

수질-3 신경망 이론을 활용한 공주지점의 수질예측

유병로, 김훈, 한양수^{1*}

한밭대학교 토목환경도시공학부, ¹경동대학교 건설공학부

1. 서 론

수질변화의 분석 및 예측에는 확정론적 모형과 추계학적 모형이 이용되고 있으나 확정론적 모형의 경우는 상세한 자료의 입력을 필요로 하므로 변수관계가 복잡할 경우 모형 개발에 많은 노력과 어려움이 수반된다.

본 연구에서는 금강 공주지점의 DO, T-N과 T-P 장기예측을 위해 입력과 출력만을 고려하는 Black-Box 모형의 일종인 다층신경망 모형구성하였으며 기존의 추계학적 모형인 ARIMA모형, 상태공간모형과 비교·검토하였으며 장래 수질 예측에 대해 적용 가능성을 검토하였다.

2. 신경망 모형 구성

일반적으로 신경망 모형은 다층 신경망을 말하는데 다층 신경망은 은닉층을 2개이상 구성하여 4계층 등의 신경망을 이용하기도 하지만 은닉층이 1개인 3계층 신경망이 널리 이용되며 구성은 입력층과 출력층 그리고 두 층 사이에 감추어진 은닉층으로 나타낼 수 있다. 수질예측 신경망 모형은 바로 전 연결강도의 변화량을 어느 정도 고려하여 현재의 연결강도 조정량을 계산하도록 하여 수렴속도를 증진시키는 모멘트법과 최소값 주위에서 학습률을 줄여가는 적응학습률이 적용된 BP알고리즘을 이용하였다. 수질예측을 위한 신경망 모형은 현재 년의 수질 자료로 1년 후의 DO, T-N, T-P를 출력하도록 구성되었다. 또한 각 모형들은 100회, 500회, 1000회, 2000회로 학습회수에 변화를 주어 오차 분석을 실시 후 최적의 모형을 선정할 수 있도록 하였다. DONN 모형은 입력자료의 수에 따라 1, 2, 3 모형을 구분하였으며 TNNN 모형과 TPNN 모형은 은닉층의 노드수에 따라 1, 2 모형으로 구분하였다.

3. 적용 및 결과

3.1 대상유역 및 자료

모형의 검증 및 예측을 위하여 연구의 대상유역으로 금강수계의 중하류부에 위치한 공주지점을 채택하였다. 사용된 수질자료인 DO, 수온, 유량 자료는 1985년 1월부터 1999년 12월까지의 월 대표수질을 이용하였으며 신경망 모형에서는 1985년부터 1994년까지 자료를 학습자료로 사용하였고 1995년부터 1999년까지의 자료를 검증 자료로 하여 ARIMA모형과 상태공간모형의 예측 결과와 비교하는데 사용하였다. 반면 T-N, T-P, 유량, 오염부하량 자료는 1990년 1월부터 1998년 1월까지의 월 대표수질을 이용하였다.

3.2 최적 신경망 모형 선정

신경망 모형을 구성하여 상태공간, ARIMA모형으로 1995년 ~ 1999년 DO 예측 결과를 비교 분석하여 Table 1에 나타내었다.

Table 1. 모형별 DO 예측결과 분석

모 형	RMSE	NRMSE	NMAXE	CC
ARIMA	8.8609	0.1262	0.2649	0.7413
State Space	10.9283	0.1556	0.3553	0.7255
DONN-1	9.3820	0.1336	0.2613	0.7316
DONN-2	9.3181	0.1327	0.2805	0.6854
DONN-3	10.4349	0.1486	0.2856	0.5743

Table 1에서 보는바와 같이 DO예측에 대한 오차는 ARIMA 모형, DONN-2, DONN-1, DONN-3, 상태공간 모형순으로 적게 나타났다. Table 2.에서 T-N 예측은 은닉층 노드수를 4개(N)로 한 신경망 1 모형이 실측치와 가장 근사한 결과를 나타냈으며 사용한 모형 중 신경망 1 모형, 상태공간 모형, 신경망 2 모형, ARIMA 모형 순으로 적은 오차를 보였다. 선정된 TPNN-1 모형과 TPNN-2 모형에 의한 1997년과 1998년 T-N 예측 결과를 ARIMA, 상태공간 모형의 예측 결과와 비교·분석하여 Table 3.에 나타내었다.

Table 2. 모형별 T-N 예측결과 분석

Table 3. 모형별 T-P 예측결과 분석

모 형		RMSE	NRMSE	NMAXE	CC	모 형		RMSE	NRMSE	NMAXE	CC
T-N	ARIMA	6.1898	0.2864	0.3647	0.5647	T-P	ARIMA	0.5107	0.5995	0.5920	0.1041
	State Space	3.6347	0.1682	0.2721	0.8125		State Space	0.3557	0.4176	0.7806	0.6382
	TNNN 1	3.5252	0.1631	0.2615	0.7692		TPNN 1	0.3296	0.3869	0.5790	0.5663
	TNNN 2	5.0365	0.2330	0.4043	0.7207		TPNN 2	0.3697	0.4340	0.6195	0.5574

4. 결론

본 연구에서는 공주지점의 장래 수질예측을 위해 역전과 알고리즘을 이용한 다층 신경망 모형을 이용하였으며 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

입력층의 구성에 따라 모형을 3가지로 구분한 DONN 모형의 용존산소량(DO) 예측은 다른 추계학적 모형들과 비교하여 결과로 미루어 적용이 가능하다고 판단된다.

T-N과 T-P의 예측을 위해 은닉층 노드수에 따라 2가지로 구분한 신경망 모형중 TNNN-1 모형과 TPNN-1 모형은 T-N과 T-P 예측에 가장 좋은 결과를 보였다.

NRMSE의 오차분석을 살펴보면 DO와 T-N의 예측에 비해 T-P 예측이 전체적으로 더 많은 오차를 보였으며 입력자료 사용시 민감도를 고려하여 입력자료의 수를 결정한다면 더 좋은 결과를 얻을 것으로 판단된다. 또한 신경망 모형의 학습시 양질의 자료를 좀 더 확충할 수 있다면 정도 높은 수질예측이 가능하리라 사료된다.

참고문헌

1. 강두선, 신현석, 김중훈, “신경망 모형을 이용한 장기 하천 수질의 예측”, 대한토목학회 학술발표회 논문집(III), pp. 23~26, 1998. 10.

2. 김만식, “다목적 저수지의 홍수유입량 예측을 위한 신경회로망”, 충북대학교 박사학위 논문, 충북대학교, 1998. 8.
3. 김주환, “신경회로망을 이용한 하천유출량의 수문학적 예측에 관한 연구”, 인하대학교 박사학위 논문, 인하대학교, 1993. 8.
4. 류병로, “ARIMA모형에 의한 하천수질예측”, 대전산업대학교 논문집, 1997
5. 안상진, 김진극, 연인성, 윤석환, “신경망을 이용한 강우예측”, 대한토목학회 학술발표회 논문집(Ⅲ), pp. 261~264, 1999.