

추적레이다의 이중모드 추적 알고리즘에 관한 연구

최지환***, 신한섭*, 김철영**
 *한국항공우주연구원
 **충남대학교 전자공학과
 e-mail:choijh@kari.re.kr

A Study on Dual-mode Tracking Algorithm for Tracking Radar

Jee-Hwan Choi*, Han-Seop Shin**, Choul-Young Kim*
 *Korea Aerospace Research Institute
 **Electronics Engineering, Chungnam National University

요약

나로우주센터에 구축되어 운용 중인 추적레이다는 발사체의 위치를 정밀하게 측정하기 위한 장비이다. 추적레이다는 초기 구축 당시에는 스킨과 비콘의 추적 모드 중 한 가지만 선택하여 운용할 수 있었다. 그러나, 탑재장비와의 통신 문제 등에서 발생할 수 있는 문제점들을 보완하기 위하여 스킨과 비콘 두 가지 모드를 동시에 사용할 수 있는 이중모드 추적 알고리즘을 적용하여 성능을 개선하였다. 본 논문에서는 이러한 이중모드 추적 알고리즘의 원리를 분석하고, 실제 누리호 발사에서 확인된 측정값을 통하여 이중모드 추적 방식을 분석하고자 한다.

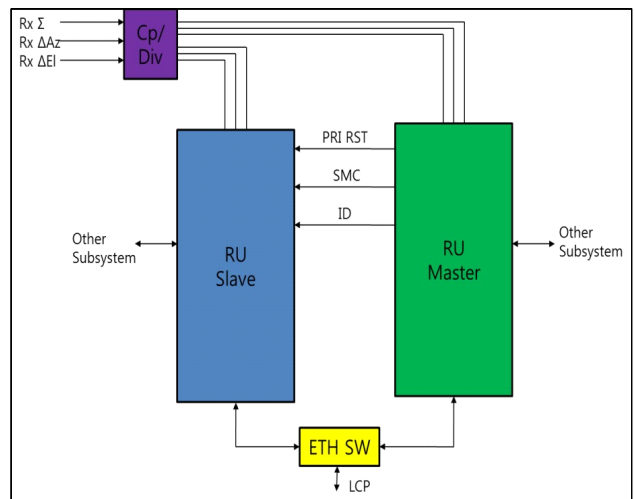
2. 본론

2.1 이중모드 추적 알고리즘 원리

1. 서론

우주발사체를 발사하기 위해 구축된 나로우주센터에는 발사체 위치를 정밀하게 추적하기 위한 추적레이다가 설치되어 운용되고 있다. 초기 구축된 나로우주센터 추적레이다는 진파를 송신하고 반사되는 신호를 수신하는 스킨 모드 추적 방식과 발사체에 탑재된 트랜스폰더의 응답신호를 수신하는 비콘 모드 추적 방식 중 하나의 모드를 선택하여 운용하는 방식으로 운용되었다[1]. 비콘 모드 추적 방식은 스킨 모드 추적 방식보다 장거리를 비행하는 우주발사체를 안정적으로 추적할 수 있는 방식이다. 그러나, 비콘 모드 추적 방식은 발사체에 탑재된 트랜스폰더와 통신 문제 등으로 인하여 발사체의 응답신호를 수신하지 못하는 경우 근거리에서 비행 중인 발사체 추적에 어려운 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 추적레이다는 스킨 모드 추적과 비콘 모드 추적이 동시에 가능하도록 이중모드 추적 방식으로 성능개선을 수행하였다. 이 논문에서는 현재 나로우주센터에서 운용 중인 추적레이다의 이중모드 추적 방식의 원리에 대해 설명하고, 실제 누리호 1차 발사에서 1단 분리 시 비콘 모드에서 스킨 모드로 추적 모드 전환이 발생한 현상을 통해 이중모드 추적 방식을 분석하였다.

나로우주센터 추적레이다는 이중모드 추적을 위해서 기존의 수신기에 동일한 수신기를 추가하여 주 수신기(Master Receiver Unit)와 부 수신기(Slave Receiver Unit)로 분류하였다. 운용자의 자동 설정 및 수동 설정에 따라서 주 수신기에 비콘과 스킨 모드 중 하나의 모드가 선택되고 부 수신기에는 주 수신기와 다른 추적 모드가 설정된다.

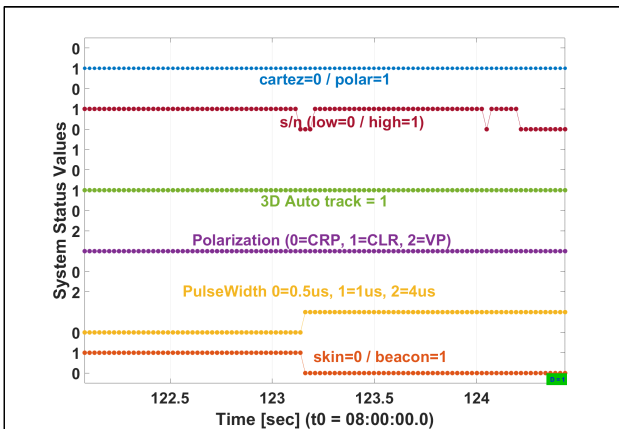


[그림 1] 이중모드 추적을 위한 수신기 이중화 구성

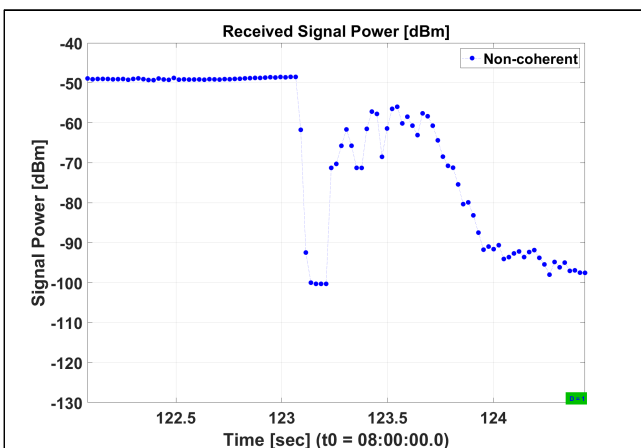
이중모드 추적 방식은 처음 설정된 추적 모드가 일정한 조건을 만족하게 되면 다른 추적 모드로 변환이 된다[2].

2.2 누리호 1차 발사 시 이중모드 추적 분석

추적레이다에 이중모드 추적 알고리즘을 적용하여 성능개선을 수행한 이후, 추적레이다는 민간항공기를 이용한 모의 비행시험에서 이중모드 추적이 원활하게 동작하는지 검증하였다. 모의비행시험에서는 임의로 비콘 신호 세기를 낮추기 위하여 트랜스폰더 전원을 강제로 차단하고 인가하는 방식을 사용하였다. 트랜스폰더의 전원 차단과 인가를 반복함으로써 추적레이다가 자동으로 비콘 추적 모드에서 스킨 추적 모드로 혹은 스킨 추적 모드에서 비콘 추적 모드로 전환이 되는 것을 확인하였다.



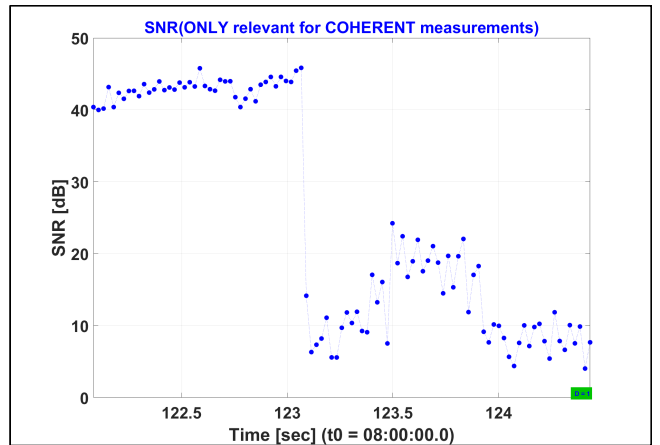
[그림 2] 누리호 1차 발사 시 추적레이다의 상태정보



[그림 3] 누리호 1차 발사 시 추적레이다의 수신신호레벨

누리호 1차 발사에서 추적레이다는 누리호 이륙 전부터 이중모드 추적 자동 설정으로 비콘 모드 추적을 수행하였다. 누리호 이륙 후 약 123초 발사체의 1단 분리시점에서 수신신호 레벨이 약 -50 dBm에서 -100 dBm까지 급격하게 낮아지는 현상이 발생한다. 이때 신호의 신호대잡음비(S/N)도 약 40

dB에서 15 dB로 급격하게 낮아졌다. 이것은 역추진 로켓의 플럼의 영향을 받아 발생한 것으로 판단된다. 이러한 수신신호레벨의 저하로 인하여 추적레이다는 이중모드 추적 자동 설정에 의하여 비콘 모드 추적에서 스킨 모드 추적으로 자동 전환되었다. 이는 이중모드 추적 알고리즘에서 확인한 것과 같이 비콘 신호가 27 dB 미만이고, 스킨 신호의 세기가 비콘 신호의 세기보다 5 dB 이상 높아 스킨 모드로 전환된 것으로 확인되었다. 스킨 모드 추적 이후 플럼 영향이 감소되어 비콘 신호 레벨의 상승하였고, 스킨 모드에 따른 추적 거리의 제한성을 고려하여, 비콘 추적 모드로 재설정으로 안정적으로 누리호를 추적하였다.



[그림 4] 누리호 1차 발사 시 추적레이다 비콘 신호의 신호대잡음비

3. 결론

누리호 1차 발사 시 스킨 모드의 추적 거리 제한성으로 인하여 지속적인 이중모드 추적 방식을 설정할 수는 없었다. 그러나, 이전에 수행했던 모의비행시험에서 제한적으로 검증했던 이중모드 추적 방식이 실제 발사 임무에서도 활용할 수 있음을 확인할 수 있었다. 향후 수행하게 될 발사 임무에서도 이중모드 추적 방식을 활용하여 안정적인 발사체 추적을 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 신한섭, 최지환, 김대오, 김태형, “나로우주센터 추적레이더의 추적 알고리즘 구동 특성 분석”, 한국전자과학회 종합학술대회, pp. 111, 2013년 12월
- [2] 신한섭, 최지환, 김대오, 김태형, “나로우주센터 추적레이더의 이중모드 추적 알고리즘 분석”, 한국전자과학회 종합학술대회, pp. 112, 2018년 11월