

AI 기반 동파시기 예측을 위한 수도계량기 동파시험장치 개발

김국일* · 안상병 · 김진훈 · 홍성택

한국수자원공사

Development of a water meter freeze test device for predicting the freezing time based on AI

Kuk-il Kim* · Sang-byung An · Jin-hoon Kim · Sung-tack Hong

K-water

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

요 약

겨울철 한파로 인한 수도계량기의 동파는 수도물 공급 중지, 유출된 후 결빙에 따른 각종 안전사고 유발 및 복구에 따른 비용 발생 등 여러 가지 불편과 문제를 야기시킨다. 본 연구에서는 수도계량기가 실제 동파가 발생하는 환경과 유사한 시험장치를 개발하여 동파영향인자인 온도, 습도, 유량, 압력, 밸브개도, 펌프 가동상태 등을 변화시켜 반복시험을 수행하고자 한다. 이를 통해 얻어지는 데이터를 기반으로 동파 영향인자 간 상관관계를 AI 기술을 적용해 동파시기를 예측하고자 한다.

ABSTRACT

The freezing of the water meter due to the cold wave in winter causes safety accidents caused by freezing and suspending the supply of tap water and various inconveniences. In this study, the water meter develops a test device similar to the environment in which the actual freezing occurs and tests repeatedly by changing the temperature, humidity, flow rate, pressure, valve improvement, pump operation status, etc. Based on the data obtained through this, it is planning to predict the timing of freezing by applying AI technology to correlation between freeze influencing factors.

키워드

Water meter, Artificial Intelligence, Freezing test device, Freeze influencing factors

1. 서 론

최근 지구온난화에 따른 극심한 기후 변화로 인하여 겨울철에는 기습 한파가 수 일동안 지속되는 경우가 있으며, 이로 인하여 가정용 수도계량기가 얼어서 깨어지는 동파 현상이 매년 꾸준히 반복되어 발생되고 있다. 이러한 수도계량기 동파 문제는 계량기 내부 수도물의 동결로 인해 수용가에 수도물 공급이 중지되며, 동파에 따른 누수된 수도물이 주변으로 유출된 후 결빙되어 미끄러짐 등 각종 안전사고를 유발시킬 수 있으며, 수도계량기의 교체로 인한 경제적 부담 및 불편도 가중되고 있다.

수도계량기 동파 방지를 위한 방법으로는 수도

계량기 보호통 내부에 보온재를 넣어 보온하는 방법, 열선을 설치하여 열을 공급하는 방법, 계량기 내 수도물이 정체되지 않고 흐르게 하는 방법, 체적 흡수 장치가 설치된 동파방지용 수도계량기의 설치하는 방법 등이 있다.

본 연구에서는 일상에서 사용하고 있는 수도계량기에 대한 실제 동파가 발생하는 환경과 유사한 시험장치를 개발하여 동파 영향 인자인 온도, 습도, 유량, 압력, 밸브개도, 펌프 가동상태 등을 변화시켜 반복시험을 수행하고자 한다. 이를 통하여 얻어지는 데이터를 기반으로 동파 영향인자 간 상관관계를 AI 기술을 적용해 동파시기를 예측하고, 도출된 동파발생 예측기준 데이터를 활용해 문자, SNS 등의 경보 알람전송시스템을 개발하여 사전에 동파를 방지하고자 한다.

* speaker

II. 수도계량기 동파시험장치

수도계량기 동파 시험장치의 특성은 표 1과 같으며, 그림 1과 같이 800 ℓ 챔버 내부에 구경 15 mm의 형식별로 습식, 건식, 디지털, 동파방지 등 4대의 수도계량기를 동시에 시험이 가능하도록 배관을 구성하며, 동파 영향인자인 온도, 유량, 시간, 압력 등을 변화시켜가며 반복시험을 수행한다. 시험결과 도출된 상관성을 분석하여 동파시기를 예측하고자 한다.

동파 시험장치는 배관 내 상시 만관이 유지되도록 시험장치를 구축하였으며, 용수공급장치 내 순환방식으로 설계하였다. 펌프의 가동 및 중지, 전동밸브의 개도를 제어해 유량(압력)을 변화시키며 동파영향을 분석한다.

표 1 수도계량기 동파 시험장치 주요특성

항 목	내 용	
챔 버	800 ℓ	
물탱크 용량	15 ℓ	
온도	범위	-40 ~ 100 °C
	정확도	±0.3°C at 25°C
습도	범위	30% to 98% R.H.
	정확도	±1% at 70% R.H.
가열시간	60min(-40°C ⇒ 120°C)	
냉각시간	60min(20°C ⇒ -40°C)	
펌프	인버터기능, 가압펌프	
제어반	시퀀스시스템, 유틸리티전원	

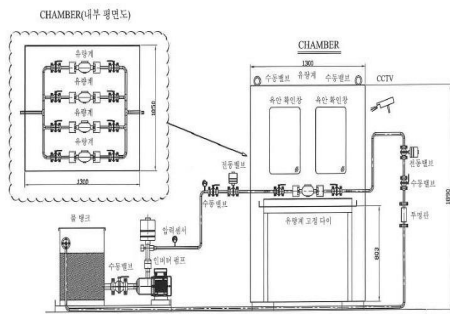


그림 1 수도계량기 동파 시험장치

III. AI 기반 동파시기 예측 방안

동파시기를 예측하기 위해서는 동파에 영향을 주는 주요 인자에 대한 데이터 취득 및 분석이 절대적으로 필요하다.

시험 조건에서 수도계량기 함내의 온도를 -20°C ~ 0°C로 가정하여 시험장치의 온도를 가변하여 겨울철 시간대별 대기온도와 지중온도와의 상관관계를 분석하며, 압력 및 유량은 가압용 인버터 펌프의 회전수 및 전동밸브의 개도를 제어하여 조절한다. 동파시간은 동파에 이르는 후한에 연속적

로 노출되는 시간을 말하며, 수도계량기 형식 및 구조에 따른 동파시기의 분석이 필요하다. 또한 CCTV를 통한 연속적인 영상을 모니터링하여 동파시기를 예측하고 수도계량기의 동파 위치를 분석하고자 한다.

분석 알고리즘은 그림 2와 같이 Random Forest 알고리즘을 적용하여 온도, 유량, 시간, 압력 등의 영향인자를 바탕으로 Decision Tree를 생성 후, 예측 결과를 앙상블하여 최종 동파시기를 예측할 예정이다.

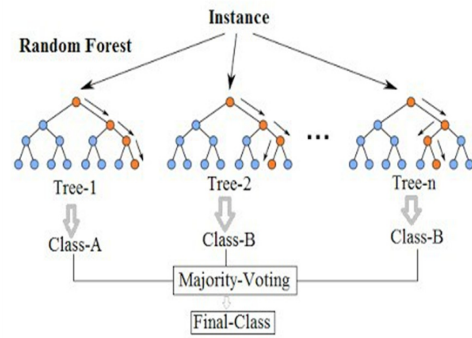


그림 2 Random Forest 알고리즘 적용(예)

IV. 결 론

수도계량기 동파의 영향은 계량기 교체, 유지보수 등의 경제적인 문제를 차치하더라도 각종 안전사고 및 단수로 인한 고객불편을 유발하므로 선제적 대응 및 대비를 철저히 하여야 한다.

본 연구에서는 동파 영향인자인 온도, 유량, 시간, 계량기 형식 등을 토대로 하여 AI 기반의 동파시기를 예측하는 시스템을 구축하고자 하였다. 동파시기 예측 연구를 위해 동파 시험장치를 구축하였으며, 추후에 동파 영향인자를 변화시켜 가며 반복적인 시험을 통하여 데이터를 축적한 후 AI 기반의 동파시기를 예측하는 알고리즘을 개발하고자 한다. 나아가, 영향인자 분석 결과를 바탕으로 동파예측 기준을 수립하고 예측된 동파시기를 문자, SNS 등의 경보 알람을 전송함으로써 미리 동파 예방에 적극 대처하고자 하며, 수도계량기의 성능검증을 위한 최적의 프로세스를 정립하고자 한다.

References

[1] H. I. Kim, T. H. Ryu, T. J. Park, S. Y. Oh, Y. J. Choi, "A Study on Frost Protection Methods for Water Meter in Seoul Area," in *Proceeding of the 36th Winter Conference on SAREK*, Seoul, pp. 612-617, 2007.