

인공신경망을 이용한 환경방사능자료의 결측값 처리

정효준, 한문희, 황원태, 김은한

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

jeong1208@kaeri.re.kr

1. 서론

원자력시설 주변 환경 중에 존재하는 방사능 물질 모니터링을 위해, 방사성물질을 주기적으로 혹은 실시간으로 측정하고 있다. 그러나 기기의 고장이나 측정과정상의 문제로 인하여 결측값이 발생할 수 있다. 결측값은 자료의 연속성을 방해하여 원자력 시설에서 주기적으로 실시되는 환경 영향평가에 어려움을 줄 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 시간에 따라 연속적으로 측정된 자료 중 확보가 가장 용이한 공간감마선량율을 이용하여 환경모니터링 과정 중에 발생할 수 있는 결측값을 처리하기 위한 인공신경망의 적용가능성을 검토하였다.

2. 방법 및 결과

인공신경망은 인간 신경세포인 뉴런의 시스템을 컴퓨터를 이용하여 구현한 인공지능 분야의 하나로서, 패턴 인식, 식별 및 분류, 의사결정 등에 응용되고 있는 기술이다. 인공신경망은 결측값 처리에 이용되는 보간법이나 다중회귀 등의 방법에 비해 비선형함수의 지원이 가능하여 환경자료의 처리에 널리 이용되고 있다. 인공신경망의 입력층은 입력데이터(x_i), 연결강도 벡터(w_{ji}), 임계값 벡터(B_j)를 이용하여 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$I_j = \sum w_{ji} x_i + B_j$$

입력층에서 계산된 값은 미리 설계된 전이함수에 의해 아래의 식과 같이 계산된 값을 은닉층(혹은 중간층)으로 출력하게 된다.

$$y_j = f(I_j)$$

은닉층에서는 y_j 값을 전달받아 아래와 같이 반응벡터(L_k)가 구해지고, 전이함수를 거쳐 출력층으로 보내지게 된다.

$$L_k = \sum w_{kj} y_j + B_k$$

여기서 y_j 는 은닉층의 입력데이터, w_{kj} 는 은닉층의 연결강도 벡터, B_k 는 은닉층의 임계값을 나타낸다. 신경망은 출력 값과 목표값을 비교하여 평균제곱오차(Mean Square Error)를 계산하게 된다.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum (O_d - O_p)^2$$

여기서 O_d 는 목표값, O_p 는 신경망에 의한 계산값, n 은 데이터의 수를 나타낸다. 인공신경망은 입력층을 통과하여 결과층의 출력이 목표값과 비교되는 주기(Epoch)를 반복하면서 학습(훈련)이 이루어진다.

본 연구에서는 인공신경망 모형을 구축하기 위해 1998년부터 2004년 까지 대전에서 측정된 월별 공간감마선량 시계열 자료를 그림 1과 같이 모델개발과 검증에 8:2로 배분하여 사용하였다. 과기부고시에는 공간감마선량율의 보고준위를 시간당평균값의 개념을 사용하고 있으나 본 연구에서는 환경 중에서 측정되는 모든 방사성물질의 결측치 처리에 대한 확장성을 염두에 두고 공간감마선량의 월평균 데이터를 사용하였다. 인공신경망은 그림 2와 같이 입력층의 자료가 출력층의 자료에 근사하도록 각 층 사이의 연결강도가 조정되도록 학습되었다. 입력층의 구성을 위해 예상되는 결측값과 전시간대의 측정된 값들과의 상관계수를 조사하였다. 상관계수가 0.3을 초과하는 t-6까

지의 값을 입력층으로 배치하고 결측이 예상되는 t시간대의 값을 추정하도록 인공신경망을 구성하였다. 신경망은 학습오차가 1×10^{-3} 에 도달하거나 1,000 Epoch에 도달하면 종료하도록 설계하였다.

인공신경망의 훈련은 은닉층의 뉴런 갯수가 각각 15와 9일 때에 가장 양호하였다. 훈련자료 중 10%를 유효자료로 사용하여 과도한 훈련을 방지 하였으며, 첫 번째 은닉층과 두 번째 은닉층이 15와 9를 초과하면 과도 훈련되어 유효자료의 상관성이 급격히 감소함을 확인할 수 있었다. 그림 3은 인공신경망의 훈련결과와 검증결과를 나타낸 것으로, 훈련자료 간의 상관계수는 0.96이었으며 검증자료의 상관계수는 0.78이었다. 검증자료의 높은 상관성으로 보아 구축된 인공신경망은 결측 값을 적절히 처리하고 있음을 알 수 있다.

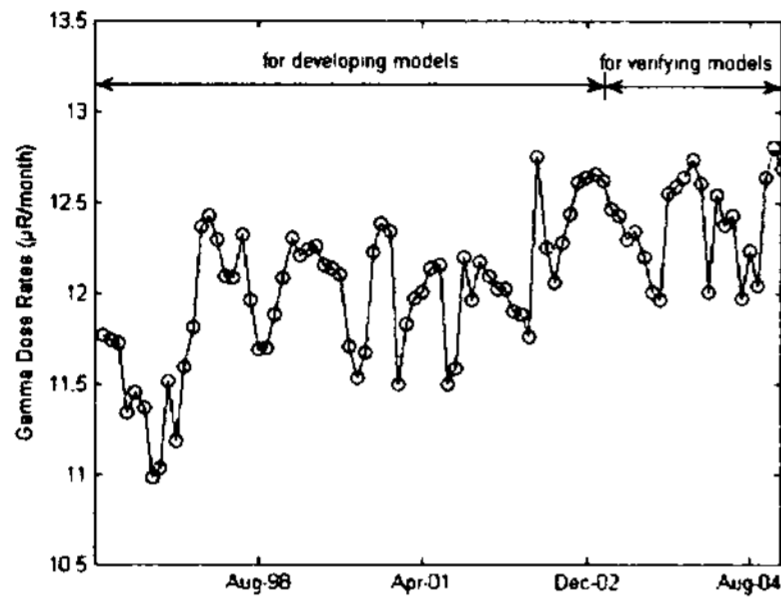


그림 1. 월별 공간감마선량 시계열 자료

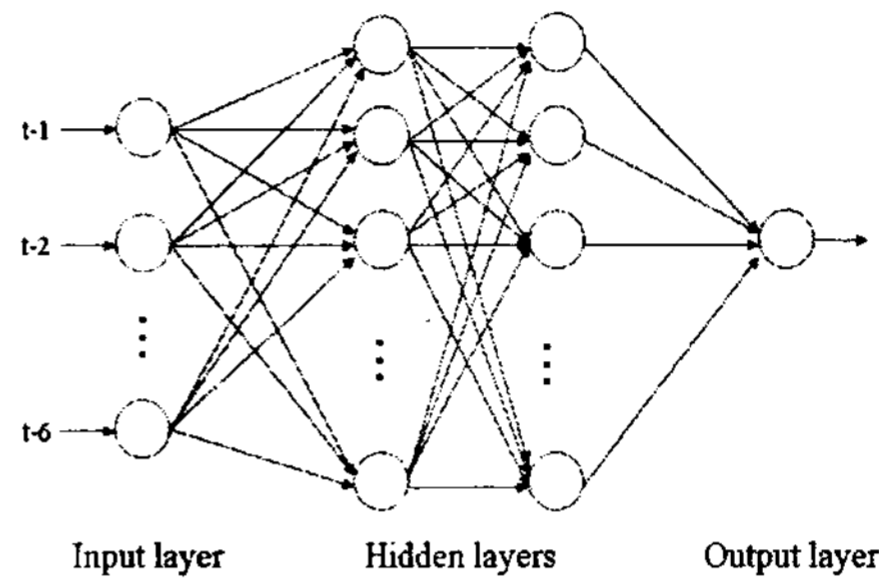


그림 2. 인공신경망의 구조

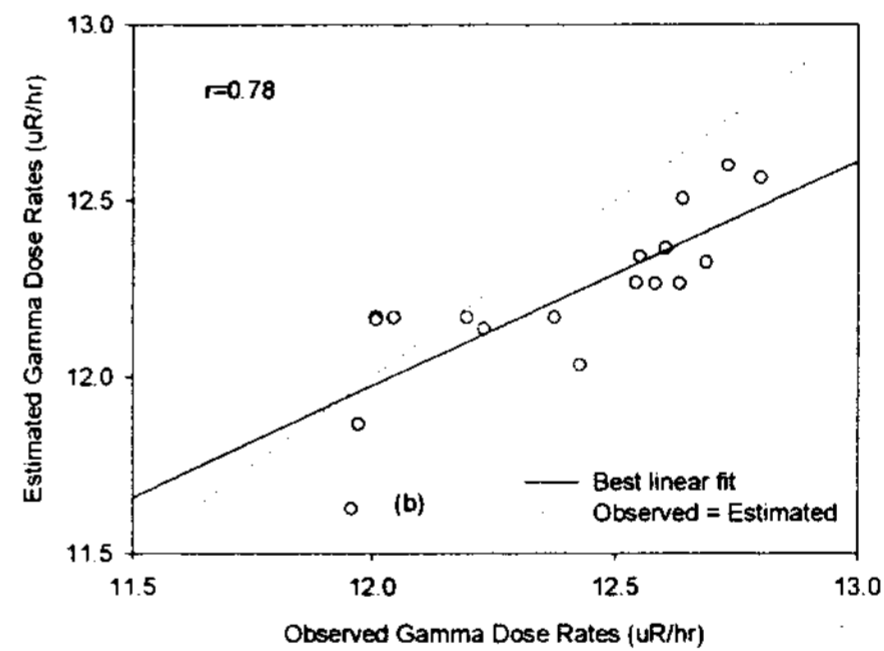
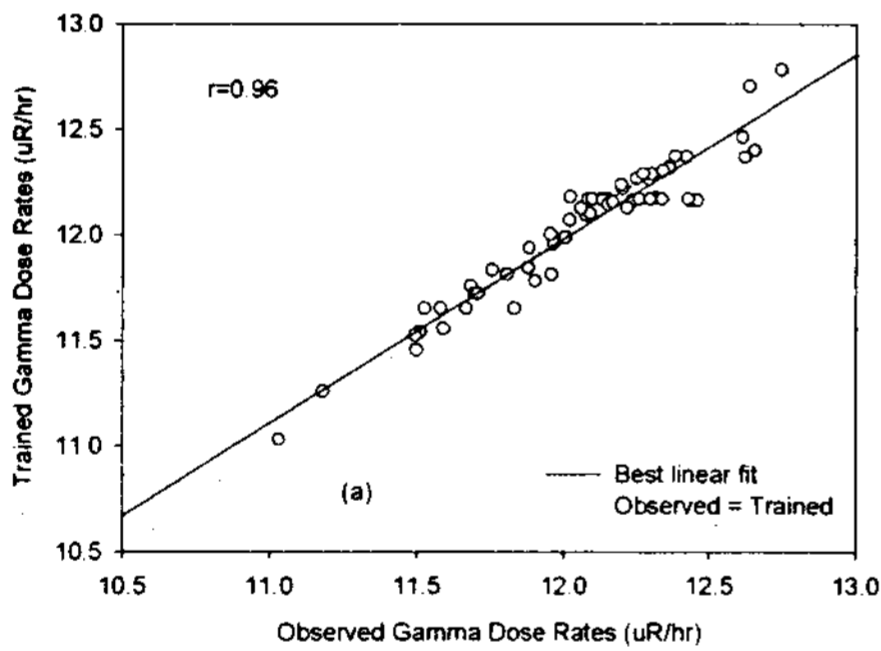


그림 3. 인공신경망의 훈련 및 검증

3. 결론

본 연구에서는 원자력 시설에서 측정되는 환경자료의 결측값을 처리하기 위한 방법으로 인공신경망을 사용하였으며, 그 적용가능성을 공간감마선량을 자료를 이용하여 검토하였다. 구축된 인공신경망은 결측이 나타난 시점부터 6번째 이전의 값들을 사용하여 양호하게 결측값을 처리함을 확인하였다. 본 연구에서는 자료의 획득이 용이한 공간감마선량을 이용하여 인공신경망 모형을 구축하였으나, 측정주기 및 방법이 다른 방사성물질의 결측값 처리에도 적용이 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Mathworks, Neural network toolbox user's guide, 2000
2. U. Brunelli, V. Piazza, L. Pignato, F. Sorbello, S. Vitabile, Two-days ahead prediction of daily maximum concentrations of SO₂, O₃, PM10, NO₂, CO in the urban area of Palermo, Italy. Atmospheric Environment 41, 2967-2995.