

레이더영상 디지털변환(RAIDOM)의 강우-유출모의 적용성 연구

Application of RAIDOM for Rainfall-Runoff Simulation

오경두*, 이순철**, 안원식***, 최병규****, 강태호*****

Kyung Do Oh, Soon Cheol Lee, Won Sik Ahn, Byong Gyu Choi, Tae Ho Kang

요 지

레이더 강우와 관련한 대부분의 연구나 실무적용이 제한을 받는 이유는 레이더 반사도 등의 원시자료를 획득하기가 어려울 뿐만 아니라 이를 처리하여 수문해석에 적용하는 과정이 간단하지 않기 때문이다. 이를 해결하기 위하여 다음과 같은 내용을 연구하였다.

(1) 레이더 영상자료를 실용적으로 활용하기 위한 ‘레이더 영상 디지털 변환법(RAIDOM)’을 연구 개발하였다. 또한 오프라인상에서도 기상청 레이더 합성 CAPPI 이미지 자료를 디지털 강우자료로 직접 변환할 수 있는 방법을 제시하였다. 이러한 기술은 앞으로 레이더 강우 연구와 레이더 강우의 활용성을 넓히는데 크게 기여할 것으로 기대된다.

(2) RAIDOM 레이더 강우와 연계한 분포형 강우유출모형을 구축하였다. 본 연구에서는 DEM, 토지피복도, 토양도로부터 분포형 강우-유출모형의 매개변수를 산정하는 방법을 상세히 연구하여 제시하였다. 이러한 연구결과는 앞으로 분포형 강우유출모형에 대한 연구와 활용성을 넓히는데 기여할 것으로 기대된다.

(3) 주요 관측 레이더 호우사상을 이용하여 RAIDOM 강우와 구축된 분포형 모형의 적용성을 검증하였다. 이를 위하여 먼저 강우유출자료가 체계적으로 관리되고 있는 평창강 국제수문개발계획(IHP) 시범구역의 자료를 이용하여 모형의 매개변수 보정을 수행하였다. 강우 전 하천의 기저유량과 구역의 초기함수조건을 제외한 나머지 매개변수는 유역특성을 나타내는 인자들이므로 모든 강우사상에 대하여 일정한 것으로 가정하여 매개변수 보정을 수행하였다. 6개 주요 호우사상에 대하여 보정한 결과 4개의 호우사상에 대하여 강우-유출과정을 거의 완벽하게 재현하였으며, 2개의 호우사상에 대해서는 수문곡선의 상승과 하강은 비교적 일치하나 첨두부에서 다소 차이가 발생하였다.

(4) 보정된 분포형 모형을 2006년 7월에 발생한 국지성 집중호우와 한강유역 중상류지역에 걸쳐 큰 홍수량을 발생시킨 2개의 호우사상에 대하여 레이더 강우자료를 적용하여 검토하였다. 검토결과 임진강유역 3개 수위관측소와 우이천수위관측소 및 중랑교수위관측소에서 모의된 홍수수문곡선은 실측치와 잘 일치하는 것으로 나타나 본 연구에서 제시한 RAIDOM과 이를 적용한 분포형 모형이 강우유출 모의를 위하여 활용될 수 있음을 보여주었다.

앞으로 태풍에 수반된 강우와 장마전선 등을 포함한 다양한 유형의 여러 가지 강우에 대한 적용을 통하여 모형의 검증과 보완을 수행하여 RAIDOM 레이더 강우와 분포형 강우유출모형을 연계한 홍수 예보 시스템으로 발전시켜 나갈 예정이다.

핵심용어 : RAIDOM, Rainfall-Runoff, Radar, Distributed Model, Image Processing, Vflo

* 정회원 · 육군사관학교 토목환경학과 교수 · E-mail : okd0629@kma.ac.kr
** 정회원 · 수원대학교 박사과정 · E-mail : sclee@hanmail.net
*** 정회원 · 수원대학교 토목공학과 교수 · E-mail : wsan@suwon.ac.kr
**** 정회원 · (주)삼안 수력부 전무 · E-mail : bkchoi@samaneng.com
***** 정회원 · (주)삼안 수력부 이사 · E-mail : thkang@samaneng.com

1. 서론

기존의 레이더 강우처리기법 연구들은 대부분 레이더 반사도(reflectivity)와 같은 디지털 원시자료로부터 각종 편차를 보정하고 반사도와 강우강도간의 관계식을 적용하는 복잡한 처리 과정을 거쳐서 최종 강우자료를 산정하였다. 그러나 본 연구의 기본 전제는 기상청에서 인터넷을 통하여 제공하는 실시간 레이더 강우 이미지는 이미 이러한 편차 보정과 반사도-강우강도 관계식을 적용한 산출물로서 상당한 신뢰수준을 확보하고 있다는 것이다. 따라서 이러한 복잡한 과정을 되풀이할 필요없이 레이더 강우 이미지를 바로 디지털 강우자료로 변환하여 수문해석에 적용할 수 있는 기법을 개발한다면 레이더 강우의 실무적 활용성을 높일 뿐만 아니라 레이더 강우자료의 품질과 신뢰성 확보 및 표준화를 이룰 수 있게 될 것이다.

기상청에서는 10분 간격으로 전국 각 레이더에서 관측된 일정고도(Constant Altitude, 1.5km고도)의 구름영상을 합성한 CAPPI 합성영상을 제공하고 있다. ‘레이더 영상 디지털 변환법(RAIDOM, RAider Image DigiterizatiOn Method)’은 수신된 레이더 영상을 실시간 처리하여 수문모형에 필요한 디지털 강우자료로 변환하는 기법이다. RAIDOM은 자동화된 연산처리장치에 적용하기 위하여 개발된 기법이나 기본 알고리즘은 일반적인 오프라인 이미지처리기법에 의하여 구현 가능하다. 따라서 온라인 처리장치가 없더라도 수문해석에 필요한 레이더 강우자료를 간단한 이미지처리기법으로 손쉽게 얻을 수 있다. 이 기법은 레이더 영상만이 아니라 RGB로 변환가능한 위성사진 등에도 일반적으로 적용이 가능하다.

2. RAIDOM 개요

RAIDOM은 전송받은 레이더 영상의 RGB 값을 기반으로 해서 룩업테이블(Look-Up Table)상의 데이터 값을 참조하여 변환하는 장치 및 방법에 관한 것으로서, 좀더 자세히 설명하면 전송받은 영상의 RGB 값을 추출한 후에 이 RGB 값을 기반으로 룩업테이블 상의 데이터 값을 참조하여 해당 수치 어레이로 변환하여 얻는 방법 및 시스템에 관한 것이다.

일반적으로 영상정보는 RGB색상 모형을 이용하여 컴퓨터로 디지털 처리할 수 있는데, 이 RGB색상 모형은 빛의 가산 원리를 바탕으로 색상을 표현한다. 즉, 이 RGB색상 모형은 빛의 삼원색(빨강, 초록, 파랑)을 바탕으로 각 색을 256단계의 명도값으로 표현하며, 각각의 삼원색에 대한 명도값의 조합으로 전체 색상을 표현하는 것이다. 그리고 여기서 각각의 광원색에 대한 명도값은 8비트씩의 메모리를 기본으로 각각의 명도값을 할당하여 프레임 메모리상에 저장할 수 있다. 따라서 화상의 특정한 색은 $C(r,g,b)=(N1, N2, N3)$ 의 조합으로 표현이 가능하며, 특히 색상을 표현하는 $N1, N2, N3$ 값은 0에서 255까지의 정수 값이다. 따라서 RGB삼원색의 조합으로 $256*256*256=16,777,216$ 의 색상 정보를 표현할 수 있게 되는 것이다.

따라서 대용량의 실시간 데이터를 제공하는 경우, 일반적으로 이 실시간 데이터를 담은 영상을 기반으로 하여, 이 영상의 정보를 분석하고 변환하여 그 값을 사용할 수 있다. 간단히 예를 들면, 인공위성이나 기상관측 레이더를 통해 우리나라의 기상정보를 알려 주는 사진이나 이미지를 홍수예보센터에 전송하여 주게 되면, 상기 센터는 인공위성이나 레이더에서 작성된 영상자료를 디지털 자료로 변환하여 홍수량을 예측하는데 활용하게 되는 것이다.

RAIDOM의 구성은 촬영된 영상의 RGB 정보를 추출하여 제공하는 화상입력장치와, 이 화상입력장치로부터 얻어진 영상정보를 바탕으로 저장부에 저장한 룩업테이블의 정보와 서로 매핑하여 특정 수치데이터를 얻는 제어장치, 그리고 해당 픽셀의 영상정보를 해당 픽셀의 수치데이터로 변환하여 출력해 주는 출력장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상정보를 특정 수치데이터로 변환하는 변환시스템이다.

그림 1은 기상관측 레이더로 촬영된 영상과 이를 RAIDOM 기법에 의해 수치데이터로 변환되어 출력된 영상의 모습이다.

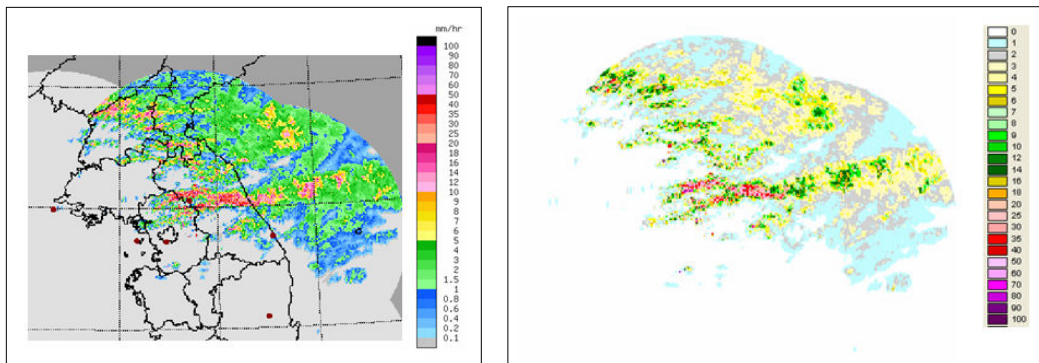


그림 1. 레이더 이미지 강우자료(좌), RAIDOM 디지털 변환된 레이더 강우자료(우)

RAIDOM은 전송받은 영상이나 촬영된 영상의 정보를 추출하여 제공하는 화상입력장치와, 이 화상입력장치로부터 얻은 영상정보를 일정한 배열형상으로 저장하고 이 정보를 룩업테이블의 정보를 통해 특정 수치데이터로 변환하여 그 값을 얻는 제어장치, 그리고 해당 수치데이터를 사용자가 확인할 수 있도록 출력해 주는 출력장치를 포함하여 구성된다. 또한, 본 시스템은 입출력 인터페이스를 통해 화상입력장치로부터 입력된 영상의 RGB 아날로그 데이터를 얻는 독취부와, 이 독취된 RGB 아날로그 데이터로부터 디지털 데이터로 변환하여 해당 좌표의 RGB값을 일정한 크기의 배열로 임시 저장하는 디지털 데이터 변환부, 그리고 디지털 데이터 변환부로부터 얻어진 해당 좌표의 RGB값들을 룩업테이블과 대응하여 수치데이터를 얻거나 혹은 RGB 값들의 대수연산 처리결과 얻어진 특정데이터를 룩업테이블과 대응하여 수치데이터를 얻는 수치데이터 생성부, 그리고 이 변환된 수치데이터를 해당 픽셀 좌표에 맞게 그 값을 출력하여 주는 출력부를 포함하여 구성된다.

3. 레이더 강우자료에 의한 유출모의

그림 2는 30분 간격의 기상청 레이더 합성 CAPPI 자료를 오프라인 RAIDOM에 의해 디지털자료로 변환하여 중랑천을 포함한 한강 유역의 Vflo™ 분포형 강우유출모형의 입력자료를 구축한 일부이다. 한강 유역도는 강우의 공간 분포를 용이하게 알 수 있도록 참고적으로 표시한 것이다.

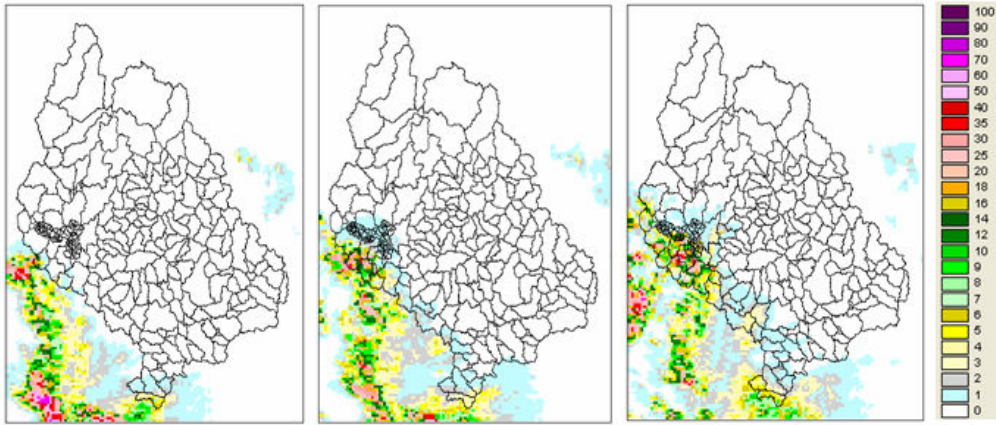


그림 2.(a) 2006년 7월 12일 02:30/03:00/03:30

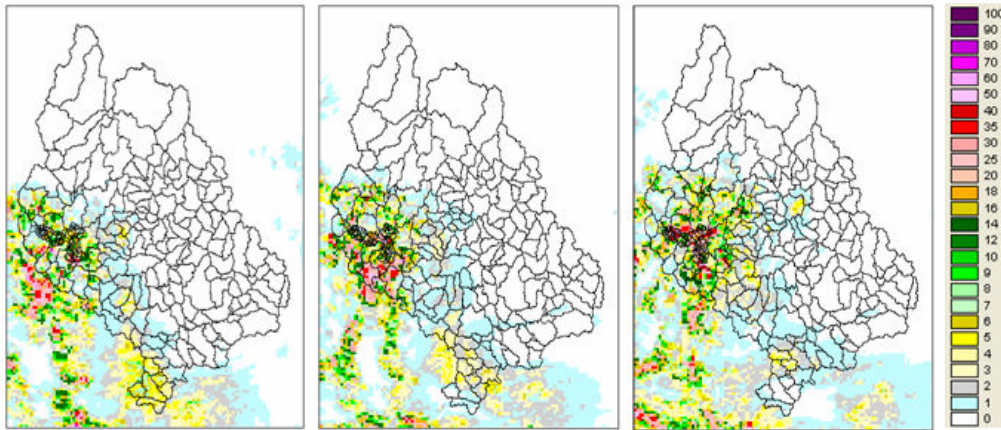


그림 2.(b) 2006년 7월 12일 04:00/04:30/05:00

그림 3은 한강홍수통제소에서 운영하는 우이수위관측소에서 관측된 홍수수문곡선과 레이더 강우량을 적용하여 Vflo™ 분포형 강우유출모형으로 모의한 홍수수문곡선을 비교한 것이다. 레이더 강우량은 1시간 간격으로 48시간 자료를 입력하였다. 그림에서 약간 더 가는 적색선이 실측홍수량, 굵은 흑색선이 모의치이다. 그리고 청색으로 표시된 굵은 수직선은 강우가 종료된 시점을 표시한 것이다.

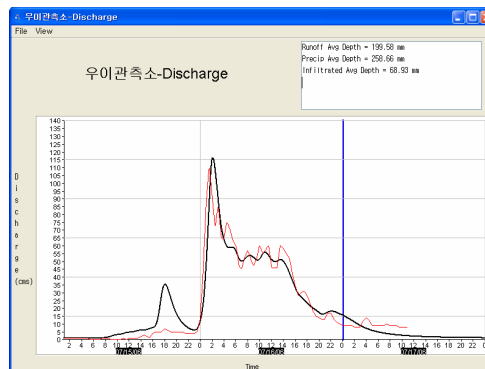


그림 3. 2006년 7월 15일 ~ 16일 우이수위관측소 홍수수문곡선

그림 4는 임진강유역의 적성, 군남, 전곡수위관측소에 대하여 실측치와 모의치를 비교한 것이다. 가운데

군남수위관측소를 제외하고는 비교적 잘 일치하고 있다. 군남수위관측소보다 하류부에 위치한 적성수위관측소에서 모의치가 실측치와 비교적 잘 일치하는 것으로 보아 군남수위관측소의 수위유량곡선 문제일 수도 있을 것으로 추정되나 정확한 원인은 확인할 수 없었다.

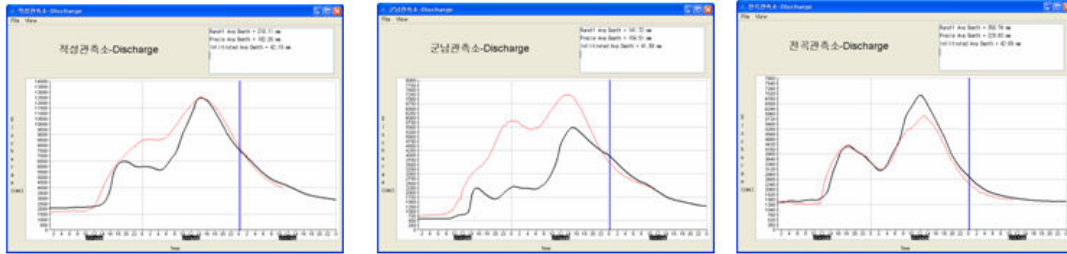


그림 4. 2006년 7월 15일 ~ 16일 임진강유역 홍수수문곡선 (a) 적성 (b) 군남 (c) 전곡

4. 결론

레이더 강우와 관련한 대부분의 연구나 실무적용이 제한을 받는 이유는 레이더 반사도 등의 원시자료를 획득하기가 어려울 뿐만 아니라 이를 처리하여 수문해석에 적용하는 과정이 간단하지 않기 때문이다. 이를 해결하기 위하여 레이더 영상자료를 실용적으로 활용하기 위한 ‘레이더 영상 디지털 변환법(RAIDOM)’을 연구 개발하였다. 또한 오프라인상에서도 기상청 레이더 합성 CAPPI 이미지 자료를 디지털 강우자료로 변환할 수 있는 방법을 제시하였다. 이러한 기술은 앞으로 레이더 강우 연구와 레이더 강우의 활용성을 넓히는데 기여할 것으로 기대된다. 앞으로 태풍에 수반된 강우와 장마전선 등을 포함한 다양한 유형의 여러 가지 강우에 대한 적용을 통하여 모형의 검증과 보완을 수행하여 RAIDOM 레이더 강우와 분포형 강우유출모형을 연계한 도시구역 및 일반 자연유역에 대한 홍수예보 시스템으로 발전시켜 나갈 예정이다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 2007년도 건설기술 혁신사업에 의한 도시홍수재해관리기술연구사업단으로부터 연구비를 지원받아 수행한 연구성과입니다.

참 고 문 헌

1. 국토해양부(2007). 치수정책수립을 위한 강우-유출모형의 적용성 분석연구.
2. 오경두외(2007). 레이더강우에 의한 도시홍수예보시스템 연구, 2007년도 도시홍수재해관리기술 연구단 연구보고서.