

취수원 수질예측을 위한 통계적 분석 기법 활용

이호현, 김대욱, 정지영, 신강욱, 홍성택

한국수자원공사 연구원

lhh@kwater.or.kr, therealone@kwater.or.kr, jyjung@kwater.or.kr, gwshin@kwater.or.kr, sthong@kwater.or.kr

Application of Statistical Analysis for Influent Water Quality

Lee Ho Hyun, Kim Dae Wook, Park Si Hyun, Shin Gang Wook, Hong Sung Taek
K-water Research Institute

요 약

취수원에서 정수장 유입되는 수질을 예측하는 것은 운영자의 경험에 의존하고 있다. 이를 데이터 관점에서 보다 과학적 분석을 진행해 보고자 데이터마이닝 기법을 활용하여 분석하여 보았다. 이를 통해 복잡한 변수 또는 알고리즘을 고려하기 보다는 선형회귀방정식과 이를 피드백하는 알고리즘이 가장 좋은 결과를 나타냈으며, 제시된 알고리즘으로 탁도 뿐만 아니라 pH, 알칼리도를 예측하였으며, 상관관계가 0.87 - 0.97 사이로 매우 높음을 확인할 수 있었다.

I. 서 론

정수처리공정은 하천에서 물을 취수하여 이를 정수처리한 후 시민들에게 공급하는 과정을 말한다. 그림 1에서와 같이 정수장에 들어온 물은 혼화 - 응집 - 침전 - 여과 - 정수지를 통해 물을 공급한다[1].

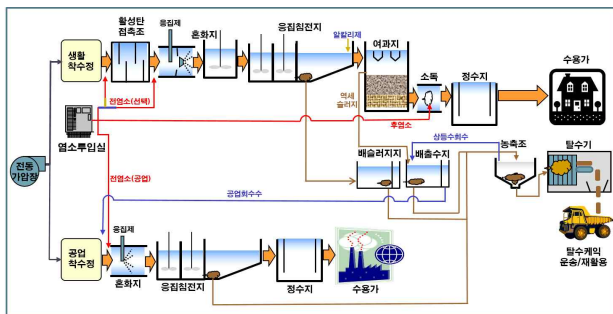


Fig. 1. 일반적인 정수처리공정 구성도

이때 응집제를 주입하는 공정이 시민들에게 정수장 유출 탁도를 결정하는 가장 중요한 요소이다. 또한 응집제 주입은 하천에서 유입되는 수질 중 특히 탁도, pH, 알칼리도 등 원수 수질에 영향을 가장 크게 영향을 받기 때문에, 이를 선제적으로 예측하는 것은 매우 중요하다[2]. 따라서 하천에서 유입되어 정수장에 도착하기까지 관로 상에 쌓여 있는 정보를 토대로 탁도 예측을 과년도에 수행하였으며, 이를 pH, 알칼리도에 확대 적용하여 보았다[3][4].

II. 본론

2.1 체류시간 예측

취수원과 정수장 사이의 체류시간을 예측하기 위해서는 복잡한 관로와 밸브 조작등의 외란에 의한 유량변화를 수치 모델링하기에는 어려움이 있다. 따라서 교차 상관관계를 이용하여 가장 상관관계가 높은 시간대를 확인한 결과, G 정수장의 경우 그림 2에서와 같이 취수원에서 정수장까지 13.75시간이 소요됨을 알 수 있었다.

2.2 유입 탁도 예측

취수원에서 정수장사이의 탁도 변화 예측은 체류시간을 고려하여 선형 회귀방정식을 이용한 학습결과는 그림 3과 같으며 $R=0.957$ 로 높으나 일부 구간에서는 오차가 발생함이 확인 되었다.

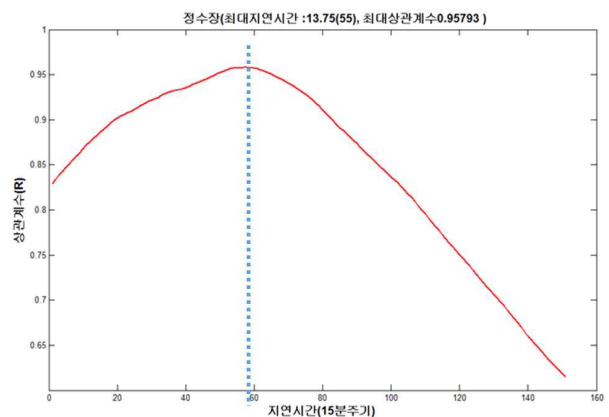


Fig. 2. 상관관계 분석을 이용한 체류시간 예측

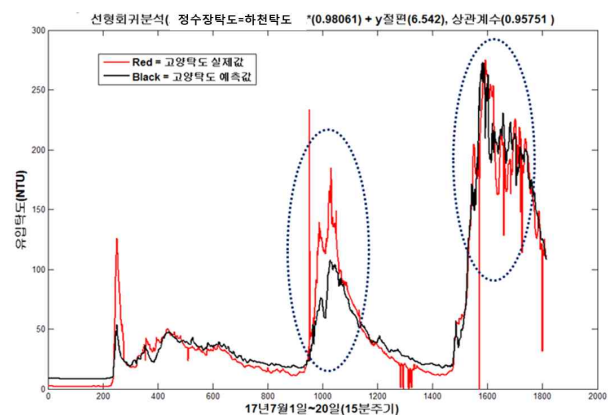


Fig. 3. 선형회귀분석에 의한 자료 학습

이를 비선형 시계열 알고리즘을 고려해 보고자, 그림 4와 같이 시계열 신경망을 이용하여 분석한 결과 $R = 0.995$ 로 완벽하게 학습하였다.

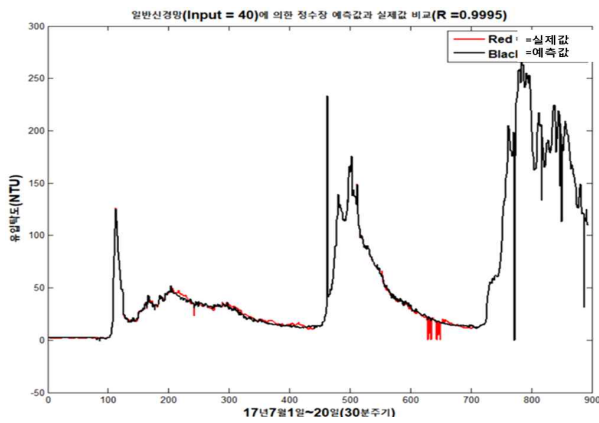


Fig. 4. 시계열 신경망분석에 의한 자료 학습

하지만, 선형회귀 알고리즘은 정확성이 일부 저하되었으며, 시계열 신경망 알고리즘은 Overfitting 문제로 사용에 어려움을 초래했다. 따라서 이를 개선코자, 최초 검토한 선형회귀방정식을 이용하고 정수장 유입탁도의 예측과 실측치를 보상할 수 있는 알고리즘을 추가로 제시하였다. 이 결과, 그림 5에서와 같이 학습 자료의 경우 $R = 0.98$ 로 향상되었다.

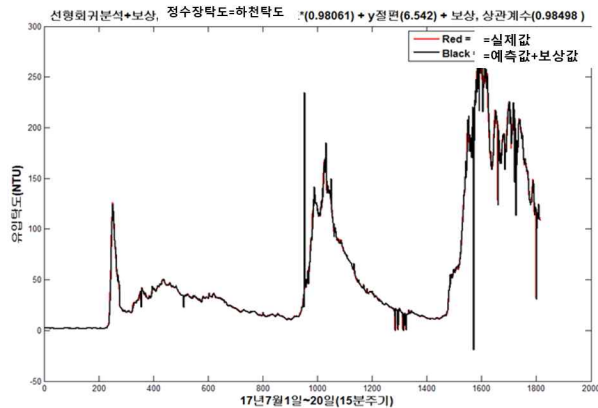


Fig. 5. 선형회귀+피드백분석에 의한 자료 학습

이를 평가 데이터를 통하여 분석한 결과, 표 1과, 그림 6과 같이 0.97 이상의 높은 R값을 나타내고 있다.

Table 1. 취수원 탁도 예측 결과

구분	2시간후	4시간후	8시간후	12시간후
상관관계	0.985	0.968	0.931	0.972

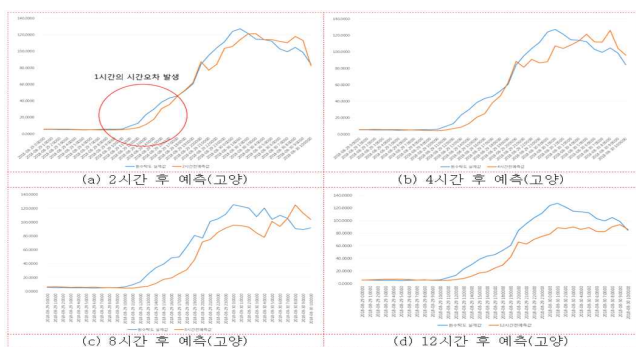


Fig. 6. 취수원 탁도 예측 결과

2.3 유입 pH, 알카리도 예측

pH, 알카리도 예측은 탁도를 예측한 것과 동일하게 선형회귀+피드백 알고리즘을 고려하였다. 그림 7과 8에서와 같이 12시간 후를 예측한 결과 pH는 0.90, 알카리도는 0.87의 상관관계 값을 나타내고 있어 매우 양호한 예측이 가능함을 확인할 수 있다.

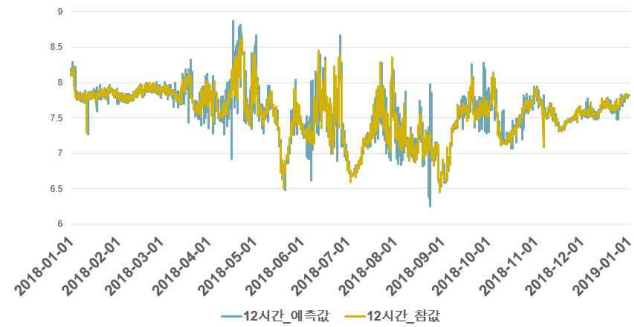


Fig. 7. 취수원 pH 예측 결과



Fig. 8. 취수원 알카리도 예측 결과

III. 결론

수질 예측을 위해서는 다양한 머신러닝 알고리즘을 적용할 수 있을 수 있으나 복잡한 변수 또는 알고리즘을 고려하기 보다는 선형회귀와 피드백 알고리즘을 적용하여도 탁도, pH, 알카리도 모두 양호한 예측력을 보임을 확인 하였다. 현재 제안된 알고리즘을 현장에 설치하여 추가 검증 중에 있으며, 검증 완료 후 인근 지자체에도 해당 정보를 제공하여 선제적 대응에 기여 하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] 양해진, 손용구, 전형기, 한성용, “공주정수장 실시설계 결과에 의한 재래식 정수처리공정 및 막여과 공정 비교검토”, 대한상하수도학회, 추계 학술대회, pp. 90-91, 2005
- [2] 오광진, 허태준, 안창진, 이재용, 안효원, 이동주, “정수처리기술총람”, 한국수자원공사, pp. 7-8, 2001
- [3] 이호현, 장상복, 홍성택, 조용, 최종용, 김진영, “데이터마이닝 기법을 이용한 정수장 유입 탁도 예측”, 한국통신학회 학술대회는문집, pp. 554-555, 2018
- [4] 이호현, 류승훈, 김정훈, 이형창, 홍성택, “가변체류시간을 이용한 정수장 유입탁도 예측기법 개발”, 한국통신학회 학술대회는문집, pp. 536-537, 2019