THE JOURNAL OF KOREAN INSTITUTE OF ELECTROMAGNETIC ENGINEERING AND SCIENCE. 2014 Apr.; 25(4), 434～441.

http://dx.doi.org/10.5515/KJKIEES.2014.25.4.434
ISSN 1226-3133 (Print) · ISSN 2288-226X (Online)

레이다 시스템 상호 간 운용을 위한 간섭 보호 기준 분석

Analysis of Interference Protection Criteria for Interoperability of Radar Systems

김 정 · 정정수 · 곽영길 · 김진국 · 전용찬

Jung Kim · Jung-Soo Jung · Young-Kil Kwag · Jin-Goog Kim · Young-Chan Jeon

요 약

최근 군용 레이다 사용이 급증하면서 인접 시스템 상호 간의 전자파 간섭의 영향이 높아지고 있다. 본 논문에서는 레이다의 효율적인 운용을 위하여 국제 표준화 규정에 근거하여 군 무기체계 레이다의 탐지거리 및 탐지확률에 미치는 영향을 분석하여 상호운용에 대한 간섭 보호 기준을 제안한다. 레이다 상호 간 간섭이 존재 할 경우에도 요구 탐지거리 및 탐지확률을 확보하기 위한 허용 INR을 제시하였으며, 특히 INR이 −6 dB인 경우 5 %의 탐지거리 손실을 허용하는 조건에서 최대 탐지확률을 확보하기 위한 SNR을 시뮬레이션을 통하여 결과를 제시하였다. 향후 군 통합무기 체계에서 레이다 상호간의 간섭의 영향에 대한 보호기준을 정립하는데 활용될 것으로 기대한다.

Abstract

Recently, a mutual interference threat has been increasing among the radar systems due to the rapid growth of the military radar operation. In this paper, the radar interference protection criteria is presented for interoperability in terms of the radar coverage and target detection probability in association with the international recommendation on the interference spectrum by ITU-R. The required criteria for the minimum allowable interference is also presented in terms of INR. In order to ensure the maximum detection probability of the radar under the mutual interference situation, only 5 % of detection range loss is allowed for the case of INR of −6 dB, and required SNR is presented at each INR in terms of the detection range and detection probability. This result will be useful for establishing the interference protection criteria in the combined military radar systems.

Key words: Radar, Radar Band, Interference Protection Criteria, INR(Interference-to-Noise Ratio), Interoperability

Ⅰ. 서 론

최근 현대전이 통합 무기 체계의 정보 전자전 양상으로 변모되면서 군사 무기 체계의 첨단화, 복합화, 그리고 고도 정밀화가 가속되고 있다. 다양한 군사 무기 체계 중 레이다는 표적으로부터 반사된 신호를 수신하여 표적의 존재 유무를 탐지하고, 표적의 위치와 이동 속도 등의 정보를 추출하는 국가 방위의 핵심 센서로, 초기에는 적 항공기 탐지 등의 군사적 용도로만 사용되었으나, 현재는 비행기의 항법, 해상에서의 탐색 및 구조, 조기경보, 사격

「본 연구는 국방과학연구소의 국방 전파자원 특화연구실 사업의 일부 지원으로 수행되었습니다.」

한국항공대학교 항공전자공학과(Department of Avionics Engineering, Korea Aerospace University)

· Manuscript received December 5, 2013 ; Revised January 9, 2014 ; Accepted January 21, 2014. (ID No. 20131205-123)

· Corresponding Author: Young-Kil Kwag (e-mail: ykwag@kau.ac.kr)

ⓒ Copyright The Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science. All Rights Reserved.

거리 내에 들어올 표적에 대한 화력 제어, 미사일 유도, 피아식별, 지형 영상 획득 등 다양한 분야에 이용되고 있다. 레이다의 광대역 주파수 사용은 고해상도, 고정밀, 그리고 대용량의 정보의 실시간 획득과 다양한 임무수행을 가능하게 한다.

그러나 동일 대역의 새로운 무기체계의 추가 배치 및 신·구형 레이다의 혼재 운용 등 군 주파수 사용범위가 확대되면서 레이다 무기체계 간의 상호 간섭 위협이 증가하고 있다[1]~[3]. 따라서 작전 반경 내 레이다 무기체계를 보호하기 위한 간섭 보호 기준이 요구된다. 하지만 군사정보의 보안성으로 인하여 공식적인 군 주파수 공유가 어려우며, 주파수 분석 체계 미 정립으로 인하여 레이다 체계의 간섭 영향에 대한 분석과 해결방법 등에 대한 연구가 제한적인 실정이다[4],[5].

본 논문에서는 레이다 무기체계의 안정적이고 효율적인 운용방안을 위해 국제 표준화 규정에 근거하여 레이다 방사 전력에 따른 탐지거리 및 탐지확률에서 군 무기체계의 레이다 간섭 보호 기준을 정립하였다. 2장에서는 국제 간섭 보호 기준을 설명하고, 3장에서는 간섭 영향 평가를 위한 레이다 성능 지표을 제시하였다. 4장에서는 레이다 성능 확보를 위해 허용 가능한 INR(Interference-to-Noise Ratio) 또는 요구되는 SNR(Signal-to-Noise Ratio)을 간섭 보호 기준으로 제시함으로써 군 작전 환경에서 레이다를 효율적으로 운용하기 위한 이격거리 및 탐지확률을 제안하였다.

Ⅱ. 국제 ITU-R 간섭 보호 기준

2-1 레이다 대역 별 분배현황

국제통신연합(ITU-R: International Telecommunication Union Radiocommunication)은 레이다 업무를 크게 무선표정(Radio Determination), 무선측위(Radio Location), 무선항행(Radio Navigation)으로 구분하여, 업무에 따라 특정 대역과 대역폭을 정하여 운용하도록 권고하고 있다[6]. 국제적으로 레이다는 용도에 따라 HF(High Frequency) 대역에서 Ka 대역에 결쳐서 운용되고 있으며, 국내 레이다 대역은 대부분 군용 지상, 함정, 항공 레이다가 전체 SHF (Super High Frequency) 대역의 64 % 이상, 점유 폭 7 GHz 이상을 점유하고 있다. 레이다 대역 별 이용현황은 표 1에 제시하였다.

표 1. 레이다 대역 별 이용 현황
Table 1. Radar band according to applications.

대역	주파수	응용 분야
HF	3~30 MHz	중/장거리용 통신, 해외통신
VHF	30~300 MHz	FM, TV 방송, 무전기
UHF	300~1,000 MHz	무선호출, 이동통신
L	1~2 GHz	공항감시 2차 레이다
S	2~4 GHz	공항감시 1차 레이다, 대공 레이다용
C	4~8 GHz	항행용 선박 레이다, 기상 측정용 레이다
X	8~12 GHz	지상 감시 영상 레이다, 항공기/미사일 레이다, 속도 추적 레이다
Ku	12~18 GHz	
K	18~26.5 GHz	
Ka	26.5~40 GHz	근거리, 정밀, 고 분해능 자동차 레이다
V	40~75 GHz	
W	75~110 GHz	
mm	110~300 GHz	

2-2 레이다 간섭 보호 기준

국제통신연합(ITU-R) 권고안에서는 레이다의 기술, 운용 특성 및 잡음 형태의 간섭 파형에 따라 레이다의 간섭 보호 기준을 제시하고 있다. 간섭 보호 기준은 레이다 시스템의 고유 잡음 레벨보다 큰 간섭신호가 수신기에 들어 올 경우, 레이다의 탐지 성능을 허용할 수 있는 정도의 간섭 정도를 의미하며, 간섭의 증가는 시스템의 고유 잡음 스펙트럼 밀도를 기준으로 INR으로 표현한다. 여기에서 시스템 잡음은 수신기, 전송선로 등에서의 열 교란에 의해 발생되는 잡음으로, 온도, 대역폭, 시스템 잡음 지수에 영향을 받는다. 간섭이 없는 상태에서 레이다 수신기 열잡음의 파워 스펙트럼 밀도를 N이라 하고, 간섭 신호를 I라 한다면 간섭으로 인한 레이다 잡음 전력 밀도는 $N+I$로 증가한다. 간섭전력이 없는 경우의 잡음 전력밀도와 잡음이 포함된 간섭이 존재하는 경우의 레이다 잡음비를 $(I+N)/N$으로 표현한다. 따라서 레이다 잡음비의 1 dB 증가는 0.26의 INR을 나타내므로 ITU-R에서 권고하는 −6

표 2. 레이다 국제 간섭 보호 기준
Table 2. Interference protection criteria for radar.

대역	레이다 주파수 대역 및 업무	CW와 noise like	ITU-R 권고문
UHF	420~450 MHz 무선표정	INR≤−6 dB	M.1462
L	1,215~1,400 MHz 무선측위	INR≤−6 dB	M.1463
S	2,700~2,900 MHz 무선항행, 기상	INR≤−10 dB	M.1464
S	2,900~3,100 MHz 무선측위, 기상	INR≤−6 dB	M.1460
S	3,100~3,700 MHz 무선측위	INR≤−6 dB	M.1465
C	5,250~5,850 MHz 무선표정, 항공무선항행, 기상	INR≤−6 dB	M.1638
X	8,500~10,500 MHz 무선측위	INR≤−6 dB	M.1796
Ku	13.75~14 GHz 무선표정, 항행	INR≤−6 dB	M.1644
Ku	15.7~17.3 GHz 무선표정	INR≤−6 dB	M.1730
Ka	31.8~33.4 GHz 무선항행	INR≤−6 dB	M.1466
Ka	33.4~36 GHz 무선측위	INR≤−6 dB	M.1640

dB의 INR은 레이다 잡음비의 1 dB 증가를 의미한다[6]. ITU-R에서는 표 2와 같이 레이다 운용대역에 따라서 성능 감소의 최대 허용범위로 −6 dB 이하의 간섭 대 잡음비(INR)를 간섭 보호 기준으로 권고하고 있다[7]~[17].

그러나 무선항행 업무로 할당된 2,700~2,900 MHz 대역에서는 항공안전을 고려하여 간섭 허용이 더 낮도록 −10 dB의 INR을 권고하고 있다.

Ⅲ. 레이다 성능에 따른 간섭 보호 기준 분석

본 논문에서는 INR에 따른 레이다 탐지 성능 지표로서 최대 탐지거리 및 탐지확률의 저하를 이용하며, 국제 간섭 보호 기준에서 INR이 −6 dB인 경우 확보 가능한 레이다 성능을 분석한다. 또한 동일한 간섭 조건에서 레이다 임무 수행에 요구되는 탐지 성능을 유지하기 위한 SNR을 제시한다. 이를 근거하여 통합군 작전 수행 시 레이다 임무 수행에 큰 영향을 받지 않고, 탐지 성능 감소를 허용할 수 있는 간섭 보호 기준 안을 정립한다.

3-1 INR에 따른 탐지거리 감소 영향

레이다의 탐지거리는 군 작전범위를 결정하는 매우 중요한 성능 파라미터이다. 점표적 레이다의 최대 탐지거리는 식 (1)과 같이 계산된다.

$$R_{max}=\left(\frac{P_t G^2\lambda^2\sigma}{(4\pi)^3 k T_0 BF(SNR)o_{\min}}\right)^{1/4} \quad (1)$$

여기서 P_t는 전송 첨두 전력(W), G는 송수신 안테나 이득, σ은 표적의 레이다 단면적(m^2), λ은 파장(m), k는 볼츠만 상수, B는 수신기 대역폭, F는 잡음인자, $(SNR)_{Omin}$은 표적이 탐지 가능한 최소 SNR을 각각 의미한다. 수신기의 잡음전력인 $kT_0BF=N$으로 표현하면 간섭이 존재할 때의 잡음 전력은 $I+N$이 된다. 잡음 전력을 레이다 잡음 전력 비인 $(I+N)/N$으로 표현하면 INR에 따른 탐지거리에 대한 방정식은 식 (2)와 같이 유도될 수 있다.

$$R_{max}=\left(\frac{P_t G^2\lambda^2\sigma}{(4\pi)^3 (1+I/N) N(SNR)o_{\min}}\right)^{1/4} \quad (2)$$

여기서 I는 간섭전력을 나타내며, INR에 따른 탐지거리의 변화율은 그림 1과 같다.

레이다 성능을 유지하기 위한 최소 SNR이 15 dB일 때, INR에 따른 탐지거리 감소를 나타내며, 국제 간섭 보호 기준에 의한 INR −6 dB를 적용하면 레이다 최대 탐지거리의 5 % 정도가 감소되는 것을 확인할 수 있다.

3-2 INR에 따른 표적 탐지확률 저하 영향

레이다의 성능 지표 중 탐지확률은 잡음 및 표적의 반사 신호가 존재할 경우, 식 (3)과 같이 표현된다[18]. 이 때, 신호 진폭은 Rayleigh 분포를 따르며, 잡음은 백색 가우시안 잡음이라고 가정하였다.

$$P_D=\int_{V_T}^{\infty}\frac{r}{\beta^2}\exp\left(-\frac{r^2+A^2}{2\beta^2}\right)I_0\left(\frac{rA}{\beta^2}\right)dr \quad (3)$$

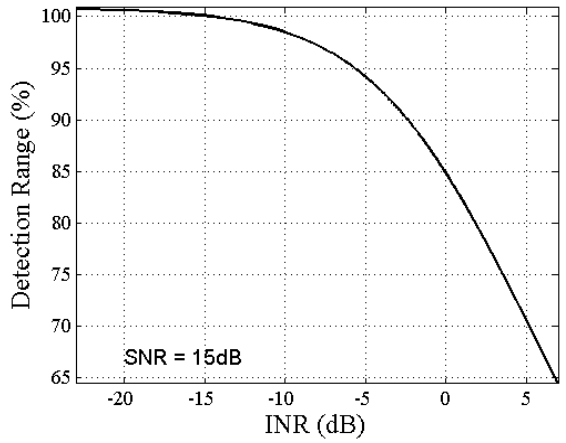

그림 1. INR에 따른 최대 탐지거리
Fig. 1. Maximum detection range for INR.

여기서, V_T는 문턱치, r은 잡음신호의 크기, A는 표적 신호의 크기, β는 신호의 표준편차, 그리고 I_0는 계수가 0인 제 1종 변형베셀함수이다. 표적의 SNR 및 문턱치 V_T가 크다고 가정하면 단일 펄스에 대한 탐지확률은 식 (4)와 같이 가우시안 분포의 적분식으로 근사화 할 수 있다[18].

$$P_D \approx \int_{V_T}^{\infty} \frac{r}{\sqrt{2\pi}\beta} \exp\left(-\frac{(r-A)^2}{2\beta^2}\right) dr \tag{4}$$

여기서, 표적의 SNR은 $A^2/(2\beta^2)$이므로 표적의 탐지확률은 SNR에 대한 함수로 식 (5)와 같다[18].

$$P_D \approx 0.5 \times erfc\left(\sqrt{-\ln P_{fa}} - \sqrt{\frac{S}{N} + 0.5}\right) \tag{5}$$

여기서, *erfc*는 보상오차함수이며, P_{fa}는 오경보확률, 그리고 SNR은 신호에 대한 잡음비를 나타낸다. 간섭영향이 존재할 때 탐지확률의 변화는 식 (5)에서 간섭에 의한 잡음 대 전력비를 고려하면 식 (6)으로 표현할 수 있다[18].

$$P_D \approx 0.5 \times erfc\left(\sqrt{-\ln P_{fa}} - \sqrt{\frac{S/N}{1 + I/N} + 0.5}\right) \tag{6}$$

그림 2는 INR에 따른 탐지확률의 변화를 나타낸다. 이는 레이다의 최대 표적 탐지거리를 확보하기 위한 요구 SNR이 15 dB일 때, 표적 탐지확률 90 % 이상을 유지하기 위해서는 INR이 −3 dB 이하가 되어야 함을 의미한다.

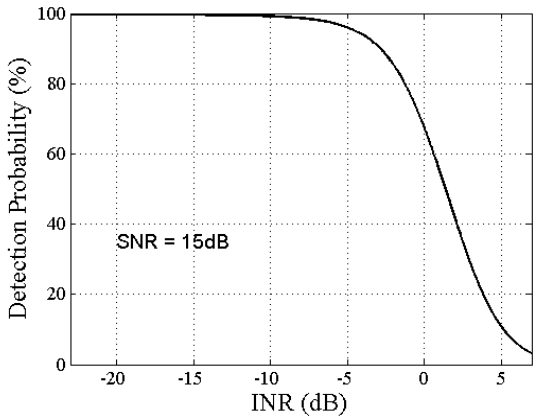

그림 2. INR에 따른 표적 탐지확률
Fig. 2. Detection probability for INR.

국제 간섭 보호 기준에 의한 INR=−6 dB를 준수할 경우, 레이다 탐지확률 95 % 이상의 성능을 확보할 수 있음을 확인하였다.

Ⅳ. 레이다 간섭 보호기준 제안

레이다 탐지성능의 주요 요소로는 최대 탐지거리 및 탐지확률이 있으며, 이는 출력전력, 시스템 잡음 레벨 등에 영향을 받는다. 국제 간섭 보호 기준의 경우, CW(Continuous Waveform) 간섭이 유입 시 시스템 잡음 레벨 증가로 인한 최대 허용 가능한 INR을 제시하였다. 이는 CW 및 간섭으로 인한 잡음 스펙트럼 밀도 1 dB의 증가는 레이다 탐지거리 감소 및 탐지확률 저하를 일으킨다. 따라서 레이다의 최대 탐지거리 및 탐지확률을 확보하기 위해서는 잡음에 대한 최소 신호레벨 증가가 요구된다. 그림 3은 레이다 간섭 보호 기준 마련을 위해 간섭 신호로 인한 시스템 잡음 레벨 증가 및 요구 신호 레벨을 개념적으로 나타내었다.

즉, 간섭 존재 시 레이다 성능 유지를 위해서는 INR에 따른 간섭전력이 많은 영향을 끼치지만, 시스템 잡음 레벨 이상의 신호 레벨(SNR)이 확보되어야 함을 의미한다. 이를 확인하기 위해 표 3의 장거리 레이다 파라미터를 이용하여[11] 탐지 성능에 따른 허용 INR 및 요구 SNR 분석을 근거로 하여 레이다 간섭 보호 기준 정립 요소를 도출하였다.

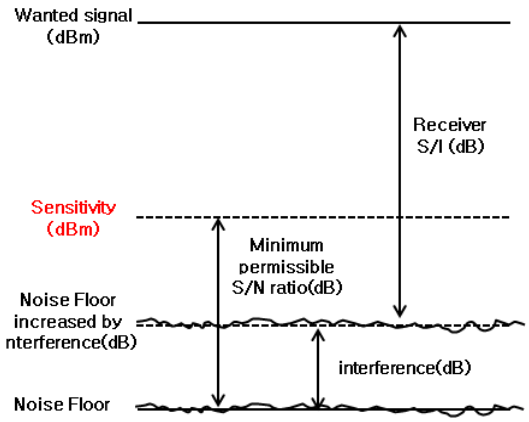

그림 3. 간섭 영향 분석을 위한 신호 레벨
Fig. 3. Signal level for interference impact analysis.

표 3. 장거리 레이다 파라미터
Table 3. Parameter of long range radar.

Parameter	Symbol	Value	Unit
Operating center freq.	f_c	2.9	GHz
Tx power	P_t	1	MW
Antenna gain	G	33.5	dB
Noise level	N	−109	dBm
Required SNR	$(SNR)_{\min}$	15	dB
Palse alarm rate	P_{fa}	10^{-6}	

그림 4와 표 4는 레이다 성능에 따른 허용 INR을 나타내며, 국제 간섭 보호 기준인 INR=−6 dB의 간섭전력이 인가되는 경우 레이다 최대 탐지거리 70 % 내에서 탐지확률이 90 % 이상 확보할 수 있음을 확인하였다. 또한 간섭 레벨 증가할 경우, 레이다 탐지거리와 탐지확률의 상충 관계에 의해 성능 저하를 고려해야 한다. 해당 레이다 시스템에 간섭 신호가 INR=0 dB로 인가되어 탐지거리 70 % 이상의 성능 확보를 할 경우, 탐지확률이 50 % 이하로 떨어지는 것을 확인할 수 있다. 따라서 간섭 인가 시 탐지거리 및 탐지확률의 확보를 위해서는 요구 SNR 및 시스템 전력을 증가해야 한다.

그림 5와 표 5는 국제보호기준인 INR=−6 dB의 간섭전력 인가 시 레이다 성능에 따른 요구 SNR을 나타내었다. 레이다 최대 탐지거리 95 % 이상, 탐지확률 90 % 이상 확보를 위해서는 20 dB 이상의 SNR이 요구된다. 즉,

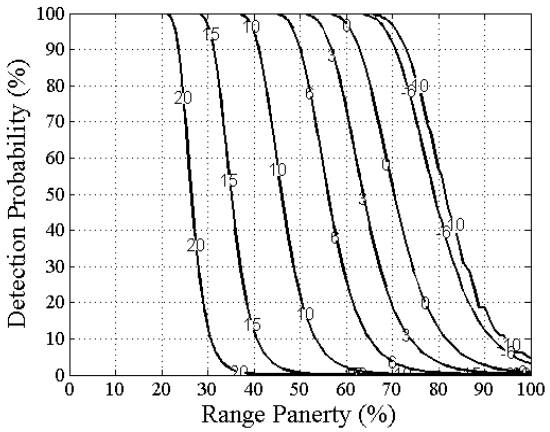

그림 4. 탐지거리 및 탐지확률에 따른 허용 INR(SNR=15 dB 경우)
Fig. 4. Permitted INR for detection range and detection probability.

표 4. 탐지 성능에 따른 허용 INR
Table 4. Permitted INR for detection performance.

간섭 유형	최소 요구 S/N (dB)	탐지 거리 (%)	탐지 확률 (%)	최대 허용 I/N (dB)
CW	15	75	90	−10 이하
			70	−6
			60	−3
		70	95	−10
			90	−6
			80	−3

표 5. 탐지성능에 따른 요구 SNR
Table 5. Required SNR for detection performance.

간섭 유형	국제간섭 보호기준 I/N (dB)	탐지 거리 (%)	탐지 확률 (%)	최소 요구 S/N (dB)
CW	INR≤−6 dB	70	90	15
		80	90	17
		90	90	19
		95	90	20

간섭으로 인한 시스템 잡음에 비해 19 dB 이상의 레이다 신호전력이 필요함을 확인하였다. 앞서 수신기에서의 최소 요구 SNR이 15 dB인 장거리 레이다가 70 % 이상의

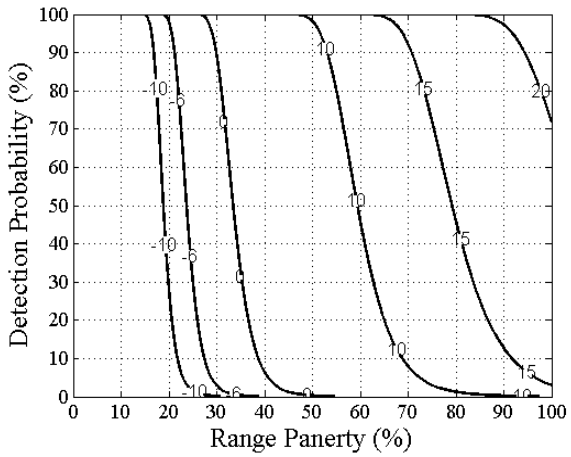

그림 5. 탐지거리 및 탐지확률에 따른 요구 SNR(INR= −6 dB인 경우)

Fig. 5. Required SNR for detection range and detection probability.

탐지거리 및 90 % 이상의 탐지확률을 확보하기 위해서는 최대 INR −6 dB까지 허용 가능하며, 국제 간섭 보호 기준을 유지하면서 95 % 이상의 탐지거리 확보 및 95 % 이상의 탐지확률을 획득하기 위해서는 최소 SNR 20 dB 이상이 요구됨을 확인하였다.

따라서 레이다 상호간 간섭 보호 기준이 기존 ITU-R에서 권고하는 INR의 지표에만 의존할 경우, 잡음에 대한 간섭전력의 크기 만으로 표현되므로, 실제 수신 신호의 크기와는 무관하여 시스템의 탐지 반경과 탐지확률에 미치는 영향을 파악하기 어려운 문제점이 있음을 확인하였다. 그러나 본 논문에서는 실제 레이다 시스템의 신호와 잡음비에 대한 영향을 도입함으로써 간섭의 조건인 INR에 따라 탐지거리와 탐지확률을 제시할 수 있으므로 특정 대역뿐만 아니라, 다양한 레이다 운영 환경에서 보다 효율적인 간섭 보호 기준의 모델로 사용할 수 있음을 확인하였다.

Ⅴ. 결 론

국제 ITU-R 권고안에서 제시하는 레이다 간섭 보호 기준은 간섭전력에 따른 잡음레벨 1 dB 증가를 지표로 상대적인 간섭과 잡음의 비(INR)를 제시하였다. 그러나 전장 환경에서 군 작전 시 레이다 성능 유지를 위해서는 최대 탐지거리 및 표적 탐지확률을 확보하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하고, 피 간섭원의 보호를 위해 탐지확률, 위치추정 결정을 위한 탐지거리 확보 등 성능 특성의 양적인 지표를 기준으로 간섭 보호 기준을 제시하였다. 또한, 임무수행에 영향을 주지 않고 탐지성능 감소를 허용할 수 있는 간섭 대 잡음비(INR) 및 신호 대 간섭 잡음비(SINR) 등으로 효율적으로 개선된 간섭 보호 기준 안을 제시하였다. 즉, 간섭이 존재할 경우, 레이다 탐지거리 감소와 탐지확률 저하에 따른 허용 가능한 INR을 제시함으로써 군 작전 환경에서의 효율적인 레이다 운용을 위한 방안을 제시하였다. 특히, 허용 INR에 따른 최소 요구 SNR 및 탐지거리를 제시함으로써 레이다 성능 확보를 위한 출력전력과 무기체계 간 허용 가능 이격거리를 추정할 수 있도록 효율적인 간섭 보호 기준을 제시하였다. 제시된 보호기준은 특정 대역뿐만 아니라, 다양한 환경에서 운용되는 일반적인 레이다에 적용이 가능하며, 향후 군 통합무기 체계에서 레이다 상호 간의 간섭의 영향에 대한 보호기준을 정립하는데 활용될 것으로 기대한다.

References

[1] ITU-R, "The effect on digital communications systems of interference from other modulation scheme", *ITU-R Recommendation SM.2022-1*, Apr. 2005.

[2] ITU-R, "Characteristics of and protection criteria for terrestrial radars operating in the radiodetermination service in the frequency band 8,500～10,680 MHz band", *ITU-R Recommendation M.1796*, May 2012.

[3] 양주열, 정정수, 곽영길, "레이다 간섭 보호 기준에 따른 레이다 간 상호 간섭 영향 분석", 한국전자파학회 논문지, 19(6), pp. 657-662, 2008년 6월.

[4] 곽영길, 이강웅 "효율적인 항공 주파수 대역 분배와 관리 정책 연구", 한국전자파학회논문지, 23(8), pp. 878-887, 2012년 8월.

[5] 신용섭, "군 주파수 관리체계 개선방안 연구", 안보과정우수논문집 제13집, pp. 395-444, 2007년.

[6] "Interference Protection Criteria Phase 1-Complication

from existing sources", *NITA Report 05-432*, 2005.

[7] ITU-R, "Procedures for determining the potential for interference between radars operating in the radiodetermination service and systems in other services", *ITU-R Recommendation M.1461*, Jun. 2003.

[8] ITU-R, "Characteristics of and protection criteria for radars operating in the radiolocation service in the frequency range 420～450 MHz", *ITU-R Recommendation M.1462*, 2000년 5월.

[9] ITU-R, "Characteristics of and protection criteria for radars operating in the radiodetermination service in the frequency band 1,215～1,400 MHz", *ITU-R Recommendation M.1463*, Mar. 2007.

[10] ITU-R, "Characteristics of radiolocation radars, and characteristics and protection criteria for sharing studies for aeronautical radionavigation and meteorological radars in the radio-determination service operating in the frequency band 2,700～2,900 MHz", *ITU-R Recommendation M.1464*, Jun. 2003.

[11] ITU-R, "Technical and operational characteristics and protection criteria of radiodetermination radars in the 2,900～3,100 MHz band", *ITU-R Recommendation M. 1460*, Mar. 2006.

[12] ITU-R, "Characteristics of and protection criteria for radars operating in the radiodetermination service in the frequency band 3,100～3,700 MHz", *ITU-R Recommendation M.1465*, Mar. 2007.

[13] ITU-R, "Characteristics of and protection criteria for sharing studies for radiolocation, aeronautical radionavigation and meteorological radars operating in the frequency bands between 5,250 and 5,850 MHz", *ITU-R Recommendation M.1638*, Jun. 2003.

[14] ITU-R, "Characteristics of and protection criteria for terrestrial radars operating in the radiodetermination service in the frequency band 8,500～10,680 MHz", *ITU-R Recommendation M.1796*, Mar. 2012.

[15] ITU-R, "Technical and operational characteristics, and criteria for protecting the mission of radars in the radiolocation and radionavigation service operating in the frequency band 13.75～14 GHz", *ITU-R Recommendation M.1644*, Jun. 2003.

[16] ITU-R, "Characteristics of and protection criteria for radars operating in the radionavigation service in the frequency band 31.8～33.4 GHz", *ITU-R Recommendation M.1466*, May 2000.

[17] ITU-R, "Characteristics of, and protection criteria for sharing studies for radars operating in the radiodetermination service in the frequency band 33.4～36 GHz", *ITU-R Recommendation M.1640*, Jun. 2003.

[18] Bassem R. Mahafza, *Radar Systems Analysis and Design using MATLAB*, Champman & Hall/CRC, pp. 145-152, 2005.

김 정

2004년 2월: 한국항공대학교 항공전자공학과 (공학사)
2011년 2월: 한국항공대학교 항공전자공학과 (공학석사)
2011년 3월～현재: 한국항공대학교 항공전자공학과 박사과정
[주 관심분야] Adaptive Array Digital Beamforming, Anti Jamming, Radar Signal Processing, SAR Signal Processing

정 정 수

2006년 2월: 한국항공대학교 항공전자공학과 (공학사)
2009년 8월: 한국항공대학교 항공전자공학과 (공학석사)
2011년 3월～현재: 한국항공대학교 항공전자공학과 박사과정
2010년 1월～2011년 2월: 한국해양과학기술원 해양위성센터 연구원
[주 관심분야] Radar System Design, Radar Signal Processing, SAR Signal Processing, Digital Beamforming

곽 영 길

1976년 2월: 한국항공대학교 항공통신공학과 (공학사)
1981년 2월: 한국과학기술원 전기전자공학과 (공학석사)
1987년 6월: 미국 오하이오대학교 전기전자공학과 (공학박사)
1976년 3월～2001년 3월: 국방과학연구소 책임연구원, 레이다 및 SAR 연구실장
1997년 2월～1999년 2월: 영국 Matra Marconi Space 위성 SAR 프로젝트 책임자
2001년 3월～현재: 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부 교수 및 레이다연구소 소장
2002년 4월～2008년 12월: 한국전자파학회 레이다연구회 위원장, IEEE Radar Society 및 APSAR Committee 위원
2007년 9월～2008년 8월: 영국 옥스퍼드대학교, Dept. of Engineering Science, 방문교수
2009년～2011년: 국회 한국과학기술정책연구회 회장
2009년～2011년: APSAR 2011, General Chair, 대회장
2010년～현재: IEEE AESS Korea Chapter Chair
2013년 3월～현재: 미래창조부 국가과학기술심의회 전문위원
[주 관심분야] Radar System Design, Radar Signal Processing, Synthetic Aperture Radar, Spectrum Analysis and Interference Rejection

김 진 국

2006년 3월～2010년 2월: 한국과학기술원 전기전자공학과 (공학박사)
2010년 1월～2011년 10월: SK Broadband and SK Telecom 프로젝트 매니저
2011년 11월～현재: 국방과학연구소 수석연구원
[주 관심분야] MIMO Systems, Multicarrier Modulation, and Signal Processing for Communications Including Channel Estimation, Interference Cancellation, and Signal Detecton

전 용 찬

1992년 2월～1995년 3월: 서강대학교 컴퓨터공학과 박사 수료
2007년 3월～현재: 국방과학연구소 책임연구원
[주 관심분야] Interconnection Network, Downlink Network Protocol, Dynamic Spectrum Allocation and Interference Cancellation, And Interoperability of SOS/FOS