

레이더 간섭 고도계 처리 기법 개발†

An Efficient Signal Processor for Interferometric Synthetic Aperture Radar Altimeter

이동택** · 정형섭** · 윤근원***

Dong-Taek Lee** · Hyung-Sup Jung** · Geun-Won Yoon***

서울시립대학교 공간정보공학과 석사과정** · 서울시립대학교 공간정보공학과 조교수**

· 국방과학연구소 제3기술연구본부 선임연구원***

leedt3423@uos.ac.kr** · hsjung@uos.ac.kr** gwyoon@ymail.com***

요 약

기존의 고도계는 레이더 특성에 의해 직하부의 높이 값을 정밀하게 관측할 수 없었다. 그러나 레이더 간섭 고도계는 SAR(Synthetic Aperture Radar) 영상의 칩 펄스(Chirp Pulse)를 이용한 고정밀 경사거리(Slant Range Distance) 관측, 도플러 효과를 이용한 고정밀 경사각(Squint Angle)의 관측 및 레이더 간섭기법(SAR Interferometry)을 이용한 고정밀 관측각(Look Angle)의 관측을 가능하게 하였다. 이 연구의 목적은 레이더 간섭 고도계의 효율적인 신호처리 기법의 개발에 있다.

1. 서론

일반적인 전파고도계는 비행체의 직하방을 향해 전파를 발사하여 되돌아오는 시간으로 비행체와 지표면의 거리만을 측정할 수 있기 때문에 정밀 고도를 결정하는데 한계가 있다(Rey et al., 2001).

이 연구에서는 하나의 송신센서와 두 개 이상의 수신센서를 통해 송신 파 중 가장 가까운 타겟에서 반사되는 신호로부터 3차원 위치를 결정하는 레이더 간섭 고도계의 처리 기법 개발에 대한 연구를 수행하였다. 레이더 간섭 고도계는 비행 방향의 수직방향인 레인지 방향으로 압축을 통하여 해상도를 높이고 비행방향인 Azimuth 방향으로 도플러 영역에서 피크를 찾아 비행방향의 위치를 관측한다.(Raney, 1998) 결과적으로 레이더 간섭기법으로부터 Cross-track의 위치와 고도를 관측할 수 있다. 이 연구의 목적

은 정밀 3차원 위치 결정을 위한 레이더 간섭 고도계의 효율적인 신호처리 기법을 개발하는데 있다.

2. 연구방법 및 과정

이 연구에서는 ESA(European Space Agency)의 CryoSAT-2 SIRAL 센서의 SARIn모드 센서 파라미터를 기반으로 RAW 데이터를 모사하여 레이더 간섭 고도계의 신호처리기법을 개발하였다.

표 1. CryoSAT-2 SIRAL센서 사양

	LRM	SAR	SARIn
중심주파수	13.575GHz		
FM Bandwidth	320MHz		
Band	Ku-band(파장 약 2.21cm)		
비행고도	약 717km		
Baseline	-	-	1.172m
Nb Samples	128	128	512
PRF	1970Hz	17.8KHz	17.8KHz
펄스지속시간	44.8 μ s		
Range해상도	0.47m		

† 본 연구는 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구 사업임 (2009-10132003).

경사각(γ)은 도플러 주파수 영역에서 산출된 도플러 중심주파수(f_{DC})로부터 다음과 같이 정의된다.

$$\gamma \approx \sin^{-1}\left(\frac{\lambda}{2V} \cdot f_{DC}\right) \quad (1)$$

여기서, λ 는 레이더 파장이고, V 는 비행체 속도이다.

관측각(θ)은 레이더 간섭기법을 이용하여 관측된 위상차($\Delta\phi$)로부터 다음과 같이 결정된다(그림 1).

$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{\lambda}{2\pi} \cdot \frac{1}{B} \cdot \Delta\phi\right) \quad (2)$$

여기서, B 는 베이스라인의 길이이다.

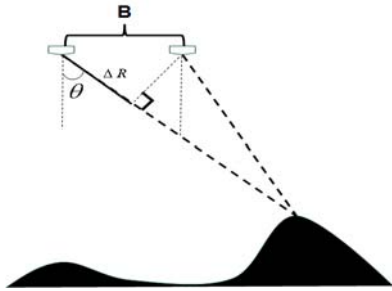


그림 1. 위상차에 의한 관측각 결정

이 연구에서는 센서의 기하특성을 이용하여 레이더 간섭 고도계의 RAW데이터를 시뮬레이션 하였고, 이에 대한 효율적인 신호처리 기법을 개발하였다.

3. 시뮬레이션 결과 및 결론

3차원 위치의 시뮬레이션은 다음과 같이 단순한 상대기하를 이용하였다(그림 2).

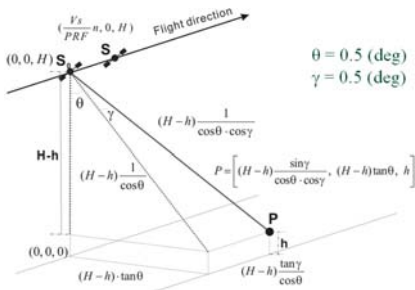


그림 2. 상대기하를 통한 위치결정

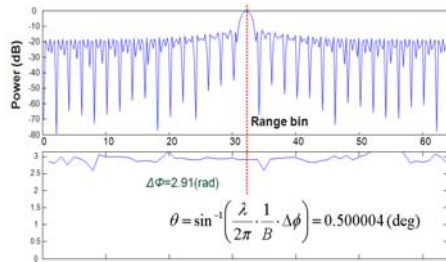


그림 4 시뮬레이션으로 도출된 관측각

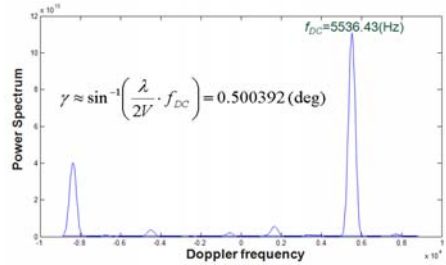


그림 4 시뮬레이션으로 도출된 경사각

관측각과 경사각을 각각 0.5degree로 설정하고, 지상 타겟을 시뮬레이션 한 결과 관측각은 약 0.500004deg(그림 3), 경사각은 약 0.500392deg(그림 4)로, 각각 $4\mu\text{deg}$ 와 $392\mu\text{deg}$ 의 오차를 보였다. 상대기하를 통해 포인트 타겟의 오차를 도출한 결과는 X좌표 방향으로 약 4.91m, Y좌표 방향으로 약 0.05m, Z좌표 방향으로 -0.07m의 오차를 보였다.

참고문헌

- [1] L. Rey, L. Phalippou, P. de Chateau-Thierry, 2001, "Overview of the performances and tracking design of the siral altimeter for the cryosat mission", Geosciences and Remote Sensing Symposium, vol 5, pp.2025-2027
- [2] R.K. Raney, 1998, "The Delay/Doppler Radar Algorithm", IEEE Transactions on Geosciences and Remote Sensing, 36(5), pp.1578-1588