자연재해 피해정보 산출의 정확도 향상을 위한 최적 영상처리 및 임계치 결정에 관한 연구

The Study on Optimal Image Processing and Identifying Threshold Values for Enhancing the Accuracy of Damage Information from Natural Disasters

서 정 택* 김 계 현**
Jung Taek Seo Kye Hyun Kim

요 약 본 연구에서는 기존에 구축된 고해상도 항공영상을 이용한 영상변화 탐지과정에서 보다 정확도 높은 풍수해 정보를 추출하는 방법에 대해 연구하였다. 연구 대상지역은 2008년 국지성 호우로 인해 큰 피해를 입은 경상북도 봉화군의 춘양면 일대를 선정하였다. 연구에서 활용된 항공영상은 해상도 30cm의 피해 전 흑백영상과 40cm의 피해 후 칼라 영상을 사용하였다. 영상분석에 있어 전처리 단계로서 피해 전·후 영상의 해상도 차이나 시계열적인 차이로 인한 오차 보정을 위하여 노멀라이징과 대비강조, 이퀄라이징의 기법을 적용하여 오차를 최소화하였다. 피해규모는 피해 전·후 영상을 구성하는 각 화소의 밝기 값을 1:1로 비교하는 방식으로 산정하였으며, 이 과정에서 피해 전·후 화소 밝기의 차이 값을 설정하여 조사자가 원하는 피해규모를 추출할 수 있도록 임계치를 설정하였다. 최적의 영상처리 및 임계치 선정의 결과는 오차매트릭스를 이용하여 확인하였다. 본 연구의 결과는 피해정보 추출 과정에서 동일한 제원을 갖는 항공영상을 이용하여 신속한 자연재해로 인한 피해규모의 산출이 가능하도록 하였다. 아울러 피해 전·후 다중밴드 영상을 추가로 확보하여 활용한다면 보다 다양한 피해항목에 대한 적용이 가능할 것으로 판단되었다. 나아가 토지피복분류도나 지적도 등 다양한 주제도를 영상변화 탐지에 활용한다면 정량적인 피해규모의 산출도 가능할 것으로 사료된다.

키워드 : 피해조사, 항공영상, 영상변화 탐지, 영상처리, 임계치

Abstract This study mainly focused on the method of accurately extracting damage information in the imagery change detection process using the constructed high resolution aerial imagery. Bongwha-gun in Gyungsangbuk-do which had been severely damaged from a localized torrential downpour at the end of July, 2008 was selected as study area. This study utilized aerial imagery having photographing scale of 30cm gray image of pre-disaster and 40cm color image of post-disaster. In order to correct errors from the differences of the image resolution of pre-/post-disaster and time series, the preliminary phase of image processing techniques such as normalizing, contrast enhancement and equalizing were applied to reduce errors. The extent of the damage was calculated using one to one comparison of the intensity of each pixel of pre-/post-disaster imaged. In this step, threshold values which facilitate to extract the extent that damage investigator wants were applied by setting difference values of the intensity of pixel of pre-/post-disaster. The accuracy of optimal image processing and the result of threshold values were verified using the error matrix. The results of the study enabled the early exaction of the extents of the damages using the aerial imagery with identical characteristics. It was also possible to apply to various damage items for imagery change detection in case of utilizing multi-band imagery. Furthermore, more quantitative estimation of the damages would be possible with the use of numerous GIS layers such as land cover and cadastral maps.

Keywords : Damage Investigation, Aerial Image, Image Change Detection, Image Processing, Threshold

† 이 논문은 공간정보 전문인력 양성사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

* 인하대학교 공과대학 지리정보공학과 석사과정 cutyshrimp@naver.com
** 인하대학교 공과대학 지리정보공학과 교수 kyehyun@inha.ac.kr(교신저자)

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 필요성

전 세계적으로 자연재해로 인한 인명과 재산 피해가 증가하는 추세로서 특히 우리나라는 지리적 요인으로 인하여 매년 여름철 국지성 호우로 인한 피해가 심각한 실정이다[6]. 최근에 들어서도 2006년 인제와 2008년 봉화 지역에 국지성 집중호우로 인해 큰 피해가 발생하였다. 이러한 피해를 최소화하기 위해서는 예방뿐만이 아니라 발생한 재해에 대하여 신속한 피해조사를 통한 대책 마련이 시급하다. 반면, 현재의 피해조사방식은 현장에 인력을 투입하여 현장조사 위주로 이루어지는 만큼 광역적인 피해지역에 대하여 신속하고 객관적인 피해조사가 어려운 실정이다. 최근에는 이러한 현실적 어려움의 타개책으로서 고해상도 위성 및 항공영상을 이용한 자동화된 피해조사 방식인 영상변화 탐지기법이 사용되고 있다[1, 7].

영상변화의 탐지는 방재 및 환경 분야 등에서 피해 전·후 고해상도의 위성 및 항공영상을 활용하여 신속하고 객관적인 피해규모의 산출이나 동일 지역의 변화 차이를 확인하기 위하여 활용되고 있다. 하지만 영상 변화탐지에 동일한 제원을 가진 피해 전·후 영상을 확보하기는 상당히 어렵다. 따라서 변화탐지에 사용되는 피해 전·후 영상 자체로 인한 변화탐지 결과물의 오차가 발생되고, 이 같이 변화탐지에 사용되는 영상으로 인해 발생하는 오차를 보정하기 위한 영상 처리 과정이 필요시 된다[2, 10]. 또한, 영상 변화탐지 결과물에 임계치 설정에 따른 조사자의 주관적 오차가 관여하게 되고 이로 인해 객관적이고 신뢰성 높은 피해규모 산출을 기대하기 어렵게 된다. 이를 해결하기 위해서는 피해항목의 유형, 영상의 제원, 피해 규모에 따른 임계치를 우선 결정하여 조사자의 주관적 오차를 제거하고 정확도 높은 영상 변화탐지 결과물이 추출될 수 있도록 해야 한다.

1.2 연구 목적 및 범위

본 연구의 주요 목적은 영상 변화탐지를 통하여 효율적인 피해규모를 산출하기 위해 영상 전처리 과정에서 최적의 영상처리 기법을 선정하고, 조사자의 주관적 오차를 제거하기 위해 최적의 임계치를 결정하는 것이다. 연구범위는 전 세계적으로 발생되는 다양한 자연재해 중 우리나라의 지리적 요인에 의해 매년 반복되는 풍수해로 한정하였다. 피해 지역 내 피해조사 시범 적용을 위한 대상 항목은 소방방재청에서 제작한 2008 재해연보를 참고하여 선정하였다. 피해액과 피해 형태를 반영하여 공공시설물에서는 도로를 선정하고 사유시설물에서는 농경지를 각각 시범 적용 대상 항목으로 선정하였다. 연구에 적용된 피해 전·후 영상의 해상도는 약 40cm급 흑백·칼라영상을 사용하였다.

1.3 국내외 연구동향

최근 IT 기술의 발달과 더불어 항공 카메라의 해상도가 향상되고, 정확도 높은 공간영상정보가 제공되고 있다. 따라서 항공·위성영상 등 범용적인 원격탐사 자료뿐만 아니라 LiDAR, SAR 자료를 이용한 자연재난재해 관련 피해정보의 추출 및 분석에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다[4, 5].

국내사례로써 송영선(2006)은 LiDAR 자료와 SPOT-4 영상을 활용하여 산불 피해지역을 추출하고 정확한 임분재적을 결정한 뒤 삼림피해액을 계산하는 연구를 수행하였다. 영상분할기법을 적용하여 식생지수 차이 영상을 구했으며, 이는 피해 전·후 영상과 선행연구, 그리고 실측값으로부터 도출된 임계치를 이용해 피해지역 결정에 활용하였다. 김성삼(2006)은 재해지역 모니터링을 위한 UAV 촬영시스템을 개발하고 당해 피해가 발생한 강원도 인제군을 대상으로 시범적용 하였다. 저고도 UAV는 농업용 헬리콥터에 촬영카메라를 부착하여 활용하였으며, GPS를 장착하여 좌표기반의 기하보정을 가능하게 하였다. 최종 추출된 영상은 모자이크 정합을 통해 전체 피해지역을 가시화 하였다.

국외사례로써 Toshiharu(2005)는 IKONOS, Quick Bird 등 고해상도 위성영상을 통한 피해지역 탐지에 관한 연구를 수행하였다. 이와 동시에 NOAA/AVHRR 위성을 통해 얻은 데이터를 사용하여 계절변화에 따른 피해지역 추출에 미치는 영향에 관한 연구를 수행하였다. 이 연구에서는 피해 전·후 영상의 화소값 차이를 비교하여 피해지역을 식별하였다. 또한, 다양한 영상을 이용한 피해지역탐지 실험의 결과를 토대로 정확도를 높이기 위해서는 동일한 계절의 피해 전·후 영상을 이용해야 한다고 설명하였다. Voigt(2007)는 실시간 위성영상 분석을 통한 긴급 재난지원 체계 구축과 활용 방안에 대한 연구를 수행하였다. 획득한 영상을 토대로 실제 재해지역에

대해 피해지역을 파악하고 피해현황을 제작하였다. 적용된 피해의 종류도 쓰나미, 산불, 지진 그리고 태풍 등 다양하였으며, 필리핀 및 포르투갈 등 다양한 지역의 영상과 피해에 대해서도 적용성 분석을 수행하였다.

기존 연구에서는 광범위한 지역에 대하여 위성영상을 활용한 사례가 많았으나 피해항목을 분류하여 피해 형태를 분석한 경우는 부재하였다. 무엇보다 국외 사례의 경우에는 대규모로 관리되는 시설에 대해 적용되어 국내의 소규모 농가 등의 현실을 반영하기 힘들다. 또한 사용된 피해 전·후 영상의 촬영 조건으로 인해 발생된 오차에 대해서만 기존 연구에서 언급되었으며, 영상 변화탐지를 활용한 사례의 경우에는 영상 변화탐지 과정에서 조사자가 설정한 임계치로 인해 발생되는 오차에 대하여 분석·처리한 사례는 없었다.

따라서 본 연구에서는 기존의 국내외 연구결과를 고찰하여 영상 전처리를 통해 피해 전·후 영상의 제원 차이로 발생되는 오차가 최소화 되도록 하였다. 또한, 피해항목별 피해유형 분석과 여러 임계치의 적용 및 비교를 통해 실제 피해항목의 추출정도와 오차의 포함정도를 분석하여 최적의 임계치를 결정하였다.

2. 연구내용 및 방법

2.1 연구대상지역

연구대상지역은 2008년 7월 말 집중호우로 인하여 많은 피해를 입은 경상북도 봉화군 춘양면 일대로 선정하였다(그림 1). 당시 봉화군에서는 집중호우로 인하여 주택, 도로, 농경지, 하천 등 다양한 유형의 피해 발생과 8명의 사망·실종이 발생하였고 주택 128채가 전파 혹은 침수되었으며, 농경지 638ha가 흙에 묻히거나 떠내려가는 피해를 입었다. 이로 인하여 봉화군 지역은 중앙재난안전대책본부에 의해 특별재난지역으로 선포되어 복구계획이 수립되었다[12].

2.2 대상항목 선정

본 연구의 분석 대상 항목으로는 가장 피해가 컸던 사유시설물인 농경지와 공공시설물인 도로를 선정하였다. 농경지는 주변 지형과 구분되어 주로 평야에 일정 범위를 갖고 형성되어 있기 때문에 피해 전·후 영상에서 식별이 용이하고, 농경지 필지마다

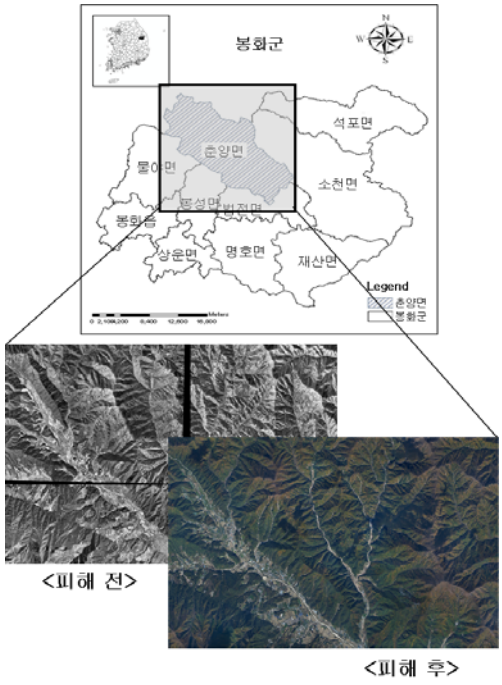


그림 1. 연구대상지역

구획화가 되어 있어 자연재해로 인한 농경지 형태 변화에 따른 피해 확인이 용이할 것으로 판단되었다. 아울러 도로의 경우에는 피해물량 대비 피해액이 상대적으로 크고 형태도 선형으로 일정하여 변화탐지가 상대적으로 용이한 것으로 판단되었다. 또한 일반 도로의 경우 대부분이 아스팔트나 콘크리트로 포장되어 있어 영상에서 다른 지형과 확연한 신호값의 차이를 나타낸다는 이점을 갖고 있다[11].

2.3 영상 변화탐지

영상 변화탐지를 위해 본 연구에서는 경상북도 봉화군에서 촬영된 피해 전·후 항공영상을 확보하였다. 보다 자세한 항공영상 제원은 표 1로 정리하였다. 그림 2는 이를 활용한 영상 변화탐지 알고리즘을 나타낸다. 이는 기존의 변화탐지 이론을 바탕으로 화소차이기법을 이용하여 변화탐지를 수행하는 과정으로써 조사자의 임계치 설정과 필터링을 통해 효율적인 영상 변화탐지를 가능하게 한다. 여기에서 임계치는 피해 전·후 영상의 동일한 화소의 밝기 값 차이를 말한다. 변화탐지에 있어 서로 다른 시기에 촬영된 두 개의 영상에서 동일위치를 나타내는 두 개 화소의 밝기값 차이를 비교했을 때, 임계치보다 큰 화소는 변화가 발생한 것으로 판단되며, 이는 실

제 해당지역에 피해가 발생한 것을 의미한다. 따라서 변화탐지에 있어 임계치의 설정은 대단히 중요하다. 임계치가 너무 작으면 계절의 차이에 따른 지표면의 변화 등과 같은 작은 변화도 피해지역으로 탐지되는 만큼 정확한 피해규모의 산정이 어려워진다. 반면, 임계치가 너무 크면 재해로 인한 피해의 유무를 식별하기가 어려워진다. 따라서 현실적으로 최적의 임계치를 설정하기 위해서는 반복적인 값의 설정에 따른 피해 항목별 변화의 탐지 정도를 고려해야 한다.

표 1. 항공영상 제원

항목	내용
카메라	RolleiMetric AIC-modular LS(P45)
초점 거리	흑백 - 51.079㎜, 칼라 - 51.607㎜
촬영 축척	약 40㎝급
영상 크기	5440 × 4080
화소 크기	9 microns
촬영 고도	9500 ft
촬영 날짜	2008.7.12, 2008.10.26

본 연구에서는 영상 기하보정 전 단계에서 피해 전·후 영상을 전처리하여 비교·분석함으로써 최적의 영상처리를 선정하여 최적의 임계치를 적용할 수 있도록 하였다. 다음으로 영상 변화탐지를 수행할 피해 지역에 대하여 탐색 영역을 설정하고, 피해 전·후 영상의 제원을 맞춰 변화탐지가 가능하도록 하였다. 여기서 제원이라 함은 두 영상의 촬영축척이나 촬영고도 등을 말한다. 임계치 값의 결정에 있어서 결과물 내 포함되는 오차, 즉 실제 피해로 인한 변화가 아닌 두 영상의 계절적 차이로 인한 변화와 같은 작은 변화를 무시할 수 있도록 최적의 임계치를 결정하였다.

2.4 영상처리 기법

본 연구에서는 영상처리 기법으로 노멀라이징(normalizing)과 대비강조(contrast enhancement), 이퀄라이징(equalizing)을 적용하였다. 노멀라이징 기법은 평활화 기법이라고도 불리며 가우시안 마스크를 이용해서 잡음을 제거하고 이를 통해 영상에서 피해항목의 식별을 용이하게 한다[8,9]. 거친 표본추출이나 잡음 때문에 데이터에 좋지 않은 미세한 변동이나 불연속성 등이 있을 때 이를 약하게 하거나 제거하여 매끄럽게 한다. 대비강조는 출력장치의 민감도 전체 범위를 쓰기 위해 원래의 밝기 값을 확장한다. 만약 영상이 어둡고 영상 내 항목들이 비교적 저 대비(low contrast)이며 뚜렷하게 밝은 부분도 없다면 이런 영상을 시각적으로 판독하기란 상당히 어렵다. 이 때문에 영상의 전체 밝기 범위를 모두 사용하여 밝기 값을 확장한다면 고 대비(high con-

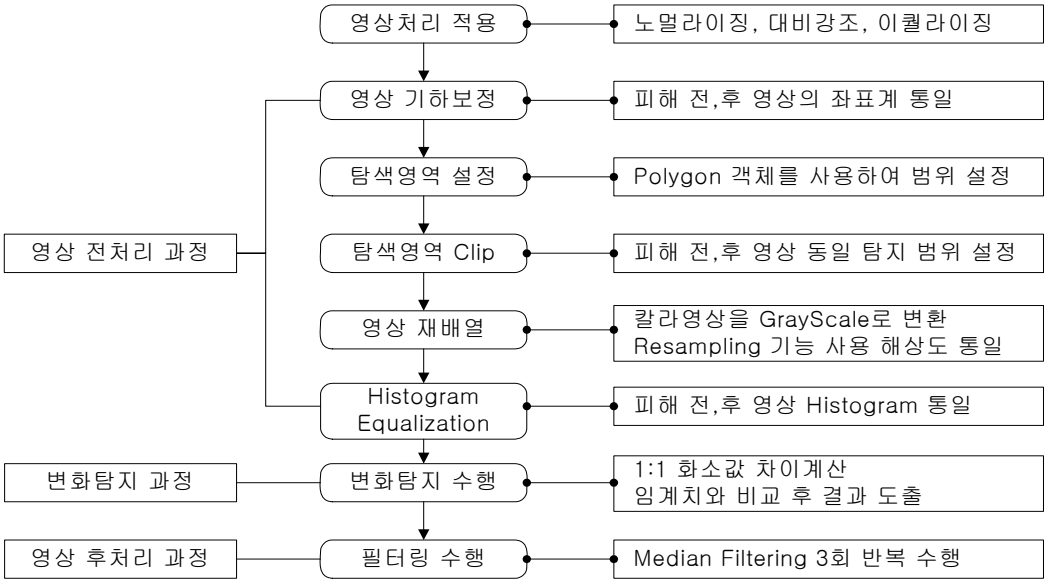


그림 2. 전체 연구 흐름도

trast)의 영상 판독이 쉬운 결과물을 얻게 된다. 이퀄라이징은 한쪽에 치우친 명암 분포를 재분배 과정을 거쳐서 명암분포가 고르게 만드는 기법이다. 히스토그램에서 명암의 분포가 전 영역에 골고루 존재할수록 사물의 인식도는 높아지게 된다. 즉, 피해지역 내 각종 피해항목의 가시성을 높이기 위해서 필요한 전처리 기법이라 할 수 있다.

2.5 임계치 적용방법

본 연구에서는 임계치 변화에 따른 피해항목의 추출 정도와 오차 정도를 비교하여 시범 적용하고자 선정한 피해항목의 최적 임계치를 결정해 놓음으로써 영상 변화탐지 과정에서 조사자의 주관적인 오차를 제거하고자 하였다. 주관적인 오차란 조사자마다 정확한 결과가 추출 되었다고 판단하는 임계치가 다르기 때문에 동일한 항목에 대해서도 임계치를 다르게 적용하고 상이한 변화탐지 추출 결과를 생성함으로써 발생되는 오차이다. 이는 변화탐지 추출 결과의 신뢰성을 떨어뜨리는 가장 큰 원인이 된다. 변화탐지 추출 결과의 정확도를 비교하기 위하여 임계치 간격을 10으로 적용하였다. 임계치로 적용할 수 있는 값의 범위는 본 연구에서 활용한 8bit 항공영상의 0~255까지의 값을 갖는다. 현재 일반적으로 선행연구 등에서 활용되는 영상 변화탐지에서는 임계치 100을 기본 값으로 적용하는 실정이다. 이를 반영하여 본 연구에서는 임계치 100을 기준으로 80부터 120까지의 임계치를 적용하여 비교·분석하였다.

2.6 피해유형 분석

시범 적용하고자 하는 2가지 대상항목을 피해 전·후 영상에서 찾아 확인하고 피해유형을 분석하였다. 농경지와 도로 모두 봉화군 내 여러 지역에서 피해가 발생한 것을 확인하였으며, 그 중 피해유형을 대표할 수 있는 두 지역의 영상을 제시하였다. 그림 3에서 보이는 농경지의 경우 토사 유출로 인한 피해가 대부분이었으며, 구획화 된 필지의 모습으로 인하여 피해 형태가 특정 경계를 포함하여 나타나는 것을 확인하였다. 이는 영상 변화탐지를 통해 생성된 결과물에서 피해항목을 구별해내는 근거로 적용할 수 있다. 아울러 농경지 주위로 형성된 소하천이나 제방 같은 다른 피해항목과 구분이 쉬워 농경지만의 피해 산출이 용이할 것으로 판단되었다.

그림 4에서 확인할 수 있듯이 도로의 경우도 농경

(a) 서벽리 일대

(b) 애당리 일대

그림 3. 농경지 피해현황

지처럼 토사 유출로 인하여 도로가 매몰되거나 지반침하로 인하여 도로가 부분 파손된 피해 형태를 나타냈다. 이에 따라 선형의 객체가 부분적으로 단절되어 보이는 것을 확인할 수 있었다. 농경지와 도로의 이러한 피해 유형들은 영상 변화탐지 수행 후 결과물의 오차 제거에 활용될 수 있으며, 정성적인 피해 규모 산출에 있어 정확한 경계를 선정하는데 활용될 수 있다.

2.7 분류정확도 확인 방법

영상 변화탐지 결과에 대한 분류정확도 확인을 위해 오차매트릭스를 생성하여 비교하였다. 오차매트릭스는 두 영상을 비교하는 수단으로써 일반적으로 표 형식 또는 배열 형태로 이루어진다[3]. 본 연구에서는 표 2와 같이 생성되는 오차매트릭스를 가로에 원자료, 세로에 실험자료로 비교할 수 있도록 구성

(a) 서벽리 일대

(b) 애당리 일대

그림 4. 도로 피해현황

하고, 결과물로 생성되는 흑백영상에서 흰색 화소를 White로 검은색 화소를 Black으로 분류하였다. 여기에서 실험자료는 영상처리를 적용하거나 임계치 변화를 준 영상을 의미한다. T는 C1+C2 또는 D1+D2로 정의할 수 있으며 전체 화소 개수를 의미한다. A1은 흰색이 흰색으로 추출된 화소의 수, A2는 검은색이 검은색으로 추출된 화소의 수를 나타낸다. 즉, 두 변수를 합한 A1+A2는 영상변화 탐지에서 오차 없이 정확히 분류된 화소의 수를 의미한다. 따라서 ((A1+A2)/T)*100 식을 통해 계산되는 값은 전체 화소 중에서 정확하게 분류된 정확도를 의미한다.

표 2. 오차매트릭스

실험자료 / 원자료	White	Black	합계
White	A1	B1	D1
Black	B2	A2	D2
합계	C1	C2	T

비교 대상의 두 영상을 로드하고 오차매트릭스를 생성하는 프로그램을 그림 5와 같이 구현하였다. 영상 1에는 원자료를 영상 2에는 실험자료를 로드하여 오차매트릭스가 생성되도록 하였다.

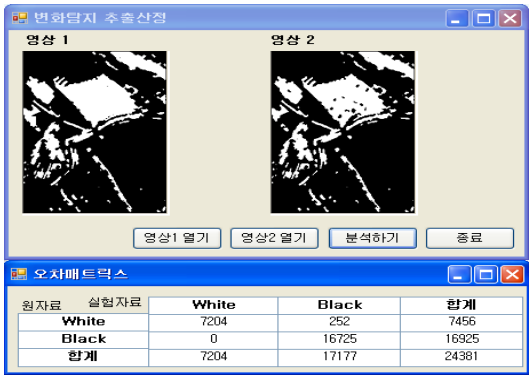


그림 5. 정확도 검증 프로그램

3. 결과 및 고찰

3.1 영상처리 적용에 따른 결과 비교

검증 프로그램을 통해 생성되는 오차매트릭스에서 A1, A2, T에 해당되는 값을 이용하여 정확도(%)를 계산하였다(그림 6, 그림 7). 노멀라이징과 대비강조, 이퀄라이징 처리 기법에 대한 정확도(%)를 도로와 농경지로 나누어 비교하였으며 표 3으로 정리하였다. 농경지에서는 이퀄라이징 기법이 90.76%로 가장 정확도가 높고 도로에서는 대비강조 기법이 91.90%로 가장 높은 것으로 확인되었다. 이는 영상 변화탐지 결과물로써 생성된 흑백 영상을 정리한 그림 8을 통해 육안으로도 정성적으로 분석하였다.

표 3. 영상처리별 정확도 비교

피해항목	영상처리	정확도(%)
농경지	이퀄라이징	90.76
	대비강조	81.28
	노멀라이징	73.67
도로	이퀄라이징	74.03
	대비강조	91.19
	노멀라이징	72.77

오차매트릭스

원자료 \ 실험자료	White	Black	합계
White	7204	252	7456
Black	0	14925	16925
합계	7204	17177	24381

그림 6. 이퀄라이징 오차매트릭스(농경지)

오차매트릭스

원자료 \ 실험자료	White	Black	합계
White	4874	79	4953
Black	71	17357	19428
합계	4945	19436	24381

그림 7. 대비강조 오차매트릭스(도로)

농경지의 경우, 주변 제방이 호우로 인하여 파손되거나 물이 넘쳐 토사가 농경지로 유입되어 발생되는 피해가 대부분이다. 이 때 토사의 유입 정도가 고르게 분포되는 것이 아니라 제방근처에 많은 양의 토사가 분포되고, 반면 유입되는 위치로부터 멀어지면 적은양의 토사가 분포된다. 이러한 특징은 영상처리 결과에 반영되어 적은 양의 토사로 인한 피해는 변화탐지 결과물에 추출되지 않기도 한다.

먼저 농경지에 대한 영상처리 결과를 비교해 보면 이퀄라이징과 대비강조 처리를 하여 변화탐지를 수

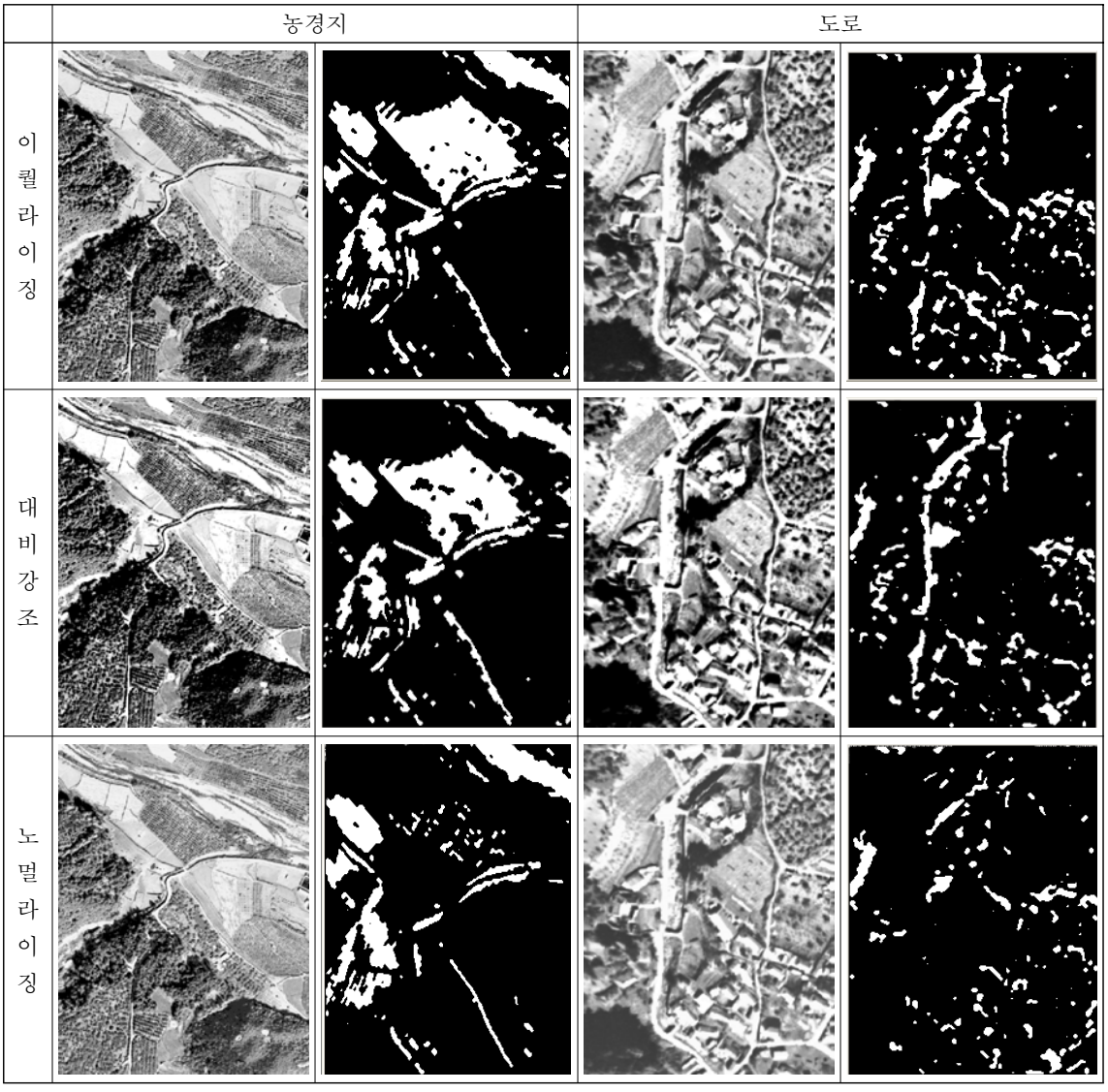


그림 8. 영상처리별 변화탐지 추출결과

행한 결과에 비해 노멀라이징 처리의 결과에서 눈에 띄게 피해 농경지가 많은 부분 추출되지 않은 것을 확인 할 수 있다. 노멀라이징 처리의 경우 피해 농경지 주변의 지형과 불연속성을 약하게 하고 매끄러운 영상을 만들어줌으로써 조사자가 영상을 육안으로 보기에는 편한 영상을 만들어 줄 수는 있으나, 피해 농경지의 구분을 모호하게 만드는 영향으로 인하여 변화탐지 결과물에서는 실제 피해 농경지마저 추출되지 않는 결과를 초래하였다. 이퀄라이징과 대비강조 처리 결과를 비교했을 때는 추출된 피해 농경지 부분에 있어 차이를 보였는데, 이는 위에서 언급했던 토사의 양에 차이로 인한 반사 값의 차이 때문인 것으로 판단되었다. 즉, 토사의 양이 많아 농경지가 완전히 매몰된 지역은 반사 값이 크게 나타나지만 부분적으로 매몰된 지역의 경우는 반사 값이 작아 변화탐지 추출 결과물에 나타나지 않게 된다. 이런 특징이 이퀄라이징 보다 대비강조 결과에 더 크게 나타나 영상 내 피해 농경지의 중앙 부분이 추출되지 않은 것을 확인할 수 있다. 이는 오차매트릭스를 통해 계산된 정확도(%)와 일치되는 결과를 보였다.

도로의 경우에는 농경지와 달리 주변에 다양한 지형지물이 존재하여 변화탐지의 결과에 많은 오차가 발생하는 것을 확인하였다. 이는 지형지물이 다양하게 존재하는 만큼 이에 따른 반사 값의 차이가 다양하게 발생되기 때문으로 판단되었다. 영상처리과정에서 제거되지 않은 이 같은 오차는 변화탐지 과정에서의 임계치 변화를 통해 추가적으로 제거 하도록 하였다. 먼저 노멀라이징 결과에서는 농경지와 마찬가지로 피해 도로의 많은 부분이 추출되지 않은 것을 확인하였다. 하지만 이퀄라이징과 대비강조 영상처리를 비교한 결과는 다르게 나타났다. 대비강조 처리를 한 변화탐지 결과물에서 피해 도로가 보다 선명하게 추출되었으며, 오차 또한 이퀄라이징과 노멀라이징 처리의 결과물 보다 적게 포함 된 것을 확인할 수 있었다. 이는 도로 주변의 다른 지형지물과의 경계를 뚜렷이 할 수 있는 대비 강조 처리의 특징이 반영되었다고 할 수 있다. 이 또한 표 3에서 대비강조의 정확도(%)가 가장 높아 오차매트릭스를 통해 확인된 결과와 일치하였다.

3.2 임계치 변화에 따른 결과 비교

영상처리 적용에 따른 정확도 검증과 마찬가지로 임계치별로 생성된 영상 변화탐지 결과물을 검증 프로그램을 사용하여 표 4와 같이 정확도를 비교하였다. 비교 결과, 농경지는 임계치 90에서 92.06%로 가장 정확도가 높았으며, 도로는 임계치 110에서 91.97%로 가장 높은 것이 확인되었다.

표 4. 임계치별 정확도 비교

피해항목	임계치	정확도(%)
농경지	80	56.47
	90	92.06
	100	62.96
	110	63.78
	120	62.53
도로	80	52.30
	90	57.88
	100	63.84
	110	91.97
	120	73.10

이 또한 그림 9와 그림 10을 통해 다음과 같이 정성적으로 비교·분석하였다. 농경지는 뚜렷한 구획경계의 특징으로 80~120까지의 임계치 변화를 통한 변화탐지 결과물 내에 피해영역이 전반적으로 정확히 추출되었다. 하지만 경계 안쪽의 피해영역의 추출에서 임계치별 차이가 발생하였고 나머지 비 피해영역의 오차 정도에서도 큰 차이를 보였다. 변화탐지 추출의 가장 확연한 정확도 차이를 보이는 임계치 80과 120을 비교해 보면 80에서는 피해영역이 거의 정확하게 추출되어 나타난 것을 확인 할 수 있다. 하지만 비 피해영역의 오차 역시도 상당히 발생된 것을 볼 수 있다. 반대로 120의 경우는 피해 경계가 희미하게나마 추출이 되었으나 피해영역의 대부분이 추출되지 않아 변화탐지 결과물로써 사용이 어렵다고 판단되었다. 결과적으로 오차의 포함정도가 가장 적고 피해 규모가 유사하게 추출된 임계치 90이 최적의 값으로 결정되었으며, 이는 오차매트릭스를 통해 계산된 정확도(%)와 일치하는 결과로 나타났다. 도로는 앞서 2.6절에서 언급한 바와 같이 주위에 다양한 지형지물이 존재하여 농경지에 비해 변화탐지 결과물 내에 다양한 오차가 발생하였다. 이 때문에 농경지에 비해서 오차의 포함 정도를 정확도 기준으로 더 크게 보았고, 최종적으로는 110을 도로에서 최적의 임계치로 결정하였다. 그림 10에서 확인할 수 있듯이 임계치 110에서는 도로의 선형 특성이

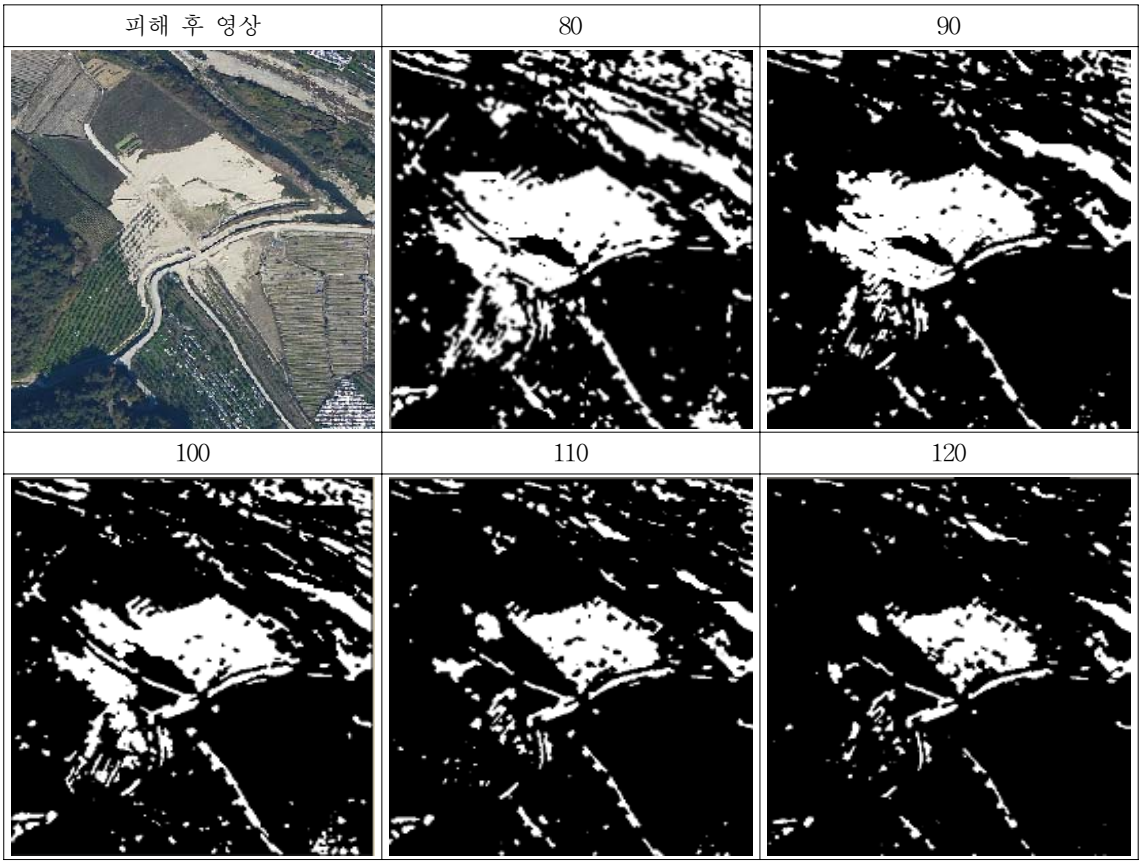


그림 9. 농경지 임계치별 변화탐지 추출결과

가장 뚜렷하게 반영되었으며 주변의 오차가 대부분 제거되어 피해 도로만의 식별이 용이하게 추출되었다. 이는 오차매트릭스를 생성하여 정확도(%)를 비교한 결과와 동일하게 나타났다. 임계치를 100으로 부여한 경우에도 피해 도로의 추출은 비슷하게 나타났으나 오차의 정도가 110의 임계치에 비하여 상당히 많은 양을 포함하고 있어 피해 도로만을 식별하기에는 어려움이 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 피해 전·후 영상에 대하여 전처리 과정으로서 노멀라이징과 대비강조, 이퀄라이징의 영상처리를 적용하였으며, 다양한 임계치 값을 적용·비교함으로써 최적의 영상변화 탐지 결과물을 생성하도록 하였다. 이를 위해 2008년 7월과 10월 촬영된 경상북도 봉화군 항공영상을 시범적용 하였으며, 공공시설물에서는 도로, 사유시설물에서는 농경지에 대하여 시범 적용하였다. 대상항목에 대하여 최적의 영상처리 선정하여 시·공간적 차이로 인한 영상 자체의 오차보정이 가능하였으며, 임계치 설정을 통하여 조사자의 주관적 오차를 제거할 수 있었다. 이는 향후 유사 재해 발생 시 영상변화 탐지과정에서 동일한 제원을 갖는 항공영상의 신속한 활용이 가능하도록 지원할 것이다.

향후 연구로는 하나의 항공영상 제원에 맞추어 본 연구가 시범 연구를 수행한 만큼 다양한 항공 카메라를 통해 촬영된 영상에 대하여 동일한 연구를 수행함으로써 영상 라이브러리를 생성하여 다양한 항공영상에 대한 영상처리 및 임계치를 결정하여 재해복구를 위한 공간영상정보의 활용성을 넓혀야 할 것이다. 또한, 추가적인 GIS 데이터를 활용하여 효율적인 피해조사가 가능할 것으로 판단된다. 현재는 영상변화 탐지범위를 설정할 경우 범위 내에 포함되는 모든 피해 항목이 동시에 포함되어 조사자가 원하는 항목에 대한 선별적인 피해규모 산정이 어렵

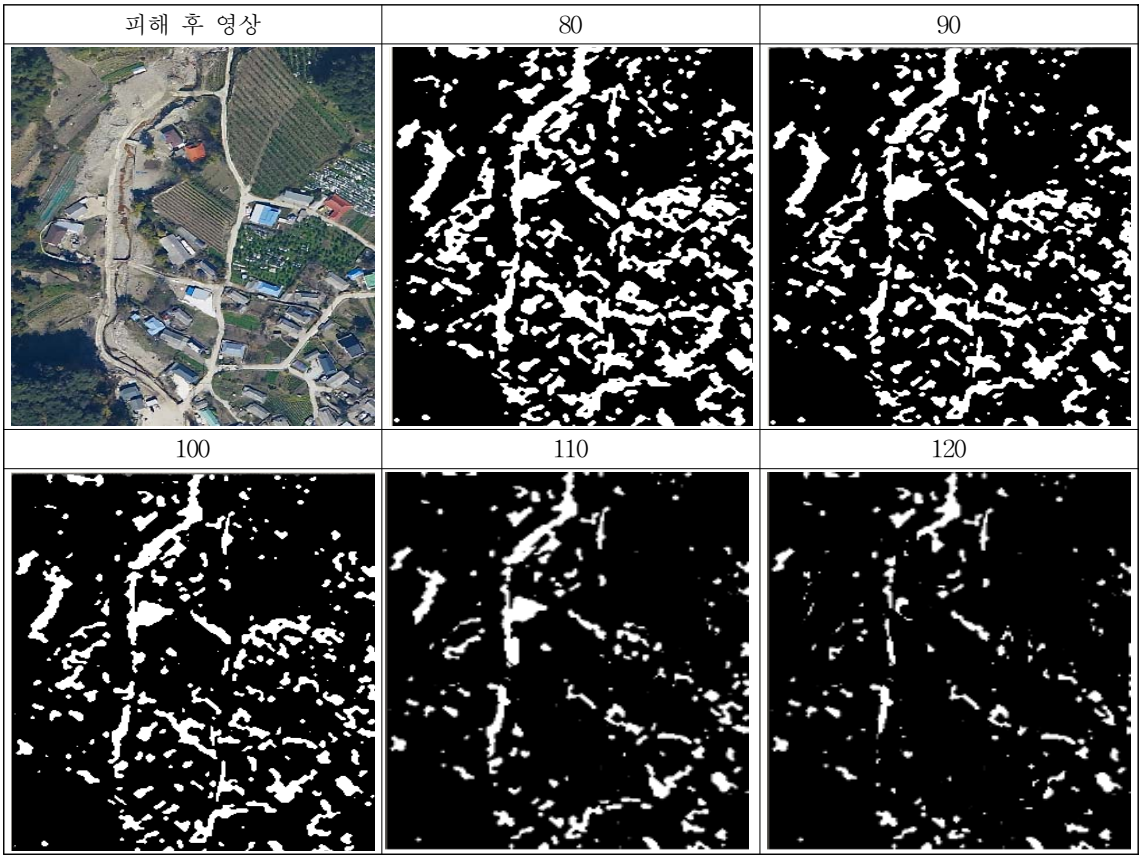


그림 10. 도로 임계치별 변화탐지 추출결과

다. 이를 위해 높은 분류 정확도를 가진 토지피복분류도를 사용하여 피해항목별로 분리한다면 피해 상황에 적합한 피해 규모 산정을 지원할 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

[1] P. A. Brivio, R. Colombo, M. Maggi, and R. Tomasoni, 2002, “Integration of remote sensing data and GIS for accurate mapping of flooded areas”, int. j. remote sensing, vol 23, no. 3, pp. 429-441.

[3] T. Kojima, K. Takara, and Y. Tachikawa, 2005, “Effect of Seasonal Changes for Identification of Disaster Areas with High Spatial Resolution Satellite Images”, ACRS 2005, pp. 1-9.

[3] T. M. Lillesand, R. W. Kiefer, J. W. Chipman, 2004, REMOTE SENSING AND IMAGE INTERPRETATION, Wiley & Sons.

[4] A. Mansourian, A. Rajabifard, M. J. Valadan Zoej and I. Williamason, 2006, “Using SDI and Web-based system to facilities disaster management”, Computers and Geosciences journal, vol. 32, no. 3, pp. 303-315.

[5] G. B. Nam, K. H. Kim and T. H. Kim, 2009, “Estimating Recovery Cost of Natural Disaster Damages using High Resolution Images”, Protection of Structures Against Hazards, pp. 303-308.

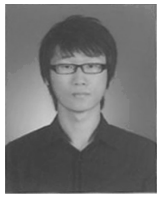
[6] 김계현, 이경숙, 1999, “수치지형도와 영상자료의 연계활용방안에 관한 연구”, 한국지형공간정보학회지, 제7권, 제1호, pp. 21-28.

[7] 김계현, 2000, GIS개론, 대영사.

[8] 김태훈, 김계현, 심재현, 최우정, 2008, “웹GIS를 이용한 실시간 자연재해 피해정보 관리시스템 개발에 관한 연구”, 한국공간정보시스템학회 논문

지, 제10권, 제4호, pp. 103-107.
[9] 김태훈, 김계현, 남기범, 심재현, 최우정, 조명흠, 2010, “고해상도 공간영상을 이용한 자연재해 피해조사시스템 설계 및 구현”, 한국공간정보시스템학회 논문지, 제12권, 제1호, pp. 57-65.
[10] 김태훈, 2010, “공간영상정보와 GIS를 이용한 자연재해 피해정보 산출방안에 관한 연구”, 인하대학교, 석사학위논문.
[11] 중앙재난안전대책본부, 2008, “2008년도 자연재난 조사 및 복구계획수립 지침”.
[12] 중앙재난안전대책본부, 2008, “2008 재해연보”.

논문접수 : 2011.05.30
수 정 일 : 1차 2011.08.29 / 2차 2011.09.04
심사완료 : 2011.10.10



서 정 택
2010년 인하대학교 지리정보공학과 졸업(공학사)
2010년 현재 인하대학교 지리정보공학과 석사과정
관심분야는 재해·재난정보관리, 해양GIS, 환경GIS, GIS 기술개발

김 계 현
1982년 한양대학교 자원공학과 졸업(공학사)
1989년 미국 아리조나대학(투산) 수문학과 졸업(공학석사)
1993년 미국 위스콘신 주립대학(매디슨) 토목환경공학과 졸업(공학박사)
1995년~현재 인하대학교 지리정보공학과 정교수
관심분야는 GIS를 활용한 수자원·수질관리, 재해·재난 관리, 시설물관리, GIS 표준화, 유비쿼터스 GIS 기술개발, 해양 GIS 등