

인공신경망과 CAPPI 자료를 이용한 단기 강우예측

Short-Term Rainfall Forecast Using Artificial Neural Network and CAPPI

지계환*, 오경두**, 안윤희***
Gye Hwan Jee, Kyoung Doo Oh, Won Sik Ahn

.....

요 지

본 연구는 레이더 강우 영상에서 추출된 강우 패턴을 인공신경망으로 처리하여 단기 강우 예측을 수행하는 방안을 제시한 것이다. 본 연구에 활용한 CAPPI 영상자료로는 편차 보정과 품질 관리가 이루어지고 있으며 획득이 용이한 기상청 자료를 이용하였으며 CAPPI의 PNG 영상으로부터 강우 패턴을 추출하고, 이를 역전파 알고리즘의 인공신경망 강우 예측 모형에 학습시켜 단기 강우를 예측하기 위한 절차를 제시하였다. 이를 위하여 강우의 시공간적 변화 패턴 추출을 위한 영상 처리와 GIS 자료처리 기법을 제시하였고 이를 인공신경망의 단기 강우 예측 학습과 검증에 적용하여 본 연구에서 제시된 기법의 타당성을 검토하였다.

핵심용어 : 데이터, CAPPI, 인공신경망, 강우예측, 영상분석

1. 서론

국지적으로 발생하는 집중호우는 발생 시간이 매우 짧아 홍수 예보가 어렵고 이에 따라 피해를 최소화할 수 있는 적절한 대응에 어려움이 있다. 유역의 강수량을 예측하는 방법에는 지상의 강수량계를 사용하여 직접 관측된 자료를 이용하여 예측하는 방법과 강우 레이더를 이용하여 대기 중의 강수 입자를 관측하고 이를 강수량 자료로 변환하여 예측하는 방법이 있다. 강수량계는 직접 관측하기 때문에 실측 강수량 정보를 얻는 장점이 있으나, 현업에서 필요한 면적강수량을 얻기 위해서는 강우의 공간적인 분포를 반영할 수 있도록 다수의 강수량계를 설치해야 하는 단점이 있다. 한편, 강우 레이더는 넓은 범위의 강수량을 실시간으로 취득할 수 있으며, 특히 공간적으로 한정되어 발생하는 국지성 돌발홍수의 원인이 되는 단기 집중 호우를 추적하기 용이한 장점이 있다.

따라서 본 연구에서는 기상청에서 편차 보정과 품질 관리가 이루어지고 있어 상당한 신뢰 수준을 확보하고 있고, 현장에서 쉽게 제공 받을 수 있는 레이더 CAPPI 영상으로부터 강우 패턴을 추출하고 이를 인공신경망 강우 예측 모형에 적용하여 단기 강우를 예측하는 방안을 제시하였다.

* 정희원 · 동부엔지니어링 수자원부 전무, 수원대학교 박사과정 · E-mail : civilx@dbeng.co.kr

** 정희원 · 육군사관학교 건설환경과 교수 · E-mail : okd0629@kma.ac.kr

*** 정희원 · 수원대학교 토목공학과 교수 · E-mail : wsan@suwon.ac.kr

2. 연구 방법

본 연구에서 수행한 연구 절차와 방법은 크게 두 단계로 구분할 수 있다. 첫 번째로 레이더 CAPPI 강우 영상으로부터 이미지 프로세싱(image processing) 기법으로 유역의 강우 자료를 추출하는 단계이다. 그리고 두 번째 단계는 강우 레이더 영상으로부터 추출된 유역 강우량을 인공 신경망 알고리즘에 학습시켜 단기 강우를 예측하는 단계이다.

2.1 레이더 강우 영상(CAPPI)의 처리

2.1.1 레이더 강우 영상의 전처리

기상청에서 제공되는 레이더 강우 영상은 래스터 기반의 자료로서 강우 정보뿐만 아니라 이러한 강우 정보를 나타내는 픽셀의 색상 정보와 함께 위경도 구분선, 영역 경계선, 해안선 및 기상 관측소의 위치와 기준 색상 범례표 등을 포함하고 있다. 이러한 요소들은 영상 내에서 강우량을 나타내는 색상 정보와 중복되는 경우가 발생하여 특정 위치에 대한 강우량 결과 값을 부정확하게 하는 원인이 된다. 따라서 불필요한 요소로 판정된 픽셀은 제거하고, 정보가 누락된 픽셀은 보정하는 전처리 과정을 수행하여야 한다. 그림 1은 기상청 레이더 CAPPI 강우 영상을 처리하기 전과 보정 처리하는 전처리 과정을 나타낸 것이다

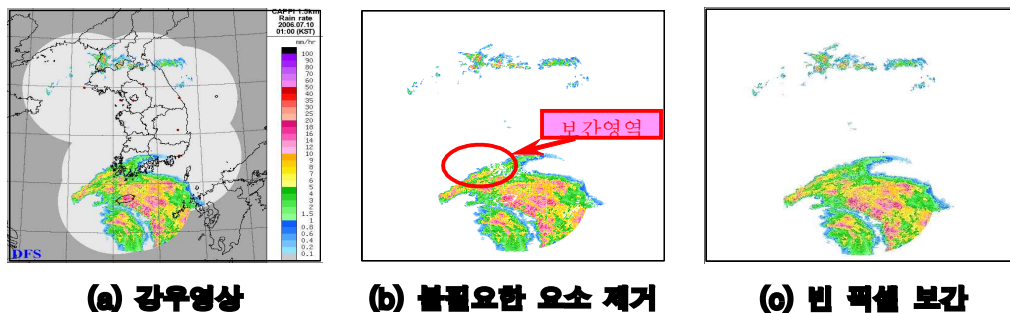
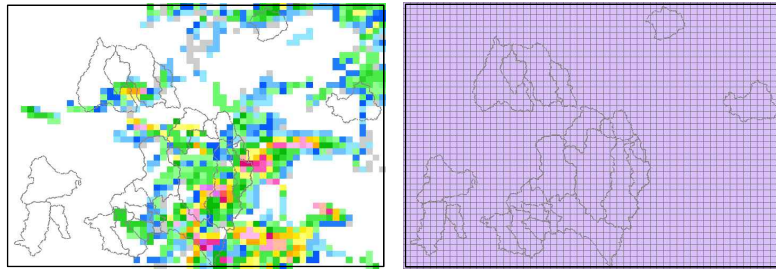


그림 1. 강우영상의 전처리 과정

2.1.2 레이더 강우 영상의 벡터화

본 연구에서는 전처리 과정을 거친 레이더 강우 영상으로부터 유역의 강우량을 얻기 위해서 강우 영상을 GIS 기반의 수치데이터로 변환하였다. 이를 위하여 강우 영상 영역의 픽셀에 매칭되는 격자체계를 구성하고 격자를 구성하는 각 셀과 강우 영상의 픽셀 간 1:1 맵핑 처리 과정을 수행하였다. 이때 각 픽셀에 정의된 색상 값의 R, G, B 구성 정보로부터 픽셀 색상 정보를 강우량 수치 자료로 변환하였고 이를 픽셀과 맵핑되는 격자에 저장하였다. 강우 영상은 525×540 개의 픽셀로 구성되어 있으며, 공간 연산을 위하여 실세계 좌표로 변환 시 X, Y 길이가 서로 다른 직사각형 격자로 구성하였다. 이를 GIS 그리드의 정방형 데이터로 변환 할 경우 강우영상 픽셀 고유의 값이 손실되므로, 그림 2와 같이 GIS 그리드 형태가 아닌 직사각형의 벡터 폴리곤으로 변환하였다.



(a) 강우영상 (b)강우벡터

그림 2. 금강유역 내의 강우영상과 격자체계 구성

2.2 인공신경망

인공신경망(Artificial Neural Network : ANN) 알고리즘은 생물의 신경전달 과정을 추상화하여 이를 수학적으로 해석한 모형으로 외부 신호가 상호 연결된 뉴런(neuron) 신경세포계를 통과하면서 뉴런끼리의 연결 강도를 조절하는 방식으로 일종의 학습(training) 과정을 수행하고 학습된 인공신경망을 문제 해석에 적용하게 된다. 이러한 인공신경망의 학습과 문제 해석 과정은 사람이 학습하고 기억하는 과정과 비슷하며, 이를 통해 추론, 분류, 예측 등을 수행할 수 있게 된다.

본 연구에서는 인공신경망 모형을 학습하는데 가장 많이 사용되고 있는 역전파 알고리즘(back-propagation algorithm)을 적용하였다. 역전파 알고리즘으로 인공신경망 모형을 학습시키는 데에는 2가지 단계를 거치게 되는데 첫 번째 단계는 입력값으로부터 전달함수를 통하여 출력값을 산정하는 순방향 처리이고 두 번째 단계는 목표값과 계산값의 차이를 출력된 결과로부터 역방향으로 진행시키면서 오차가 최소화되도록 뉴런간 연결강도를 조절하는 것이다. 본 연구에서 적용한 인공신경망 모형의 구조는 그림 3과 같다.

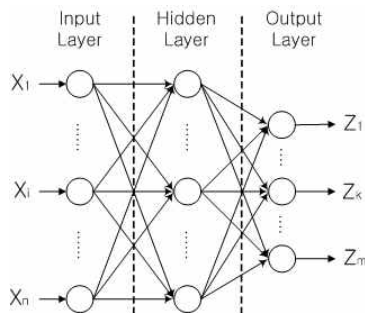


그림 3. 인공 신경망 모형의 구조

3. 인공신경망 강우 예측 모형의 적용 및 분석

3.1 인공신경망 강우 예측 모형의 구성

강우예측을 위한 신경망 모형의 학습 입력 데이터로 레이더 CAPPI 자료에서 추출한 강우량 패턴을 적용하였다. 그림 4와 같이 대상 유역은 금강유역의 갑천이며 선택된 호우 사상은 2005 ~

2009년의 호우 중 3개의 태풍을 포함한 9개의 주요 호우 사상을 학습 데이터로 사용하였고, 호우 자료 중 20%를 검증에 사용하였다. 인공신경망 학습에 필요한 입력자료는 호우 사상을 신경망 모형의 입력 형태에 맞도록 전처리하여 적용하였으며, 단기 강우 예측을 위한 신경망 모형은 3가지 형태로 구성하여 인공신경망 구성에 따른 특성을 비교 검토하였다.

본 연구에서 채택한 n시간 후의 강우 예측 모형은 식 (1)과 같다.

$$t+n) = f[R(t), \dots, R(t+n-1), WD, WS] \quad \text{식 (1)}$$

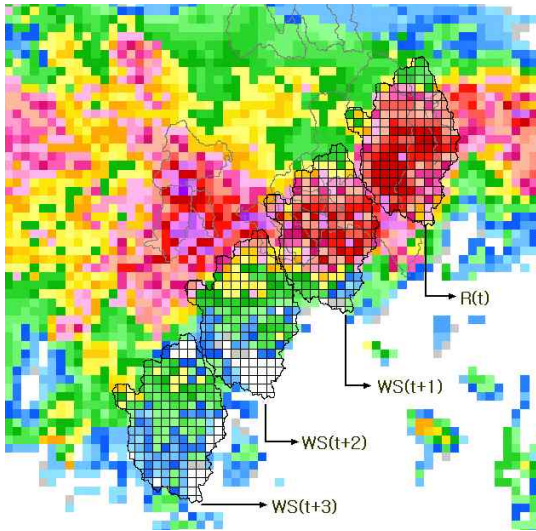


그림 4. 예측시간별 CAPPI 추출 강우 패턴

각 인공신경망 모형별 학습 자료 구축에 있어서 풍향(WD) 및 풍속(WS) 외에 FModel은 현 시점에서 CAPPI에서 추출한 1시간 후의 예측 유역 평균 강우량 1개로 구성하였고, FModelII는 현시점에서 추출한 1시간과 2시간 후의 예측 유역 평균 강우량, FModelIII는 현 시점과 1시간, 2시간 후의 예측 유역 평균 강우량 등의 자료로 구성하였다. 각 인공신경망 강우 예측 모형 별 인공신경망의 구조는 표 1과 같다.

표 1. 강우 예측 인공신경망 모형별 구조

Method	Model	Input Layer	Hidden Layer	Output Layer
Gradient descent	FModel I	3	4	1
	FModel II	4	4	1
	FModel III	5	4	1

3.2 인공신경망 강우 예측 모형의 실험 결과

레이더 CAPPI를 처리한 자료를 이용하여 강우 패턴을 인공신경망에 학습시킨 후 검증 대상 호우에 대하여 적용하였으며 이때 풍향과 풍속 관련 자료는 지상관측소 자료와 700mb 상층 자료를 구분하여 총 6가지 경우로 구분하여 비교하였다. 표 2에 제시된 바와 같이 총 6개의 CASE 중 지상관측 풍향 및 풍속 자료를 사용한 FModelII 모형에서 1시간, 2시간과 3시간 예측의 상관계수는 0.77, 0.69, 0.70으로 가장 양호하게 나타났다. 한편, 700mb 상층 자료를 사용한 경우 표 3에 제시된 바와 같이 1시간 예측의 상관계수는 0.83~0.89, 2시간 예측은 0.68~0.75로서 3가지 모형 모두 지상관측소 자료를 이용한 경우에 비하여 비교적 크게 향상되었으나 3시간 예측의 경우에는 오히려 상관계수가 크게 감소하는 것으로 나타나 이에 대한 추가적인 연구와 규명이 필요할 것으로 분석되었다.

표 2. 지상관측소 풍향, 풍속 적용 시 모델별 상관계수

구 분	1시간	2시간	3시간	비 고
FModel I	0.6104	0.3525	0.2536	지상 풍향 및 풍속 자료
FModel II	0.7687	0.6910	0.6954	
FModel III	0.6865	0.3741	0.2804	

표 3. 700mb 상층 풍향, 풍속 적용 시 모델별 상관계수

구 분	1시간	2시간	3시간	비 고
FModel I	0.8906	0.7007	0.0727	상층 풍향 및 풍속 자료
FModel II	0.8274	0.7459	0.1572	
FModel III	0.8623	0.6788	0.1587	

4. 결론

강우의 예측은 복잡도가 높으면서 정확하게 정의되어 있지 않은 문제의 영역에 속하여 수학적 모형이나 알고리즘에 의한 효율적 해석이 어려울 뿐만 아니라 강우 예측에 필요한 입력 자료의 획득에도 많은 어려움이 있다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 현장에서 쉽게 제공 받을 수 있는 기상청 레이더 CAPPI 영상으로부터 강우 예측에 필요한 강우 패턴을 추출하는 방법과 이를 인공지능망에 학습시켜 단기 강우를 예측하기 위한 방안을 제시하였으며 본 연구의 내용과 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 강우 레이더 영상을 강우 예측을 위한 자료로 활용하기 위하여 레이더 영상을 GIS 기반 벡터 데이터로 변환하여 인공지능망 모형을 구현하는 절차를 제시하였다. 이러한 기법은 단기 강우 예측에 필요한 레이더 강우 패턴을 정량화하여 다양한 형태의 인공지능망 강우 예측 모형 구축을 가능하게 한다.

(2) 레이더 영상에서 얻어진 강우패턴을 인공지능망에 학습시킨 후 검증 자료와 비교한 결과 예측 시간이 증가함에 따라 예측의 정확도가 감소해가지만 비교적 높은 상관계수를 보였으며 자료의 특성에 따른 차이도 확인할 수 있었다.

(3) 본 연구를 통하여 레이더 강우 자료와 인공지능망을 결합한 단기 강우 예측 모형의 적용 가능성을 확인할 수 있었다. 그러나 강우 레이더의 실무적용을 위해서는 더 높은 정확도가 요구되기 때문에 지속적인 연구가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

1. 김광섭(2006). 상층기상자료와 신경망기법을 이용한 면적강우 예측, 한국수자원학회 논문집, 제39권 제8호, pp. 717-726.
2. 정희선(2007). 인공지능망기법에 상관계수를 고려한 서울 강우관측소 지점간의 강우보완 및 예측, 석사학위논문, 연세대학교.
3. 김원일, 오경두(2008). 레이더 강우자료에 의한 홍수 예보 시스템 연구, 한국수자원학회 논문집, 제41권 제11호 1153-1162.