
InSAR 및 3-Pass DInSAR 처리기법을 적용한 DEM 추출에 대한 실험 연구

Experimental Study on DEM Extraction Using InSAR and 3-Pass DInSAR Processing Techniques

이진덕*, 배상우**

금오공과대학교 토목환경공학부*, (주)GMG**

Jin-Duk Lee(jdlee@kumoh.ac.kr)*, Sang-Woo Bae(jynny@hanmail.net)**

요약

SAR 데이터는 기상이나 일조량의 제약을 받지 않고 능동적으로 자료를 취득할 수 있다는 장점 때문에 지표면의 시계열 분석자료로서 활용성이 높고, 재해와 같은 돌발상황의 경우에 신속하게 자료를 취득할 수 있다. 본 연구에서는 JERS-1 SAR 영상의 L-밴드 데이터로부터 InSAR 방법과 DInSAR 기법을 이용하여 DEM을 추출하고자 하였다. 추출한 coherence, interferogram 영상을 분석한 결과, DInSAR 3-pass 방식을 이용할 경우 InSAR 방식에 비해 비교적 안정된 coherence 값을 가지는 것을 확인할 수 있었다. 축척 1:5000 수치지형도에서 추출한 DEM을 기준자료로 하여 SAR 영상으로부터 추출한 DEM의 정확도를 평가하였으며, 안테나 간의 기선장이 DEM의 정확도에 크게 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다.

■ 중심어 : JERS-1 | SAR 데이터 | 레이더 간섭기법 | 차분간섭기법 | 수치고도모형 |

Abstract

As SAR data have the strong point that is not influenced by weather or light amount in comparison with optical sensor data, they are highly useful for temporary analysis and can be collected in time of unforeseen circumstances like disaster. This study is to extract DEM from L-band data of JERS-1 SAR imagery using InSAR and DInSAR processing techniques.

As a result of analyzing the extracted coherence and interferogram images, it was shown that the DInSAR 3-pass method produces more suitable coherence values than the InSAR method. The accuracies of DEM extracted from the SAR data were evaluated by employing the DEM derived from the digital topographic maps of 1:5000 scale as reference data. And it was ascertained that baselines between antenna locations largely affect the accuracy of extracted DEM.

■ keyword : JERS-1 | SAR Data | InSAR | DInSAR (Differential SAR Interferometry) | DEM |

* 본 연구는 2005년도 금오공과대학교 학술연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

I. 서론

SAR 센서는 자체의 에너지원으로 영상을 수집하는 능동형 센서로서 대기 중 투과효과가 높으므로 기존의 광학적 센서로 해결하지 못했던 구름에 가리워진 지역이나 야간, 또는 기상조건이 맞지 않는 경우 양호한 영상을 얻을 수 없다는 광학 영상의 단점을 극복할 수 있다.

SAR(synthetic aperture radar) 영상을 이용한 수치고도모형의 추출방법으로는 입체시의 원리를 이용하는 레이다 사진측량(radargrammetry) 기법과 레이다 간섭을 통한 두 영상의 위상정보를 이용하는 레이다 간섭기법(radar interferometry)이 있다. 레이다 간섭기법은 광역의 데이터를 시간과 기상에 무관하게 주기적으로 낮은 비용으로 취득할 수 있는 레이다 영상으로부터 표고데이터를 추출할 수 있는 기법으로서 동일한 지표면에 대하여 두 영상이 지니는 위상정보의 차이값을 이용하는 것이다[1][2].

SAR 영상으로부터 추출되는 표고데이터의 정확도 또한 SAR 시스템의 진보로 인하여 계속 향상되고 있어 수치고도모형(DEM; digital elevation model) 제작 등에 많은 활용이 있으리라 기대된다[3].

DEM은 일반적으로 항공사진 또는 SPOT 위성 등의 광학 스테레오 영상을 이용하여 생성되어 왔으며, 이것은 원격탐사뿐만 아니라 GIS분야에서도 중요한 자료로 활용되고 있다. 빠르게 변화하는 도시지역이나 자연재해에 의한 지형변화의 갱신은 시간과 기상의 영향을 받는 광학영상으로서는 한계가 있으며, 따라서 SAR 데이터를 통한 DEM 갱신과 지형 변화의 탐지는 중요하다고 할 수 있다.

레이다 간섭기법을 이용한 연구는 기술적인 면에서 뿐 아니라 활용성 측면에서도 계속 증가되고 있으며, 국내에서도 1990년대 중반 이후 ERS, Radarsat, Envisat, JERS 위성의 SAR 데이터로부터 정사투영영상 생성, 지질학적 응용, 수치표고모형 추출, 방재관련분야, 지표면 변위관측 등 다양한 분야에서 그 활용성에 대한 연구가 진행되어 왔다[2][4-7].

2000년대에 발표된 몇 가지 연구사례를 들면, 김상완, 원중선(2002)은 JERS-1 L-band SAR 위상간섭을 이용

하여 연안매립지 기반침하 관측을 시도하였고, 윤근원 등(2001)은 DEM의 정밀도를 향상시키기 위해 낮은 정밀도의 DEM을 사용하는 방법으로서 2-pass DInSAR 방법을 시험적용하여 InSAR 기법보다 향상된 정밀도를 얻을 수 있음을 제시하였다[8][9]. 김창오, 김정우 등(2005)은 ERS-1/2 및 JERS-1 SAR 영상의 레이더영상 간섭기법을 이용하여 작성한 DEM의 정밀도를 GPS측량에 의한 지상기준점을 이용하여 분석하고 InSAR 기법 외에 DInSAR 기법을 추가로 적용하여 사용된 DEM의 해상도에 따른 정밀도를 분석하였다[10].

JERS(Japanese Earth Resources Satellite)는 지구 주위 관측과 자원 이용에 초점을 맞추어 육지측량과 농업, 임업, 수산업, 환경보호, 재난 방지, 근해의 감시 등을 하는 지구 관측 위성으로 OPS와 SAR 센서를 장착하고 1992년 2월에 발사되었으며, 당초 계획 수명이었던 2년보다 훨씬 긴 6년 간 임무를 수행하다가 1998년 10월 19일로 수명을 다해 더 이상 작동할 수 없게 되었다[11].

본 연구에서는 비교적 저가의 JERS-1 SAR 영상의 L-밴드 데이터로부터 InSAR(SAR Interferometry) 방법과 DInSAR(Differential SAR Interferometry) 기법을 이용하여 DEM을 추출함에 있어서 처리단계별 생성정보들의 특성을 분석하고자 하였다. 그리고 축척 1:5000 수치지형도에서 얻은 DEM을 기준자료로 하여 SAR 데이터로부터 추출한 DEM의 정확도를 분석하고자 하였다.

II. 레이다 간섭기법의 기하학 및 원리

SAR 간섭기술의 자료 취득 방법은 안테나의 관측 방법에 따라 single-pass와 repeat-pass로 구분할 수 있다. 우주왕복선을 이용한 SRTM(Shuttle Radar Topographic Mission)과 항공기를 이용한 TOPSAR와 같이 하나의 비행체에 두 개의 안테나가 장착되어 두 개의 자료를 동시에 얻는 것이 single-pass에 해당한다. repeat-pass는 ERS-1/2, JERS-1, RADARSAT-1 등과 같은 위성에서 주로 쓰이는 방식으로, 두 안테나가 서로 다른 비행체 또는 궤도에서 관측한 자료를 이용하는 방법이다 [12][14].

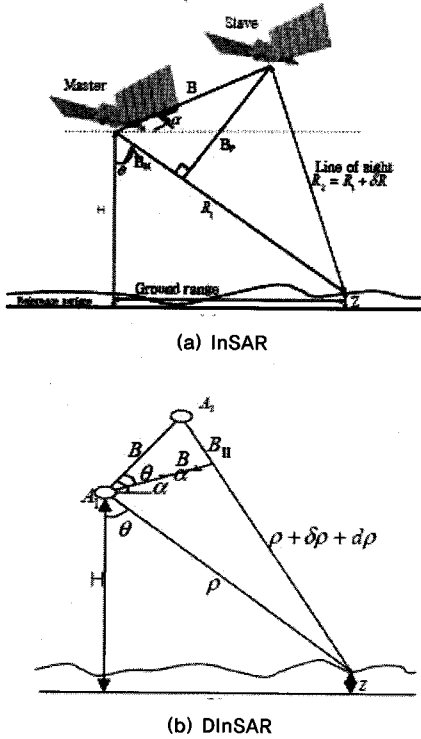


그림 1. 레이더 간섭의 영상취득 기하학

레이더 간섭에 의한 SAR 기하학은 [그림 1]에 나타나 있다. 주영상과 부영상간 거리 B, 수직거리 B_v, 수평거리 B_H이다. 기준면으로부터 위성까지의 고도는 H이고, 기록표면의 높이는 Z이다. InSAR에 의한 위상차와 고도는 식(1), 식(2)에 의해 계산되어진다.

$$\Delta\phi = 2(R_2 - R_1) \frac{2\pi}{\lambda} \quad (1)$$

$$Z = H - R_1 \cos\theta \quad (2)$$

DInSAR에 의한 위상차와 고도는 식(3), 식(4)에 의해 계산되어진다.

$$\phi = - \frac{4\pi}{\lambda} \delta\rho \quad (3)$$

$$Z = H - \rho \cos\theta \quad (4)$$

여기서 $\delta\rho$ 는 변위, λ 는 파장, ρ 는 path 길이이다.

III. 데이터 처리

1. SAR 데이터와 자료처리 절차

본 연구에서 이용된 자료는 1997년 8월 31일, 10월 14일, 1998년 8월 18일, 10월 1일에 취득된 JERS-1 L밴드 SAR 영상이다. 사용된 영상의 공간해상도는 약 18m이고 전체 영상영역은 약 76km×76km로서 경북 구미지역 일대를 포함한다.

JRES-1 SAR 자료는 raw 신호(Level 0) 형태로 수집되었으며, EarthView-InSAR 프로그램에서 처리데이터를 SLC(Single Look Complex) 형식으로 변환하였으며, InSAR 방식을 이용하여 [그림 2]에 나타난 순서에 의해 영상상호등록, interferogram 생성, coherence 계산, 위상 불구속화, 높이값으로의 변환을 거쳐 DEM을 추출하고자 하였다.

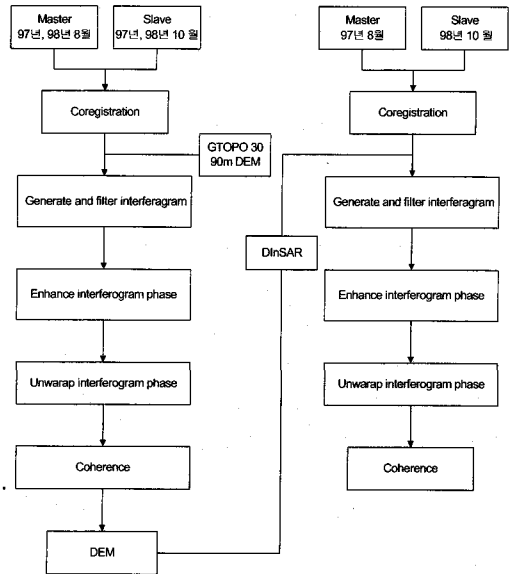


그림 2. 레이더 간섭기법을 이용한 DEM 추출의 처리과정

한편, DInSAR는 SLC 데이터와 저해상도의 DEM 두 가지를 이용하는데, 본 연구에서는 미국 USGS에서 제공하는 한반도 지역 GTOPO30 90m 간격의 DEM을 초기데이터로 사용하였다[13]. 3-Pass 방식을 이용하여 '97년 8월과 '97년 10월 영상에서 DEM을 추출하였으며, 추출한 DEM을 이용하여 다시 '97년 8월 영상과 '98년 10월

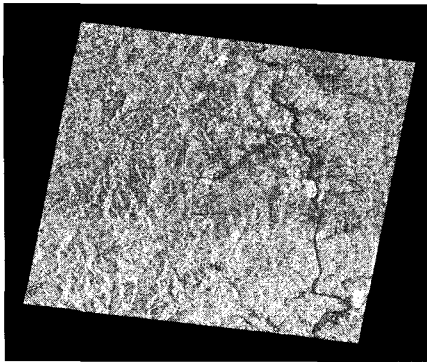
영상을 주영상과 부영상으로 하여 상호좌표등록 영상, interferogram 영상, coherence 영상을 생성하였다.

DEM 정확도 평가를 위한 기준비교자료로 사용하기 위해 동일지역을 포함하는 수치지형도 1:5000(80도엽)의 등고선 레이어를 이용하여 DEM을 추출하였다.

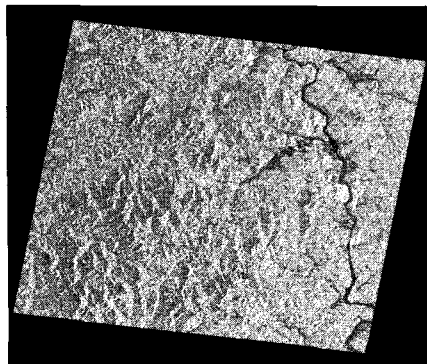
2. 자료처리

2.1 상호좌표등록

케도위치정보를 이용하여 영상좌표 집합에 필요한 대략의 픽셀이동 추정치를 계산할 수 있다. 시기적으로 먼저 촬영된 영상을 주영상(master), 나중에 촬영된 영상을 부영상(slave)으로 정하였다. 1997년 영상에서는 8월 영상을 주영상으로 하고 10월 영상을 부영상으로 하였으며, 1998년 영상에서는 8월 영상을 주영상으로, 10월 영상은 부영상으로 정하여 주영상에 부영상을 좌표등록하였다.



(a) 1997년 coregistration 영상



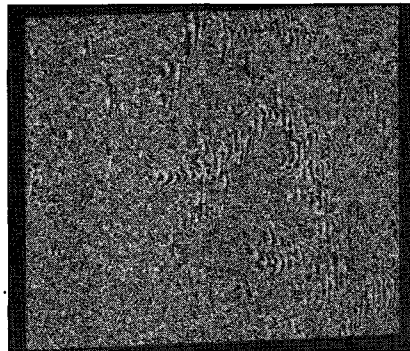
(b) 1998년 coregistration 영상

그림 3. 상호좌표등록 영상

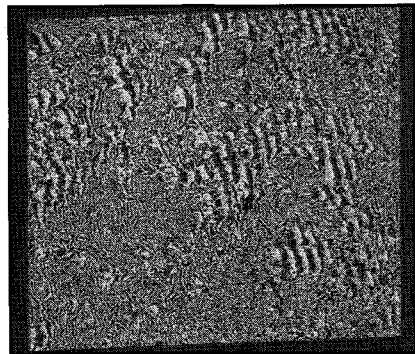
[그림 3]은 interferogram을 추출하기 위해 주영상에 부영상을 상호좌표등록한 영상이다.

2.2 Interferogram 생성

SAR interferogram은 두 복소 SAR 영상에서 상호영상 좌표등록을 마친 한 영상의 복소수와 다른 한 영상의 공액복소수를 곱하여 얻어진다. 두 영상이 화소이내의 정확도로 상호좌표등록이 이루어져야만 간섭패턴을 생성할 수 있다.



(a) 1997년 interferogram 위상



(b) 1998년 interferogram 위상

그림 4. interferogram 위상의 강화

상호좌표등록을 행한 다음, interferogram을 생성하고 필터링 과정을 거치게 된다. 그리고 나서 [그림 4]와 같이 interferogram을 강화하게 된다. [그림 4]에서 보이는 위상차의 배열을 fringe라고 하는데 등고선과 같은 띠무늬 형태로 나타난다. 띠의 간격이 조밀하게 나타나는 지

역은 기복변위가 크다는 것을 보여주는 것으로 이 지역이 산악지형임을 알 수 있다. 반면에 평야부근은 낮은 기복변위로 인해 띠의 간격이 넓게 나타난다.

2.3 Coherence 계산

상호좌표 집합을 거쳐 표고를 추출하기 이전에 두 영상의 상호일치성을 검사하기 위하여 coherence 영상을 생성하는데, 위상간섭도 강화 과정을 수행한 후 [그림 5]와 같이 coherence 영상을 생성하였다.

coherence 수치는 SAR interferogram의 유용성에 대한 근본적인 정보를 제공하는 정량적인 척도이며, 0과 1 (완전한 coherence) 사이의 값을 갖는다.



(a) 1997년 coherence 영상



(b) 1998년 coherence 영상

그림 5. coherence 영상

2.4 위상 불구속화

구속된 위상(wrapped phase)이란 절대 위상치가 $-\pi$ 에서 π 구간의 값으로 구속된 위상값을 의미한다. 위상 불구속화 문제는 구속된 함수로부터 위상에 대한 추정치 $\phi(t)$ 를 구하는 것이다.

interferogram의 위상은 $-\pi \sim \pi$ 범위 내에 구속화 되는 모호성을 가지고 있다. 이는 인접 픽셀간의 위상차를 적분함으로써 상대적인 표고값을 얻을 수 있는데 이러한 적분방식을 위상불구속화(phase unwrapping)라고 한다. [그림 6]은 이렇게 위상 불구속화를 통해서 생성한 영상이다.



(a) 1997년 위상불구속화 영상



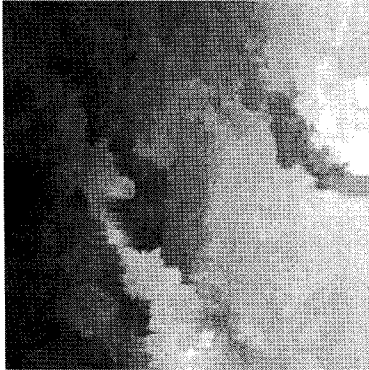
(b) 1998년 위상불구속화 영상

그림 6. 위상불구속화

2.5 DEM 생성

위상정보의 표고 전환 과정을 통하여 DEM을 추출하게 되는데, EarthView-InSAR 소프트웨어를 이용하여 1997년 8월 영상과 10월 영상에서 DEM을 추출하였고,

1998년 8월 영상과 10월 영상에서 DEM을 추출하였다. [그림 7]은 1997년, 1998년 영상에서 추출한 DEM이다.



(a) 1997년 영상으로부터 추출



(b) 1998년 영상으로부터 추출

그림 7. JERS-1 SAR 영상으로부터 추출한 DEM

일반적으로 DInSAR를 처리하기 위해서는 100m 간격으로 10여 m의 정밀도를 갖는 DEM이 요구되므로 본 연구에서는 USGS에서 제공하는 GTOPO30 90m DEM을 이용하였다[그림 8]. 이러한 초기 DEM의 정확도에 따라서 결과의 정확도를 향상시킬 뿐만 아니라 DInSAR 수행에 보다 많은 간섭쌍을 활용할 수 있다는 장점이 제공된다. 기선이 길수록 지형에 민감하게 위상이 변하기 때문에 충분히 DEM이 정확하지 않으면 간섭도로부터 지형 위상을 제거하는데 어려움을 겪을 수 있다. 따라서 정밀한 DEM 구축은 DInSAR에서 중요한 선행 과제이다.

기준 비교자료로서 구미지역 축척 1:5000 수치지형도(80도엽)가 사용되었으며, 등고선 및 표고데이터 레이어

로부터 DEM을 추출하였다.

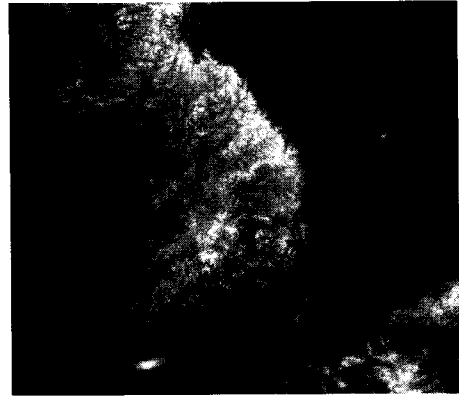


그림 8. DInSAR에 사용된 90m DEM(USGS 자료)

IV. 결과분석

1. Coherence 분석

coherence의 값은 0(completely decorrelated)으로부터 1(no change) 사이의 값을 갖는데, 간섭기법에 의해 생성된 고도값 표준편차(σ_h)는 coherence와 깊은 관계가 있다. 본 연구에서 InSAR 기법으로 생성한 1997년과 1998년의 coherence 영상, 그리고 DInSAR 기법으로 생성한 coherence 영상을 비교하였다.

1997년과 1998년 coherence 영상의 긴밀도를 분석하기 위하여 본 연구지역을 절출하였다[그림 9].



그림 9. 1997년과 1998년 coherence 비교구간

표 1. 상관값 추출

Correlation Matrix:		
	97-co	98-co
97-co	1.0000	0.0922
98-co	0.0922	1.0000

[표 1]에서와 같이 0.0922의 비교적 낮은 수치의 상관도를 나타내었으며, 상관도가 높을 때 보다 정밀한 DEM을 얻을 수 있다. 하지만 실제 SAR 영상에서 알맞은 영상을 찾지 못한 경우가 많다. 이런 낮은 상관도로 인하여 DEM 생성시 많은 오류가 발생하게 된다. 따라서 자료 처리시 많은 영상자료의 확보가 무엇보다 중요하다고 볼 수 있으며, 처리과정의 새로운 알고리즘 개발과 영상의 발전을 통해 더욱 향상되어질 수 있는 부분이다.

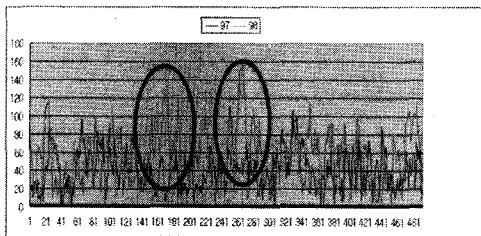


그림 10. 1997년과 1998년 coherence 비교결과



그림 11. 1997년, 1998년, DInSAR coherence 비교구간

[그림 10]을 통하여 부분적으로 비슷한 부분을 보이는 부분과 그렇지 못한 부분을 발견할 수 있다. 표시된 부분에서는 1998년은 픽셀값이 160에 가까운 값을 가지는데

비해 1997년도 약 60정도의 픽셀값을 가지는 것을 볼 수 있다. 이러한 결과는 지표면의 변화로 볼 것이 아니라, 각 년도의 8월과 10월의 계절적인 변화와 촬영 당시의 일기와 대류조건에 의한 결과라고 볼 수 있으며, 또한 산악지형에서의 표고데이터 오차는 산림의 volume scattering과 같은 산란현상이 원인이 되어 주로 나타나는 오차이다. 그리고 각각의 촬영시기의 주영상과 부영상의 기선 값의 차이에 의한 결과라고 볼 수 있다.

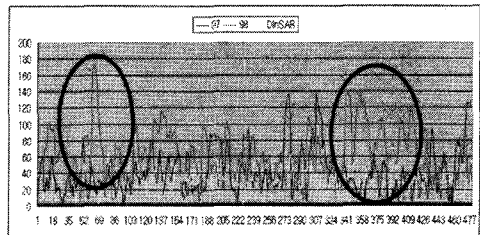


그림 12. 1997년, 1998년, DInSAR coherence 비교결과

두가지 DEM 정확도를 비교하기 위해 [그림 11]과 같이 분석구간을 설정하고 1997년, 1998년, DInSAR의 coherence 부분을 비교하였다. [그림 11]에서 볼 수 있듯이 1997년과 DInSAR 부분은 비교적 비슷한 값을 가지며 안정된 모습을 보이는 반면, 1998년의 부분은 표시된 것과 같이 상이한 부분을 보이기도 하였다. 이런 결과가 나온 까닭은 DInSAR 기법을 사용할 때 1997년도 영상에서 생성된 DEM을 보정 표고값으로 사용하였기에 1997년과 비슷한 값으로 보정되어 나타난 것이다.

DInSAR 기법을 이용할 때 보다 안정된 값, 즉 오류가 생기는 값들을 보정할 수 있는 부분에서 장점이 있다고 할 수 있다. 하지만 1998년도 영상이 다르게 표현되었다고 해서 부정확한 값을 가지고 있다고는 볼 수 없다. 그 까닭은 1997년 영상에서 추출된 DEM이 부정확한 데이터를 가지고 있다면, DInSAR 기법에서 보정 데이터로 DEM이 사용될 때, 그 부정확한 데이터가 반영되기 때문이다. 여기에서 주목할 점은 자료의 정확성이 아니라 2-pass에서 생성된 DEM 자료를 이용하여 3-pass에서 사용될 때 보다 안정된 값의 coherence를 가진다는 점이다. 만약 2-pass에서 추출된 DEM이 정확하다면 훨씬

더 나은 DEM을 생성해 낼 수 있을 것이다.

2. Interferogram 분석

Interferogram은 주영상과 부영상의 위상차를 반영하여 새로 제작된 영상으로 주영상의 복소수와 부영상의 공액복소수를 곱하여 얻어진다. [그림 14]는 [그림 13]에서 설정한 구간에 대하여 1998년도 interferogram 영상과 DInSAR interferogram 영상을 비교한 것이다.

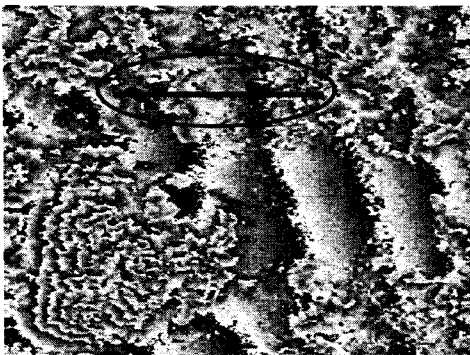


그림 13. 1998년과 DInSAR interferogram 비교구간

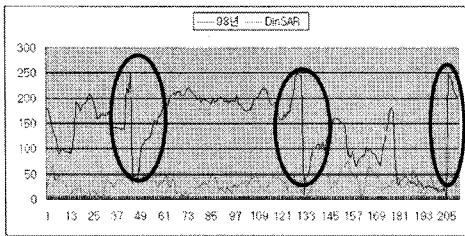


그림 14. 1998년과 DInSAR interferogram 비교결과

1998년 interferogram과 DInSAR 기법에 의한 interferogram은 그다지 유사한 패턴이라고 할 수는 없으며, 중간중간 1998년 interferogram의 급격한 값의 변화부분은 간섭도를 처리할 때 영상의 잘못된 값들 때문에 일어난 오류부분이라고 볼 수 있다.

3. DEM 분석

영상데이터의 처리 결과 1997년 보다 1998년의 DEM이 훨씬 더 나은 결과를 가지고 있다. [그림 15]에서 보듯이 1997년도 영상에서 추출한 DEM은 표시한 부분처럼

큰 오류를 가지고 있다. 이는 1998년에 비하여 1997년 8월과 10월 영상 간의 기선장(baseline)이 크기 때문이다. 일반적으로 JERS-1 영상의 경우 기선장이 1,500m 이상인 경우 많은 오류가 발생한다. DInSAR 기법으로 interferometry 영상을 추출하고 DEM을 생성하여 수치지형도로부터 작성한 DEM결과와 비교하고자 시도하였으나, 1997년 8월 영상과 1998년 10월 영상의 기선장이 1,500m 이상이라서 양호한 DEM을 추출할 수 없었다.

[표 2]는 1997년 JERS SAR 영상과 1998년 SAR 영상의 기선장을 정리한 자료이다. 여기서 Bp는 촬영당시의 두 위성간의 기선장을 의미한다. 1997년 8월 31일 영상과 1997년 10월 14일 영상간의 기선장은 1,305.82m이고, 1998년 8월 18일 영상과 1998년 10월 1일 영상간의 기선장은 401.97m이다.

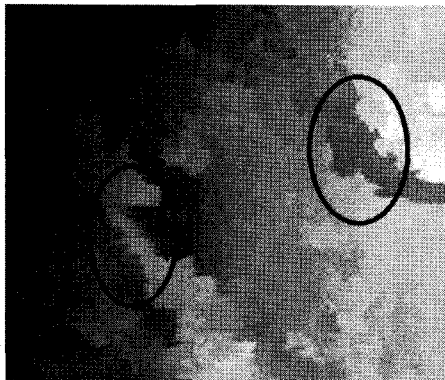
표 2. 안테나간의 기선장

24 Master Epoch: 1997/08/31 02:14:36.480			
Slave Epoch	B (m)	Bp (m)	Bh (m)
1997/10/14 02:15:56.509	2199.77	1305.82	1770.26
1998/08/18 02:22:26.375	4033.48	2861.11	2843.06
1998/10/01 02:23:06.744	4281.78	3263.06	2772.37
25 Master Epoch: 1997/10/14 02:15:56.509			
Slave Epoch	B (m)	Bp (m)	Bh (m)
1998/08/18 02:22:26.375	1894.78	1562.15	1072.33
1998/10/01 02:23:06.744	2204.47	1963.84	1001.51
1998/05/22 02:21:02.462	4901.81	3940.58	2915.41
32 Master Epoch: 1998/08/18 02:22:26.375			
Slave Epoch	B (m)	Bp (m)	Bh (m)
1998/10/01 02:23:06.744	408.18	401.97	-70.92

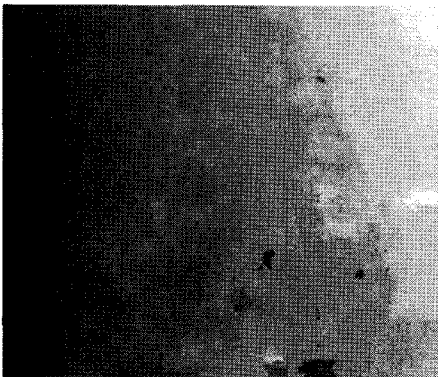
1997년 8월과 10월 영상보다 1998년 8월과 10월 영상에서 추출한 DEM이 훨씬 더 정확한 값을 나타내었고 오류도 1997년 영상에 비해 훨씬 작게 나타났다[그림 15]. 또한 DInSAR 기법을 사용하기 위하여 1997년 8월 31일 영상과 1998년 10월 1일 영상을 비교한 결과 기선장이 3,263.06m로 나타났다. 사실 이 기선장으로는 데이터 값을 추출하는 것이 불가능하다. 또한 DInSAR 기법으로 DEM을 추출하기 위하여 1998년 8월 18일 영상과 1997년 10월 14일 영상을 이용하여 DInSAR 기법으로 영상을 추출하였으나, 이 기선장 또한 적절한 길이가 아

니었고 1997년 8월과 10월의 영상간의 기선장이 큰 값을 가지고 있었기 때문에 DEM 추출에 있어 많은 오류가 발생하였다. 보통 JERS-1 영상에서 기선의 길이가 1,500m 이상인 경우에는 양호한 DEM을 추출할 수 없다.

비록 1997년 8월과 10월 영상간의 기선장이 1305.82m로서 1500m 이하라고는 하지만 촬영 당시의 기상적인 조건이나 대기조건 등에 따라서 더 많은 오류를 가지고 있다고 분석되며, 그 결과 양호한 DEM을 생성할 수 없었다. 그에 비하여 1998년의 8월과 10월 영상에서 추출한 DEM 값은 양호한 값을 가지고 있었으며, 본 연구에서는 1998년 영상에서 추출한 DEM과 수치지형도에서 추출한 DEM을 비교 분석하고 정확도를 분석하였다.



(a) 1997년 DEM



(b) 1998년 DEM

그림 15. 1997년과 1998년의 DEM 비교

[그림 16]은 구미시 금오산 지역을 통과하는 DEM 분석구간을 나타낸 것이다. [그림 17]은 수치지형도로부터

추출한 DEM 분석구간의 표고값과 1998년 SAR 영상으로부터 추출한 동일 DEM 분석구간에 대한 표고값을 단면도로 비교 도시한 것이다. 1:5000 수치지도는 주곡선의 간격 5m이고 평면위치오차와 등고선 오차는 2m 이내, 표고점 오차는 1m 이내이다.

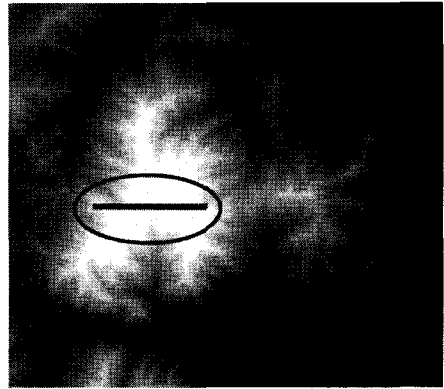
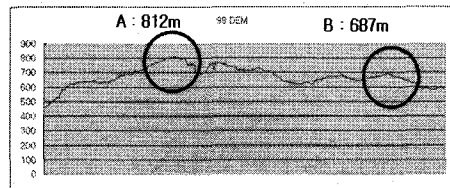
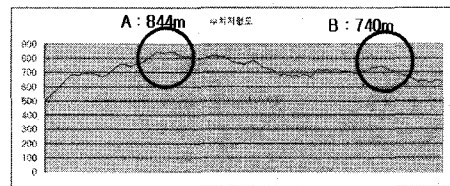


그림 16. DEM 분석구간



(a) 1998년 SAR DEM 분석구간



(b) 수치지형도 DEM 분석구간

그림 17. DEM 분석구간의 단면도 비교

A지역과 B지역에 대한 결과, A 지역의 경우는 최고점을 나타내는 부분이다. 수치지형도의 A 지역은 844m의 값을 나타냈으며, B 지역은 740m의 값을 나타내었다. 1998년 DEM의 경우에는 A 지역은 812m, B 지역은 687m의 값을 보임으로써 전체적으로 수치지형도에 비해 낮은 값을 나타냈지만 전체적인 경향은 유사하게 나

타났다. 만약 1997년도 8월 10월 영상의 기선장이 양호하였다면 1997년도 영상도 비슷한 결과를 가져왔을 것으로 추측되며, DInSAR 영상에서 추출한 DEM이 더 양호한 결과를 보일 수 있을 것으로 예상된다.

[표 2]에서와 같이 짧은 기선을 가진 다른 시기의 동일한 pass의 영상데이터를 사용하여 DEM을 추출한다면 더 정확한 DEM 값을 추출할 수 있을 것이다.

전체적으로 표고값의 차이가 크게 나타났으나 지상표고기준점을 이용하여 보정해 줄 수 있다면 개선된 정확도를 얻을 수 있으리라 추측된다.

V. 결론

JERS-1 SAR 영상으로부터 InSAR 방식과 DInSAR 방식을 이용하여 생성한 coherence 영상과 interferogram 영상을 분석하고 또한 1998년 영상으로부터 생성한 DEM을 수치지형도 DEM과 일정구간에서 비교 분석한 결과, 전체적으로 10~50m 정도의 차이를 보이면서 유사한 경향을 나타내었으나, 보였다. GCP를 이용하여 일정범위 내 주변 값들을 보정해 주든가 또는 처리과정에 새로운 알고리즘을 적용한다면 보다 개선된 DEM을 추출할 수 있을 것이다.

InSAR 방법과 DInSAR 방법에서 추출한 coherence와 interferogram 영상을 분석한 결과, DInSAR 3-pass 방법을 이용하는 경우 coherence가 비교적 안정된 값을 가지는 것을 확인할 수 있었다. 임의 영상에서 추출된 DEM이 부정확한 데이터를 가지고 있다면, DInSAR 기법에서 보정 데이터로 DEM이 사용될 때, 그 부정확한 데이터가 반영된다. 여기에서 주목할 점은 자료의 정확성이 아니라 2-pass DInSAR 방법에 의해 생성된 DEM 자료를 이용하여 3-pass DInSAR에서 사용될 때 보다 안정된 값의 coherence를 가진다는 점이다.

1998년 안테나간의 기선장 401.97m 인 경우가 1997년 기선장 1305.82m인 경우에 비해 양호한 정확도를 나타냈다. 안테나간 기선장이 DEM의 정확도에 크게 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었으며, 따라서 레이더 간섭기법에서도 기선고도비에 따른 DEM의 정확도 관계를 구

명하기 위한 연구가 필요하다고 본다.

참고문헌

- [1] F. F. Sabins, *Remote Sensing*, Third edition, W.H. Freeman and Company, pp.177-212, 1996.
- [2] 서병준, 김용일, 어양담, 정재준, "SAR 영상을 이용한 수치표고모형 추출기법의 비교연구", 지형공간정보, 한국지형공간정보학회, 제6권, 제2호, pp.21-34, 1998.
- [3] M. Crosetto, "Calibration and Validation of SAR Interferometry for DEM Generation," ISPRS Journal Photogrammetry and Remote Sensing, Vol.57, pp.213-217, 2002.
- [4] W. M. Moon, B. Li, J. S. Won, H. W. Yoo, and V. Singhroy, "JERS-1 SAR Data Characteristics for Geological Application," Journal of the Korean Society of Remote Sensing, Vol.10, No.2, 1994.
- [5] 김상완, *L-밴드 영상레이더 위상간섭기법을 이용한 백두산 및 부산지역의 지표면 변위관측*, 연세대학교 박사학위논문, 2003.
- [6] 손홍규, 손영선, 장훈, "RadarSat SAR 영상과 지형정보를 이용한 홍수시 산악지역의 수계영역 추출 정확도 향상", 대한토목학회논문집, Vol.24, No.2, pp.293-301, 2004.
- [7] 김병국, 정도찬, "레이더 간섭기법에서 고도민감도를 활용한 지형정보 복원", 한국GIS학회지, 제9권, 제1호, pp.1-13, 2001.
- [8] 김상완, 원중선, "JERS-1 L-band SAR Interferometry를 이용한 연안매립지 지반침하 관측", 자원환경지질, 제35권, 제5호, pp.465-478, 2002.
- [9] 윤근원, 김상완, 민경덕, 원중선, "DEM 정밀도 향상을 위한 2-pass DdInSAR 방법의 적용", 대한원격탐사학회지, 제17권, 제3호, 2001.
- [10] 김창오, 김상완, 이동천, 이용욱, 김정우, "레이더 간섭기법을 이용한 수치고도모델 해상도 향상에

관한 연구”, 대한원격탐사학회지, 제21권, 제4호, pp.287-302, 2005.

[11] http://www.nasda.go.jp/projects/sat/jers1/index_e.html

[12] C. O. Kim, D. C. Lee, J. W. Kim, S. W. Kim, and J. S. Won, “Refinement of Low Resolution DEM Using DInSAR,” XXth ISPRS Congress, Istanbul, Turkey, July 2004.

[13] <http://edcdaac.usgs.gov/goto30/README>

[14] <http://www.eorc.nasda.go.jp/JERS-1/Baseline/Manual.html>

저자 소개

이진택(Jin-Duk Lee)

정회원



- 1983년 2월 : 충남대학교 농공학과 (농학사)
- 1986년 2월 : 충남대학교 토목공학과 (공학석사)
- 1992년 8월 : 충남대학교 토목공학과 (공학박사)

• 1990년 4월 ~ 현재 : 금오공과대학교 토목환경공학부 교수

<관심분야> : 근거리 사진측량, 원격탐사, GIS, 디지털매핑

배상우(Sang-Woo Bae)

정회원



- 2002년 2월 : 금오공과대학교 토목환경공학부 (공학사)
- 2004년 8월 : 금오공과대학교 토목공학과 (공학석사)
- 2004년 8월 ~ 현재 : (주) GMG 연구원

<관심분야> : 구조물 계측관리, 원격탐사