

레이더 반사 망을 이용한 무인 항공기 기만전술 운용 방법

강민준

삼성 청년 소프트웨어 아카데미
Email: back582cool@naver.com

ABSTRACT

North Korea has been steadily studying how to carry out missions using drones since late 1993. The number increases every year, operating more than 300 drones, and there are considerable method to this.

Against this backdrop, we believe that we should develop not only drone defense but also operational capabilities. So, among the various drone operating methods, we want to improve the survival and operational capability of drones at the same time. I would like to consider a new method.

This method eliminates the need for expensive paint to reduce the radar footprint. It uses the antenna transmission signal of the radar in reverse.

We're going to have an air drone carrying out reconnaissance and interception missions. Using the 'Radar Reflection Web', one drone appears to be multiple drones. It's a way to distract the enemy's attention and neutralize radar discrimination.

북한은 1993년 말부터 꾸준히 드론을 이용한 임무 수행 방법에 대해 연구해왔다. 매해 그 수는 증가하여 300기가 넘는 드론을 운용하고 있으며 이에 대한 상당한 요령도 갖추어졌을 거라 판단된다.

우리도 이에 맞서 드론 방어 방법뿐만 아니라 운용 능력 또한 키워야 한다고 생각한다. 때문에 다양한 드론 운용법들 중에서 드론의 생존성과 작전 능력을 동시에 향상시키고자 새로운 방법에 대해 고찰하고자 한다.

이 방법은 'Radar Cross Section(레이더 반사 면적)'을 줄이고자 값비싼 도료를 사용하지 않아도 되며 비교적 저비용으로 'Antenna Transmit Signal(안테나 송신 신호)'를 이용하는 레이더의 식별 능력을 역 이용하는 방법이다.

정찰 및 요격 임무를 수행하는 무인 항공기에 'Radar Reflection Web(레이더 반사 망)'을 이용하여 한 무인기가 여러 무인기로 보이게 하며 적의 레이더망에 혼란을 주는 방법으로 적의 집중 주시력을 분산시켜 레이더 식별 능력을 무력화시키는 방법이다.

Key Words: Radar Cross Section(레이더 반사 면적), Radar Reflection Web(레이더 반사 망), Antenna Transmit Signal(안테나 송신 신호)

1. 레이더 반사 망에 대한 원리와 설명

먼저 Antenna Transmit Signal(안테나 송신 신호)를 이용한 목표물 포착 기술에 대해서는 간단하게 설명하자면 고출력 레이더에서 신호를 일정한 방향으로 발생시키면 해당 신호의 파장이 어느 물체와 부딪쳐 곧게 나가지 못하고 일부의 신호가 되돌아오는데, 이를 포착하여 목표물의 위치를 얻는 기술이다. 박쥐나, 돌고래가 먹잇감을 사냥할 때 사용하는 방법과 원리는 같다.



Fig. 1. 박쥐가 초음파를 쏘면 목표물에 맞은 파장은 반사파가 되어 돌아온다

목표물을 포착하는 것은 레이더와 컴퓨터의 역할이지만 궁극적으로 목표물을 식별하는 것은 컴퓨터가 아니라 레이더 화면을 주시하고 있는 사람이다. 이를 이용하여 레이더 화면에 가짜 복제품들을 만들어 낼 것이다.

Radar Reflection Web(레이더 반사 망)의 주 재료는 Aluminum(알루미늄)이다. 주된 이유는 레이더 파장을 효과적으로 반사하면서 가볍기 때문이다. 또 중요한 이유는 알루미늄은 열에 약하다. 때문에 사용 후 처리 방법이 비교적 간단해진다. 해당 설명은 섹션 4 (4. 실제 사용되기 위한 조건과 상황)에서 설명하겠다.

실제로 알루미늄은 자외선에 대해 평균 83%의 반사율을 갖고 그보다 긴 파장을 띠고 있는 마이크로파에 대해서 94% 이상의 반사율을 나타낸다. Radar Cross Section(레이더 반사 면적)을 강제적으로 만들어 반사율을 더 높이기 위해 두 개의 원을 원점 대칭이 되도록 교차시킨다. 십자 모양의 내각을 지닌 구는 레이더 파장을 효과적으로 반사시킨다.

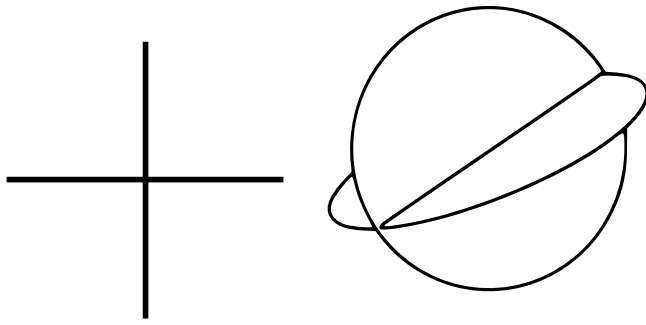


Fig. 2. 알루미늄 십자 교차 구 (원)정면과 (오)측면

'세탁공'과 매우 흡사한 모양으로 비행기의 날개와 꼬리 날개에 Radar Cross Section(레이더 반사 면적)이 생기는 점을 응용하여 만든 모양이다. 크기는 대략 8~15cm 사이로 바람의 영향을 받아 체공 시간을 길게 유지 할 수 있도록 하는 형태이다.

이제 알루미늄 십자 교차 구를 여러 묶어 레이더 반사 망을 만들고 이를 추진체에서 펼쳐질 수 있게 하면 된다. 정면과 후면이 서로 이어지도록 하고 간격은 좁게 하여 Antenna Transmit Signal(안테나 송신 신호)를 최대한 반사 시킬 수 있도록 한다. 다음 그림으로 실제 전개되는 과정을 살펴보자.

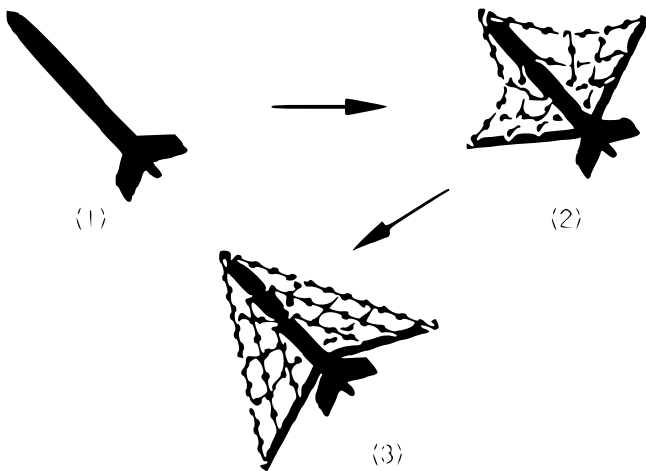


Fig. 3. 레이더 반사 망이 추진체가 전개되는 순서

그림 Fig.3을 보면 추진체로부터 (1) 번부터 (3) 번 순으로 Radar Reflection Web(레이더 반사 망)이 전개되어 Radar Cross Section(레이더 반사 면적) 날개를 형성한다. 먼저 (1) 번부터 보면 해당 추진 체는 무인기에 탑재되어 발사되기 전 단계이다. (2) 번은 발사되며 추진 체에 양쪽의 각 날개가 펼쳐지는 상황으로 빠르게 (3)의 상태로 만들어진다. (3) 상태는 완전히 Radar Reflection Web(레이더 반사 망)이 전개된 상태로 이 상태에서 일정 방향으로 제어 속도만큼 추진하며 비행한다. 또한 해당 추진 체는 스스로 자폭할 정도의 폭약만 탄두에 갖고 알루미늄으로 구성된 Radar Reflection Web(레이더 반사 망)을 두르고 있기에 무게도 비교적 가벼우며 저비용으로 무인기에 탑재할 수 있다. 자폭 기능을 넣는 이유는 폭발 시 완전히 산화되어 흔적을 없게 하기 위함이다.

2. 기만전술 알고리즘에 관한 설명

어디까지나 기만전술이기 때문에 작전시간이 짧고 대신에 기민한 움직임으로 기동성이 확보되어야 한다. 아군 무인기가 목표지점까지 기동을 하며 임무를 수행하는 동안 다양한 위험에 노출될 확률이 매우 높다. 때문에 언제 Radar Reflection Web Rocket(레이더 반사 망 추진체)를 전개할 것인지에 대해 매우 신중해야 한다.

Radar Reflection Web Rocket(레이더 반사 망 추진체)가 경량화된 무기이기는 하나 무인기에 탑재할 수 있는 수량은 굉장히 한정적일 것이다. 작전상 최소 필요 개수는 5개로 많을수록 기만전술 수행에는 효과적이나 무인기가 그만큼 중량이 무거워지므로 적재량을 탑재 시켜야 한다.

무인기가 실제 작전지 항공에 들어가게 되면 목표지점까지의 거리를 계산한 후 1차 Radar Reflection Web Rocket(레이더 반사 망 추진체)를 전개한다. 전개 방식은 실제 목표지점까지의 항공 루트를 90° 편각으로 두고 Radar Reflection Web Rocket(레이더 반사 망 추진체) 2기를 160°, 20° 방향으로 발사시킨다. 그다음 목표지점 까지 거리 시간을 계산한 후 대략 90% 도달 했을 때 2차 전개를 실시한다. 전개 각은 150°, 90°, 30° 방향으로 나머지 Radar Reflection Web Rocket(레이더 반사 망 추진체) 3기를 발사하여 전개하고 본체인 무인기는 목표지점에서 임무를 수행 후 귀환한다.

단, 무인기의 출격 방향이 북방향일 경우의 공식이며 남방향일 경우 추진체의 발사 좌표를 x축 대칭 시켜 발사 하여야 한다. 만약 위의 공식에서 전개 과정중 Radar Reflection Web Rocket(레이더 반사 망 추진체)의 항공 편각이 북향을 향한 북방향일 아닌 남방향일 경우, 북방향인 추진체와 무인기의 내각에 절반에 해당하는 편각으로 두번째 추진체를 발사시킨다. 전개 과정은 목표지와 귀환지가 어느곳이냐에 따라 유동적으로 바뀌어야 한다.

전개 과정 순서를 그림으로 표현하면 Fig.4와 같다.

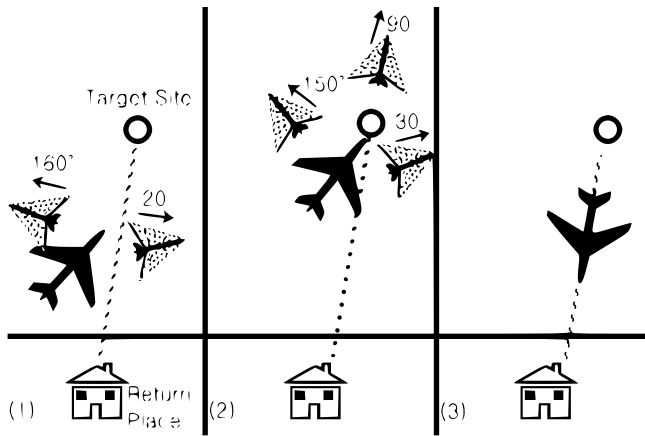


Fig. 4. (1) 1차 전개, (2) 2차 전개, (3) 복귀

1차 전개 수식을 알고리즘화 시키면 다음과 같다. 기존의 소프트웨어 범용성과 저수준부터 고수준까지 요구되는 점을 고려하여 구현은 C++ 언어를 사용했다.

```
//목표지 x,y 좌표
: int target_site_x, target_site_y;
//출격지 x,y 좌표
: int sally_place_x, sally_place_y;
//귀환지 x,y 좌표
: int return_place_x, return_place_y;
//출격지부터 목표지까지의 거리
: unsigned int flight_distance;
//현재 좌표
: int current_x, current_y;
//현재 좌표에서 목표까지의 거리
: vector<unsigned int> delta_distance;
//추진체 갯수
: int rocket_count = 5;
//추진체 번호
: int *rocket_number = new int[rocket_count];

//추진체 번호 부여
: for (int i = 1; i<= rocket_count; i++) {
:   rocket_number[i - 1] = i;
: }

//출격지부터 목표지까지의 거리
: flight_distance = sqrt(pow(target_site_x - sally_place_x,2)
:   + pow(target_site_y - sally_place_y,2));

//현재좌표에서 목표지까지의 거리
: delta_distance.push_back(sqrt(pow(target_site_x - current_x,2)
:   + pow(target_site_y - current_y,2)));
```

```
//1차 전개 실시 레이더 반사 망 추진체를 2/5 소모한다.
: for(int launch_count=0;
:   launch_count< rocket_count * 2/5;
:   launch_count++) {
:   launch( rocket_number [launch_count] );
: }

//현재좌표에서 목표지까지의 거리
//출격지부터 목표지까지 거리의
//1/10 보다 크다면 2차 전개는 일어나지 않는다.
: while ( delta_distance.back() >= flight_distance/10 ){

:   //매 1분 이동 후 현재 좌표에서
:   //목표지까지 거리를 계산하여 저장한다.
:   Sleep(6000);
:   delta_distance.push_back(sqrt(pow(
:     target_site_x - current_x,2)
:     + pow(target_site_y - current_y, 2)));

:   //만약 무인기가 사정권에 들어오면
:   //2차 전개를 실시한다.
:   if (delta_distance.back()<= flight_distance / 10) {
:     //남은 추진체 전량을 소모한다
:     for (int launch_count = rocket_count * 2/5;
:       launch_count< rocket_count; launch_count++) {
:       launch( rocket_number [launch_count] )
:     }
:   }
: }

//전개가 끝나면 귀환한다.
: return_home();
```

실제 소스 코드가 이렇게 짧지는 않지만 중요한 흐름에 대한 핵심 알고리즘은 여기에 있다. 무인 항공기가 이륙 후 아군 지를 벗어나 적지에서 1차 전개를 하고 그 뒤에 2차 전개를 하기 위해 매시간 거리를 측정하여 현재 위치에서 목표지와와의 거리가 10% 가량 남았을 때 2차 전개를 하게 되는 알고리즘을 이해하기 쉽게 코드로 옮긴 것이다. 모든 작동은 절차적으로 이루어지며 빠르고 정확하게 이루어져야 한다.

3. 실제 사용 되기 위한 조건과 상황

항상 작전이라는 것은 변수가 존재하기에 공식 같은 것은 성립하지 않는다. 다만, 경험과 의지에 비례하여 작전 성공률을 높이는 수밖에 없다. 기상 상황 및 무인기가 어떤 개체 인지는 면밀히 따져봐야 하지만 작전 성공률을 높이기 위해 필수적인 조건들과 상황을 열거하면 다음과 같다.

3.1. 조건

무인 항공기에 정찰 기능 외에 5기 가량을 탑재할 수 있는 공간과 엔진 출력이 보장되어야 한다. Radar Reflection Web Rocket(레이더 반사 망 추진체)를 탑재하여 사용할 수 있다면 무인 항공기의 생존력과 작전 능력 모두 향상시킬 수 있지만 추가적인 부속품을 장착한다는 것은 기동력에 문제가 생길 수 있다. 정말 최소한의 적재량이라면 2기만 장착시켜도 레이더에 가짜 복제품을 만드는 효과를 충분히 볼 수 있지만 단순히 개수만을 가지고 논할 문제는 아니라고 생각한다.

또한 탄두에는 자폭하여 스스로 산화할만한 충분한 양의 폭약도 갖고 있어야 한다. 기술 유출을 막고 다른 논쟁을 없애기 위해서이다. 알루미늄이 열에 약하기 때문에 많은 양의 폭약은 필요가 없겠지만 그래도 무게가 더 무거워지게 되기 때문에 적정량을 탄두에 적재해야 한다.

발사기 또한 360° 회전이 가능하도록 만들어야 하기 때문에 구조가 다소 복잡해 질 수 있다. 그래도 Radar Reflection Web Rocket(레이더 반사 망 추진체)가 가볍다는 이점을 이용한다면 가능할 수 있다. 이에 대해서는 충분한 연구가 필요하다.

3.2. 상황

무인 항공기는 기상 상황에 매우 취약하다. 전파 거리도 짧아질뿐더러 기체가 가볍고 간접 조종이기 때문에 실제 조종사처럼 빠른 판단이 다소 어려울 수 있다. 무인 항공기의 활용이 기상 상황에 영향을 받는다는 것은 기만전술 또한 한계적이라는 뜻이다. 또한 본 기만전술 작전은 야간 작전 시 가장 효과가 있다. 육안으로는 구분이 안되는 상황에 레이더에 여러 개체가 포착된다면 식별하는 적의 입장은 매우 난처해질 것이다.

본 작전을 실행할 때에는 근처에 아군기가 없어야 한다. Radar Reflection Web Rocket(레이더 반사 망 추진체)에는 Identification Friend or Foe(피아 식별 장치)가 없기 때문에 근처에 아군기가 있다면 혼란을 야기할 수 있다.

아군의 무인기가 다시 귀환할 때 적이 레이더 상에서 복제품인 Radar Reflection Web Rocket(레이더 반사 망 추진체)를 쫓아가도록 무인기는 저공비행으로 귀환하여야 한다. 무인기의 흔적이 없어지고 레이더에 복제품만 남겨야 아군 무인기의 귀환 생존율이 높아진다.

4. 결론

알루미늄이 마이크로파에 대해 약 90% 이상의 반사율을 갖는 특징과 저비용으로 효율적인 레이더 연막 효과를 나타낼 수 있는 점을 이용하여 Radar Reflection Web(레이더 반사 망)을 만드는 방법을 알아보고 추진체를 달아 실질적으로 작전에 활용할 수 있도록 Reflection Web Rocket(레이더 반사 망 추진체)를 응용하는 방법을 알아보았다. 이를 알고 리즘화 시켜 절차적으로 어떻게 작전이 수행되는지에 대한

확인도 할 수 있었다.

면밀히 따지다 앞서 말했지만 작전이라는 것은 변수가 존재하기에 공식 같은 것은 성립하지 않는다. 때문에 경험과 의지에 비례하여 작전 성공률을 높이는 수밖에 없다. 즉, 처음부터 완성된 기술은 없다고 생각한다. 여러 시행착오를 겪고 다양한 문제에 직면하며 고쳐 나갔을 때 비로소 완벽한 기술이 되어간다고 생각한다.

살상력은 없는 작전을 위한 기술이지만 나아가 무인 항공기 뿐만 아니라 전차같이 육상 능력이나 해상 능력에도 기여할 수 있기를 기대한다.

5. REFERENCES

- [1] 김준환. "능동 상쇄 회로를 이용한 알루미늄 판의 반사파 감쇄 연구." 국내석사학위논문 서울시립대학교, pp.1 - 15. 2015. 서울
- [2] 김춘곤, 정귀상. "미러막 반사막을 위한 알루미늄 박막의 증착과 그 특성." 추계학술대회논문 동서공과대학교 전자공학과, pp.247. 1995.
- [3] 정은태, 박진우, 유병길, 김영담, 김기철, 서종우. "X-band 입사파 환경에서 안테나 송신 신호 on/off에 대한 RCS(Radar Cross Section) 성능에 관한 연구." 한화시스템(주) 지휘통제·통신 연구소, 국방과학연구소 제2기술연구본부, pp.60 - 64. 2020.
- [4] 안오성, 오경륜, 홍승범, 윤원근, 주진. "무인기 기술 및 활용의 다양한 확장/발전 가능성 탐색/시장전망." 한국항공우주학회 학술발표회 논문집 pp.986 - 993. 2015
- [5] Baiyang Liu, Hongchen Chu, Henry Giddens, Ronglin Li & Yang Hao. "Experimental Observation of Linear and Rotational Doppler Shifts from Several Designer Surfaces." Scientific Reports. pp.2 - 5. 2019
- [6] Markus Bindemann, Matthew C. Fysh, Sophie S. K. Sage, Kristina Douglas & Hannah M. Tummon. "Person identification from aerial footage by a remote-controlled drone" Scientific Reports. pp.6 - 7. 2017