

레이다 모의 신호 생성 및 분석에 관한 연구

조상인, 김상원

한국전자통신연구원

sicho@etri.re.kr, melanio@etri.re.kr

A Study on the Generation and Analysis of Radar Simulated Signals

Cho Sang In, Kim Sang Won

Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

본 논문에서는 상용 계측기를 활용하여 국내 공공용 레이다에서 이용되는 다양한 신호파형을 생성하는 방법을 제시하였다. CW, FMCW, Pulse-CW, Pulse-LFM 파형 등 다양한 레이다 신호를 생성할 수 있도록 구성하였으며 생성된 신호파형을 시계열 신호로 확인하고 스펙트럼분석기로 ITU-R SM.1541-6에서 제시하고 있는 B(-40dB)와 B(-20dB)를 분석하였다.

I. 서론

국민 안전 서비스 및 국방 등 다양한 활용을 위해 레이다의 이용이 급증하고 있으며, 레이다에 필요한 주파수의 효율적 이용을 위해 레이다 신호파형에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 본 연구에서는 다양한 레이다 신호파형을 생성할 수 있도록 상용 계측기를 활용하여 구축하고, 생성된 다양한 신호파형의 스펙트럼을 ITU-R SM.1541-6에서 제시하고 있는 B(-40dB), B(-20dB) 등 필요주파수 대역폭을 분석하였다.

II. 본론

레이다 신호 파형 생성을 위해 상용 RF 신호발생기와 기저대역 신호생성을 위한 소프트웨어를 사용하였다. 그림1과 같이 노트북에 기저대역 파형을 생성할 수 있는 소프트웨어를 설치하고 기저대역 파형 정보를 RF 신호발생기에 전달하여 레이다에서 송신하는 RF 신호파형을 생성할 수 있도록 하였다. 신호파형의 종류는 CW, Pulse-CW, FMCW, Pulse-LFM 및 이들 신호의 조합으로 하였다. 실험을 위하여 강우레이다에서 사용하는 Pulse-CW 파형으로 펄스폭은 1μs, 펄스 상승시간은 247ns, 펄스 하강시간은 188ns를 설정하여 생성하였으며, 공항에서 1차감시레이다로 사용하는 Pulse-LFM 파형으로 펄스폭은 80.5μs, 펄스 상승시간은 226ns, 펄스 하강시간은 173ns, 칩대역폭은 0.97MHz로 설정하여 생성하였다. Pulse-CW 신호파형을 스펙트럼분석기로 측정한 결과 그림2 (a)와 같이 B(-20dB)=3MHz, B(-40dB)=8MHz로 측정되었고 표1의 ITU 수식으로 계산한 결과 B(-20dB)=4.1MHz, B(-40dB)=14.3MHz로 차이가 있음을 확인할 수 있었다. Pulse-LFM 신호파형을 스펙트럼분석기로 측정한 결과 B(-20dB)=1.4MHz, B(-40dB)=4.1MHz로 측정되었고 표1의 ITU 수식으로 계산한 결과 B(-20dB)=1.45MHz, B(-40dB)=6.8MHz로 차이가 있음을 확인할 수 있었다.

III. 결론

본 논문에서는 상용 계측기를 이용하여 레이다 신호 파형을 생성할 수 있도록 구축하였고, 레이다 파형의 시계열 신호를 분석한 결과 설정 파라미터에 적합한 신호가 생성되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 Pulse-CW, Pulse-LFM, FMCW 신호 파형의 스펙트럼을 분석한 결과는 ITU-R SM.1541-6에서 제시하고 있는 B(-20dB), B(-40dB) 값과 차이가 있음을 알 수 있었다.

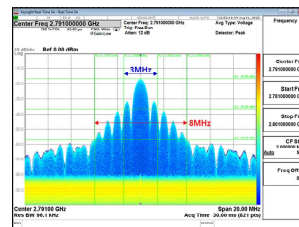


그림1. 레이다 신호 파형 생성 및 분석을 위한 장비 구축

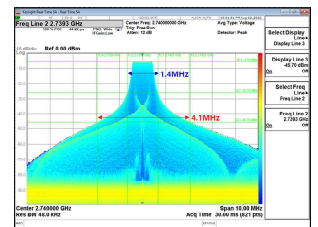
표1. ITU-R SM.1541-6에서 제시하고 있는 B(-40dB), B(-20dB)

신호파형	B(-40dB)	B(-20dB)
CW	$0.0003F_0$	-
FMCW	$1.2 \cdot B_{FMCW} \left(1 + \frac{200}{\pi \sqrt{B_{FMCW} T}} \right)^{\frac{1}{2}}$	$2.1 \times B_d$ (B_d : 최대주파수편차)
Pulse-CW	100kW 초과 출력 레이다 $\min\left(\frac{6.2}{\sqrt{\min(t_r, t_f)} \cdot t}, \frac{64}{t}\right)$ lower-power radar, 2.9~3.1GHz/9.2~9.5GHz 무선항행레이다 $\min\left(\frac{7.6}{\sqrt{\min(t_r, t_f)} \cdot t}, \frac{64}{t}\right)$	$\min\left(\frac{1.79}{\sqrt{\min(t_r, t_f)} \cdot t}, \frac{6.36}{t}\right)$
Pulse-LFM	아래 참고	$\frac{1.79}{\sqrt{\min(t_r, t_f)} \cdot t} + 1.2 \times B_C$

$B_C \cdot \min(t_r, t_f) \geq 0.10$ 이고, $B_C \cdot t \geq 10$ 일 경우, Pulse (N)LFM의 B(-40dB)은 아래와 같다.
 $B_{-40} = 1.5 \{ B_C + \sqrt{\pi \cdot [\ln(B_C \cdot t)]^{0.53}} \cdot [Mn(B_{rise}, B_{fall}), B_{rise(fall)}] + Max(B_{rise}, B_{fall}, B_{rise(fall)}) \}$
 $B_{rise} = \frac{1}{\sqrt{t \cdot t_r}}, B_{fall} = \frac{1}{\sqrt{t \cdot t_f}}, B_{rise(fall)} = \frac{1}{(t \cdot t_r \cdot t_f)^{\frac{1}{3}}}$



(a) Pulse-CW 스펙트럼 파형



(b) Pulse-LFM 스펙트럼 파형

그림2. 레이다 파형별 스펙트럼 분석

참고문헌

- [1] Recommendation ITU-R SM.1541-6, Unwanted emissions in the out-of-band domain, 08/2015