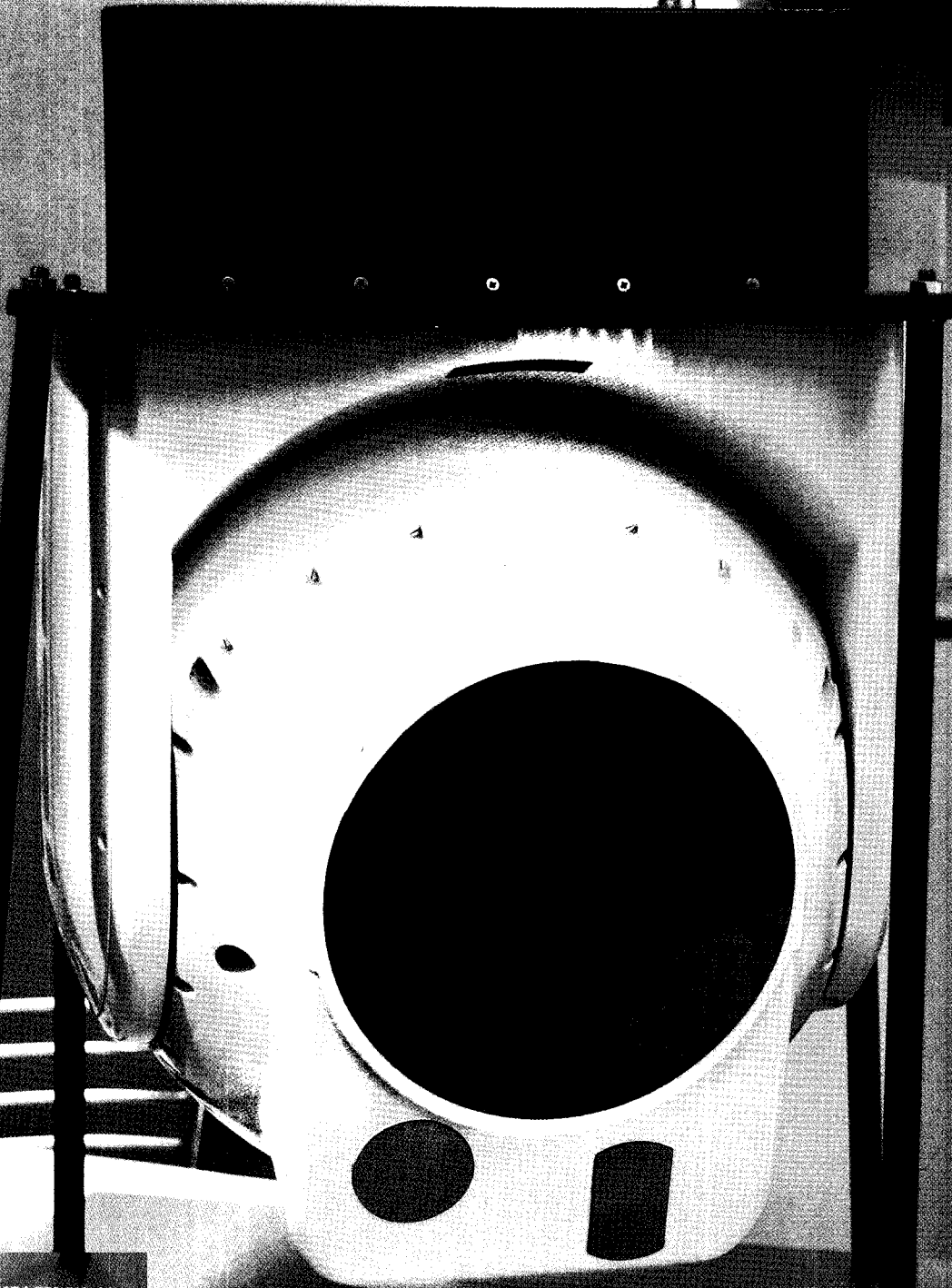
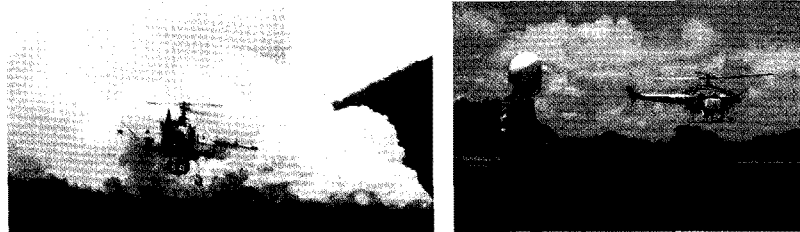
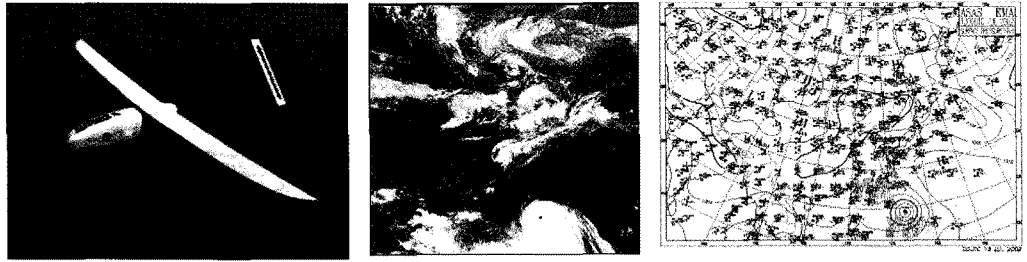


07 무인항공기 탑재장비

4km²의 지역을 30cm의
고해상도 영상으로 본다





▶ 민간용으로 기상관측, 원격 탐지, 항공방제, 환경 및 산불 감시, 밀수 및 밀입국 감시, 전력선 점검 등에 활용되는 무인항공기

2011년 4월 일본의 후쿠시마 원자력 발전소 사고로 원전 반경 30km가 경계구역으로 설정되어 출입이 통제되고 있다. 이렇게 사람의 출입이 불가능한 지역의 상태를 지속적으로 관측하고자 할 때는 어떻게 해야 할까? 현재 남과 북이 분단되어 있는 한국과 같이 수백km에 이르는 국경지역을 감시하려면 어떻게 해야 할까? 한 가지 방법은 영상장비를 무인항공기에 실어 촬영하고자 하는 지역에 보내는 것이다. 이처럼 군사용으로는 감시, 정찰 목적으로, 민간용으로는 재난 지역의 관찰, 환경오염에 대한 감시의 목적으로 이미 무인항공기에 영상 장비들을 실어 관측하는 방법이 개발·운용되고 있다. 무인항공기를 이용하여 관측하는 방법은 위성에서 관측하는 방법에 비해 원하는 지역에 쉽게 관측 장비들을 보낼 수 있고 조정이 용이하며 낮은 고도에서 관측하기 때문에 보다 정확한 영상정보를 얻을 수 있어서 개발이 활발히 진행되고 있다.

임무장비는 사용자가 요구하는 영상, 신호 등의 정보를 제공하며, 정찰위성, 무인항공기 등 탑재체의 임무영역에 따라 적용 장비의 성능과 기능이 달라진다. 임무장비의 주요 임무 영역은 정보, 감시, 정찰·지휘, 통제·신호정보 수집이다. 임무장비는 임무영역이 다양화됨에 따라 영상, 통신중계, 고공 기상측정, 신호획득, 3차원 영상, 레이더 이미지 정보 등으로 세분화되어가는 추세이다.

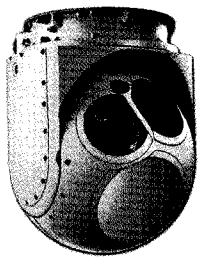
임무장비는 무인항공기 시스템에서 매우 중요한 부분이다. 무인항공기는 이미지 정보의 획득과 제공이 주임무 영역이며, 따라서 무인항공기용 임무장비로는 주로 이미지 정보 획득용 센서인 EO·IR(가시광선·적외선) 센서와 합성영상레이더(SAR) 센서가 주로 탑재된다. 무인항공기에 탑재되는 이러한 이미지 정보 획득용 임무장비는 관측목적과 운용방법에 따라 다양한 해상도가 요구된다. 또한 야간이나 전 기상조건에서 촬영이 가능해야 하며, 부가적으로 이동목표물탐지 능력이 요구되기도 한다.

EO·IR 센서로 표적정보 영상 실시간 파악

EO 센서는 우리가 주위에서 흔히 접하는 CCD 카메라와 같은 종류로 사람이 눈으로 볼 수 있는 가시광선 영역에서 영상을 얻는 장비이다. 따라서 얻어진 영상은 별도의 처리 없이도 사람이 영상을 읽고 관독할 수 있고 제작도 다른 센서에 비해 상대적으로 용이하므로 현재까지 가장 널리 사



글 **가민호** 연세대학교 글로벌융합공학부 교수
kaminho@yonsei.ac.kr
글쓴이는 연세대학교 전자공학과 졸업 후 동대학원에서 석사학위를, MPE에서 박사학위를 받았다. 국방과학연구소 선임연구원, 한국산업기술대학교 전자공학과 교수 등을 지냈으며, 현재 한라산업기술협력센터 부소장 등을 겸임하고 있다.

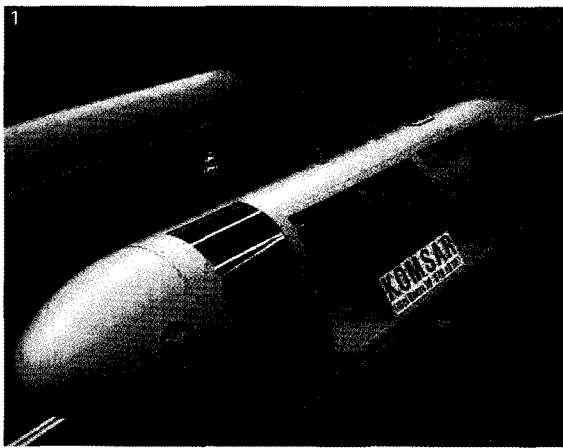


▶ 무인항공기 탑재 영상 장비

용되고 있다. 무인기에 탑재되는 센서는 대부분 EO 센서를 기본으로 한다. 그러나 하루 24시간 중 평균 12시간은 밤이므로 인간이 밤에 앞을 볼 수 없듯이 이 센서도 밤에는 무용지물이 되고 만다. 또한 안개나 구름이 끼거나 눈이나 비가 오는 기상상황이 발생하면 역시 정상적인 영상을 얻을 수 없다는 한계가 있다. 가장 효과적인 센서이지만 활용도에서 보면 최대 30%를 넘지 못한다.

이를 일부 보완하기 위해 사용하는 센서가 IR 센서이다. 이 센서는 적외선 영역에서 동작하므로 물체에서 발생하는 열을 감지하여 이를 영상화하는데 밤에만 사용하며 어느 정도 식별이 가능한 수준의 영상을 보여준다. 그러나 기상조건이 좋지 못하면 EO 센서와 같이 정상적인 영상을 얻을 수 없다는 단점이 있다. EO 센서에 비해 하드웨어가 다소 복잡하기는 하지만 다른 센서와 비교해 제작이 쉬워 EO 센서와 같이 많이 사용된다.

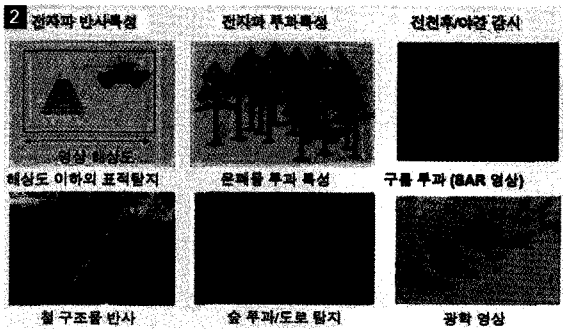
EO·IR, 즉 가시광선·적외선 영상센서는 영상을 획득하고 처리하는 과정이 상대적으로 쉽고 복잡하지 않아 대부분의 경우 실시간으로 영상을 얻을 수 있다는 중요한 장점을 갖는다. 즉, 표적정보를 실시간 영상으로 제공할 수 있다는 점에서 정보의 신뢰도가 가장 높다. 대표적인 중고고도 정찰용 무인항공기인 미국의 글로벌 호크에 탑재된 EO·IR센서의 경우 고해상도 영상을 얻을 경우 2km×2km의 관심 지역에 대해 국제 영상판독 가능 척도(NIIRS) 5.5의 해상도로 촬영이 가능하고 탐색모드에서는 감시 폭 10km의 긴 띠 모양의 지역을 NIIRS 5.0의 더 좋은 해상도로 촬영이 가능하다. NIIRS 5.0이면 해상도가 0.75~1.2m이며 NIIRS 6.0이면 해상도가 더 우수한 0.4~0.75m에 해당된다. 해상도가 1m라는 것은 실제크기가 1m×1m인 물체가 화면에는 한 개의 픽셀, 즉 점 하나로 표시된다는 뜻이다.



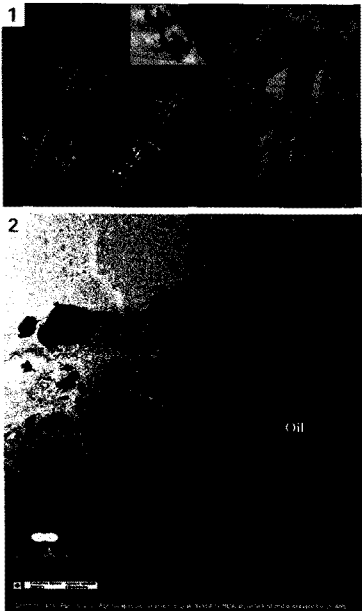
전자파 이용 SAR 센서, 땅 밑 지뢰도 찾아

SAR 센서는 레이더의 한 종류로서 빛을 이용하는 EO·IR 센서와는 달리 전자파를 이용하므로 낮뿐 아니라 밤에도 관심지역을 관찰할 수 있다. 또한 눈, 비, 안개, 구름 등의 기상 상황에 상관없이 전천후로 영상을 얻을 수 있는데 이는 사용하는 전자파가 기상조건에 거의 영향을 받지 않고 공기 중을 통과하기 때문이다. 이는 마치 우리가 전자파를 이용하는 휴대폰으로 기상 조건 및 밤낮에 큰 장애를 받지 않고 통신할 수 있는 것과 같은 원리이다. 이러한 SAR 센서의 전천후 동작 특성은 다른 센서와 구별되는 가장 큰 장점이다.

EO·IR 센서가 흑백, 컬러 등의 형태로 영상을 만들 수 있듯이 SAR 센서는 전자파의 주파수나 전자파의 방향(편파) 등을 다양하게 함으로써 보다 다양한 정보를 영상으로부터 추출해 낼 수 있다. 빛이 거울에 반사되듯이 전자파는 금속으로 만들어진 물체에 매우 잘 반사되기 때문에 숨겨진 금속성 물체, 예를 들면, 숲 속에 숨겨진 트럭, 장갑차, 대포, 탱크 등 EO나 IR 센서로는 찾아내기 힘든 물체들을 손쉽게 탐색해 낸다. 또한 비금속성 물체를 투과하는 성질이 있는데 주파수에 따라 달라지기는 하지만 TV 방송대역 정도까지 사용하는 주파수를 낮출 경우 전자



▶ 1 국방과학연구소에서 국내 최초로 개발한 KOMSAR
2 SAR 센서의 특징



▶▶ 1 14인치 해상도로 촬영한 SAR 이미지
2 기름이 유출된 해양지역을 SAR로 촬영한 이미지

파의 투과성질이 매우 좋아져서 지표면 밑에 매장된 물체들, 예를 들어 금속파이프, 송유관, 매설된 전력선, 통신선로, 수맥, 광맥, 지하자원, 지뢰 등을 찾아내기도 한다. 현재에는 광학 센서가 물리적으로 불가능한 이러한 분야에까지도 응용범위가 확대되고 있다.

바다 및 해양의 경우 전자기파가 금속에 잘 반사되듯이 물에 대한 반사특성이 매우 민감한데 이를 잘 활용하여 다양한 분야에 활용되고 있다. 금속으로 제작된 선박 검출 외에도 해양사고로 유출된 원유의 해양오염 정도 판별에 SAR 영상이 활용되고 있다. 물과 원유의 점성 차이에 따라 수면의 파도 형태가 다른데 EO·IR 센서로는 가시광선 영역에서 두 물질을 구분하기가 어렵지만 전자파의 반사특성이 파도의 형태에 따라 뚜렷이 구분되므로 SAR 영상에서는 선명한 차이를 보이게 되어 오염 정도 및 영역에 대한 정보를 손쉽게 얻을 수 있다.

SAR 센서는 EO·IR 센서와 달리 영상을 수집하기 위해서 일정한 속도로 이동해야 하므로 주로 위성 및 항공기에 장착하여 운용한다. SAR 센서의 운용은 영역의 넓이 및 해상도에 따라 4가지 형태로 구분할 수 있다. 광역감시 모드는 넓은 지역에 대한 저해상도의 영상을 얻을 수 있고, 표준해상 모드는 중간 넓이 지역에 대한 중간 해상도의 영상을 얻을 수 있으며, 고해상도 모드는 특정 지역에 대한 고해상도의 영상을 얻을 수 있고, GMTI 모드는 지상에서 이동하는 표적을 탐지할 수 있다.

무인항공기에 장착되는 SAR 센서의 경우 영상을 얻는 방법(모드)에 따라 수m부터 1m 미만의 해상도를 가지며, GMTI 기능과 실시간 처리 기능은 임무에 따라 결정된다. 미국의 글로벌 호크에 탑재된 SAR 센서의 경우 감시거리가 최대 200km, 고해상도 모드에서는 2km×2km의 지역을 0.3m의 해상도로 촬영이 가능하며, 광역감시모드에서는 감시폭 10km의 연속된 띠 모양의 지역을 1m의 해상도로 촬영이 가능하다.

장비 소형화·경량화, 지능형 인지기술 등 발전

임무장비의 향후 발전추세로는 첫째, 임무장비의 성능을 향상시키기 위해 기존 영상 센서의 취약점을 보완하거나 임무영역을 넓혀가는 방향으로 기술이 발전되고 있다. 둘째, 임무장비를 탑재한 무인항공기의 운용효율을 높이기 위해 임무장비들의 소형화와 경량화가 이루어지고 있다. 셋째, EO·IR센서와 SAR, 레이저 레이더(LIDAR) 등을 상호보완적으로 복합시키거나 센서를 융합하는 방법이 시도되고 있다. 넷째, SAR, EO·IR, 자외선(UV), 이중대역, 초분광 등 여러 영상정보를 융합 처리하여 신호처리기법 및 연산속도를 향상시키고 과거 정보들을 데이터베이스화해 새로 얻은 영상정보를 이와 비교함으로써 지능형 인지 기술의 발전이 예상된다.

다섯째, SAR 영상의 자동표적 인식기술(ATR) 개발을 위해 패턴인식 알고리즘 개발과 표적 영상의 데이터베이스 구축이 상당 부분 진행되고 있다. 여섯째, SAR의 단순한 영상획득과 목표 지점의 변경된 정보를 제한적으로 탐지하는 기능(CCD)을 향상시키기 위한 기술로 이동 목표물 탐지 기술과 신호의 지상처리를 위한 광대역 실시간 전송 기능 및 온 보드 처리기술을 발전시키고 있다. 마지막으로 무인항공기의 임무장비가 나무 밑의 목표물을 탐지할 수 있도록 하는 등의 광대역레이더 기술을 사용하는 FOPEN 기술로 숲, 구름, 먼지, 안개 등을 투과하여 영상을 획득하는 방법도 개발·운용되고 있다.