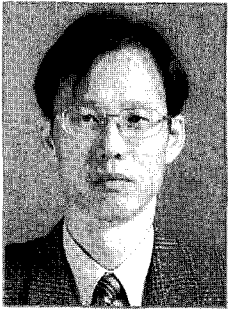


국방 레이저 기술 발전 방향



강응철

한국과학기술원 물리학 박사(1998)로, 1979년 국방과학연구소에 입소한 이래 연구원, 레이저 기술팀장, 그룹장을 거쳐 현재 레이저 관련 사업/과제 책임자로 재직 중이다. 군사용 레이저 거리측정기, 레이저 경고수신기 등을 개발하였으며 레이저 레이다, 교에너지 레이저 기술 등을 연구 중이다.

1960년대 초부터 레이저 기술은 새로운 무기나 군사용 레이저 센서를 개발하는데 응용되어 왔으며, 현대전에서 일반적으로 사용되는 정밀유도탄이나 대부분의 사격통제장치에 활용되고 있다. 레이저 기술은 현재 운용 중인 무기의 정밀도를 더욱 향상시키는데 활용될 것이며, 미래전에 필요한 새로운 장비나 무기를 개발하는 데에도 필수적인 기술이 될 것으로 전망된다.

1. 서론

올해는 레이저가 발명된지 50년이 되는 해이다. 1960년 5월 미국의 과학자 Theodore Maiman이 최초의 레이저인 루비 레이저를 발명한 이후, 레이저 기술은 레이저 용접이나 절단, 초정밀 가공, 광통신, 대기오염 탐지 등 산업적으로 활용되고 있으며, 피부치료 및 시력교정수술, 외과수술 등 의료분야, 또한 우리가 일상적으로 사용하는 컴퓨터의 저장매체인 CD, DVD 등 여러 분야에서 광범위하게 이용되고 있다. 특히, 1960년대 초부터 레이저 기술은 새로운 무기나 군사용 레이저 센서를 개발하는데 응용되어 왔으며, 현대의 첨단 군사용 전자광학장비에도 많이 활용되고 있다.

레이저 기술이 군사적으로 활용되는 대표적인 장비는 레이저 거리측정기와 레이저 표적지시기이다. 레이저 거리측정기는 전차나 장갑차, 소총에 장착하여 사격하기 전에 목표물까지의 거리를 재거나, 개인이 휴대하여 멀리 떨어진 표적의 거리를 신속정확하게 측정하여 후방의 포병부대에 사거리를 알려 주는데

사용된다. 레이저 표적지시기는 항공기나 포에서 발사된 레이저유도탄을 원거리의 특정한 목표물로 유도하는데 사용되는 장비다.

또한, 공중에서 지상의 산이나 건물, 숲속에 숨어 있는 군사표적 등의 형태를 3차원으로 측정하는 3차원 영상 레이저 레이다나, 항공기를 공격하는 적외선 유도탄에 레이저를 발사하여 항공기를 따라오지 못하게 하는 지향성 적외선 방해장비 등 레이저 기술은 군사적으로 널리 응용되고 있으며 활용 범위가 계속 확대되고 있다.

2. 군사용 레이저 기술 현황 및 발전 방향

2-1. 레이저 거리측정기

레이저 거리측정기나 레이저 표적지시기 등과 같이 군사용으로 응용되는 레이저 센서에는 고체 레이저, 반도체 레이저, 광섬유 레이저 등이 사용되고 있다. 레이저는 레이저 종류에 따라 고유한 파장을 가지고 있다. 대부분의 레이저 장비는 전장에서 사용되기 때문에 대기 투과도가 우수한 파장영역의 레이저가 사용된다. 최초의 군사용 레이저는 우리 눈에 붉은 색으로 보이는 루비 레이저를 이용한 거리측정기였다. 그러나, 1964년에 발진파장이 근적외선 영역인 1.06 μm 이고, 레이저 발진 효율이 높은 Nd:YAG (Neodymium: Yttrium Aluminum Garnet) 레이저가 발명되면서 현재 대부분의 레이저 거리측정기에 Nd:YAG 레이저가 사용되고 있다.

최근에는 레이저 장비를 사용할 때, 눈에 대한 안전성이 요구되면서 눈에 안전한 파장(1.5 μm) 영역에서 작동하는 Raman-shifted Nd:YAG, OPO(Optical Parametric Oscillator) Nd:YAG 또는 Er:glass (Erbium: glass) 레이저가 개발되어 이들을 이용한 장비가 군에서 운용 중이다. 그림1은 군사적으로 많이 활용되는 레이저 종류 및 발진파장을 보여주고 있다.

레이저 거리측정기는 측정하고자 하는 표적을 향하여 짧은 펄스형태의 레이저 광선을 보내고, 레이저 광이

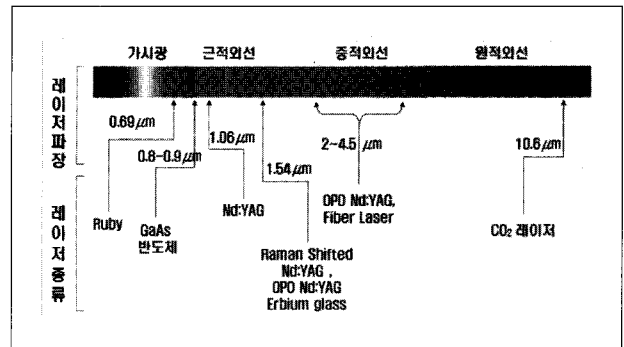


그림1. 레이저 종류 및 발진 파장

표적에서 반사되어 돌아오는 데 걸리는 시간으로부터 표적까지의 거리를 측정하는 장치이다. 레이저 광선은 일종의 전자기파이므로 공기 중을 빛의 속도로 진행한다. 빛은 1초에 30만 km의 속도로 진행하므로, 레이저 펄스가 표적까지 왕복하는 시간을 정확히 측정하면 표적까지의 거리는 빛의 속도와 레이저 펄스의 왕복시간으로부터 정밀하고 빠르게 계산이 가능하다. 현대전에 사용되는 대부분의 전차는 레이저 거리측정기를 사용하고 있으며, 전차뿐 아니라 빠른 속도로 비행하는 항공기를 요격하는 방공무기에도 고반복 레이저 거리측정기가 활용되고 있다. 전차에 장착하거나 개인이 휴대하여 사용하는 레이저 거리측정기는 1분에 6~10회 정도로 거리를 측정하나, 항공기는 이동 속도가 빠르므로 대공용 레이저 거리측정기는 1초에 20회 이상의 레이저 펄스를 발사할 수 있는 레이저가 사용된다. 레이저 거리측정기는 레이저 펄스를 발생시키는 레이저 발진기와 이를 표적으로 보내주는 송광 광학계, 표적에서 반사된 광을 모아서 검출기로 보내주는 수광부, 레이저가 표적까지 왕복하는 시간

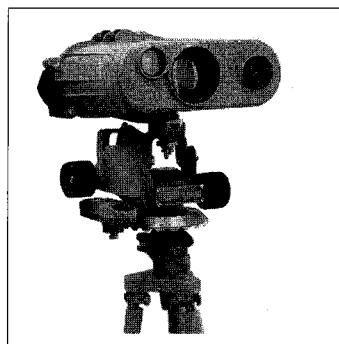


그림2. 휴대용 레이저 거리측정기

을 측정하고 거리를 계산하는 전자회로부로 구성되어 있다. 통상 수광부 광학계는 운용자가 표적을 관측할 수 있도록 망원경 기능을 같이 가지고 있다. 그림2와 그림3은 휴대용 레이저

거리측정기의 전형적인 외부 형상과 광학계 개념도를 보여주고 있다.

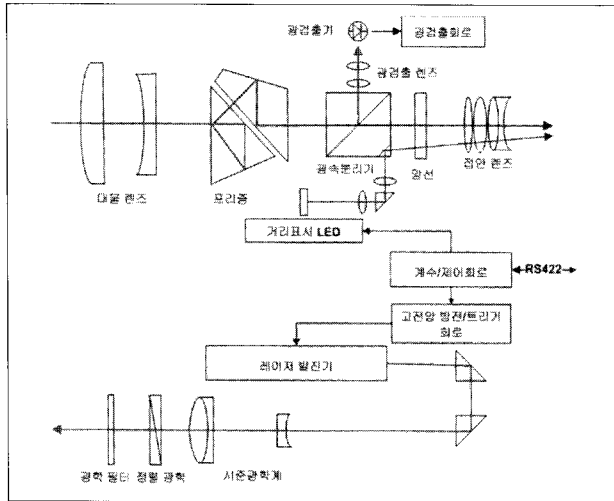


그림3. 레이저 거리측정기 광학계 개념도

2-2. 레이저 표적지시기

레이저 기술이 군사용으로 가장 많이 활동되는 또 다른 분야는 레이저로 유도되는 정밀유도탄이다. 특별히 부호화된 코드의 고반복 레이저 펄스를 목표물에 보내면, 유도탄 전면부에 장착된 검출기가 목표물에서 반사된 레이저 광을 탐지하여 목표물까지 찾아가는 방식이다. 유도탄 외부에서 유도조정에 필요한 레이저 신호를 보내기 때문에 이를 반능동형(semi-active) 레이저 유도탄이라 한다.

반능동형 레이저 유도탄을 표적에 정확히 맞추려면 레이저 펄스를 1초에 약 20회 이상으로 표적을 지시해 주어야 한다. 일반적으로 개인이 휴대하거나 항공기에 장착된 레이저 표적지시기로 전방의 표적을 향하여 레이저 펄스를 보내고, 공중의 항공기는 레이저 유도폭탄을 발사하게 된다. 유도폭탄 앞에는 레이저 신호를 감지하는 장치가 있어서 표적에서 반사된 약한 레이저 신호를 검출하고, 이 신호를 이용하여 폭탄에 붙어 있는 비행날개를 조정해서 표적을 정확히 공격하게 된다(그림4). 표적에 레이저를 보내주는 레이저 표적지시기는 개인이 운용하는 휴대용과 복잡한 다기능의 전자광학장비의 일부로 구성되어 운용되기도 한다. 그림5는 휴대용 레이저 표적지시기의 한 종

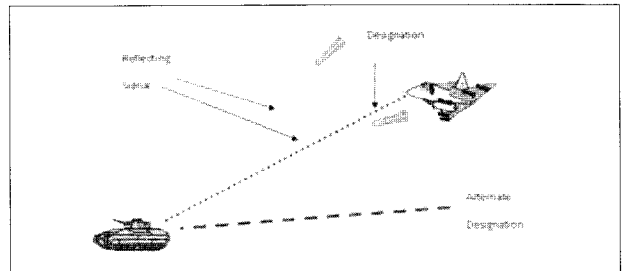


그림4. 레이저 표적지시기와 레이저 유도폭탄 운용개념

류이고, 그림6은 레이저 표적지시기가 포함된 항공기 장착형 전자광학장비의 한 예를 보여주고 있다. 최초의 레이저 유도폭탄은 GBU-1이란 명칭으로 1968년에 미국에서 개발되었으며, 지속적인 성능개량으로 레이저 유도탄의 정확도가 더욱 향상되어 표적의 중심을 거의 오차 없이 공격할 수 있게 되었다.

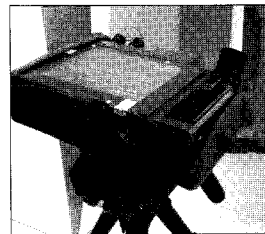


그림5. 레이저 표적지시기

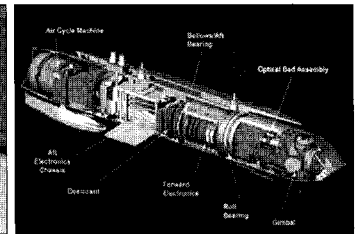


그림6. 레이저 표적지시기 포함 전자 광학장비

2-3. 레이저 레이더(LADAR)

레이저 레이더(LADAR : Laser Radar)는 레이저를 이용하여 군사 작전에 필요한 지형정보를 3차원으로 얻는 장비이다. 보통의 지도는 2차원으로 되어 있으나, 아주 높은 펄스 반복률을 갖는 레이저를 이용하면 지상의 모양을 3차원으로 얻을 수 있다. 항공기가 일정한 속도로 비행하면서 좌우로 스캔(scan)하는 거울을 통하여 1초에 수 십 만개 이상의 짧은 레이저 펄스를 지상으로 발사하고, 지상의 각 지점에서 반사된 레이저 신호를 검출하면 각 지점의 위치와 거리를 알 수 있으므로, 지상의 물체나 산림 등의 모양을 3차원으로 구현 할 수 있다. 그림7은 항공기에 레이저 레이더를 장착하여 지상의 영상을 얻는 작동개념을 보여주고 있다. 항공기에서 수 십 kHz 이상의 고반복으로 발진하는 레이저 펄스를 스캔 방식으로 지상에 송신하고, 각 지점에서 반사된 레이저 신호로부터 각 지점

까지의 거리를 측정한다. 레이저 펄스가 발사되는 매 순간마다 GPS와 항공기 내의 관성측정장치(IMU : Inertial Measurement Unit)를 이용하여 항공기의 고도 및 속도, 자세정보 등을 계산하고, 측정된 거리 정보로부터 지상 각 지점의 3차원 좌표를 계산하므로써 관측 대상에 관한 정밀한 3차원 지형정보를 획득한다. 그림8은 레이저 레이더로 획득한 3차원 지형 모습의 예를 보여주고 있다. 지면상에서는 구분이 잘 안되지만 진한 색으로 처리된 부분이 상대적으로 고도가 높은 지형을 나타내고 있다.

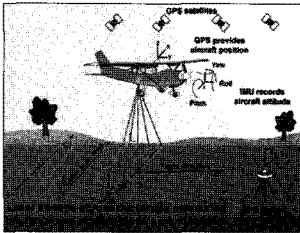


그림7. 항공기 레이저 레이더 작동 개념



그림8. 레이저 레이더 영상

레이저 거리측정기와 표적지시기, 3차원 영상 레이더 등에는 대부분 근적외선 영역의 파장을 갖는 레이저가 사용된다(주로 1.06 μ m 또는 1.5 μ m). 근적외선 파장의 레이저는 공기 중을 잘 투과하지만 물속은 거의 투과하지 않기 때문에 수중에서는 사용이 불가능하다. 그러나, 비교적 물속을 잘 투과하는 청록색 부근의 파장(0.5 μ m)을 갖는 레이저를 사용하면, 앞에서 언급한 3차원 영상 레이더와 같은 원리로 공중에서 수면 아래의 물체에 대한 영상을 얻을 수 있다. 이미 미국에서는 ALMDS(Airborne Laser Mine Detection System)라는 장비를 개발하여 수심 20m 정도까지의 기뢰를 탐지하는데 사용하고 있다.

2-4. 지향성 적외선 방해 장비(DIRCM)

지향성 적외선 방해장비(DIRCM : Directional Infrared Countermeasure)는 아군 비행기를 공격하기 위해 적이 발사한 적외선 유도탄에 레이저를 조사하여 유도탄의 기능을 방해하는 장비이다. 저공으로 비행하는 헬기나 기동력이 낮은 중형항공기는 휴대용 대공유도탄의 공격에 노출될 경우 회피하는데 매우

취약한 상태이다. 이러한 항공기의 생존성을 향상시키는데 레이저가 이용되고 있다. 대부분의 대공 유도탄은 적외선 탐색기가 사용되고 있다. 세계적으로 운용되고 있는 적외선 유도탄은 종류에 따라 사용하는 적외선 대역이 상이하므로, 이러한 다양한 적외선 유도탄의 탐색기 기능을 방해하려면 근적외선부터 중적외선 영역에서 발진하는 여러 대역의 적외선 레이저가 필요하다.

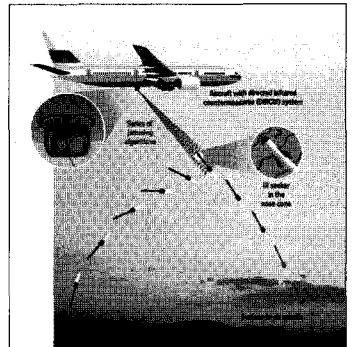


그림9. 레이저 적외선방해장비 개념

3. 결론

레이저 기술은 기초과학과 산업 발전에 많은 기여를 하고 있을 뿐 아니라 국방분야에서도 없어서 안 될 중요한 기술이다. 이미 현대전에서 일반적으로 사용되는 정밀유도탄이나 대부분의 사격통제장치에 레이저 기술이 활용되고 있다. 과학기술의 발전과 함께 미래 전장에서는 모든 전장 환경을 실시간으로 감시하고, 정밀 유도무기로 특정 목표물만 선별하여 오차 없이 정확하게 공격할 수 있는 시대가 될 것이다. 레이저 기술은 현재 운용 중인 무기의 정밀도를 더욱 향상시키는데 활용될 것이며, 미래전에 필요한 새로운 장비나 무기를 개발하는 데에도 필수적인 기술이 될 것이다.

광고 및 구독신청을 받습니다.

광학세계의 구독 또는 광고 게재를 희망하는 경우, 아래 연락처로 전화 또는 메일을 주시기 바랍니다.

- 연락처 : 광학세계 편집부
- TEL : 02-3481-8931
- E-Mail : pjy@koia.or.kr