

단층퍼셉트론을 이용한 Thiessen 계수 대안에 관한 연구

Study on the Alternative of Thiessen Coefficient by One Perceptron Neuron

박성천*, 김용구**, 정천리***, 문병석****

Park, Sung-Chun , Kim, Yong-Gu , Jeong, Cheon-lee , Moon, Byoung-seok

요 지

유역평균강우량은 강우-유출모형을 통하여 유출량을 산정할 경우에 사용되며, 산정 방법에는 산술평균법, Thiessen 가중법, 등우선법 등이 있으나 일반적으로 Thiessen 가중법을 많이 적용하고 있다. Thiessen 가중법의 유역평균 강우량 산정방법은 각 관측소가 지배하는 면적(지배면적)을 전체면적으로 나누어 가중치(Thiessen계수)를 구한 후 여기에 각 관측소의 강우량을 곱하고 이를 합산함으로써 유역평균 강우량을 산정하는 방법이다. 본 연구에서는 면적비로 구해지는 Thiessen 계수의 대안을 찾기 위해 대상 유역으로는 영산강 1지류인 지식천 유역을 선정하였고, 단층퍼셉트론을 이용하여 동면, 청풍, 능주의 강우자료를 Input, 능주 지점의 유출자료를 Output으로 상호 상관분석으로부터 한 개의 유출 사상에 대해 가장 높은 상관계수를 선택하여 Input 자료를 재구성하였다. 재구성 한 자료를 이용하여 훈련시키고 여기서 발생한 가중치를 Thiessen 계수의 대안의 값으로 추천한다.

핵심용어 : Thiessen 가중법, Thiessen 계수, 유역평균강우량, 단층퍼셉트론

1. 서론

유역에 강우현상이 발생하면 강우는 증발산, 침투 및 지하수 등의 과정을 거치면서 결국 하천유량의 형태로 흐르게 된다. 그러나, 강우에 의한 하천 유출 과정은 여러 가지 원인에 의한 강우의 손실로 인해 입력(강우)과 출력(유출)이 완전한 비례관계를 이루지 못하므로 정확한 유출량을 예측하는 데는 많은 어려움이 있다. 이러한 강우-유출관계는 그 과정이 비선형적(nonlinear)이고, 시공간적으로 다양하게 분포하기 때문에 단순한 모델로 설명하기가 쉽지 않다.

우리나라 5대강 홍수 예·경보 시스템에서 홍수 유출의 계산은 비교적 간단한 모형의 구조임에도 불구하고 유역의 저류 효과를 고려하는 비선형 유출모형이며, 유출계산에 필요한 매개변수의 수가 적으므로 실시간 예측단계에서 매개변수의 조정이 용이하다는 장점을 가지는 저류함수 모형에 의해 이루어지고 있으며, 홍수 유출 계산은 관측된 지점별 강우량을 이용하여 소유역별 평균 강우량을 산정하는 과정으로부터 시작된다. 지점별 강우량을 소유역별 면적 평균 강우량으로 환산기 위해 Thiessen 계수에 의한 가중평균법이 이용되고 있

* 정회원 · 동신대학교 토목공학과 부교수 · E-mail : psc@dsu.ac.kr

** 정회원 · 동신대학교 대학원 토목공학과 박사과정 · E-mail : kkamy9155@hanmail.net

*** 정회원 · 동신대학교 대학원 토목공학과 석사과정 · E-mail : ch1010@moct.go.kr

**** 정회원 · 서남대학교 토목공학과 조교수 · E-mail : mbs0235@seonam.ac.kr

다. 그러나 강우사상이 고려가 되지 않은 단순 면적비로 환산된 Thiessen계수를 이용하여 소유역면적별 평균 강우량을 산정하여 홍수유출을 계산한다는 것은 다소 무리가 있는 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 Thiessen 계수에 의한 소유역면적별 평균강우량을 구하는 방법보다 강우강도에 따른 가중치를 주어 그 가중치로 인한 소유역별 평균강우량을 구하기 위해 대상유역은 영산강의 제 1지류인 지석천 유역을 선정하였다. 지석천 유역의 우량관측소인 동면, 청풍, 능주의 지점별 강우량을 Input자료, 능주지점의 유출량을 Target자료로 훈련·검증결과 생성된 연결강도를 현재 강우사상을 반영한 Thiessen 계수의 대안으로 활용하고자 한다.

2. 대상유역 및 입력 및 출력자료

2.1 대상유역



본 연구의 대상유역인 지석천 유역은 위도 $34^{\circ} 50' \sim 35^{\circ} 05'$ 와 경도 $126^{\circ} 45' \sim 127^{\circ} 05'$ 범위 내에 이다. 북쪽으로는 광주광역시, 남·동쪽은 화순군이 위치하고 있으며 서쪽은 나주시가 영산강 본류와 경계를 이루고 위치해 있고, 유역의 북·동쪽은 약간 산악지형이고, 서쪽은 시가지 지형으로 구릉지이다.

지석천 유역에 속해있는 기상 관측소는 없지만 인근의 광주기상청의 자료를 참고하면 연평균 기온은 13.2°C 이며, 연평균 상대습도는 74%, 연평균 증발량은 $1,123.3\text{mm}$ 로서 전국평균 강수량에 약 80%정도에 해당한다. 유역면적은 661.0km^2 이고, 유로연장은 53.2km 이다.

2.2 입력 및 출력자료

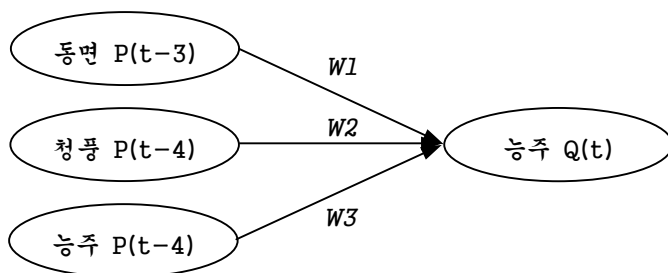


그림 1 다중 퍼셉트론 구조도

입력 자료를 위해 3개 우량관측소의 30분 단위 강우량 자료를 이용하였으며, 2002년 8월 31일 10시 30분부터 동일 15시 30분까지의 연속되는 강우사상을 선택하였다. 이는 무강우에 의해 다중 퍼셉트론의 학습이 이루어지지 않기때문에 세 강우 관측소에 무강우가 전혀 존재하지 않는 공통 기간을 선택한 것이다.

각 지점의 강우량 자료와 같은 기간의 능주지점의 유출량 자료와의 상호상관분석을 통해 표 1에서 보는 바와 같이 각각의 지체시간을 산정하였다. 능주지점에서 선택한 유출량 자료에 대해 동면 강우 관측소는 1시간 30분의 지체시간을 가지며, 청풍과 능주는 각각 2시간의 지체시간에서 가장 높은 상관 관계를 나타내었다. 산정된 각각의 지체시간을 이용하여 강우 관측소의

강우량 자료를 재구성하여 입력자료를 구축하였다.

표 1 유출량과 강우량의 상호상관 분석에 의한 지체시간

구분	동면	청풍	능주
Lag-0	0.56	0.22	-0.20
Lag-1	0.82	0.51	0.22
Lag-2	0.91	0.48	0.10
Lag-3	0.93	0.83	0.29
Lag-4	0.90	0.85	0.52
Lag-5	0.81	0.81	0.00
Lag-6	0.60	0.58	0.07

3. 단층퍼셉트론 학습 및 결과

입력층과 출력층으로 구성된 다중 퍼셉트론을 최대 학습 횟수 (100회)까지 학습을 실시하였다. 다중 퍼셉트론의 학습을 위한 매개변수인 학습율 및 모멘텀 상수는 각각 0.9와 0.7을 사용하였으며, 출력층의 전달함수로써 탄젠트 시그모이드 함수를 이용하였다. 상호상관분석에 의해 구해진 시차를 적용하여 입력 및 출력자료를 구성하였으며, 각각의 자료들의 전처리 과정으로써 $[-0.8, 0.8]$ 의 범위 구간으로 자료들을 스케일링 하였다. 다중 퍼셉트론의 학습을 위한 오차 역전파 학습 알고리즘을 이용하였다. 다중 퍼셉트론의 구조는 그림 1에 나타내었으며, 학습에 의해 산정되는 가중치(W)가 Thiessen 계수의 대안으로 이용되어진다.

최대 학습 횟수까지의 RMSE 값의 변동을 그림 2에 나타내었으며, 50회 정도의 학습 후 오차값이 수렴되어져 있는 것을 볼 수 있다. 학습에 의한 유출량의 추정치와 실제 유출량은 그림 3에 나타내어져 있으며, 지체시간이 고려된 강우량의 입력자료가 다중 퍼셉트론의 가중치에 의해 유출량을 잘 반영해내고 있음을 알 수 있다.

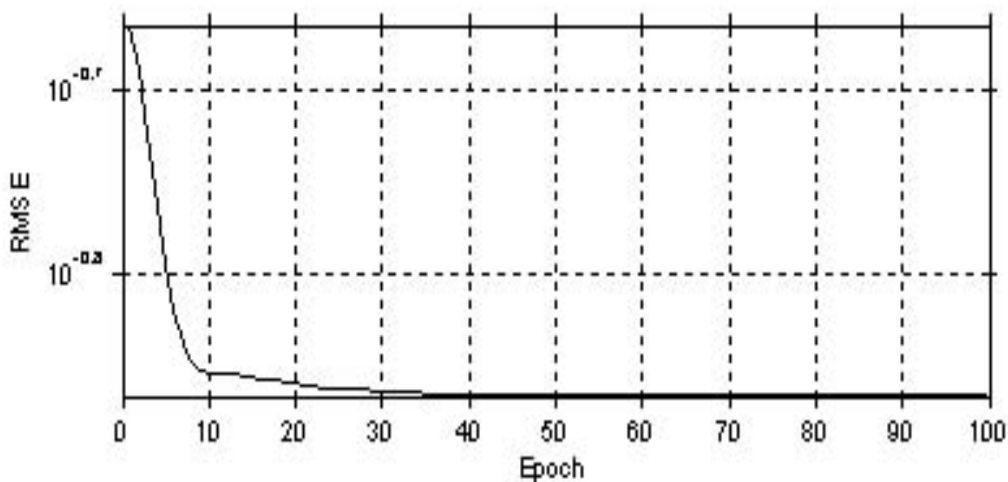


그림 2 학습 과정의 최소자승 오차의 변동

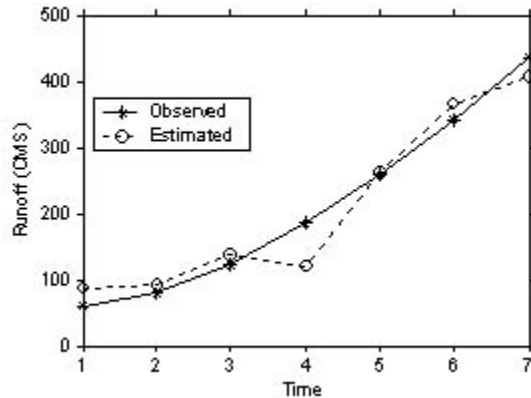


그림 3 실제 유출량과 다중 퍼셉트론의 학습에 의한 출력값

다중 퍼셉트론의 학습에 의해 산정된 가중치를 이용하여 각 강우 관측소의 유출에 미치는 영향의 정도를 비율로 나타내었으며 (표 2), 기존의 Thiessen 계수값과 비교하였다. 유출량 측정 지점과 가장 가까운 능주 지점의 경우 해당 Thiessen 계수와 비가중치가 큰 차이를 보이고 있지 않으나, 동면과 청풍 지점의 경우 강우량의 영향의 정도가 역전된 현상을 볼 수 있다. 즉, Thiessen 계수의 경우에는 청풍의 강우량이 능주 지점의 유출량에 가장 큰 영향을 미치고 있으나, 비가중치의 경우 동면이 40% 이상의 영향을 미치고 있음을 나타내고 있다.

표 2 다중 퍼셉트론의 가중치와 그 비가중치

구 분	동면	청풍	능주	합계
Thiessen 계수	0.2997	0.4665	0.2337	1.0000
가중치	1.1436	0.8952	0.7223	2.7611
비가중치	0.4142	0.3242	0.2616	1.0000

4. 결론 및 고찰

본 연구에서는 다중 퍼셉트론에 의한 가중치를 유역 평균 강우량 산정을 위한 Thiessen 계수의 대안으로써의 사용 가능성에 대한 검토를 하였으며, 단일 사상의 유출량에 대해 학습된 가중치를 비율로 나타내어 각 강우 관측소의 강우량이 유출량에 미치는 영향의 정도를 파악하였다. 능주 지점의 강우의 영향의 정도는 Thiessen 계수와 비가중치가 별다른 차이를 보이지 않았으나, 동면과 청풍의 경우 역전된 경향을 나타내었다. 앞서 말한 바와 같이 본 연구에서 이용한 단일 유출 사상에 대해 각 강우 관측소의 비가중치가 능주 지점의 유출량을 성공적으로 반영해냈다. 그러나, 이는 하나의 특정한 사상에 대한 비가중치라는 점에 심화 연구가 필요하다 하겠다. 즉, 다른 강우 및 유출 사상에 대한 일반적인 비가중치가 구해져야 하며, 그 영향의 정도가 강우 양상에 따라 어떠한 변화를 나타내는지도 또한 연구되어야 한다고 판단된다.