

# Dynamic Time Warping을 이용한 수질 스마트미터 데이터 분석

## Analysis of water quality smart meter data using dynamic time warping

임소연\*, 정동휘\*\*

Soyeon Lim, Donghwi Jung

### 요 지

현재까지 상수도관망 내 수질적 거동에 대한 분석은 (1) 네트워크 수질 모델(EPANET 수질모의 등)에 기반한 방법과 (2) 시공간적 저해상도 데이터에 기반한 데이터 분석법이 주를 이루었다. 그러나 현존 네트워크 수질 모델은 수질 사고의 복잡한 물리·화학적 거동을 상세히 모의하기 어렵다. 반면 계측 및 통신기술의 발달로 고해상도 수질 데이터의 실시간 수집이 가능해지면서 사고의 사전감지, 발생시 즉각적 탐지 및 대응을 위한 데이터 분석법에 관심이 증가하고 있다. 서울 문래동, 인천, 포항의 경우에서도 알 수 있듯이, 수질사고 발생 시 원인물질의 시공간적 이송 또는 전파에 대한 정보는 사고대응에 유용하게 활용된다.

본 연구는, 비정상적인 수질변화의 계통 내 전달 시간을 계산하기 위해 고해상도 수질 스마트미터 데이터에 기반한 데이터 분석법을 개발하였다. 물공급 하류방향의 수질변화 전달 시간 정량화를 위해 화음탐색법 기반 동적시간워핑(Dynamic time warping; DTW) 기술을 이용하였고, 원데이터의 전처리를 위해 이동평균필터링을 수행하였다. 개발된 분석법은 A시 생산 및 배·급수과정의 감시지점에서 10초 단위로 계측된 다양한 수질변수(pH, 탁도, 잔류염소, 전기전도도, 수온 등)의 공간적 변이 전파시간을 결정하기 위해 적용되었다. 분석에 활용한 데이터는 데이터 통신 및 측정 기기에 의한 이상값과 운영상황의 변화에 따라 변동한 값을 처리하기 이전의 데이터이다. 데이터 품질에 의한 영향을 배제하기 위해 이상값이 발생하지 않은 기간을 파악한 후, 그 기간에 대하여 분석하였다. 계통 내 위계에 따라 두 지점의 측정값의 전파시간을 정량화한 결과, 지점에 따라 전파시간이 다르게 나타났다. 또한, 같은 두 지점에 적용한 결과라도 DTW를 적용하는 기간과 이동평균필터링의 크기에 따라 수질변화 전달 시간이 다르게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 개발된 분석법은 다변량 수질변수 간의 영향관계를 파악하는데 확장 적용이 가능하다. 또한, 이 방법의 실시간 적용을 통해 동적으로 변화하는 전달시간을 주기적, 공간적으로 갱신하여 관망 수질 변화 모니터링이 가능하다.

**핵심용어** : 상수도관망, 수질, 스마트미터, 동적시간워핑, 이동평균

### 감사의 글

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No. 2020R1C1C1006481)을 받아 수행된 연구입니다.

\* 정회원 · 고려대학교 공과대학 건축사회환경공학과 석사과정 · E-mail : [ahfothdu@gmail.com](mailto:ahfothdu@gmail.com)

\*\* 정회원 · 고려대학교 공과대학 건축사회환경공학부 조교수 · E-mail : [sunnyjung625@korea.ac.kr](mailto:sunnyjung625@korea.ac.kr)