디코이 안테나를 이용한 전파회피 시뮬레이터 개발

임중수, 채규수, 김민년
백석대학교 정보통신학부
e-mail : gschae@bu.ac.kr

Development of an electronic protection simulator using decoy antenna

Joong-Soo Lim, Gyoo-Soo Chae, Min-Nyun Kim
Division of Information & Communication Eng.,
Baekseok University

요 약

본 논문에서는 대방미사일(ARM: Anti Radiation Missile)로부터 레이다를 보호하기 위하여 디코이 안테나를 이용한 전파회피기술을 효과적으로 모의하기위한 시뮬레이터를 제안하자 한다. 제안된 시뮬레이터는 디코이(Decoy) 안테나의 효과적인 배치와 ARM 수신기에 수신되는 전파의 특성 분석이 가능하도록 설계되었다. 디코이 안테나의 배치 효과를 검증하기위해서 ARM 수신기에 도달하는 디코이 안테나 신호의 위상과 진폭을 분석 결과를 제시하였다. 또한 다수 디코이 안테나를 사용하는 경우 ARM의 공격효과를 다양하게 분석하였으며 ARM 방어를 위한 효과적인 디코이 배치에 유용하게 활용 될 것이다.

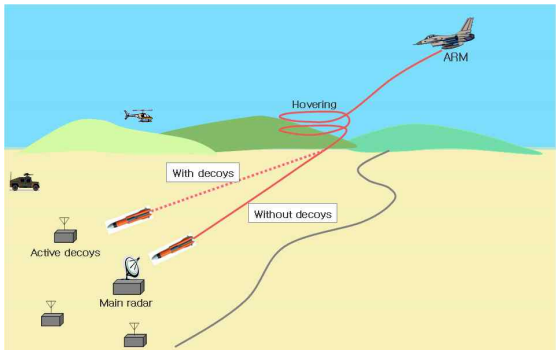
1. 서 론

최근에 전파방해 전용 무인기가 등장하면서 레이다를 보호하기 위한 전파회피 기술과 수치해석에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다[1-6]. 전파회피기술은 한반도와 같은 산악지형에서 최적의 레이다 운용 사이트를 선정하고 다른 발생신호 장치를 추가하여 레이다에서 발생되는 전파를 효율적으로 관리함으로써 레이다 운용을 적에게 최소로 노출시켜 ARM 등의 공격을 피하면서 원하는 정보를 충분히 획득할 수 있도록 하는 기술이다. 대방사미사일은 공대지, 지대지, 함대지 미사일 형태가 있으며 미국이나 유럽에서 사용하는 미사일의 직경은 최대 40cm 정도이고, 러시아에 의해서 개발된 ARM 미사일의 직경은 최대 직경은 약 1m 이다. ARM은 능동형 미사일의 탄두에 부착되는 탐색기 대신에 적의 레이다에서 발사되는 전파를 수신하는 전자전 장비의 방향탐지기와 유사한 수동형 레이다 추적기를 보유하고 있다. 현재 사용되는 대부분의 레이다 추적기는 수동형 방향 추적기로 전자지원 장비의 수신기 및 방탐기와 구성 및 기능이 유사하다.

ARM을 방어하는 기술은 직접타격(Hard kill), 채프(Chaff), 디코이 안테나, 디코이 안테나 와 블링킹(Blinking) 병행, 레이다 파라메타 변경 등이 있으며 이중에서도 디코이 안테나를 사용하는 기법과 블링킹 기법이 매우 효과적인 것으로 알려져 있다[7-10]. 이러한 전파회피 기술들이 선진국들의 국방관련 기술로 소개되었지만 디코이 안테나의 배치에 대한 이론적인 모델은 제시되지 않았다[11]. 본 논문에서는 디코이 안테나를 사용한 효과적인 전파회피를 위한 디코이 안테나의 최적 배치 간격을 구하는 시뮬레이터를 제시하고자 한다.

2. 본론

감시레이다를 적의 ARM 공격으로부터 보호한 기술로 레이다 주변에 디코이 안테나를 설치하는 방법이 많이 사용되고 있다. ARM의 표적 추적기가 감시 레이다 대신 디코이 안테나를 추적하거나 또는 디코이 안테나 송신신호와 감시 레이다의 송신신호의 합성에 의해서 감시 레이다와 디코이 안테나의 중간지점을 추적하도록 하는 방법이다. 그림 1에서 디코이 안테나를 사용한 레이다의 ARM 공격 회피 개념도가 나타나 있다.

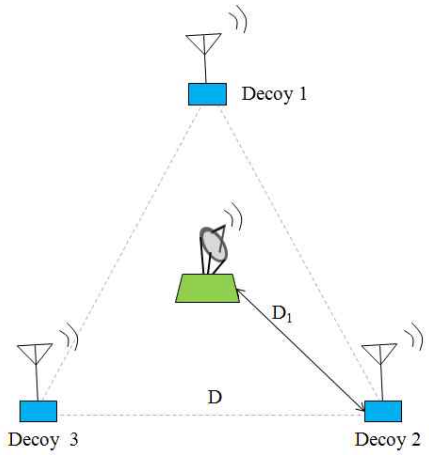


[그림 1] 디코이(Decoy) 안테나를 사용한 레이다으 ARM 회피 개념도

디코이 안테나를 사용하는 전파회피기술은 감시 레이다와 디코이 안테나의 신호 크기만을 조정하여 운용하는 방법과 신호크기와 위상을 함께 조정하여 운용하는 방법이 있다. 감시 레이다의 주엽(Main-lobe)이 ARM 추적기와 조우하는 시간은 감시 레이다의 회전 또는 스캔 속도에 비례하므로 ARM은 대부분의 경우 감시 레이다의 주엽과 조우하지 않고 부엽(Side-lobe)과 조우하게 된다. 디코이 안테나의 출력을 감시 레이다의 부엽 출력 보다 크게 할 경우 ARM은 디코이 안테나를 추적할 확률이 높다. 디코이 안테나의 중요성이 증대되어 최근에 와서는 여러 개의 디코이 안테나를 설치하기도 하고, 이와 별도로 여러 종류의 레이다를 능동적으로 모의할 수 있는 능동 디코이가 개발되어 설치되기도 한다. 능동 디코이는 넓은 주파수 대역의 레이다 신호를 복제할 수 있으며, 펄스폭과 펄스 간격 등도 다양하게 복제할 수 있다.

ARM은 30~100km 거리에서 발사되지만 표적추적을 개시하는 거리는 감시레이다로부터 15~20km 정도 떨어진 곳에서부터 시작한다. 이 경우 디코이 안테나가 효과적으로 동작하기 위해서는 감시 레이다를 운용중지 하든지 그렇지 않으면 디코이 안테나를 감시 레이다와 인접한(약 100~300m) 위치에 설치해야 ARM의 표적 추적기가 감시레이다와 디코이 안테나를 동시에 추적하게 된다. 이 경우 ARM 추적기의 방향 추적 분해능이 중요하며, 일반적으로 약 8°, 성능이 우수한 경우는 $2\sim3^{o}$로 추정된다.

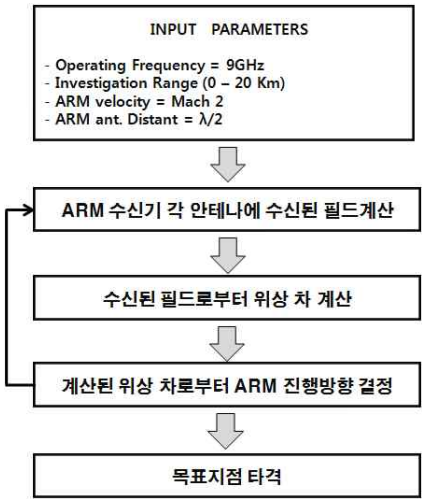
그림 2에서는 디코이 안테나의 배치 방법을 나타내었다. ARM이 레이다 사이트에 근접함에 따라 디코이 안테나만 운용 한다고 가정할 때, 디코이 안테나의 배치방법을 제안 하는 것이다.



[그림 2] 디코이 안테나 배치 방법

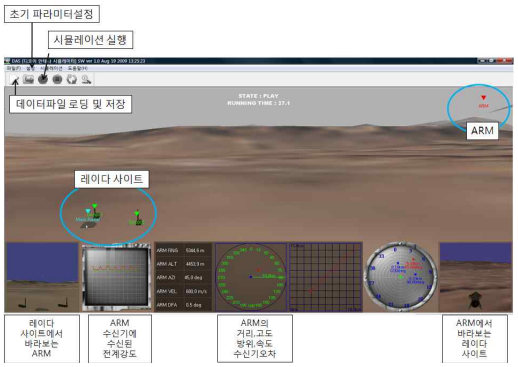
디코이 안테나가 ARM수신기의 방향탐지 범폭 내에서 최적의 배치 방법을 제안하고 있다.

전파회피 시뮬레이터는 앞에서 계산된 ARM 수신기의 전계를 이용하여 ARM이 공격하는 상황을 보여 주며 시뮬레이터의 개발을 위한 순서도가 그림 3에 나타나 있다.



[그림 3] 디코이 안테나 배치 방법

먼저 동작주파수, 관측거리, ARM의 속도, ARM 수신기 안테나 간 이격거리 등의 입력 파라미터를 결정한다. 그리고 다중경로를 고려한 전파분석 프로그램을 이용하여 수신기에 수신되는 필드의 세기를 계산 하고 각 안테나에 수신된 전계로부터 위상차를 구한다. 위상차이가 0이 되는 위치로 ARM의 추적 방향이 결정되고 다음 위치로 이동하게 된다.



[그림 4] 전파회피 시뮬레이터 화면 구성

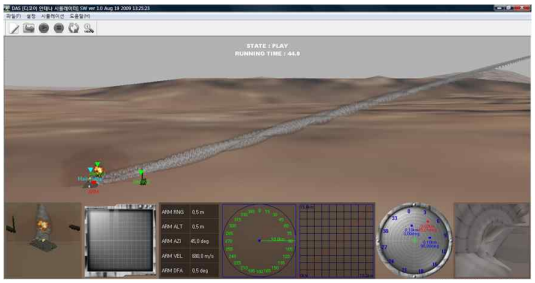
그림 4에는 개발된 전파회피 시뮬레이터 화면구성이 나타나 있다. 초기파라미터를 입력하는 메뉴, 레이다와 ARM 방향에서 바라보는 화면, ARM 수신기에 수신되는 전계의 세기를 표시하는 화면 등으로 구성되어있다.

[그림 5] ARM이 디코이 타격하는 화면(디코이 1개, 수신기 방탐오차(±1°, D=130m)내에 위치)

그림 5는 디코이 안테나를 1개 사용하며 레이다와 디코이 사이의 이격거리(D_1)가 ARM 수신기의 방탐오차(±1°, 135.87m)보다 가까운 130m위치에 배치된 경우에 레이다가 보호되는 상황을 보여주고 있다.

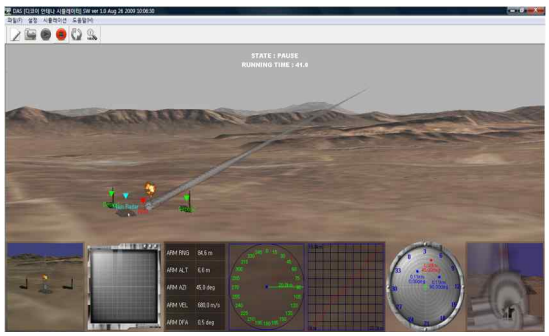
[그림 6] ARM이 레이다를 타격하는 화면(디코이 1개, 수신기 방탐오차(±1°, D=150m)밖에 위치)

그림 6은 디코이 안테나를 1개 사용하며 레이다와 디코이 사이의 이격거리(D_1)가 ARM 수신기의 방탐오차(±1°, 135.87m) 보다 먼거리(150m)에 배치된 화면이다. 이 경우 디코이가 방탐오차 밖에 배치되어 ARM이 레이다를 타격하는 화면을 보여주고 있다. 그림 7은 디코이 안테나를 사용하지 않는 경우에 ARM이 레이다를 타격하는 화면을 보여주고 있다.



[그림 7] ARM이 레이다를 타격하는 화면(디코이 없는 경우)

그림 8은 디코이 안테나를 2개 사용하며 디코이와 디코이 사이의 이격거리(D)가 ARM 수신기의 방탐오차(±1°, 192.14m) 보다 가까운 150m위치에 배치된 경우에 전파회피 시뮬레이터의 화면이다. 디코이가 방탐오차 범위 내에 배치되어 ARM이 디코이 사이를 타격하는 화면을 보여주고 있다.



[그림 8] ARM이 두 디코이 사이를 타격하는 경우(디코이 2개, ARM 수신기 방탐오차(±1°) 내(D=150m)에 위치)

그림 9는 디코이 안테나를 2개 사용하며 디코이와 디코이 사이의 이격거리(D)가 ARM 수신기의 방탐오차(±1°, 192.14m) 보다 먼 250m위치에 배치된 경우의 시뮬레이션 결과이다. 두 개의 디코이가 방탐오차 밖에 배치되어 ARM이 한 쪽 디코이를 타격하는 화면을 보여주고 있다.

[그림 9] ARM이 한 쪽 디코이를 타격하는 경우(디코이 2개, ARM 수신기 방탐오차(±1°) 밖(D=250m)에 위치)

3. 결론

본 논문에서는 디코이 안테나를 사용하여 레이다를 보호하기 위한 전파회피 시뮬레이터 개발에 대하여 기술하였다. ARM 수신기의 방탐정확도와 디코이 안테나의 배치 간격에 따른 ARM의 요격 상황을 모사하는 프로그램을 개발 하였다. ARM 수신기의 방탐 오차로 예측한 디코이 안테나의 이격거리에 따른 다양한 경우에 대해 분석하였고 시뮬레이션 결과로 제시되었다. 본 연구를 바탕으로 배치된 디코이 안테나의 위치에 따른 ARM의 공격을 예상할 수 있으며 체계적인 레이다 방어에 유용하게 사용될 수 있는 연구 결과이다.

참고문헌

[1] M. Emadi, A. Jafargholi, M. H. S. Moghadam and F. Marvasti, "New anti-ARM technique by using random phase and amplitude active decoys," *Progress In Electromagnetics Research*, PIER 87, pp. 297 - 311, 2008.

[2] D. B. Davidson, *Computational Electromagnetics for RF and Microwave Engineering*, Cambridge University Press, 2005.

[3] J. A. Roungas, "Anti-radar missile(ARM) counter-measure method," US Pat. No. 6,414,622, July, 2002.

[4] Wang Fan, He RuiLong and Sha Xiang, "Anti-ARM technique: distributed general- purpose decoy series (DGPD)," *2001 CIE International Conference on Radar*, pp. 306-309, Oct. 2001.

[5] Li Neng-Jing, "Radar ECCMs new area: anti-stealth and anti-ARM," IEEE Trans. on Aerospace and Electronic Systems, Vol. 31, Issue 3, pp. 1120-1127, July 1995.

[6] D. V. Manoogian et al., "Transmitter peak power efficient Pseudo-blink ARM decoy system," US Pat. No. 4,33,333, Feb., 1984.

[7] G. D. Curtis Schleher, *A Electronic Warfare in the Information Age,* Artech House, Boston, 1999.

[8] Filippo Neri, *Introduction to Electronic Defense Systems*, Artech House, Boston, 1991.

[9] Leroy B. Van Brunt, *Applied ECM, Volume 3,* EW Engineering, Inc. VA, 1995.

[10] B. R. Mahafza, *Radar Systems Analysis and Design Using Matlab*, Chapman and Hall/CRC, NY, 2000.

[11] 임중수, 채규수, 김민년, "디코이 안테나를 이용한 ARM 방어 기술의 효과도 분석," 한국산학기술학회 논문지, 11권, 2호, pp. 491-496, Feb., 2010.