

신경망 모형을 이용한 낙동강 유역에서의 유량 예측

Flow Forecasting using Neural Networks Model in Nakdong River Basin

한건연*, 김동일**, 손아롱***, 김지은****

Kun Yeun Han, Dong-Il Kim, Ah Long Son, Ji Eun Kim

요 지

본 연구의 목적은 강우-유출자료 및 댐 방류량 자료의 비선형적인 특징을 가장 잘 반영할 수 있는 신경망모형을 적용하여 수질정책의 기초자료를 제공하기 위하여 신뢰성 있는 유량자료를 산정하는 모형을 개발하였고 이를 낙동강 유역에 적용하는 것이다. 이를 위해서 낙동강물환경연구소의 8일 측정 유량이 가지는 정확성을 이용하면서 상류 댐의 일 방류량자료와 유역별 강우자료 및 국토해양부 수위관측소의 수위자료를 연계하여 유량을 보간할 수 있는 유량 보간 신경망 모형을 개발하였다. 신경망 모형의 출력값은 낙동강물환경연구소에서 측정하지 않은 기간에 대하여 유량을 보간할 수 있도록 구성하였으며 신경망 모형의 구조는 입력층과 출력층 사이에 하나의 은닉층이 존재하는 다층 신경망으로 구성하였으며, 학습단계에서는 오류 역전파 알고리즘 학습방법 중 모멘텀법을 사용하였다. 본 연구를 통하여 낙동강 전 유역에 대하여 유량 보간 모형을 적용한 결과 댐 방류량과 강우자료 및 상류 수위 관측소의 유량 자료를 이용한 유량 보간 신경망모형의 일 유량결과의 적용가능성을 검증할 수 있으며, 제시된 모형은 지속적인 수문자료의 질적 향상과 유출패턴의 축적으로 그 성능을 향상시킬 수 있을 것이며 또한 홍수기의 더 정확한 유량예측을 위한 적용사례의 확장 및 SWAT을 이용한 모형의 적용에 대한 연구가 병행되어야 할 것이다.

핵심용어 : 신경망모형, 유량 보간, FFN 모형

1. 서 론

본 연구의 목적은 강우-유출자료 및 댐 방류량의 비선형적인 관계를 신경망모형을 적용하여 수질정책에 기초자료를 제공하기 위하여 낙동강물환경연구소의 수질측정 지점에서 일 유량을 예측하는 것이다.

이를 위해 오류 역전파 알고리즘을 이용한 강우예측 신경망 모형을 개발하였으며 개발된 모형은 낙동강 권역 전체에 대해 예측하기 위하여 2005~2007년 낙본 D지점, 낙본 E지점 그리고 낙본 I지점을 목표지점으로 설정하여 모형을 적용하였다. 적용된 결과는 낙동 수위관측소와 왜관 수위관측소 및 진동 수위관측소의 실측 자료와 비교·검토하였다. 또한 신뢰도 높은 유량확보를 위해서 국토해양부 수위자료를 수위-유량 환산계수를 이용하여 낙동강 전역에 대해 검토하였으며, 이상치 여부 및 정상적인 수문곡선의 경향성을 분석한 후 유역에 적용하였다.

* 정회원 · 경북대학교 토목공학과 교수 · E-mail : kshanj@knu.ac.kr

** 정회원 · 경북대학교 토목공학과 박사수료 · E-mail : kdi5422@naver.com

*** 경북대학교 토목공학과 박사과정 · E-mail : salong83@hotmail.com

**** 경북대학교 토목공학과 석사과정 · E-mail : je-kim@knu.ac.kr

2. 수문 및 수리분석

미국 기상청(NWS)의 동역학적 홍수추적 모형인 FLDWAV 모형은 두 개의 널리 쓰이는 DWOPER(Fread, 1978) 모형과 DAMBRK(Fread, 1980) 모형의 통합모형이다. FLDWAV 모형은 이들 모형에 포함되어 있지 못한 중요한 기능을 가지고 있기도 하다. FLDWAV 모형은 단일수로나 수지형 수로에서의 1차원 부정류 해석을 위한 동역학적 홍수추적모형의 일반 형태를 가지고 있다. 본 연구에서는 기존 도시유역에 적용되고 있는 강우-유출모형의 기본이론의 장·단점을 검토하여 본 연구의 목적과 용도에 가장 적합하다고 판단되는 SWMM 모형을 선정하여 내수 모형에 적용하였으며 2차원 침수 해석을 위하여 FDM 기법을 사용하여 범람도를 작성하였다.

3. 실제유역에 대한 적용

3.1 대상유역

본 연구의 신경망 유량예측 모형의 적용유역은 낙동강 전 유역으로써 대상구역은 낙동강전유역으로써 모의 지점은 낙동수위관측소, 왜관수위관측소, 진동수위관측소로 지정하였다. 모의 시 각 관측소의 목표치인 8일 측정유량자료는 낙동수위관측소인 경우 낙본 D이고 왜관수위관측소의 경우 낙본 E이며 진동수위관측소의 경우 낙본I지점이다.

3.2 신경망 모형의 개발

본 연구에서는 낙동강물환경연구소의 8일 측정 유량이 가지는 정확성을 이용하면서 상류 댐의 일 방류량자료와 유역별 강우자료 및 건교부의 수위관측소의 수위자료를 연계하여 유량을 예측할 수 있는 유량예측 신경망 모형 FFN(Flow Forecasting By Neural Network)을 개발하였다.

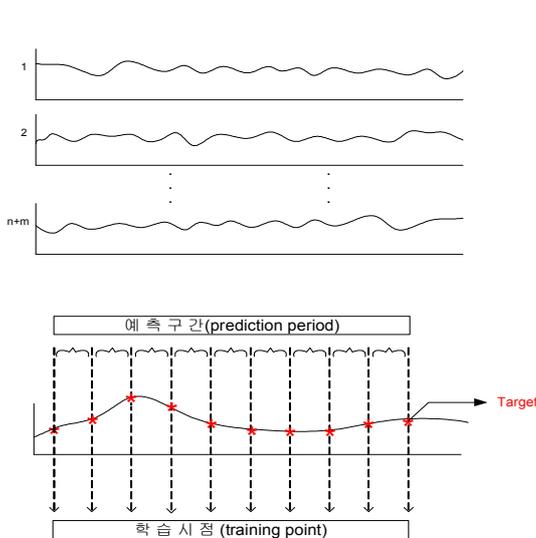


그림 1. 유량예측 신경망 모형의 개요

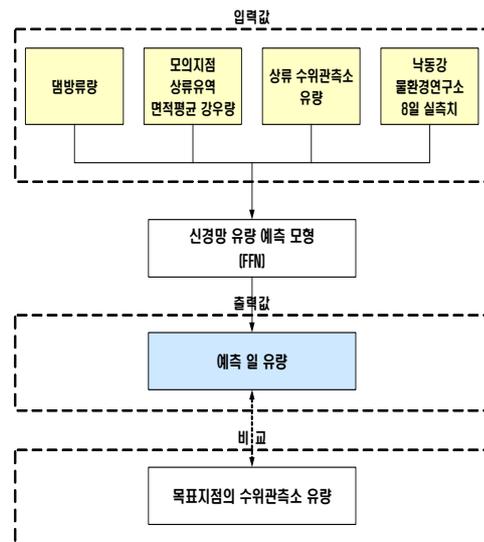


그림 2. 유량예측 모형 시나리오

신경망 모형의 출력값은 낙동강물환경연구소에서 측정하지 않은 기간에 대하여 유량을 예측할

수 있도록 구성하였으며 신경망 모형의 구조는 입력층과 출력층 사이에 하나의 은닉층이 존재하는 다층 신경망으로 구성하였으며, 학습단계에서는 오류 역전파 알고리즘 학습방법 중 모멘텀법을 사용하였다. 은닉층의 뉴런수는 입력층 뉴런의 두 배로 구성하였으며, 학습반복수는 오차값의 수렴성을 고려하여 5,000번을 적용하였다. 또한 학습률과 모멘텀 상수는 각각 0.001과 0.01을 사용하였다. 유량예측을 위한 FFN(Flow Forecasting By Neural) 모형의 입력층은 공통적으로 상부 댐의 방류량과 지류의 유출을 반영하기 위하여 유역의 면적평균 강우량 자료 및 수위관측소의 수위-유량곡선으로부터 산정된 유량을 활용하였다.

3.3 낙동강 유역 유량 자료의 환산 및 수문경향성 검토

본 모형에서 유출을 검토하기 위해서는 수위자료가 아닌 유량자료를 이용하여 해당 분석을 수행하게 되므로 정도 높은 유량자료의 확보는 대단히 중요한 문제이다. 수위자료와는 달리 유량자료의 경우 연속적으로 측정하는 것은 예산과 장비 측면에서 현실적으로 어려운 문제이므로 연속 자료 생성이 상대적으로 용이한 수위자료에 대한 관측을 수행한 후 이를 수위-유량관계에 적용하여 유량자료를 산정하게 된다.

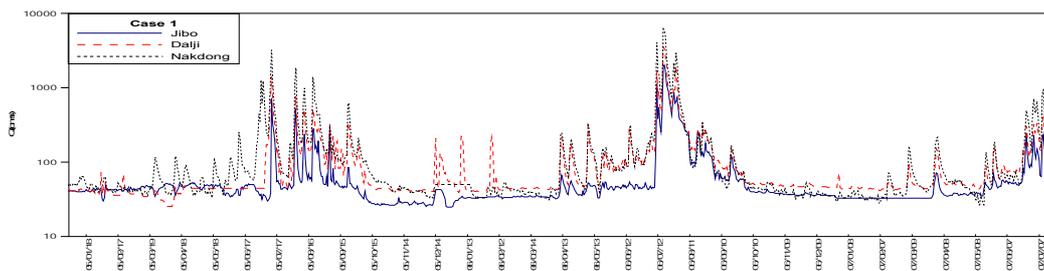


그림 3. 2005년~2007년 유량환산 (Case I: 지보, 달지, 낙동)

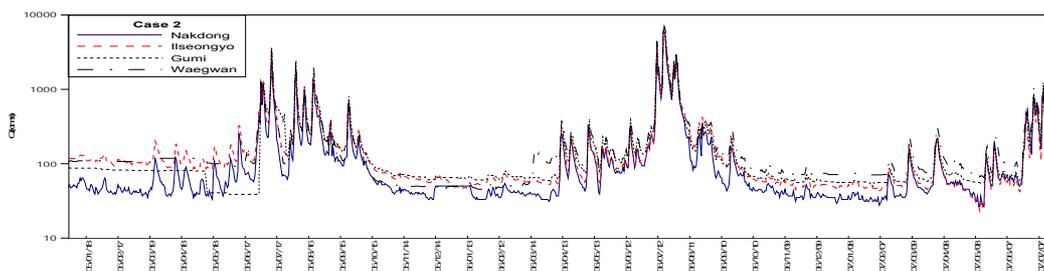


그림 4. 2005년~2007년 유량환산 (Case II: 낙동, 일선교, 구미, 왜관)

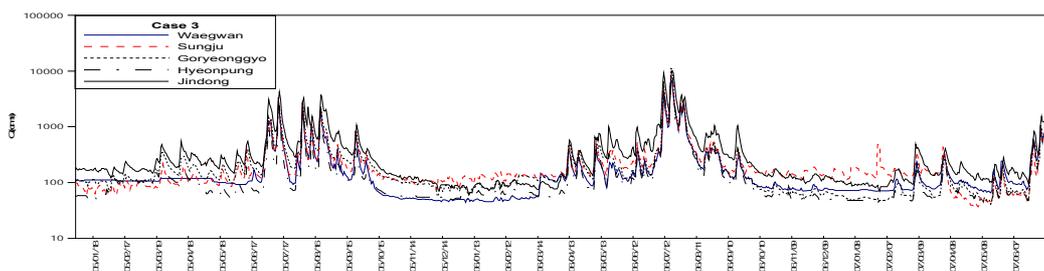


그림 5. 2005년~2007년 유량환산 (Case III: 왜관, 성주, 고령교, 현풍, 진동)

유량 환산을 위해 본 연구의 범위에 해당하는 국토해양부 수위자료를 수집하여 이상치 여부를 검토하였으며 유량환산결과를 비교·검토한 후 패턴이 고르고 신뢰도가 높은 정상적인 수문곡선의 경향을 고려하여 그림과 같이 10개 지점(지보, 달지, 낙동, 일선교, 구미, 왜관, 성주, 고령교, 현풍)의 수위-유량 환산 값을 선정하였다.

3.4 유량예측 신경망 모형의 낙동강유역에 적용

본 연구의 신경망 유량예측 모형의 적용유역은 낙동강 전 유역으로써 대상구역은 낙동강전유역이며 모의 지점은 낙동수위관측소(낙본 D), 왜관수위관측소(낙본 E), 진동수위관측소(낙본 I)로 지정하였다.

표 1. 학습횟수에 따른 검정결과

	모의횟수	RPE	RVE	AMB	RMSE	CC	SS
Case I. 낙동	2000회	-0.79	-0.08	82.20	315.39	0.80	0.57
Case II. 왜관	5000회	-0.77	-0.13	71.81	352.47	0.86	0.60
Case III. 진동	5000회	-0.30	-0.14	124.47	322.22	0.95	0.86

위의 표에서 볼 수 있듯이 case 1의 경우 반복횟수 2000번의 모의 결과가 가장 잘 일치하였고 case 2 및 case 3의 경우 반복회수 5000번의 모의 결과가 가장 잘 일치하였다. 그림 3.19에서 그림 3.30은 목표지점의 수위관측소 유량과 모의한 결과 및 낙동강물환경연구소 8일 실측치를 비교한 그래프이다. 낙동수위포 지점에서의 모형 학습 횟수가 적을수록 예측치와 관측치가 잘 일치하였고 왜관에서도 학습 횟수가 적을수록 잘 일치하였다. 따라서 초기 입력 값의 중요성이 커짐을 알 수 있다. 다음 그림 2는 각 모형의 결과를 그래프로 나타낸 것이다.

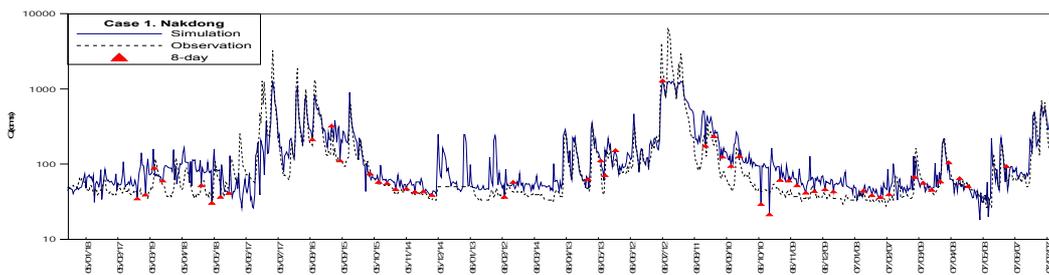


그림 6. FFN모형 모의 결과(낙동)

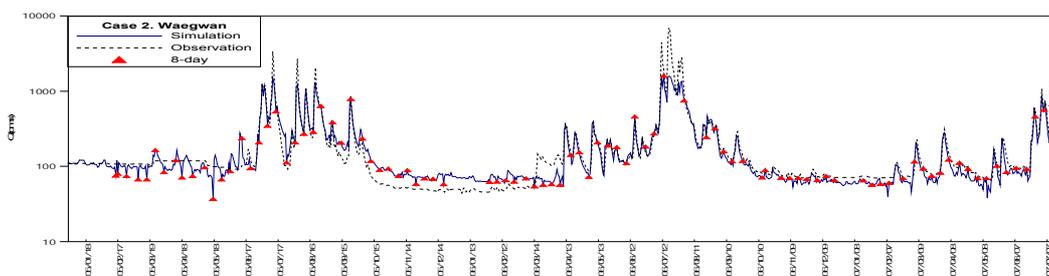


그림 7. FFN모형 모의 결과(왜관)

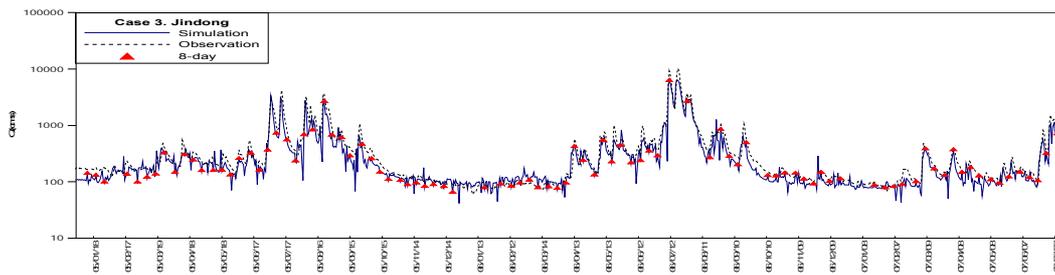


그림 8. FFN모형 모의 결과(진동)

낙본 D지점, 낙본 E지점, 낙본 I지점을 Target으로 모의된 2005년 ~ 2007년까지의 유출량을 실측치와 비교하기 위해 모의 결과를 낙동 수위측정지점, 왜관 수위측정지점, 진동 수위측정지점의 실측치와의 비교하였다. 이와 같은 비교 검증을 통하여 복잡한 비선형성을 가지는 유출 시계열 자료에 대한 효과적인 최적의 신경망모형을 개발하여 유량을 예측하고 적용 가능성을 검토하였다. 모의 결과는 수질정책의 기초자료 제공에 기여할 것으로 판단된다.

4. 결 론

이제까지의 신경망 모형을 통한 시계열 자료의 예측에서는 장기간의 데이터 수집을 통하여 향후 기간의 시계열 자료를 예측하거나 특정 이벤트를 통하여 향후 유사한 이벤트를 예측하였다. 하지만 본 연구에서는 8일 간의 유량예측자료를 통하여 8일 간격 사이의 기간 동안의 유량을 예측하였다.

본 연구를 통하여 댐 방류량과 강우자료 및 상류 수위 관측소의 유량 자료를 이용한 유량예측 신경망모형의 일 유량결과의 적용가능성을 검증하였으며, 제시된 모형은 지속적인 수문자료의 질적 향상과 유출패턴의 축적으로 그 성능을 향상시킬 수 있을 것이며 또한 홍수기의 더 정확한 유량예측을 위한 적용사례의 확장 및 SWAT을 이용한 모형의 적용에 대한 연구가 병행되어야 할 것이다.

감 사 의 글

본 연구는 낙동강수계관리위원회·국립환경과학원 낙동강물환경연구소에서 시행한 환경기초조사사업의 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다..

참 고 문 헌

윤강훈, 서봉철 (2004). “댐방류량을 이용한 한강 유역 신경망 유출 예측모형에 관한 연구” 한국수자원학회 논문집, 제24권. 제1B호, pp. 47-53.
 Anthony, W.M. (1996). “Extended Rainfall-Runoff Modelling using Artificial Neural Networks.” Hydroinformatics '96, Proceedings of the 2nd International Conference on Hydroinformatics, Zurich, Switzerland, pp. 207-213.