Journal of the KIMST, Vol. 21, No. 3, pp. 323-330, 2018
ISSN 1598-9127
DOI http://dx.doi.org/10.9766/KIMST.2018.21.3.323

Research Paper 센서 · 신호처리 부문

고해상도 레이다를 이용한 모의 대상물 측정용 다중산란점 분별기의 설계 및 제작

정해창*,1)

1) 국방과학연구소 제3기술연구본부

Design and Fabrication of a Multiple Scattering Points Discriminator for a Simulated Target Measurement using a High Range Resolution RADAR

Hae-Chang Jeong*,1)

1) *The 3rd Research and Development Institute, Agency for Defense Development, Korea*

(Received 1 December 2017 / Revised 23 March 2018 / Accepted 25 May 2018)

ABSTRACT

In this paper, design and fabrication of a MSP(Multiple Scattering Points) discriminator for a simulated target measurement using a HRR(High Range Resolution) RADAR are described. The MSP discriminator is designed to provide a reference signal at the installed point on the simulated target in an outdoor test. The MSP discriminator is designed to have a remote control function that can turn the MSP discriminator on and off when the target moves to a remote location. While the MSP discriminator is off, the MSP discriminator is designed to be small enough not to spoil the target's unique RCS. The MSP discriminator consists of RF components in the Ku-band. In order to prevent spreading of the signal, a cable were added to the MSP discriminator to have an appropriate feedback loop delay considering the resolution of the RADAR. The fabricated MSP discriminator provided a reference scattering point as an RCS of approximately 1 dBsm. As a result, by using the MSP discriminator, the physical scattering points of the target were clearly identified in the measured signals with the RADAR.

Key Words : High Range Resolution RADAR(고해상도 레이다), Multiple Scattering Points(다중산란점), MSP Discriminator(다중산란점 분별기)

1. 서 론

고해상도 레이다(High Range Resolution RADAR)는 해상도에 따라 하나의 대상물에 대하여 거리 방향으로 여러 개의 전파 산란점이 획득될 수 있다[1]. 이러한 전파 산란점 분포를 다중산란점이라 하며, 다중산

* Corresponding author, E-mail: hcjeong@add.re.kr
Copyright ⓒ The Korea Institute of Military Science and Technology

란점은 대상물의 형상, 자세에 따라 고유한 거리 프로파일(Range Profile)을 갖게 된다. 따라서 고해상도 레이다 시스템에서는 각종 대상물에 대한 거리 프로파일을 시뮬레이션과 실험을 통하여 사전에 자료(DB; Data Base)화하하고, 실전 상황에서는 미지의 표적에 대하여 고해상도 레이다에서 획득된 다중산란점과 데이터베이스상의 비교를 통해 대상물의 종류, 크기, 자세 등을 식별할 수 있게 된다. 이러한 대상물 식별 기능을 갖는 고해상도 레이다의 개발은 다양한 대상물에 대하여 시뮬레이션과 모의시험을 통해 거리 프로파일을 도출하고, 검증하는 과정을 거친다[2].

대상물의 거리 프로파일 도출 및 고해상도 레이다의 성능 검증을 위하여 모의 대상물을 목표물로 두고 실외 시험을 수행하게 된다. 그러나 실외 환경에서 레이다는 대상물 신호 외에 클러터 신호 및 잡음 등과 같이 원하지 않는 신호들이 혼재하게 된다[3]. 목표물의 전파 산란 크기가 작거나, 원하지 않는 신호가 목표물의 신호의 근처에 존재하는 경우, 목표물에 의한 온전한 다중산란점을 분별하는데 어려움이 있다. Fig. 1은 레이다를 통해 획득된 거리 방향에 대한 다중산란점 분포의 예를 보인다. 거리 방향에 대하여 A, B, 1, 2, 3, 4, 5, C까지, 각 거리에서의 산란점 분포를 보이고 있다. 산란점 분포 1, 2, 3, 4, 5를 대상물에 의한 거리 프로파일, 산란점 분포 A, B, C를 간섭 에코등과 같은 관심 대상물 이외의 대상물에 의한 산란점 분포, Ref. 1, Ref. 2를 특정 탐지 시간의 잡음 전력이라고 하면, 관심 대상물에 의한 다중산란점 분포를 정확하게 구별하기 어려워진다. 이상적인 경우, A, B, C가 없고, Ref. 1의 잡음 수준에서 거리 프로파일 1, 2, 3, 4, 5가 존재한다고 하면, 1에서 5까지의 거리를 대상물의 1차원 크기로 판단할 수 있다. 그러나 Ref. 2의 잡음 수준인 경우, 산란점 5는 탐지되지 않아, 1에서 4까지의 거리를 대상물의 크기로 오판하게 된다. 또한 A, B, C와 같은 산란점이 존재할 경우, 대상물의 크기와 위치를 오판할 수 있고, 실제 대상물에 의한 산란점임에도 불구하고 간섭 에코로 인한 산란점으로 오인할 수 있다. 실제의 경우, 모의 대상물을 이용한 레이다 시험에 있어 충분히 발생 가능한 현상이며, 종래의 모의 대상물을 이용한 레이다 시험의 경우에서도 모의 대상물에 의한 거리 프로파일을 정확하게 정의하는데 어려움을 동반하고 있다. 이와 같이, 고해상도 레이다의 수신 신호 분포는 모호성을 가지고 있으며, 이러한 모호성은 대상물의 거리 프로파일에 대한 분석을 어렵게 하며, 레이다로 하여금 대상물 크기, 형상, 자세, 위치 탐지를 어렵게 하는 요인으로 작용하게 된다. 산란점 분별의 어려움을 해소하기 위하여 충분히 큰 기준 산란점을 제공하는 장치를 활용할 수 있다. 기준 산란점을 제공하기 위하여, 기존의 룬버그 렌즈(Luneburg Lens)나 코너 리플렉터(Corner Reflector)와 같은 수동형 전파 반사체를 이용[4]할 수 있으나, 목표물에 의한 온전한 다중산란점을 획득하기 위해서는 기계적인 탈부착이 요구되기 때문에 이동 중이거나 원거리에 있는 모의 대상물에 대해서는 제한점이 있다. 이러한 제한점을 극복하기 위하여 모의 대상물의 다중산란점 분별이 용이하게 하고, 원거리 및 이동형의 모의 대상물에도 활용 가능한 MSP(Multiple Scattering Points) 분별기를 제안하였다. 제안한 MSP 분별기는 고해상도 레이다 신호를 수신, 증폭, 송신하는 기능을 갖도록 구성된다. MSP 분별기는 전기적으로 On/Off가 가능하여 'On'상태에서는 설계된 기준 산란점을 제공하고, 'Off'상태에서는 MSP 분별기에 의한 산란점을 제외한 모의 대상물의 산란점을 확인할 수 있다. 고해상도 레이다로 하여금, 거리 프로파일 획득했을 때 On/Off 상태에 따라 산란점의 크기 변화가 발생하는 지점이 MSP 분별기의 설치 위치로 판정할 수 있다. 결국 설치 위치 주변의 산란점 분포가 모의 대상물에 의한 다중산란점으로 분별할 수 있게 된다.

제안한 MSP 분별기에 대하여 운용 개념, 설계 및 제작 결과, 제작된 MSP 분별기를 모의 대상물에 장착하고 고해상도 레이다를 통한 실외 시험 결과, 결과 분석을 통해 도출된 개선 사항, 개선된 MSP 분별기의 시험 결과 및 분석을 본문에 기술하였다.

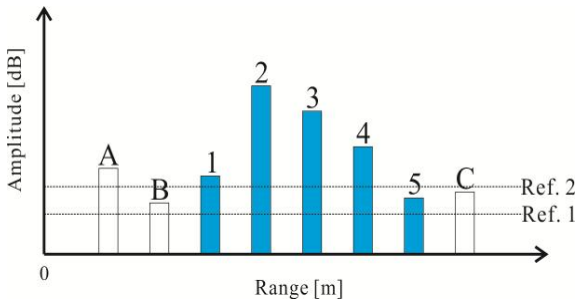


Fig. 1. A example of signal distribution of a high range resolution RADAR

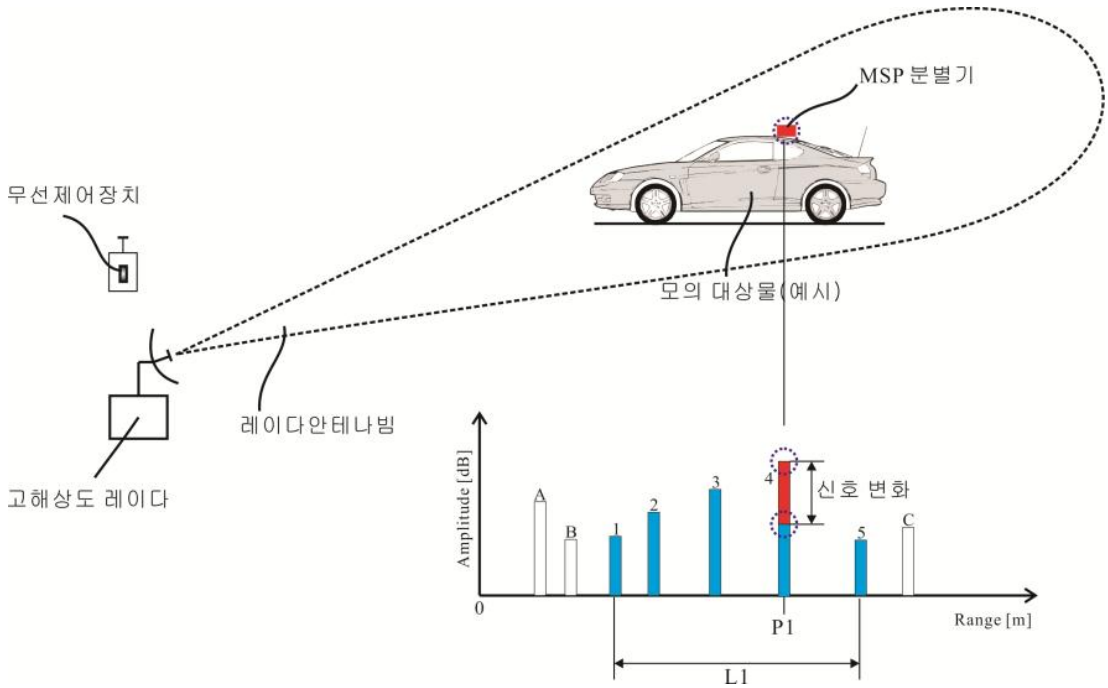


Fig. 2. A concept of multiple scattering points classification using a MSP discriminator

2. MSP 분별기의 운용 개념

Fig. 2에 MSP 분별기를 이용한 모의 대상물의 거리 프로파일 도출 방법에 대한 개념도를 보였다. 모의 대상물에 고해상도 레이다 신호를 수신, 증폭, 송신하는 기능을 갖는 MSP 분별기를 설치하고, 고해상도 레이다를 모의 대상물 방향으로 안테나 빔이 조사되도록 한다. 무선 제어장치를 통해 MSP 분별기를 On/Off 제어했을 때 고해상도 레이다의 탐지 신호의 변화가 있는 위치(P1)를 MSP 분별기가 설치된 위치로 정의할 수 있다. 설치 위치를 기준으로 모의 대상물의 길이(L1)만큼의 영역에 해당하는 신호 1, 2, 3, 4, 5를 모의 대상물의 거리 프로파일로 도출할 수 있다. 또한 고해상도 레이다의 획득신호 중 A, B, C는 클러터로 정의할 수 있다. 만약 잡음 레벨이 높아 신호 5가 관찰이 되지 않은 경우에도, 모의 대상물의 5에 해당하는 위치의 RCS가 작아 관찰되지 않음을 판단할 수 있다. 이와 같이 On 상태에서 모의 대상물의 거리 프로파일을 분별하면, Off 상태에서는 모의 대상물의 고유 거리 프로파일을 명확하게 관찰할 수 있고, 대상물의 형태에 따른 거리 프로파일의 특징을 도출할 수 있다.

3. MSP 분별기의 설계 및 제작

MSP 분별기는 Off 상태에서 대상물의 고유 RCS를 훼손하지 않아야 하며, On상태에서 레이다의 잡음수준 이상의 크기를 갖는 기준 산란점을 제공할 수 있어야 한다. 코너 리플렉터(Corner reflector)나 룬버그 렌즈(Luneburg lens) 등의 수동소자들이 기준 산란점을 제공해주는 소자로써 사용할 수 있으나 크기, 무게 등에 의한 제약이 있고, 대상물에 장착할 경우 대상물의 고유 RCS를 훼손하게 된다. 참고문헌[1]에서는 룬버그 렌즈와 반사형 증폭기를 사용하여 RCS(RADAR Cross Section)를 증폭시켰으나, 룬버그 렌즈의 반사손실이 클 경우, 회로가 발진할 가능성이 있고, 여전히 고유 RCS 훼손하는 문제를 가지며, 이득이 10 dB 정도로 낮다.

Fig. 3은 본 논문에서 제안한 MSP 분별기의 개념 블록도이다. MSP 분별기는 수신안테나, 증폭기, 격리기, 가변 감쇠기, 송신안테나로 구성되고, 무선제어시스템은 모의 대상물에 장착되며, 제어회로, 스위치, 전원용 배터리로 구성된다. MSP 분별기와 무선제어시스템은 전원케이블을 통해 연결된다. 가변 감쇠기는 송

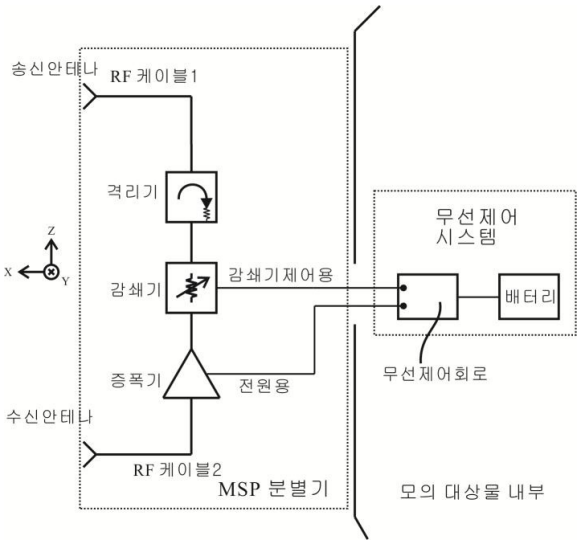


Fig. 3. A block diagram of MSP discriminator

$$s_t(t)=\cos[2\pi(f_0t+\frac{\mu}{2}t^2)],\qquad (0\le t\le\tau) \tag{1}$$

$$s_r(t)=\sum_{i=1}^{I}a_i\cos[2\pi(f_0(t-\frac{2R_i}{c})+\frac{\mu}{2}(t-\frac{2R_i}{c})^2)] \tag{2}$$

$$a_i=G_t\frac{1}{4\pi R_i^2}(\sigma_i)\frac{1}{4\pi R_i^2}G_r\frac{\lambda^2}{4\pi} \tag{3}$$

$$b=G_t\frac{1}{4\pi R^2}(G_R\frac{\lambda^2}{4\pi}AG_T)\frac{1}{4\pi R^2}G_r\frac{\lambda^2}{4\pi} \tag{4}$$

$$\sigma_{MSP}\approx AG_RG_T\frac{\lambda^2}{4\pi} \tag{5}$$

수신 안테나 격리도보다 증폭기 이득이 클 경우 발진할 수 있어 이를 조정하고, 이득을 조절할 수 있도록 배치하였다. 격리기는 송신 안테나 정합 및 증폭기 보호를 위하여 사용하였다. 본 논문에서는 시스템 복잡도를 고려하여 고정 감쇠기를 사용하였다. 따라서 무선제어는 증폭기의 On/Off를 제어하게 된다. MSP 분별기가 설치된 기준위치의 RCS는 On상태에서는 증가하게 되고 Off상태에서는 상대적으로 작아지게 될 것이다.

MSP 분별기를 구성하는 안테나 이득 및 증폭기의 이득을 결정하기 위하여 고해상도 레이다 송신 및 수신 전력 수식[5]과 Friis 방정식[6]을 활용하여 MSP 분별기의 RCS를 도출하였다.

정규화된 고해상도 레이다 송신 신호($s_t(t)$)는 식 (1)과 같이 표현할 수 있다. 여기서, $\mu=B/\tau$는 LFM (Linear Frequency Modulation) 상수이며, B와 τ는 각각 chirp 대역폭과 펄스폭을 의미한다. f_0는 chirp 시작 주파수이다. $i(1,2,...,I)$ 개의 다중산란점을 갖는 표적을 가정하면, 수신 신호($s_r(t)$)는 식 (2)와 같이 정의된다. 여기서 a_i는 표적 산란점들의 RCS, 레이다 안테나 이득, 거리 감쇠의 비례항이 된다[5]. 송신신호에 대하여 수신신호가 동기된 경우를 가정하면, a_i는 레이다 방정식을 이용하여 식 (3)과 같이 표현 할 수 있다. 여기서, G_t은 레이다 송신 안테나 이득, G_r은 레이다 수신 안테나 이득, R_i는 레이다와 i번째 산란점까지의 거리, λ는 파장을 의미한다.

한편, Friis 방정식에 의하여 MSP 분별기를 사용했을 경우의 레이다 송신 전력 대 수신 전력의 비(b)는 식 (4)와 같이 표현 가능하다. 여기서, G_R은 MSP 분별기 수신 안테나 이득, A는 MSP 분별기 이득, G_T은 MSP 분별기 송신 안테나 이득, R는 레이다와 MSP 분별기까지의 거리를 의미한다.

MSP 분별기가 고해상도 레이다의 해상도에 비해 작기 때문에 점 산란체로 간주($a_i\rightarrow a_{MSP}$, $\sigma_i\rightarrow\sigma_{MSP}$)하고, 안테나는 레이다에 대하여 최대방사 및 수신, 편파 정합된 상태로 가정하면, a_{MSP}와 b가 같게 되어 MSP 분별기의 RCS(σ_{MSP})는 식 (5)와 같이 도출할 수 있다. 여기서 σ_{MSP}의 결정은 CST-MWS(Microwave Studio)의 Physical Optics 해석 기법을 이용한 모의 대상물의 RCS 시뮬레이션 결과를 참조하여, 모의 대상물의 앞쪽 위치에서의 RCS 보다 10 dB 이상 큰 값이 되도록 설정하였다. 설정된 σ_{MSP}를 만족하기 위하여 A, G_R, G_T를 결정하였다.

Table 1에는 MSP 분별기의 설계 값을 보였다. 이때 이동형 모의 대상물의 이동범위를 만족하는 넓은 빔폭을 갖는 안테나를 사용하였으며, 선정된 안테나의 이득(G_R, G_T)을 고려하여 증폭기 이득(A)를 결정하고, 이를 만족하는 증폭기를 선정하였다. 송수신 안테나를 한 개로 사용할 경우, 순환기를 사용하여야 하는데 순환기의 격리도가 증폭기 이득보다 낮아 발진가능성이 있어, 두 개의 안테나를 사용하였다. 이때 두 개의 안테나는 고해상도 레이다의 대역폭보다 넓은 대역폭을

Table 1. Design values of MSP discriminator

구분	설계 값	단위
Frequency	Ku-Band	Hz
Bandwidth	≥ RADAR Bandwidth	Hz
G_R, G_T	6	dB
안테나 3 dB 빔폭	방위각 : 64 고각 : 129	deg
A	38	dB
σ_{MSP}	≥ 3	dBsm
Antenna Isolation	≥ 45	dB

갖는 혼안테나를 선정하였으며, 증폭기 이득보다 큰 격리도를 갖도록 CST-MWS의 FDTD(Finite-Difference Time-Domain) 해석 기법을 이용한 안테나 시뮬레이션을 통해 안테나 간 거리를 결정하였다.

Fig. 4는 MSP 분별기의 외부 형상을 보인다. 전원포트, 송수신안테나, 전원 확인용 램프가 구성되어 있음을 알 수 있다. 모의 대상물에 의해 안테나 빔 패턴이 왜곡되지 않도록 근처 구조물 형상을 반영한 안테나 시뮬레이션으로 확인하여 기움 각을 설정하였다. Fig. 5는 제작된 MSP 분별기의 내부 형상을 보인다. 형상의 크기는 레이다 해상도보다 소형으로 제작하였다. 증폭기는 JCA1218-806을, 격리기는 K123I, 감쇠기는 Coaxial 감쇠기를 사용하였다.

발진여부를 확인하기 위하여 MSP 분별기의 전원을 On/Off 함에 따라 발진 신호가 나타나는지 확인하였다. 발진 신호를 확인하여, MSP 분별기 안에 전파 흡수체를 부착하였으며, 감쇠기 값을 변화하면서 발진 여부를 확인하였다. 감쇠기 값을 2 dB로 선정했을 때 발진 신호가 없어짐을 확인하였다. 발진이 없도록 조치된 상태에서 이득(A)과 안테나 격리도를 회로망분석기를 이용하여 확인하였다. 이득(A)을 확인하기 위하여 송수신 안테나의 연결을 끊고 RF케이블, 증폭기, 격리기, 감쇠기를 포함하여 측정하였고, 송수신 안테나를 각각 회로망분석기의 포트에 연결하여 격리도를 확인하였다. 측정 결과 이득(A)는 약 38.4 dB, 안테나 격리도는 약 38.8 dB로 확인되었다. 안테나 격리도가 안테나 시뮬레이션 결과인 45 dB보다 작게 나타났고, 안테나 격리도보다 내부 이득이 커 발진이 형성된 것으로 확인되었다. 시뮬레이션에서는 안테나를 장착하

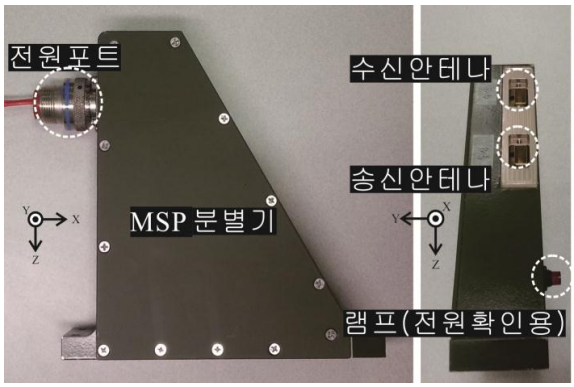


Fig. 4. The outside views of the fabricated MSP discriminator

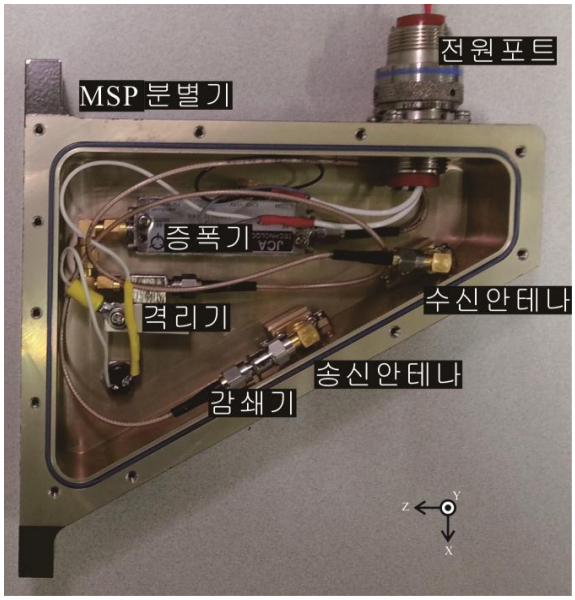


Fig. 5. The inside view of the fabricated MSP discriminator

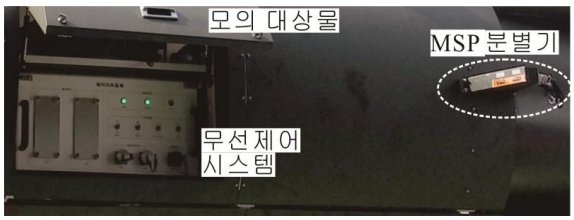


Fig. 6. The simulated target with the MSP discriminator

는 부위에 간극이 존재하는 것을 반영하지 못한 결과로 보인다. 결국 MSP 분별기의 RCS(σ_{MSP})는 식 (5)을 통해 약 1.5 dBsm 정도를 가질 것으로 추정되었다.

4. MSP 분별기가 장착된 모의 대상물에 대한 고해상도 레이다 시험 결과

Fig. 6은 모의 대상물에 장착된 MSP 분별기를 보인다. 모의 대상물은 연구용으로 특정 형상을 갖도록 제작되었고, 무선 제어 시스템을 보유하고 있으며, 이동이 가능하도록 제작되었다. 모의 대상물의 길이는 L1 m가 되며, 장착성을 고려하여 MSP 분별기를 대상물의 전면부 기준 약 (0.8×L1) m 위치에 장착하였다. 이때 장착위치는 모의 대상물에 대하여 관심 영역인 전면부에 장착은 배제하였으며, MSP 분별기의 장착으로 인한 대상물 고유의 산란점에 영향이 적도록, 모의 대상물의 산란점 크기가 상대적으로 크게 예측된 위치로 선정하였다. 고해상도 레이다와 대상물의 거리는 약 600 m에서 정지 상태로 시험하였다. 고해상도 레이다의 해상도($\triangle r$)는 1 m 이하의 특정한 값을 갖도록, 식 (6)에 의하여 대역폭을 선정하여 운용하였다. 여기서 c는 광속을 의미한다.

Fig. 7은 고해상도 레이다로 측정된 거리 프로파일을 보인다. 고해상도 레이다의 신호처리는 stretch processing 기법이 적용되었다[5]. 고해상도 레이다의 획득신호는 비트주파수에 대한 신호크기로 전시되며, 식 (7)에 의하여 비트주파수(f_b)를 거리(R)에 대해 환산할 수 있다. 이를 통해 x축은 비트주파수를 거리로 환산하였으며 거리 해상도에 대하여 정규화하였다. y축은 고해상도 레이다의 획득 신호 레벨을 도시하였다.

$$\triangle r \simeq \frac{c}{2B} \tag{6}$$

$$f_b = \frac{2B}{c\tau} R \tag{7}$$

$$offset = cT_1/2 \tag{8}$$

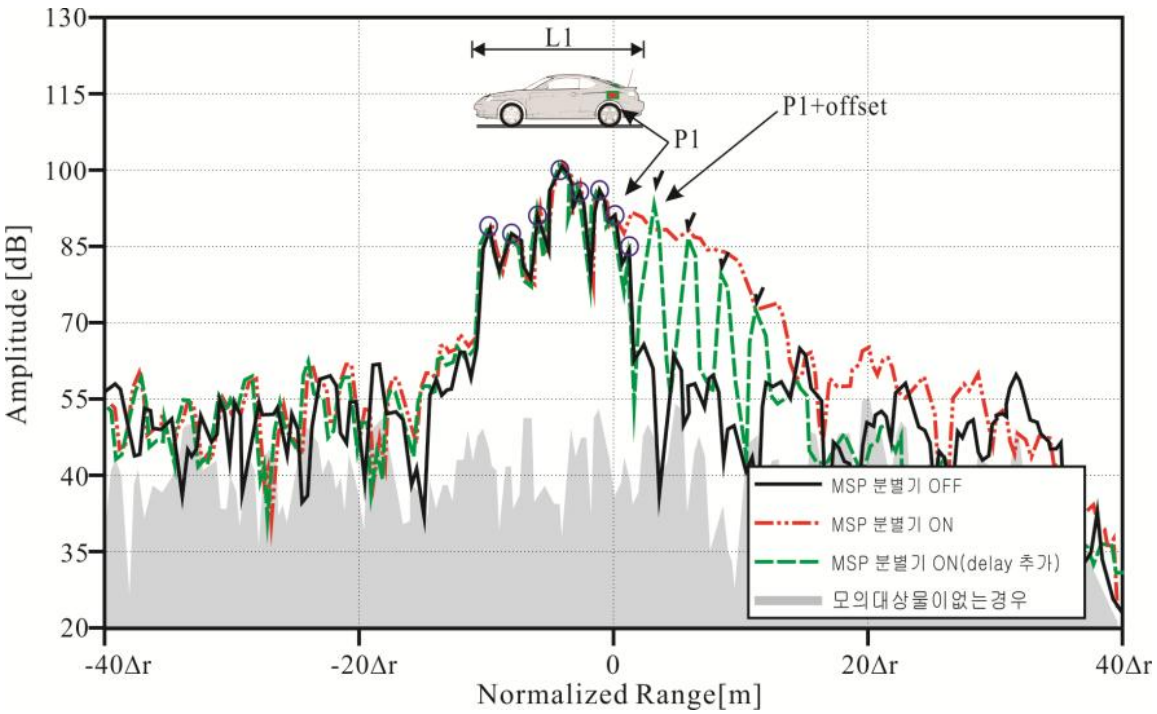


Fig. 7. The measured results of high range resolution RADAR

모의 대상물이 없는 상태에서 신호를 획득한 후, 모의 대상물이 있는 상태에서 MSP 분별기를 On/Off에 따른 신호를 획득하였다. MSP 분별기가 On인 경우의 산란점 분포는 Off 상태의 산란점 분포에 비해 대상물 뒤쪽에서 넓게 퍼져 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 산란점 퍼짐 현상은 MSP 분별기의 입·출력 사이의 시간지연이 작은 상태에서, MSP 분별기의 증폭된 신호가 출력 안테나를 통해 입력 안테나로 되먹임(feedback)되어 발생된 것으로, 산란점 퍼짐 현상이 시작한 부분의 산란점이 MSP 분별기가 설치된 위치(P1)일 것으로 판단하였다. MSP 분별기의 산란점 퍼짐현상으로 인하여 모의 대상물에 대한 거리 프로파일을 획득하는데 어려움이 있었으며, 이를 보완하기 위하여 MSP 분별기의 피드백 루프 내에 케이블 길이를 늘려 충분히 큰 시간지연 갖도록 하였다. 추가된 케이블로 인하여 이득이 약 2 dB 감소하여 기존의 2 dB의 감쇠기를 제거하였다. 회로망 분석기를 통해 안테나를 제외한 MSP 분별기 입출력 간 시간지연은 T_1 sec로 측정되었다. Fig. 7에 시간지연이 추가된 MSP 분별기를 On했을 때의 획득된 신호를 보였다.

추가된 시간지연에 의하여 거리 offset은 식 (8)과 같이 발생하게 되며, 피드백에 의한 신호 열이 시간지연 간격으로 나타나는 것을 확인 할 수 있다. 여기서, 펄스열의 크기는 약 5 dB 간격으로 떨어지는 것으로 나타났으며, 피드백 경로의 안테나 격리도와 내부 증폭도의 차이가 5 dB 가량 나타난 것으로 추정되고, 앞서 측정한 안테나 격리도가 흡수체가 부착된 MSP 분별기의 덮개의 영향을 반영하지 못한 것으로 보인다.

신호 열(√)의 첫 번째 신호를 기준으로 했을 경우, 시간 지연에 의한 offset을 보상하면, MSP 분별기가 장착된 위치(P1)를 알 수 있다. 또한 모의 대상물의 크기(L1)과 설치 위치(P1)를 사전에 알고 있으므로, 모의 대상물에 의한 물리적 전파 산란점(○)을 분별하였다. MSP 분별기에 의한 RCS는 약 1 dBsm인 것으로 분석되었다. 이때 고해상도 레이다의 안테나 이득과 거리 감쇠, 수신기 이득, 신호처리 이득 등 약 -92 dB의 보정 값을 반영하였다. MSP 분별기의 제작 결과로 추정한 1.5 dBsm과 유사한 크기를 보였다. 따라서 본 논문에서 제안한 MSP 분별기는 모의 대상물 전면부의 RCS 대비 약 7 dB 가량 높은 약 1 dBsm을 가졌으며, offset을 보상한 경우에 MSP 분별기의 설치위치를 명확히 제공할 수 있었다. 결국 MSP 분별기는 설계, 제작, 측정, 보완을 거쳐 본 논문에서 목표로 하는 모의 대상물의 다중산란점 분별을 위한 RCS 기준점을 제공하였다.

5. 결 론

본 연구에서는 MSP 분별기를 이용한 모의 대상물의 거리 프로파일 산출방법을 제안하였다. 모의 대상물의 물리적인 전파 산란점 위치와 복잡한 거리 프로파일을 대응시키기 위하여, 모의대상물의 특정위치에 장착되어 특정 위치에서 주변 RCS와 구별되는 기준 산란점을 제공하는 MSP 분별기를 설계, 제작하였다. 여기서, 모의 대상물의 고유 RCS를 훼손하지 않고, 원거리에서 이동 중인 모의 대상물에 적용 가능한 원격제어 소형 MSP 분별기의 구성을 제안하였다. MSP 분별기는 두 개의 안테나, 증폭기, 감쇠기 등의 회로로 구성되며, 모의 대상물의 RCS 값을 고려하여 MSP 분별기의 RCS를 결정하고 수식을 이용하여 MSP 분별기를 구성하는 부품들의 성능을 도출하였다. 도출된 부품 성능을 바탕으로 부품들을 선정하고 MSP 분별기를 제작하였다. 제작된 MSP 분별기는 발진을 억제하기 위하여 감쇠기가 추가되었으며, 내부에 전파흡수체를 부착하였다. MSP 분별기를 모의 대상물에 장착하고, 고해상도 레이다를 이용하여 야외에서 측정하였다. 고해상도 레이다 측정 결과, MSP 분별기의 피드백에 의한 산란점 퍼짐 현상이 관찰되었다. 이를 보완하기 위하여 MSP 분별기의 내부 루프에 시간지연을 추가하였으며, 시간지연으로 인한 offset 간격으로 펄스열이 분포되는 것을 확인하였다. 펄스열 중 가장 가까운 펄스를 기준으로 offset을 보상하여 MSP 분별기의 설치위치를 확인하였다. 설치위치를 기준으로 모의 대상물의 크기를 대응하였으며, 모의 대상물에 의한 다중산란점을 명확하게 파악할 수 있었다. 이와 같은 결과는 향후 다양한 레이다 대상물의 거리 프로파일 획득 시험에 활용 가능할 것으로 예상된다.

References

[1] D. R. Wehner, High Resolution RADAR, 2nd edition. Artech House, 1987.

[2] J. I. Park, S. W. Jung, K. T. Kim and J. H. Chun and J. W. Bae, “Analysis of Target Identification

Performances Based on HRR Profiles against the Moving Targets," The Journal of Korea Electromagnetic Engineering Society, Vol. 20, No. 142, pp. 289-295, 2009.

[3] R. Williams, J. Westerkamp, D. Gross and A. Palomino, "Automatic Target Recognition of Time Critical Moving Targets using 1D High Range Resolution(HRR) RADAR," IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, Vol. 15, No. 4, pp. 37~43, 2000.

[4] L. Xue, H. I. Cantu and V. F. Fusco, "Two-Dimensional Luneburg Lens RCS Augmentation using MMIC Reflection Amplifier," Proc. Loughborough Antennas and Propagation Conference, pp. 81-84, Apr. 2007.

[5] B. R. Mahafza, Radar Systems Analysis and Design using MATLAB, 3rd edition, CRC Press, 2013.

[6] C. A. Balanis, Antenna Theory, 3rd edition. John Wiley & Sons, 2005.

[7] H. I. Shin and J. W. Lee, "A Development of Test and Evaluation Equipment for Pulsed Doppler RADAR," The Institute of Electronics and Information Engineers, Vol. 33, No. 7, pp. 1174-1182, 1996.

[8] H. C. Jeong, D. K. Kong, J. W. Yi, Y. J. Byun, H. J. Lee and K. J. Lee, "A Design and Fabrication of a Multiple Scattering Points Generator for High Range Resolution RADAR," KIMST Annual Conference Proceedings, pp. 605-606, Nov. 2015.

[9] H. C. Jeong, G. G. Choi, S. Y. Lee, D. K. Kong and Y. J. Byun, "Measurement and Analysis of an RCS Augmentation Device for Scattering Point Classification of a Dummy Object," KIMST Annual Conference Proceedings, pp. 266-267, June 2015.

[10] M. I. Skolnik, Introduction to RADAR Systems, McGraw-Hill, 2001.

[11] G. W. Stimson, Introduction to Airborne RADAR, 2nd edition, Mendham, NJ: SciTech, 1998.