풍수해 피해규모 파악을 위한 위성영상의 활용방안 연구
A study on the estimation of damage by storm and flood using satellite imagery

손홍규[1]. 윤공현[2]. 이정빈[3]. 진경혁[4]
Sonh, Hong Gyoo · Yun, Kong Hyun · Lee, Jung Bin · Jin, Kyung Hyuk

[1] 연세대학교 사회환경시스템 공학부 부교수(E-mail:sohn1@yonsei.ac.kr)
[2] 연세대학교 사회환경시스템 공학부 박사후과정(E-mail:ykh1207@yonsei.ac.kr)
[3] 연세대학교 사회환경시스템 공학부 석사과정(E-mail:ortolan@yonsei.ac.kr)
[4] 방재연구소 풍수해정책팀 연구원(E-mail:tom51@nema.go.kr)

Abstract

One of future remote sensing techniques for the estimation of damage by storm and flood is the extraction of water area, which could be the basis of measuring the damage by storm and flood and estimate restoration cost. This paper introduces an approach to damage estimation using satellite image. The project site was Ansung area and a set of Radarsat-1 SAR image at 6.25m resolution was used for the test. Authors investigated methods of SAR image processing such as shadow-effect removal, orthorectification of SAR image and calculation of damage area by flood. Consequetly, this study showed that technique improvement of image processing and the best of result for extracting water area. Also, found the new possibility of damage estimation using satellite image.

1. 서 론

위성영상을 이용한 풍수해 피해조사 시스템은 피해조사에 있어서 피해현장에 대한 대략적인 피해 규모 파악 등 초기조사에 사용되고 있으며 이러한 기술의 발달을 토대로 재해발생시 초기조사의 실패로 인한 막대한 예산의 낭비 또는 과다한 인력 동원 등을 막을 수 있을 것이다. 따라서, 실제 우리나라 풍수해 피해에 적용할 수 피해조사 활용시스템 개발이 필요하다. 국내에서는 방재연구소에서 위성영상, 저고도 영상, 지상사진 촬영을 통한 피해조사 활용시스템 개발을 하고 있으며 외국의 경우 연구 사례를 살펴보면, IKONOS-2 영상을 이용하여 토지피복도의 분할과 분류를 시행한 후 이 결과를 토대로 홍수 위험과 피해분석(C.J. van der Sande, 2003)에 대한 연구를 시행하였으며 위와 같은 연구는 홍수 피해에 대한 재정상의 피해정도를 파악하기 위하여 토지피복분류별 피해에 따른 경제적 가치를 설정하고 평가된 지역에 대하여는 지도와 시뮬레이션 모델을 사용하여 피해정도를 나타내었다. Quickbird, IKONOS 영상과 GIS 데이터 그리고 GPS 실측 자료를 이용한 쓰나미 피해 관측과 평가에 관한 연구(Mehdiyev Maggsud, 2005), Radarsat-1 SAR 영상과 객체기반 분류를 이용한 수계지역의 추출과 홍수지역 모니터링에 대한 연구(S.Kuehn, 2002), ENVISAT/ASAR 영상을 이용한 객체기반분류와 Active Contour 알고리즘의 수계영역 추출 결과 비교 연구(R.Heremans, 2003)등이 있다.

본 연구에서는 실제 재해분석을 위하여 경기도 안성지역을 시범지역으로 선정하고 동일 시범지역에 대해서 다양한 실험을 수행함으로써 활용 가능한 각 시스템의 유기적인 관계를 유지하면서 정확도 평가를 수행하였다. 연구방법으로는 경기도 안성지역에 대한 Radarsat-1 SAR 위성영상이 사용되었으며 Radarsat-1 SAR 위성영상의 기하보정을 시행하고 수계영역 추출에는 감독분류법 중의 하나인 최대 우도법을 사용하였다. SAR 위성영상에서 추출된 수계영역과 수치지도, 토지피

복도 그리고 안성지역 시범지역 운영을 통하여 획득한 GPS 실측 데이터의 중첩으로 정확도를 검증하였으며 안성지역의 토지피복도를 활용하여 토지피복분류별 풍수해 피해에 의한 범람면적을 산출하였다.

2. 영상처리 및 분석

2.1 대상지역

최근 수해 피해가 발생하였던 경기도 안성지역을 시범지역으로 선정하고 Radasat-1 SAR 위성영상을 이용한 수계영역 추출과 수치지도, 시범지역의 GPS 실측자료를 이용한 정확도 분석을 실시하고 토지피복도를 활용하여 범람 면적을 산출하였다. 경기도 안성의 시범지역은 안성 한천의 안양교를 중심으로 수행하였다. 시범지역을 안성으로 선정한 이유는 안성시 부근 하천 범람 피해가 있었으며, 특히 한천의 안양교 부근은 교량, 제방 등 피해조사 수행에 적절한 시설물들이 있으며 현장 GPS 실측등 충량이 용이한 지역이다. 그림 1과 표 1은 안성지역의 SAR 영상과 영상정보이다.

그림 1. 안성지역 SAR 영상

표 1. SAR 위성영상정보

	SAR 위성영상정보
영상취득 시작시각	2006. 9. 18 09:27:28.832
영상취득 종료시각	2006. 9. 18 09:27:38.542
영상크기(행×열)	10316×7212
처리수준	SGF
촬영모드 빔종류	Fine 1
궤도종류	DEFINITIVE
영상소 간격(m)	6.25

2.2 영상처리

안성지역의 영상처리는 수치지도를 이용한 기준점 취득, 수치고도모형을 대상지역의 높이 값 기준 정보로 이용하여 기하보정을 시행한 후 SAR 영상의 Lee-sigma 필터를 사용한 스페클 노이즈 제거와 수계영역 추출 정확도 향상을 위하여 영상의 경사도 영상의 생성하여 그림자 효과를 고려한 보정 영상을 생성하였다. 그림 2는 기하보정 과정을 나타낸다.

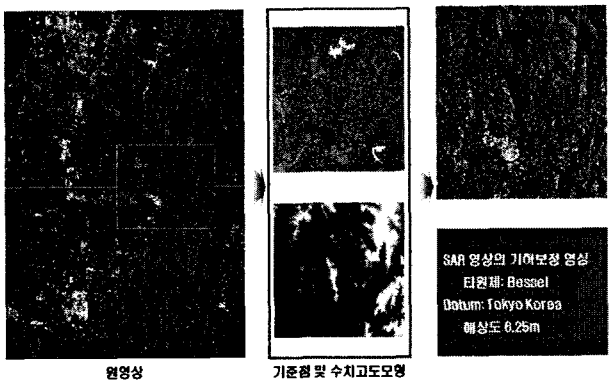

그림 2. 안성지역 SAR 영상의 기하보정

스페클 노이즈와 지형의 기복에 의한 그림자효과를 고려하지 않았을 경우 주로 산지지역의 그림자영역을 대부분 수계로 인식하여 수계영역 추출의 정확도에 대한 문제가 발생하였으며 이 문제의 해결을 위하여 SAR 위성영상의 스페클 노이즈 제거 작업과 함께 수치고도모형을 활용한 경사도 영상의 중첩을 통하여 그림자 영역의 수계인식에 대한 문제를 해결하였다. 그림 3은 스페클 노이즈 제거 및 경사도를 고려한 영상 생성 과정을 나타낸다. 스페클 노이즈제거 영상, 경사도 영상 그리고 상수 값을 가지는 영상을 RGB 밴드에 각각 할당하여 새로운 영상을 생성하였다.

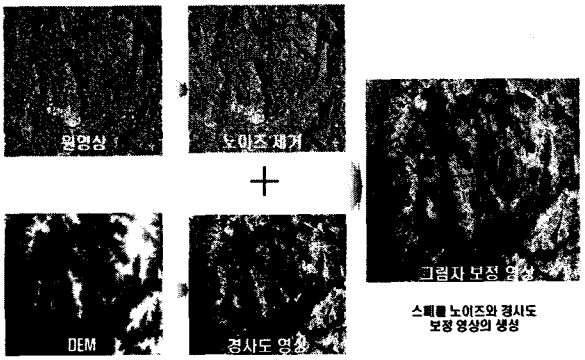

그림 3. 안성지역 SAR 영상의 보정영상 생성

안성지역의 수계영역 추출은 감독분류 방법 중 하나인 최대우도법을 사용하였다. 최대우도법은 정규분포를 기본으로 한 확률 밀도 함수에 의한 분류 기법이며 통계적 분류 기법 중 가장 우수한 성능을 보인다. 최대 우도법에서 우도(Likelihood) D는 다음과 같이 계산된다. 여기서 D_i 는 입력 화소의 분류 항목 i 까지의 우도이다.

$$D_i = \ln(a_i) - 0.5\ln(|c_i|) - 0.5(X-\mu_i)^T C_i^{-1}(X-\mu_i) \quad (1)$$

X: 입력 화소 벡터
C_i: 분류 항목 i의 훈련자료에 대한 공분산 행렬
μ_i: 분류 항목 i의 훈련자료에 대한 평균값 벡터
a_i: 사전확률로서 사전확률을 사용하지 않는 경우 1.0
T: 전치 행렬

정규분포에 의한 확률 밀도 함수가 기본이 되므로 훈련자료가 정규 분포의 형태를 보이는 경우에 가장 우수한 성능을 기대할 수 있다. 수계영역 추출은 스페클 노이즈와 경사에 의한 그림자효과를 고려한 보정영상을 사용하였으며 결과는 그림 4와 같다.

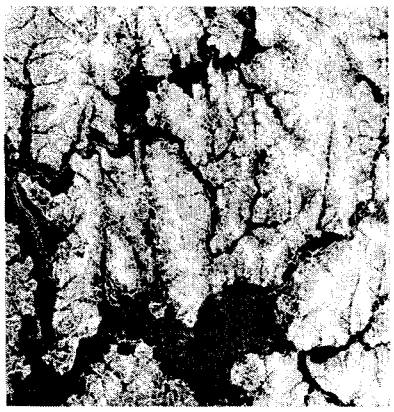

그림 4. 안성지역 수계영역 추출

2.3 정확도 분석

경기도 안성지역의 SAR 영상을 활용한 수계영역 추출의 정확도 분석은 GPS 실측 데이터와 수치지도 그리고 수계영역 추출 영상의 중첩을 통하여 이루어 졌다. 그림 5는 이들 데이터의 중첩을 나타낸다.

경기도 안성지역 한천의 안양교 중심으로 GPS 실측이 이루어 졌다. GPS 실측 당시 일부지역은 하천으로 직접적인 접근이 불가능하여 이들 지역은 하천의 제방위에서 GPS 실측을 시행하였다. 제방위에서 GPS 실측한 지역은 GPS 측량 좌표내에 하천이 위치하는지의 판단으로 수계영역 추출 정확도를 분석할 수 있으며 하천에 직접적인 접근이 가능한 지역은 GPS 실측 좌표 값과 직접적인 비교를 시행하였다. 수계영역 추출 결과와 비교한 결과 영상의 해상도가 6.25M 임에도 불구하고 하천의 폭이 약 6M 정도로 감소하는 구간도 수계영역이 추출되었으며 제방위에서 실측한 좌표 내에 모든 수계영역이 포함되었다.

그림 5. 안성지역 수계영역 추출결과 분석

2.4 침수면적 산정

경기도 안성지역의 실측자료와 위성영상을 통하여 얻은 수계영역 추출 영상을 Shape 파일형태로 변환시켜 토지피복도와 중첩을 통하여 해당지역의 토지피복분류별 침수면적을 산정할 수 있었다. 그림 6은 토지피복도와 수계영역의 중첩과 여기서 산정한 토지피복별 침수면적이다.

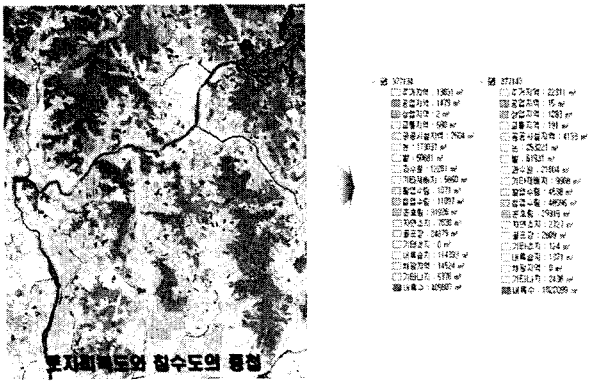

그림 6. 침수면적 산정

3. 결 론

본 연구에서는 위성영상을 활용한 수계영역 추출과 피해규모 산정에 있어서 Radarsat-1 SAR 영상의 기하보정 및 그림자효과 제거에 대한 기술적인 방안을 제시하였으며 수계영역 추출의 효과가 크게 증대되었다. 그리고 수계추출 결과를 토지피복도와 중첩을 통하여 피해지역의 침수면적 산정이 이루어졌다. 적절한 피해액 기준이 마련된다면 침수면적당 피해금액까지도 산출할 수 있을 것이다. 앞으로 위성영상을 이용한 피해조사 연구 및 영상처리 과정에서의 정확도 향상을 위한 연구가 더 필요할 것으로 사료되며 풍수해 피해분석에 있어서의 활용도가 크게 증대 될 것으로 보인다.

Acknowledge

본 연구는 2006년 공간영상정보를 이용한 풍수해 피해정보 활용 시스템 Prototype 개발 연구과제에 따른 사업으로 이루어진 것으로 본 연구를 가능하게 한 방재연구소에 감사드립니다.

4. 참고문헌

국립방재연구소 (2006) "광역 피해지역 조사기술개발", 공간영상정보를 통한 피해조사기술개발 (연구보고서)

Chen, P. Liew, S.C. Kwoh, L.K. , Tsunami damage assessment using high resolution satellite imagery: a case study of Aceh, Indonesia Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2005. IEEE International Volume: 2

C.J. van der Sande,, S.M. de Jong, A.P.J. de Roo, A segmentation and classification approach of IKONOS-2 imagery for land cover mapping to assist flood risk and flood damage assessment, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 4(2003), 217-229

Heremans, R., Willekens, A., Borghys, D., Verbeeck, B., Valckenborgh, J., Acheroy, M., Perneel, C., Automatic Detection of Flooded Areas on ENVISAT/ASAR Images Using an Object-Oriented Classification Technique and an Active Contour Algorithm, the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 2003, p.311

S. Kuehn, U. Benz, and J. Hurley, Efficient flood monitoring based on RADARSAT-1 images data and information fusion with object-oriented technology, Proceedings of 2002 International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 24-28 June 2002