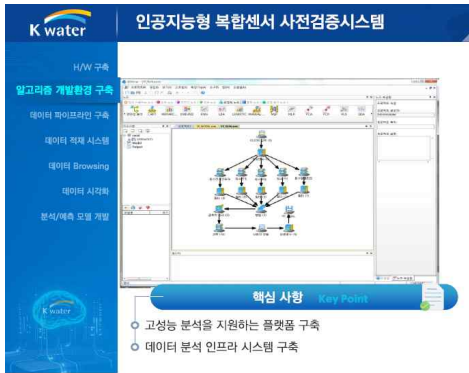


그림 5. 알고리즘 개발 구축 환경

SCADA 시스템을 활용하여 분석 데이터 시각화를 위하여 분석데이터 시각화 시스템 기능을 추가하였다. 실시간 고령 정수장 데이터와 복합센터 데이터 비교, 고령정수장 계통 유량 수요, 약품 수요, 전력 예측, 정수장 펌프 효율 예측, 각 분석 모델별 통계 데이터 표출 등의 기능을 시각화 하였다. 핵심 사항으로는 유량, 약품 전력량 예측 분석 데이터와 복합센터 및 정수장 실시간 데이터 비교 기능이 주이며, 구축 환경에서는 그림 6과 같다.

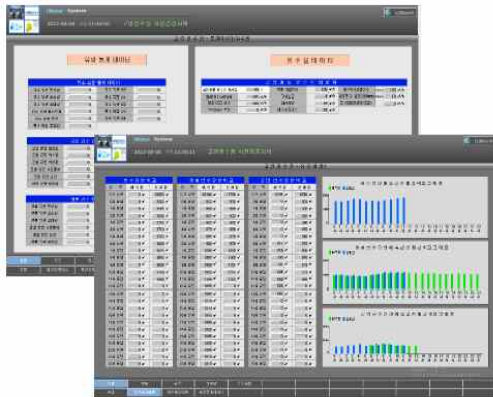


그림 6. 사전검증시스템 시각화 화면

III. 사전검증시스템 검증 절차

동일지점에 설치된 계측기가 있는지의 여부, 계측값, 계산가능여부, 예측기법 적용가능여부 등을 검토하여 개발될 복합센터가 산업계측 수준의 오차인 5% 내외에 들어오는지를 검증하고 이상 시 경보를 발생하고 정상수치일 경우 검증을 종료하는 절차이며 세부적인 검증과정은 그림 7과 같다.

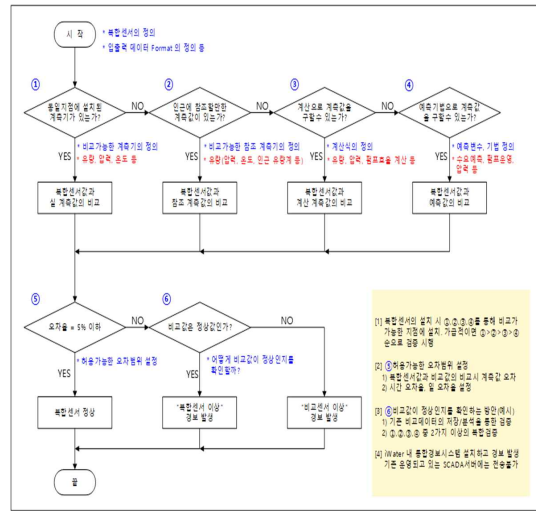


그림 7. 검증 절차도

IV. 기대효과

데이터마이닝과 빅데이터의 상호연계 기반 사전 검증시스템 구축을 통한 복합센터 사전 검증, 정수장 자원에 대한 수요 및 예측 데이터 모델링 인프라 구축 기능을 구현하였다. 기대효과는 그림 8과 같으며 프로토타입 동작 기능 검증, 각 모델별 수요예측, 데이터마이닝 인프라 구축을 통한 복합센터 및 수요예측 알고리즘을 탑재한 사전검증시스템을 활용하여 정수장 에너지 관리에 기여할 수 있을 것이다.



그림 8. 사전검증시스템 구축 기대효과

V. 결 론

본 논문에서는 수돗물 생산·공급의 안정성을 확보하기 위하여 AI 기반 복합센터를 실증지인 정수장에 적용하기 전에 사전검증할 수 있는 시스템을 구축하여 복합센터별 사전검증 모델을 통해 보안 사항을 도출하고, 제작 과정에 피드백하여 복합 센터

서 데이터의 품질 및 동작 안정성을 향상시키고자 하였다.

Acknowledgement

이 논문은 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원에 의함 No. 2020200000010.

References

- [1] “Short-term water demand forecast based on deep neural network,” WDSA, 2018.
- [2] “Optimization of pumping schedule based on water demand forecasting using combined model of autoregressive integrated moving average and exponential smoothing,” Water Science & Technology, 2015.