

DTED를 이용한 고해상도 DEM의 후처리 방안에 관한 연구

Research of post-processing method of high resolution DEM by the use of existing DTED data

이수암*, 수야준, 김태정

Sooahm Rhee, Yajun Shua, Taejung Kim,

인하대학교 지리정보공학과 (ahmkun@inhaian.net*, king_wzzsyj@hotmail.com , tezid@inha.ac.kr)

고해상도 위성영상을 이용한 DEM 제작의 경우 영상의 센서모델과 정합을 이용한 방식이 일반적으로 사용되어 왔다. 이 방식의 경우 영상에 존재하는 건물 및 도로, 그리고 지역 등에 따라 오류가 발생하게 되며 이는 DEM의 제작 시 공백(Hole)이나, 오류(Blunder)의 원인이 된다. 이 방식을 보완하기 위하여, 본 실험에서는 1m 급의 공간해상도를 가지는 스테레오 위성 영상을 이용하여 제작된 고해상도 DEM을 제작해보았으며, 전 세계적으로 제작되어 있는 30m 정확도를 가지는 DTED를 이용하여 동일지역의 DEM의 개선을 시도하였다. 고해상도 스테레오 위성영상에서 매칭 결과로 구해진 높이 값과 30m DTED와의 결과 비교를 통해 최상위 피라미드 단계에서의 DEM의 제작 시 발생할 수 있는 에러들을 걸러냄으로 정확한 DEM의 생성을 시도하였으며, 새롭게 구해진 DEM의 높이 값을 30m DTED의 높이 값에 근사시켜 기존의 방식보다 더 부드러운 고해상도 DEM의 제작이 가능함을 확인할 수 있었다.

1. 서론

DEM(Digital Elevation Model)은 3차원 지도의 제작, 도심 모델의 생성 등에 유용하게 쓰이는 자료이다. 정확한 3차원 공간자료를 요구하는 현대 사회에서 정확한 고해상도 DEM의 필요성이 증가하고 있다. DEM의 제작을 위한 방법으로 고해상도 스테레오 위성영상의 정합을 이용하는 방식이 있다. 이 방식은 LIDAR, SAR 등을 이용한 다른 방법들에 비해 상대적으로 비용이 적게 들며, 정기적인 데이터의 획득이 가능하다는 점이 강점이라고 할 수 있다.

그러나 영상의 정합만을 이용하여 데이터의 처리를 할 경우 발생하는 문제점 또한 존재하는데, 후처리 없이 제작된 DEM은 많은 오류들을 내포하게 되며, 그 표면이 상당히 거칠게 표현된다는 문제점이 있다. 이러한 문제들은 제작된 DEM의 공간해상도가 커질수록 더 많이 발생하게 되며, 이를 해결하고 부드럽고 신뢰할만한 DEM의 제작을 위해서는 적절한 후처리 과정이 필요하게 된다. 본 실험에서는 기존에 존재하는 30m의 공간해상도를 가지는 DTED를 이용한 간단한 후처리 과정을 제안하며, 그 결과를 보고하고자 한다.

2. 실험에 사용한 데이터 및 처리방법

고해상도의 DEM 제작실험에 사용한 영상은 1m의 해상도를 가지는 대전지역의 IKONOS 영상이며 센서모델은 직접선형 변환(Direct Linear Transform)모델을 사용하였다(임용조와 김태정, 2002). 센서모델의 수립 후, 에피풀라 기반의 정합방법을 사용하였으며(Lee, et al., 2003), 정확한 정합 결과를 나타내기 위하여 영상 피라미드를 이용한 정합 방식을 사용하였다. 이 방식은 좌우영상의 피라미드 영상의 제작 후, 하위 레벨 피라미드 영상의 정합 점을 상위 레벨 영상의 정합 후보점으로 하여 최상위 레벨인 원영상의 정합까지 완료하면 정합이 완료되는 방식이다. 영상 정합이 완료가 되면, 정합 성공점에 크리깅 기법 (Kriging)을 적용하여 DEM을 생성하였다.

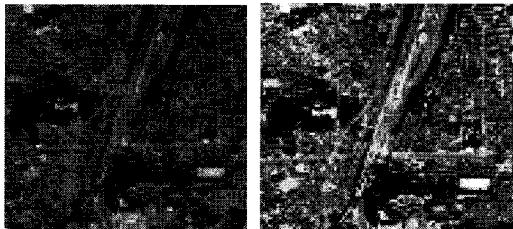


그림 1 스테레오 영상에서의 오정합 지역의 예

스테레오 영상을 사용한 영상 정합 방식의 경우, 정합 결과는 오류를 포함하게 된다. 그림 1에 나타나는 점들은 최하위 레벨의 피라미드 영상에서의 정합 실패점을 나타낸다. 이들은 주로 영상에 존재하는 건물 및 도로, 그림자 지역에서 많이 발생하게 되며, 특히 밝기값이 급변하는 지역에서 정합이 실패한 점들이 다량으로 발생함을 확인할 수 있었다. 이러한 오정합 지역은 DEM의 제작 시에 공백(Hole)이나 오류(Blunder)의 원인이 된다. 이러

한 오차들을 최소화하고 제거하기 위하여 주변 높이의 밝기값들을 이용하여 오류지점을 탐지하는 방식들이 제안되어 왔으며 (Angel, 1994), 그 처리 방식으로는 Median Filter등의 smoothing Filter를 지역적으로 적용하는 방식이 일반적이다. 그러나 오류지역이 넓게 분포할 경우 주변의 밝기값들을 이용하여 보정하는 수정에 한계가 있기 때문에 수정된 지역이 신뢰성 있는 값을 가진다고 하기에는 무리가 따른다. 또한 정합이 제대로 이루어진 지역의 경우라고 할지라도 정합점이 내포하고 있는 에러 등의 이유로 인해 제작된 DEM의 표면은 그림 2와 같이 거칠게 표현되는 문제점도 있다.

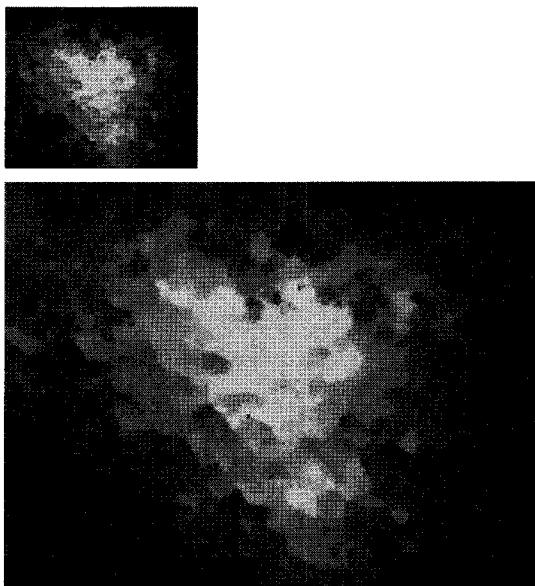


그림 2 거칠게 표현된 DEM의 예
(상: 10m 해상도, 하: 3m해상도)

본 연구는 이런 점을 보완하여 부드럽고 신뢰성 있는 DEM의 제작을 목적으로 하고 있으며, 이를 위하여 기존에 존재하는 신뢰성 있는 DTED Level 2 데이터를

이용하여 DEM의 품질 향상을 시도하였다. 실험에 사용한 DTED Level2의 스펙은 표 1과 같다. 아래의 표와 같이 DTED는 평균해수면(MSL)을 사용하기 때문에 정합을 위한 모델링 시에 사용되는 지상기준점의 높이값도 평균해수면을 적용하였다.

표 1. DTED level 2 Data의 스펙

DTED level	2
수평기준계	WGS-84
수직기준계	Mean Sea Level (MSL)
격자간격	1" x 1"
공간해상도	30 m
절대수평정확도	90%원형오차 $\leq 23\text{m}$
절대수직정확도	90%선형오차 $\leq 18\text{m}$

3. DTED를 이용한 후처리 방법

피라미드 영상을 이용한 정합 방식의 경우 제작된 피라미드 영상 단계별로 정합 결과가 나오게 되므로 각각의 레벨에서의 정합점을 이용한 DEM의 제작이 가능하다. 피라미드 영상은 실험을 통해 최적으로 결정된 5단계로 설정하였으며, 최하위 피라미드에서 DEM을 제작할 시, 그 공간해상도를 DTED level 2와 같이 30m의 해상도를 가지는 자료와 동일하게 설정하였다. 피라미드 단계별로 30m에서부터 공간해상도를 5m씩 향상시켜가며 총 5단계의 DEM을 제작하여 최종적으로 원영

상에서 제작되는 DEM의 해상도가 10m의 정확도를 가지게 되도록 설정하여 제작하였다.

각 단계별 DEM을 제작한 후 30m 해상도의 DTED level 2 자료에 동일한 해상도로 제작된 제일 낮은 수준의 피라미드 DEM 값을 근사시켰으며, 이때 계산 방법으로 DTED의 정확도를 고려한 임계값을 사용하였다. 동일 위치의 두 자료에서의 높이값의 차이가 임계값의 범위 밖일 경우 DEM의 값은 전단계 DTED의 값으로 대체시켰으며, 그 외의 값들은 두 개의 높이값의 평균값으로 변환시켜가며 보정을 실행하였다. 이때의 임계값은 $\pm 20\text{m}$ 로 이는 DTED level 2의 절대 수직 정확도를 고려한 값이다. 최하레벨 DEM의 제작 및 수정이 완료되면 이 DEM을 이용하여 동일한 방법으로 다음 단계 DEM을 보정하고 이 과정을 반복하여 최종적인 DEM을 제작한다.

4. 실험 결과

이 방식의 경우 최종적으로 보정된 영상은 전 단계에 제작된 DEM에 영향을 받게 되므로 가장 낮은 레벨의 피라미드 DEM을 정확하게 제작하면 할수록 더욱 신뢰성 있는 결과의 제작이 가능하다고 할 수 있다. 30m DTED를 이용하여 보정된 가장 낮은 수준의 피라미드 영상에서의 DEM제작 결과는 그림 4를 통해 확인할 수 있다.

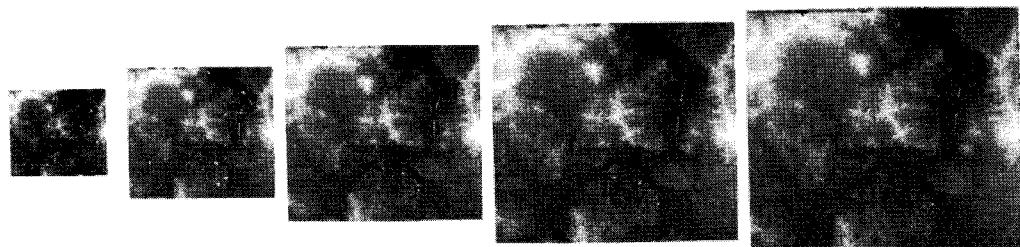


그림 3. 피라미드 단계별로 제작된 DEM 영상



수정 전의 최하레벨 피라미드 영상을 보면 상당히 많은 공백 및 노이즈들이 존재함을 확인할 수 있으며, 알고리즘 적용 결과 이 오류들이 대부분 수정되었음을 확인할 수 있었다. 이를 확인 한 후, 단계 별로 DEM의 보정을 수행하였고 최종적으로 제작된 10m 공간해상도의 DEM은 다음의 그림과 같다.

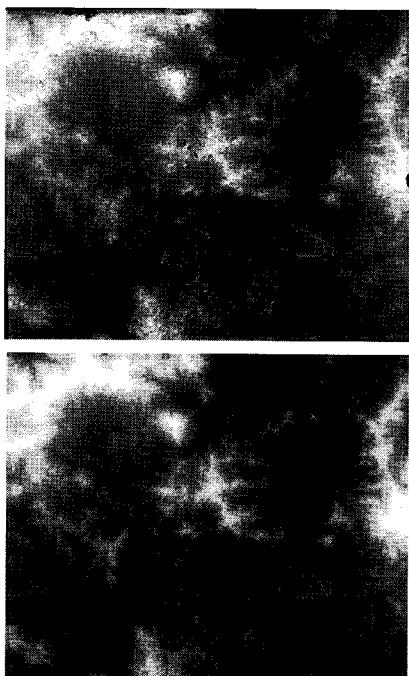


그림 5. 10m DEM 영상
(상: 수정 전, 하: 수정 후)
이 결과를 육안으로 분석 해 본 결과, 도심

지역에 많이 발생했던 공백들이 수정되었음을 확인할 수 있었으며, 그에 더하여 전체적으로 수정 전에 비해 제작된 결과가 부드러워졌음을 확인할 수 있었다. 또한 제안된 방식을 사용하여 제작된 보정된 10m 해상도의 DEM을 하위레벨의 DEM으로 설정하고 이를 미리 제작해 놓은 3m DEM의 동일 지역의 높이 값과 비교하여 처리한 경우(그림 6) 역시 부드러운 DEM의 제작이 가능함을 확인할 수 있었다. 이는 정확한 10m 해상도의 DEM의 제작이 가능할 경우 더욱 정확한 3m 해상도의 DEM의 제작이 가능할 것이라는 가능성을 보여주는 결과라고 할 수 있다.

5. 결론

본 연구는 스테레오 영상의 정합을 이용하여 3m 급의 정확한 고해상도의 DEM의 제작을 위한 연구의 선행과정으로 수행되었다. 1m의 해상도를 가지는 IKONOS 영상을 이용하여 DEM을 제작할 경우 정확한 3m급의 DEM의 제작은 상당히 어려운 과제이다. 즉 영상만을 이용하여 정확한 DEM을 제작하기에는 무리가 따르며, 이 문제를 해결하기 위해서는 영상의 전처리 및 신뢰할만한 데이터를 이용한 후처리 등의 적용이 필수적으로 이루어져야 한다.

후처리 방안으로 본 연구에서는 기존에 존재하는 검증된 30m 해상도의 DTED를 이용하여 정확한 최저레벨 피라미드 DEM을 제작

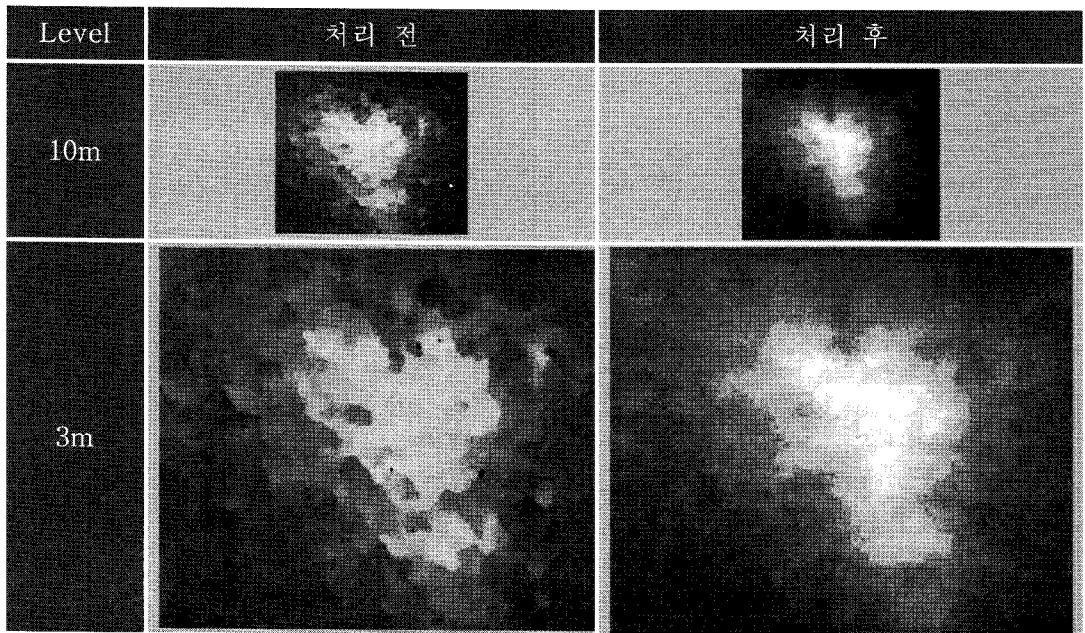


그림 6. 제안된 방식을 이용한 처리결과

하였고 이를 단계를 거듭할수록 누적시켜가며 수정해 갈 경우, 10m의 해상도를 가지는 DEM을 보정하는 것이 가능함을 확인하였다.

이 방식을 적용하는 것으로 부드러운 DEM의 제작이 가능함을 확인할 수는 있으나, 이 방식만을 사용하여 후처리를 완료하기에는 무리가 있으며, 이후 더욱 발전된 알고리즘과 다른 후처리 방식 등을 이용하여 더욱 부드러운 DEM의 제작을 시도하여야 하며, 그 이전에 영상의 전처리와, 정합시에 지역에 따른 동적인 파라메터의 적용으로 정합 성공률을 높일 수 있다면 더욱 정교하고 신뢰성 있는 DEM의 제작이 가능할 것이다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형국토정보기술혁신 사업과 제의 연구비지원(07국토정보C03)에 의해 수행되었습니다

참고문헌

- 임용조, 김태정, 2002, SPOT, EOC, IKONOS 스테레오 영상으로부터 생성된 도심지역 DEM의 정확도 및 성능 비교분석, 대한원격탐사학회지, 18(4): 221-231
 Lee Hea Yeoun, Taejung Kim, and Wonkyu Park, 2003, Extraction of Digital Elevation Models from satellite stereo images through stereo matching based on Epipolarity and Scene Geometry, Image and Vision Computing, 21(9):789-796
 Angel M., 1994, Parametric statistical method for error detection in digital elevation models, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 49(4):29-33
 NASA, 2004, <http://cddis.gsfc.nasa.gov/926/egm96/doc/S11.html#References>

NIMA (National Imagery and Mapping Agency), 2000, Performance Specification Digital Terrain Elevation Data (DTED), MIL-PRF-89020B, <http://www.nga.mil/ast/fm/acq/8902-0B.pdf>