

## 해안지역 DEM의 비교연구

김승범, 박원규, 이해연, 김탁곤

한국과학기술원 인공위성연구센터

대전시 유성구 구성동 373-1

042-869-8629 sbkim@satrec.kaist.ac.kr

경기만 지역을 대상으로 해안지역 표고자료들의 정확도를 비교 분석하였다. 미국에서 제작한 DTED (Digital Terrain Elevation Model)는 70-80 년대에 제작되어 오래되었을 뿐 아니라 약 50 km의 해안선 위치 오차가 발생하기도 하며, 반도가 섬으로 나타나기도 한다. 상용소프트웨어 PCI는 수십 km<sup>2</sup>에 해당하는 바다를 육지로 생성하였고 해안지역의 표고오차역시 60 m를 초과한다. 지형도를 독취한 수치지도는 지형도 갱신 (10년), 독취에 필요한 시간 (15km × 20km에 작업시간만 24일)과 비용, 수동 독취 상의 오차, 측량 난이 지역등의 한계를 가지고 있다. Valadd-pro는 정확한 해안선 정보를 제공하고 해안지역의 표고역시 PCI보다 현실적이다. 경기도 시화호 주변의 4 km<sup>2</sup> 지역의 등고선은 현지 지형을 현실적으로 보여준다.

### 1. 서론

해수면 상승에 대한 우려와 홍수에 의한 피해 증가가 심화되고 있다. 지구온난화에 따른 해수의 열팽창과 그린랜드, 남극, Alpine 빙하의 해빙으로 인한 전지구적 해수면 상승은 2100년까지 약 1-3 m로 컴퓨터 모델 결과는 예측하고 있다 (Gornitz (1995)의 summary 논문 참조). 이러한 모델 결과는 지난 2세기동안 실측된 전지구적 해수면 수위가 평균 1-2 mm yr<sup>-1</sup> 상승했다는 사실의 원인이 인간의 산업활동에 있다는 분석을 뒷받침한다. 따라서 추가적 상승과 그에 따른 피해가 예상된다. 홍수의 경우 최근 들어 비이상적으로 빈번히 발생하는 집중호우는 국내에서 뿐 아니라 (1995년 북한서부, 1996년 임진강유역, 1998년 지리산, 1999년 임진강 유역) 전세계적인 현상이다 (1999년의 중국 양자강, 미국 캘리포니아). El Nino와 지구온난화가 그 원인들로 지목되고 있다(태풍의 경우 지구온난화의 영향이 실측통계와 컴퓨터 모델에 의해 입증되고 있다: Henderson-Sellers *et al.* (1998)의 summary paper 참조). 요컨대 산업화와 이로 인한 지구온난화는 가속화될 전망이다. 이에 따른 해수면 상승과 홍수도 그 빈도/정도가 증가하리라는 예측이 지배적이다.

해수면 상승과 홍수와 같은 재해에 대한 예방과 대책 마련에 필수적인 자료가 해안지역과 강 유역의 표고자료 (DEM, Digital Elevation Model)이다. 예를 들어 함학진과 안상진 (1999)은 DEM이 배수조직 (高地의 물이 低地로 集水되는 망의 구조), 흐름과정,

유역의 경계추출, 흐름누적 (集水되는 물의 양) 등의 정보를 추출하는데 사용될 수 있음을 입증하였다. 함학진과 안상진은 위성영상에서 추출된 DEM 을 사용하였으나 이 DEM 의 정확도에 대한 고려는 언급하지 않았다. DEM 의 정확도에 따라 수문정보의 신뢰도가 결정될 것이므로 본 연구에서는 DEM 자료의 성능을 비교 분석한다. 비교에 사용된 자료는 미국 NIMA (National Imagery and Mapping Agency)의 DTED (Digital Terrain Elevation Model), 상용 software 인 PCI 로 SPOT 영상을 사용하여 제작한 DEM, 인공위성연구센터에서 개발한 software Valadd-pro 이다. 대상지역은 경기만 일대이며 안산시 시화만 지역을 정밀 비교하였다. 국립지리원 발행 1:25,000 지형도 역시 사용하였으나 경기만일대의 자료가 없었던 관계로 충남 당진 지역의 강 유역을 선택하였다.

## 2. 자료

DTED (Digital Terrain Elevation Model): 사용한 DTED 자료는 Level 1 으로 수평해상도 3 arcsec (100m)자료이며 표고 layer 만을 사용하였다. NIMA 에서 제공하는 nominal accuracy 는 수평방향으로 50 m 이내이고 수직방향으로 30 m 이내이다.

PCI DEM: PCI Works v. 6.2 (1997)를 사용하였다. 사용한 위성영상은 SPOT 이고 스테레오 영상은 1999 년 5 월과 1998 년 8 월에 촬영되었다. 영상의 세부적 내용은 Lee *et al.* (2000a)를 참조한다.

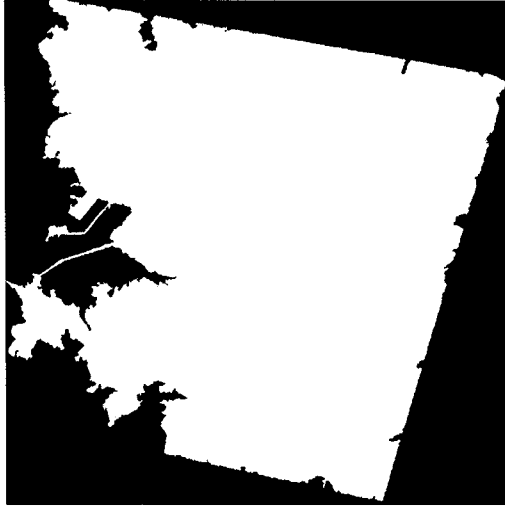
Valadd-pro DEM: Valadd-pro 는 인공위성연구센터에서 개발한 software 로 SPOT 영상을 사용하여 DEM, 정사영상, 정밀보정영상을 생성한다 (Lee *et al.* (2000a); Lee *et al.* (2000b)). PCI 에 사용한 동일한 영상을 사용하였다.

수치지도: 1:25,000 지형도의 raster 화는 1) 등고선 원판입수 2) drum scanner 로 scan 3) MicroStation 을 사용하여 등고선을 vector 형태로 독취 4) 독취된 등고선을 raster 표고값으로 변환의 과정을 거쳐 수행되었다.

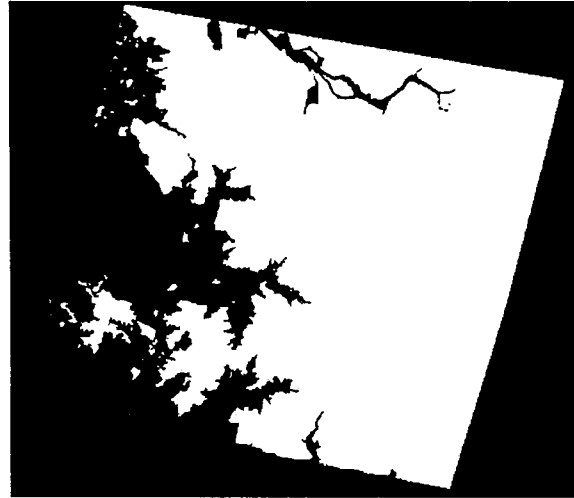
## 3. 해안지역, 강유역 표고자료 비교

그림 1은 DTED 와 Valadd-pro 의 해안선을 비교한다. DTED 의 경우 경기도 화성군이 半島로 표시되고 인천북부 김포군이 육지가 아닌 群島로 나타나는 오류를 포함하고 있다. 반면 Valadd-pro 는 해안선을 정확하게 묘사하고 있으며 시화방조제와 인천 부두 역시 선명히 보여주고 있다. DTED 에 존재하는 일반적 문제는 해안선이 육지쪽으로 약 50 km 가량 편향되어 있다는 점과 최근에 발생한 변동사항 (시화방조제등)이 나타나지 않는다는 점이다.

상용소프트웨어로 생성한 해안지역 DEM 을 (그림 2 b) 살펴보면 첫째 연안의 상당부분이 육지로 메워져 있다. 이는 PCI 가 pyramid 방식의 정합을 사용하기 때문이다. 둘째 해안지역으로 정확히 생성된 지역에서도 육지에서의 오차 (60 m 이하)보다는 큰 오차 (60 m 초과)를 보인다.

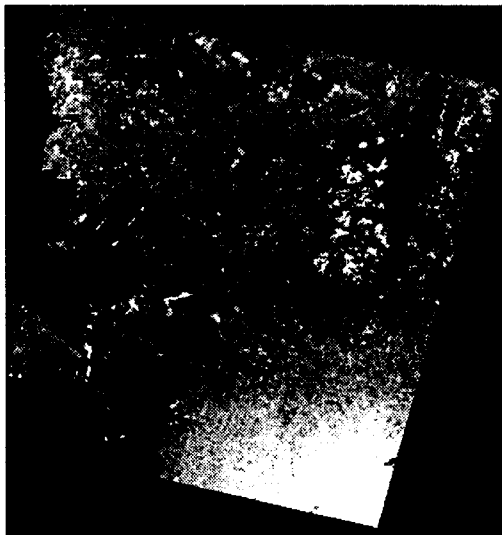


(a)

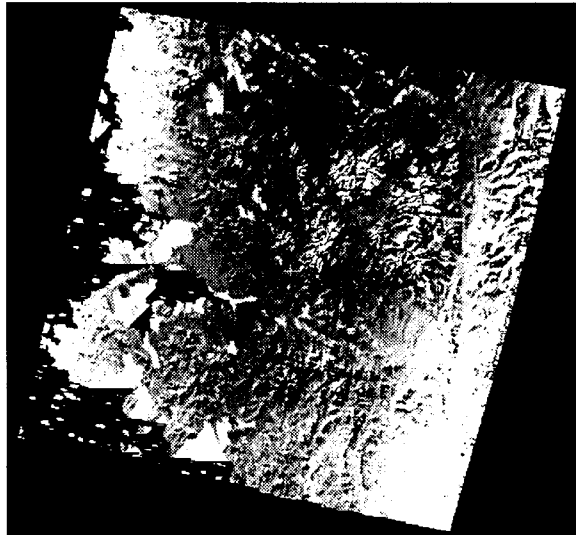


(b)

그림 1 경기만 일대 60 km × 60 km 지역의 해안선 비교: (a) Valadd-pro (b) DTED. 해발 0m 이상인 지역을 흰색으로 처리.



(a)



(b)

그림 2 경기만 일대의 해안선 비교: (a) Valadd-pro (b) PCI. DTED와 차이의 절대값을 60 m로 scaling.

다음으로 수치지도의 정확도를 검사하기 위하여 수치지도와 DTED의 차이를 살펴보았다 (그림 3). 비교 지역은 강 유역으로 (그림 3의 A, B, C 지역) 30 m 이상의 오차가 발생했으며 이는 1:25,000 도엽과 비교한 결과 독취과정의 오차로 판명되었다. 수치지도는 PCI나 Valadd-pro보다 정확하리라 예상되나 갱신주기가 약 10년이고 고비용인

점이 실용화의 장애가 된다.

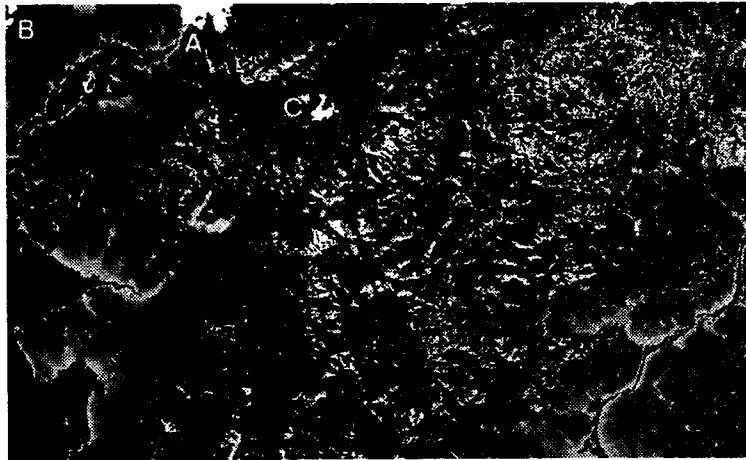


그림 3 당진지역 30 km × 40 km 에 대한 1:25,000 수치지도 minus DTED. 차이값은 30 m 로 scaling 됨. A, B, C 지역은 지형도 등고선의 raster 화 과정에서 발생한 오차.

그림 4의 Valadd-Pro 로 제작한 등고선은 한국해양연구소 일대의 지형을 현실적으로 잘 묘사하고 있다. Valadd-pro 가 60 km × 60 km 지역의 DEM 생성에 소요되는 시간 (20 분내외)은 지형도의 갱신주기 10 년과 수치지도화를 위해 수동 독취에 소요되는 약 24 일 (1:25,000 지형도 8 장)과 비교할 때 막대한 시간절감 효과를 가져온다. DTED 기준으로 산정된 정확도가 RMS 22m 로 PCI (38m)보다 2 배, Intergraph (50m, Lee *et al.* (2000a))보다 2.5 배가 우수한 점 역시 장점이다.

#### 4. 향후 과제

본 연구에서 사용한 DTED 는 70-80 년대에 제작된 DTED 이지만 DTED 는 계속 갱신된다고 알려져 있다. 따라서 DTED 의 정확한 품질 평가를 위해서는 최근의 자료를 살펴보아야 한다. 또한 DTED 의 생성방식이 Valadd-pro 나 PCI 와 같은 자동생성인지의 여부를 밝힌 후 제작에 소요되는 시간을 추정할 필요가 있다.

Valadd-pro 의 주관심사는 60 km × 60 km 의 광범위한 지역이었으므로 수 km 의 범위를 가진 해안지역에 대한 정밀작업은 아직까지 수행하지 않았다. 따라서 한강이 정확히 표시되지 않았고 (그림 1 a) 해안선 부근의 표고에 대한 정량적 정확도 검증과 해안선 지역의 정표고를 얻기 위해 사용한 geoid 의 정확도 검증 등이 향후과제로 남아있다.

#### 5. 결론

해안지역과 강 유역의 정확한 표고자료는 재해방지를 위해 필수적이다. 해수면 상승이나 홍수가 발생할 때 침수지역을 예측하기 위해서는 정밀한 지형정보가 필요하기 때문이

다. 현재 사용 가능한 표고자료 (DEM)를 열거하고 이들의 정확도를 정성적으로 비교하였다. 미국에서 제작한 DTED (Digital Terrain Elevation Model)는 70-80 년대에 제작되어 오래되었을 뿐 아니라 약 50 km 의 해안선 위치 오차가 발생하기도 하며, 반도가 섬으로 나타나기도 한다. 상용소프트웨어 PCI 는 수십 km<sup>2</sup>에 해당하는 바다를 육지로 생성하였고 해안지역의 오차역시 60 m 를 초과한다. 지형도를 독취한 수치지도는 가장 정확하다 할 수 있으나 제작 시간과 비용이 실용화의 큰 장애로 작용한다. Valadd-pro 는 위성영상을 사용하여 전자동으로 표고를 생성하며 해안선을 정확히 묘사하고 해안지역에서 PCI 에 비해 약 5 배 이상의 정확도를 보인다. Valadd-pro 의 해안지역 결과에 대한 정량적 정확도 비교, 해안지역의 정밀작업이 필요하다. 또한 최신 DTED 를 입수하여 정확도를 검사할 필요가 있다.

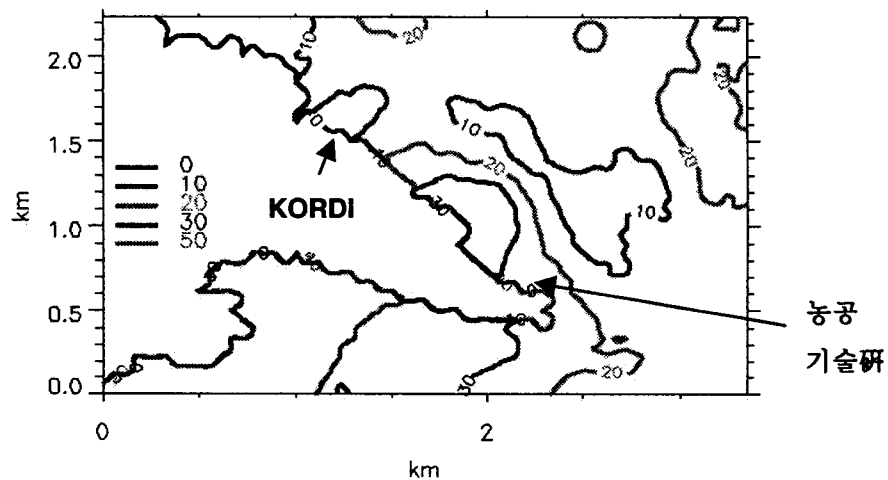


그림 4 Valadd-Pro 를 사용하여 제작한 10m 간격의 등고선. 좌측의 등고선이 없는 지역은 바다이며 서남단의 육지는 가파른 언덕으로 등고선이 겹쳐 나타난다.

#### 감사의말

본 연구는 ‘고해상도 위성영상 수신처리 시스템 개발과제 (NN33510)’의 일부로 수행되었습니다.

#### 참고문헌

함학진, 안상진, 1999: 원격탐사와 GIS 를 이용한 수문정보추출, 한국수자원학회지, 32, 41-45.

Gornitz, V., 1995: Sea-level rise: a review of recent past and near-future trends., *Earth surface process and landforms*, 20, 7-20.

Henderson-Sellers, A., H. Zhang, G. Berz, K. Emanuel, W. Gray, C. Landsea, G. Holland, J. Lighthill,

- S.-L. Shieh, P. Webster, and K. McGuffie, 1998: Tropical cyclones and global climate change: a post-IPCC assessment, *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 79, 19-38.
- Lee, H.Y., T. Kim, W. Park, and H.K. Lee, 2000a: Accurate Extraction of Digital Elevation Models from Satellite Stereo Images: Stereo Matching based on Epipolarity and Scene Geometry, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, submitted.
- Lee, H.Y., W. Park, S.A.B. Kim, T. Kim, T.H. Yoon, D.S. Shin, and H.K. Lee, 2000b: Development of Value-Added Product Generation Software from Satellite Imagery: "Valadd-Pro", *J. Korean Soc. Remote Sensing*, in press.