

論文2001-38SP-1-8

UV와 IR 대역 신호를 이용한 표적 신호 검출 시뮬레이션 (Simulation of Target Detection using UV and IR Band Signals)

杜 炘 秀*, 吳 正 秀*, 張 聖 甲*, 洪 顯 基*, 徐 東 善**, 崔 宗 秀 *
(Kyoung Soo Doo, Jeong Su Oh, Surng Gabb Jahng, Hyun Ki Hong,
Dong Sun Seo, and Jong Soo Choi)

요 약

항공기 등은 미사일의 추적을 피하기 위해 대응능력(countermeasure)으로 섬광탄(flare)을 운용한다. 일반적으로 적외선 섬광탄은 표적에 비해 높은 방사 에너지를 방출하여, 미사일이 표적 대신 섬광탄을 추적하도록 설계된다. 따라서 섬광탄이 존재하는 상황에서 표적을 정확하게 추적하기 위해서는 섬광탄 및 배경 등으로부터 표적신호를 분리하여 표적을 인식해야 한다. 본 논문에서는 섬광탄의 영향을 배제하고 정확히 표적을 추적하기 위해 자외선 및 적외선 대역을 이용하는 2-color 로젯 주사 탐색기(rosette scan seeker)를 시뮬레이션 하였다. 각 대역에서 얻어진 표적 및 섬광탄, 구름 신호 특성을 분석하였으며, 이로부터 표적을 정확히 검출함을 확인하였다.

Abstract

The target such as aircraft operates flares to protect itself from the missile. In general, Infra-red (IR) flares that are hot bodies radiating energy considerably greater than it does, so cause the missile to guide the flare instead of the target. For a precise target tracking in spite of a presence of flares, therefore, the seeker should discriminate the target signal from various clutters including the flare and the background. In this paper, we simulated 2-color rosette scan seeker using IR and UV(UltraViolet) bands. In each wave band, we analyzed the radiant distributions of the target, the flare, and background. These results showed that a simultaneous process in two bands can detect precisely the target.

I. 서 론

* 正會員, 中央大學校 尖端映像專門大學院 映像工學科
(Dept. of Image Engineering, The Graduate School of Advanced Image Science, Multimedia & Film, Chung-Ang Univ.)

** 正會員, 明知大學校 電子情報通信工學部
(Dept. of Electronic Engineering, Myong-Ji Univ.)

※ 본 연구는 교육부의 BK21사업에 의한 지원 및 국방과학연구소(ADD)와 서울대학교 자동제어특화연구센터의 연구비 지원에 의한 결과입니다.

接受日字 : 2000年1月6日, 수정완료일 : 2000年10月16日

적외선(IR; Infrared) 대역의 표적 신호를 이용하는 적외선 탐색기(seeker)는 수동 수신과 야간에도 작동이 가능한 장점 때문에 단거리 공대공 유도 무기에 널리 운용되고 있다^[1]. 특히 대표적인 적외선 탐색기인 레티클(reticle) 탐색기는 검출기 앞에 장착된 레티클을 이용하여 집속 수광된 표적 신호의 변조를 통해 위치 정보를 구하는 동시에 배경 신호를 필터링 한다. 레티클 탐색기는 단소자의 검출기를 사용하기 때문에 하드웨어 구성 및 구현이 간단하고 가격이 저렴하다는 장점이 있다. 그러나 표적과 섬광탄(flare)에 의해 방사

(radiation)된 적외선 신호가 단소자 검출기에 함께 입력되므로 표적신호만을 분리해 내는 것은 매우 어렵다. 따라서 유도탄의 추적으로부터 자신을 보호하기 위해 운용하는 섬광탄 등의 대응능력(countermeasure)에 많은 영향을 받는 단점이 있다^[2,3]. 표적이 운영하는 대응 능력에 효과적으로 대처하기 위해 표적과 섬광탄 등으로부터의 방사 신호를 정확히 분리하여 표적 신호만을 처리해야 한다. 이를 위해 복수의 검출기를 이용하는 관련 연구가 기술 선진국에서 활발히 진행되고 있다. 대표적인 방법으로는 두 개의 적외선 대역을 이용한 추적 방식과 적외선과 자외선(UV; UltraViolet) 두 개의 대역을 각각 이용하는 추적 방식 등이 있다. 이는 표적의 방사특성이 주로 분포된 하나의 대역과 섬광탄의 방사 에너지가 분포된 다른 대역을 동시에 사용하여 표적을 분리하는 방식이다.

두 개의 적외선 대역을 이용하는 방법은 표적과 섬광탄이 모두 적외선 대역의 에너지를 주로 방사하기 때문에, 각 신호대역의 선정에 어려움이 있다. 그리고 적외선 대역에서 섬광탄의 방사 에너지가 표적에 비해 상대적으로 높기 때문에 두 신호의 정확한 분리 기법 등이 연구되어야 한다^[4]. 반면 자외선 대역을 사용하는 방법은, 표적에 비해 상대적으로 높은 온도 특성을 갖는 섬광탄의 자외선 방사에너지 분포를 효과적으로 사용하여 표적을 분리할 수 있다. 즉, 섬광탄은 표면온도 특성상 적외선 대역 및 자외선 대역의 방사에너지를 모두 방사하지만, 표적은 자체적으로 자외선 대역의 에너지를 거의 방사하지 못하여 주변의 맑은 하늘(clear sky)보다 상대적으로 훨씬 낮은 에너지 분포를 나타낸다. 그러므로 검출기에 입력된 자외선 신호는 순수한 섬광탄에 의한 방사에너지로 볼 수 있으며, 이러한 특성을 이용하여 위치 등의 정보를 얻는다면 표적과 섬광탄의 분리가 효과적으로 이루어질 수 있다.

본 논문에서는 표적과 섬광탄의 효과적인 분리를 위해 적합한 자외선 및 적외선 대역을 설정한다. 그리고 표적과 섬광탄 및 구름 등의 배경으로부터 방사되는 에너지를 로켓 주사 탐색기(rossette scan seeker)의 입력으로 이용하여 자외선 및 적외선 대역의 신호를 검출한다. 시뮬레이션 결과로부터 각 대역에서 표적과 섬광탄 등의 상대적인 방사 에너지 분포의 분석을 통해 대상 표적의 정확한 위치 정보를 구할 수 있음을 확인한다.

II. 자외선 및 적외선 검출 대역 설정

섬광탄이 운용되는 상황하에서 표적을 정확하게 추적할 수 있는 검출(detection) 대역의 설정은 매우 중요하다. 본 장에서는 표적과 섬광탄이 동시에 존재하는 상황에서 검출거리 및 에너지 비(rario)를 이용해 섬광탄을 분리하고 표적만을 검출하기 위한 효과적인 대역을 설정한다.

1. 자외선 대역 설정

지상에 입사되는 자외선은 오존(O₃), 수증기에 의한 흡수, 대기분자 및 에어졸(aerosol)에 의한 산란에 의해서 영향을 받는다. 자외선 감쇄 물질 중 가장 중요한 성분인 오존은 0.01~0.35 μm, 0.45~0.7 μm 대역에서 많은 영향을 미치며, 대기 환경에 따라 투과율이 변한다^[5-8]. 그러므로 안정적인 해석을 위해 오존의 영향이 적은 0.36~0.38 μm를 시작으로 대역을 설정해야 한다. 또한 섬광탄의 검출 가능 거리 및 표적의 면적 변화에 따른 섬광탄과의 에너지 비 등의 결과를 바탕으로 효과적인 자외선 대역을 결정한다. 일반적으로 검출거리를 크게 하기 위해 자외선 대역폭을 넓게 사용할 수 있으나 대역폭의 무리한 확대는 표적의 방사량도 상대적으로 증가하여 표적과 섬광탄의 구분이 어렵게 되므로 적절한 대역의 설정이 필요하다.

표적은 자신을 추적하는 유도 무기의 존재를 경계(warning) 시스템이나 육안으로 확인한 후, 섬광탄 등의 대응능력을 운영하게 된다^[3]. 따라서 반대응능력(counter-countermeasure)을 갖춘 탐색기는 섬광탄을 검출할 수 있는 검출거리(acquisition range)의 정확한 계산이 필요하다. 본 논문에서는 검출기의 특성에 의해 결정되는 NEP(Noise Equivalent Power)값의 10배 신호가 입력되는 상황에서 대상 물체와의 거리를 검출거리로 설정한다. 이는 대상 표적의 유무를 확인하고 추적이 가능한 표적 검출 전력(power)이며, 입사된 전력이 이보다 클 경우 표적의 검출이 가능하다. 시뮬레이션에 사용된 검출기는 GaP Photodiode이고, 스펙트럼 반응 구간(spectral response range)이 0.19~0.55 μm, 최고 반응 파장(peak sensitivity wavelength)은 0.44 μm, 검출기의 NEP는 1.1×10^{-14} (W/Hz/2)이다^[9].

그림 1은 대상 검출기의 조건에 의해 각 파장 상에서 계산된 섬광탄의 검출거리를 보인다. 고도 5km에서 자외선의 일정 대역을 설정하여 계산된 검출거리 결과

이다. 그림 1의 결과로부터 자외선과 일부 가시광선을 포함한 일정 대역을 설정함으로써, 3~7km 정도의 안정적인 검출거리가 확보됨을 확인하였다.

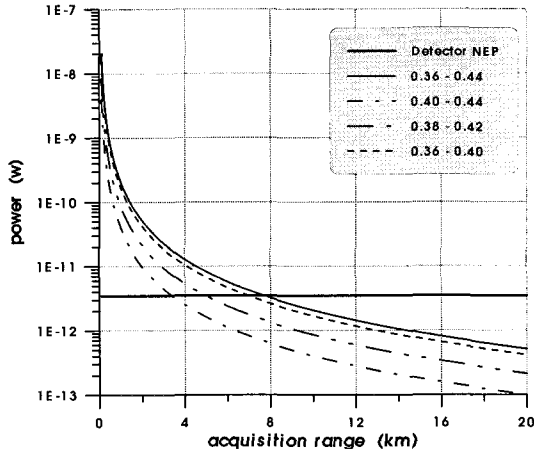


그림 1. 일정 파장 대역에서의 자외선 검출 거리 계산 (고도5km)

Fig. 1. Radiant powers due to acquisition range at UV band(5Km altitude).

그림 2(a)의 영역 II는 표적의 측후면에 검출기가 위치한 경우로, 3m²의 반사면적과 1200K, 반경 20cm의 엔진으로부터의 방사량을 합한 표적 방사량이고, 영역 III은 표적의 후면에 검출기가 위치한 경우로, 엔진 방사만에 의한 방사량을 섬광탄의 방사량과 비교하여 나타내었다. 엔진에 의한 방사는 약 0.43~0.44 μm 대역에서부터 시작되며, 엔진의 절대온도가 상승하면, 더 낮은 자외선 대역에서도 에너지를 방출한다. 그림 2(b)는 일정 자외선 대역에서 표적의 반사면적에 따른 섬광탄과 표적의 방사량 비를 나타낸다. 0.37~0.42 μm 또는 0.38~0.42 μm 대역의 경우, 반사면적이 8m²일 때 표적과 섬광탄의 방사량 비는 각각 4.5, 3.3이 된다. 한편 0.37~0.43 μm 대역의 경우는 동일 반사면적에서 표적과 섬광탄의 방사량 비가 10이 된다. 결국 자외선 대역에서 섬광탄과 표적에 의한 방사량 비가 상대적으로 매우 클수록 섬광탄만의 검출이 가능하다. 또한 표적과 섬광탄 신호 성분의 효과적인 분리를 위해 표적으로부터 방사되는 에너지 대역을 제외해야 한다. 표적 엔진으로부터의 에너지는 0.43~0.44 μm 대역에서부터 방사되기 시작하므로, 표적 신호가 검출기에 입력되는 것을 최소화하기 위해 이 대역까지로 고려 대역을 한정한다.

결론적으로 오존의 영향과 표적 엔진의 자외선 방사

에너지를 고려하고, 표적의 반사면적에 따른 섬광탄의 방사량 비를 고려할 때, 0.37~0.43 μm 대역이 가장 효과적이라고 할 수 있다.

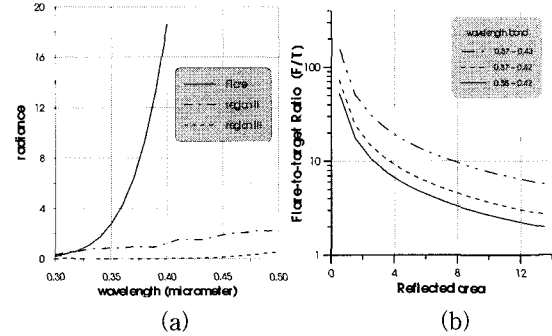


그림 2. (a) 검출기 위치에 따른 표적 및 섬광탄의 방사량 (b) 표적의 반사면적에 따른 표적과 섬광탄의 방사에너지 비

Fig. 2. (a) The target and flare radiance due to the various detector position (b) Ratio of the target and flare due to reflected area.

2. 적외선 대역의 설정

적외선 대역은 일반적으로 표적의 적외선 분포와 대기 투과 특성을 고려하여 결정한다. 현재 많은 미사일의 공중 표적 추적 시스템에서 표적 추적을 위해 사용되고 있는 적외선 대역은 3~5 μm 대역이다^[10]. 2-color 로켓 주사 탐색기에서 자외선 대역은 섬광탄의 신호를 효과적으로 검출할 수 있는 대역으로, 적외선 대역은 표적을 효과적으로 검출하는 대역으로 설정하게 된다.

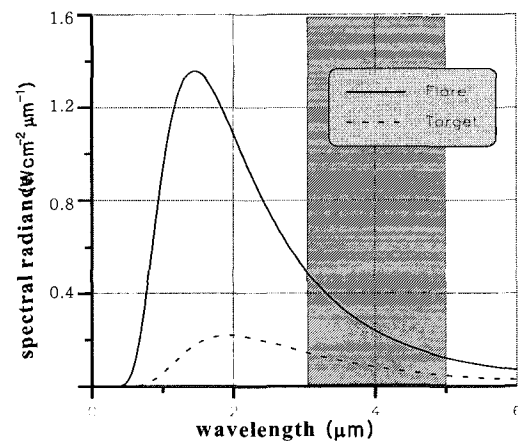


그림 3. IR 대역에서 표적과 섬광탄의 방사량 비교
Fig. 3. Comparison of the target and flare radiance at IR band.

3~5 μ m 대역은 표적을 모든 각도에서 안정적으로 검출할 수 있어 일반적으로 표적 검출을 위해 많이 사용되고 있다. 그림 3은 적외선 대역에서 표적과 섬광탄의 방사량(spectral radiance)을 나타내고 있다. 이는 온도의 함수인 플랑크 함수(Planck function)에 의해 주어지는 흑체의 복사량과 물체가 시선(LOS; Line-Of-sight)에 수직인 관측면에 투영된 면적의 곱으로 나타난다^[16].

III. 로젯 주사 탐색기와 2-color 신호 검출 알고리즘

1. 로젯 주사 탐색기 (Rosette Scan Seeker)

로젯 주사 탐색기는 검출기가 로젯 패턴을 따라 전체 시계를 주사하는 것처럼 표적의 정보를 2차원 주사 영상으로 제공한다. 로젯 주사 탐색기는 표적이 있는 공간인 전체 시계(TFOV; Total Field Of View)영역에 비해 상대적으로 작은 순시 시계(IFOV; Instantaneous Field Of View)를 갖는 검출기를 이용하여 표적의 위치 정보를 얻는 탐색기이다^[11-14]. 전체 시계는 로젯 패턴 주사를 통하여 형성된다. 로젯 패턴은 두 개의 광학계를 일정한 비율로 서로 반대 방향으로 회전시킴으로써 이루어진다. 로젯 주사 패턴을 형성하기 위하여 일정한 사이 각을 가진 쐐기 모양의 프리즘, 회전 중심축이 렌즈의 광학 중심에서 벗어난 편심 렌즈 및 기울어진 반사경 등을 이용한다^[15]. 로젯 주사 탐색기의 순시시계는 로젯 패턴의 자취를 따라 장미 잎사귀 모양으로 표적과 섬광탄을 탐색하게 되며, 표적이나 섬광탄을 지나게 되면 그들로부터 입사된 에너지를 펄스 형태의 전기적 신호로 변환하여 신호처리부로 전달한다. 그림 4(a)는 가상적인 표적과 섬광탄이 존재하는 입력 영상으로서, 300×300의 크기를 가지고 있다. 그림 4(b)는 로젯 패턴의 자취를, 그림 4(c)는 입력 영상을 로젯 주사 방식에 적용하였을 때 얻어진 검출 영상을 보여주고 있다. 한편 x, y축은 입력 영상의 좌표점이다.

2. 표적 신호 검출 알고리즘

표적과 섬광탄 그리고 배경으로부터 방사되는 자외선과 적외선 에너지는 로젯 주사 방식을 통하여 입력된다. 이러한 자외선과 적외선 신호는 신호처리부를 통하여 섬광탄을 배제한 표적의 위치정보를 검출하는데 이용된다.

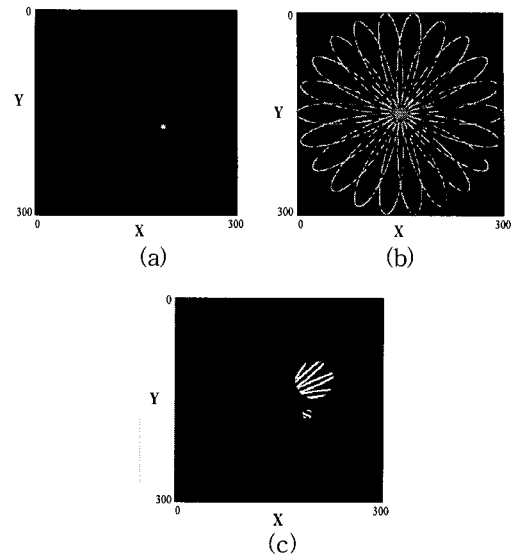


그림 4. (a) 표적과 섬광탄의 입력영상 (b) 로젯 패턴의 자취 (c) 검출된 영상
Fig. 4. (a) Input image of target and flare (b) Loci of the IFOV along the rosette pattern (c) The detected image.

그림 5는 2-color 로젯 주사 탐색기를 이용한 신호 검출 알고리즘의 블록도를 보여주고 있다.

표적과 섬광탄 그리고 구름과 같은 배경으로부터 입력되는 방사에너지는 로젯 패턴을 형성하는 프리즘의 구동회로를 지나 탐색기의 적외선·자외선 검출기로 전달된다. 로젯 패턴을 따라 움직이는 적외선·자외선 검출기가 표적 영상 위를 지날 때, 검출기의 출력은 펄스 형태로 나타난다. 한 주기동안 출력되는 펄스를 일정한 간격으로 샘플링되어 신호처리로 전달된다.

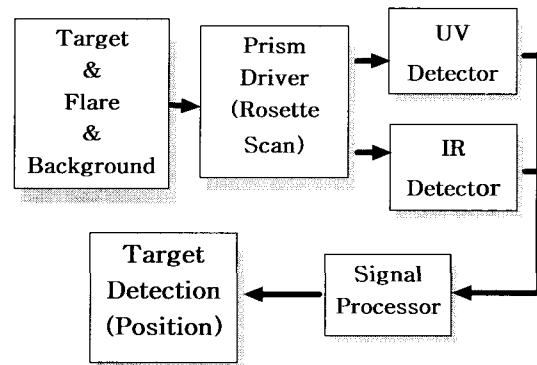


그림 5. 2-color 로젯 주사 탐색기의 표적 신호 검출 블록도
Fig. 5. Diagram of 2-color rosette scan seeker for detect the target signal.

3. 표적 및 섬광탄 그리고 배경 신호의 방사량 비교

로켓 주사 탐색기의 순시시계에는 표적, 섬광탄, 구름, 지면과 맑은 하늘에서 방사되는 에너지가 입력된다. 본 논문에서는 다양한 주변 환경 가운데 표적, 섬광탄, 구름, 맑은 하늘에 대하여 한정하였으며, 방사되는 에너지량을 분석하였다. 먼저 탐색기의 집속렌즈 반경은 5cm, 순시시계는 0.34° (6.25 mrad)로 하였다. 한편 표적의 조건은 300K의 표면 온도 및 1200K의 엔진, 600K의 플럼, 400K의 뜨거운 공기로 세분화하였고, 섬광탄의 절대온도는 2000K로 하였으며, 표적의 크기는 섬광탄 크기의 50배로 상대적인 값으로 설정하였다. 그림 6(a)는 시뮬레이션에 사용된 UV 검출기에 의해 얻어진 표적 및 섬광탄의 거리에 따라 입력된 검출 전력을 나타내고 있다. 이는 섬광탄이 검출기로부터 대략 1.3km 떨어진 곳에 존재한다면, 맑은 하늘에 의해 방사되는 자외선 에너지 보다 강하여 섬광탄 신호를 얻어낼 수 있다. 그림 6(b)는 입력된 표적과 섬광탄의 방사 에너지량을 맑은 하늘의 방사 에너지량으로 나눈 것으로, 섬광탄은 대략 1.3km 거리 안에서 맑은 하늘보다 방사 에너지가 강하여 검출 전력 비(power ratio)가 1 이상이 되며, 표적은 0.173km 안에서만 맑은 하늘보다 방사량이 강하고, 그보다 멀어지면 항상 적은 양의 방사 에너지가 입력되어 검출 전력 비가 1 이하가 된다. 이러한 특성은 자외선 대역을 이용하여 표적을 검출하는데 매우 유용한 정보이다.

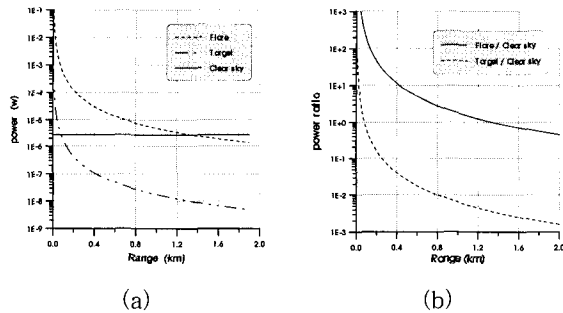


그림 6. 자외선 대역에서 표적 및 섬광탄, 구름에 의한 (a) 검출 전력 비교 (b) 검출 전력 비 비교
Fig. 6. Comparison of (a) the detected radiation at UV band (b) the energy ratio at UV band.

4. 자외선 및 적외선 대역의 입력 신호 비교

순시시계에 입력된 표적, 섬광탄, 구름의 방사에너지는 로켓 주사를 통하여 신호로 변환된다. 그림 7은 자

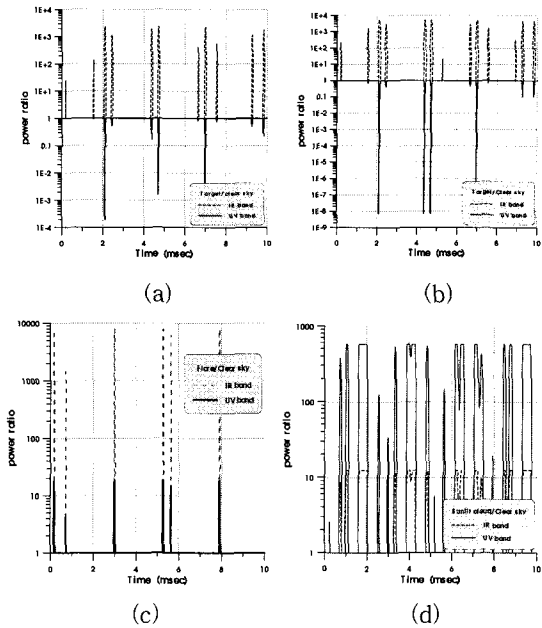


그림 7. UV와 IR 대역에서 맑은 하늘을 기준으로 한 검출 신호 전력 비(ratio) 비교 (a)표적의 후면 검출신호 (b) 표적의 측면 검출신호 (c) 섬광탄의 검출신호 (d) 맑은 구름의 검출신호

Fig. 7. Comparison of the input signals at UV and IR bands. The power ratio of (a) only the engine part(aspect 180°) (b) only the engine part(aspect 270°) (c) the flare to the background (d) the cloud to the background.

외선과 적외선 대역에서 한 주기의 로켓 주사가 이루어진 후 얻어진 표적 및 섬광탄 그리고 구름의 입력된 에너지량을 맑은 하늘에 의한 입력 에너지량으로 나눈 검출 신호 전력 비(ratio)를 나타내고 있다. x축의 시간은 순시시계가 전체 시계를 한번 스캔하는데 걸리는 시간으로 10msec로 설정하였으며, 샘플링 시간은 0.01 초로 하였다. 그림 7(a), (b)는 표적 신호의 맑은 하늘에 대한 신호 비(ratio)이다. (a)는 표적의 후면 부분인 엔진부분만을 바라 본 경우이고, (b)는 표적을 측면에서 바라 본 경우로 표적의 몸체, 플럼, 뜨거운 공기에 의한 방사량이 입력된다. 또한 (c)는 섬광탄의 맑은 하늘에 대한 입력 신호 비(ratio)이며, (d)는 태양에 의해 반사되거나 투과된 맑은 구름(sunlit cloud)의 맑은 하늘에 대한 입력 신호 비(ratio)이다. 결과적으로 자외선 대역에서 표적 신호는 어느 각도에서 표적을 바라보더라도 맑은 하늘보다는 낮은 에너지가 입력되지만, 적외선 대역에서는 더 큰 값으로 나타난다. 섬광탄의 경우

는 자외선과 적외선 모든 대역에서 맑은 하늘보다 강한 에너지가 입력되며, 맑은 구름은 태양에 의해 지상에 방사된 에너지가 0.5 μ m 근방에서 가장 강하므로 자외선 대역의 에너지가 적외선 및 맑은 하늘에 비해 상대적으로 강하게 나타난다.

5. 표적 및 섬광탄 신호 처리

신호처리는 검출기로부터 입력되는 신호의 특성을 이용하여 표적의 위치를 추정하게 된다. 동일한 위치에서 두 개 대역의 신호가 서로 반대특성이라면 표적 신호로 인식하며, 두 개 대역의 신호가 서로 동일특성이라면 표적 이외의 방사체로 간주하여 무시한다. 표 1은 검출기로 입력되는 신호의 특성을 보여주고 있다. 적외선 대역에서는 표적 및 섬광탄, 구름이 모두 맑은 하늘에 의해 방사되는 에너지보다도 큰 값을 가지고 있으므로 양(+)의 특성을 나타낸다. 반면 자외선 대역에서는 표적 신호가 맑은 하늘에 비해 적은 에너지를 방사하므로 음(-)의 특성을, 섬광탄과 구름은 이보다 큰 에너지를 방사하고 있으므로 양(+)의 특성을 나타낸다.

표 1. 입력 신호의 특성

Table 1. Features of the pulse signal.

대역	Pulse Amplitude		
	Target	Flare	Cloud
IR Pulse	+	+	+
UV Pulse	-	+	+
	ENABLE	DISABLE	DISABLE

IV. 실험 및 결과

본 논문에서는 가상적인 표적과 섬광탄 영상을 이용하여 표적과 섬광탄, 구름의 신호를 추출하고, 신호처리를 통하여 표적을 검출하는 실험을 수행하였으며, 시뮬레이션에는 MATLAB Ver.5.3을 사용하였다. 표적과 섬광탄, 구름이 존재하는 다양한 환경에서 시뮬레이션을 수행하기 위하여 표적, 섬광탄, 구름이 모두 분리된 경우, 표적과 섬광탄이 겹쳐진 경우, 구름의 배경 속에 존재하는 표적과 섬광탄의 경우로 나누어 실험하였다.

1. 표적과 섬광탄, 구름이 분리된 경우

표적으로부터 방사된 섬광탄은 일정시간이 경과된 후, 최고온도에 도달하므로 표적과 섬광탄은 그림 8(a)

와 같이 분리되어 나타난다. 이는 가장 일반적인 경우이며, 표적의 상대적인 크기는 섬광탄 크기의 50배로 하였다. 또한 구름의 면적과 위치는 표적의 크기보다 크도록 하여 임의의 위치에 설정하였다. 그림 8(b)는 그림 8(a)의 입력 영상을 로켓 주사를 통과하여 검출된 영상을 보여주고 있다.

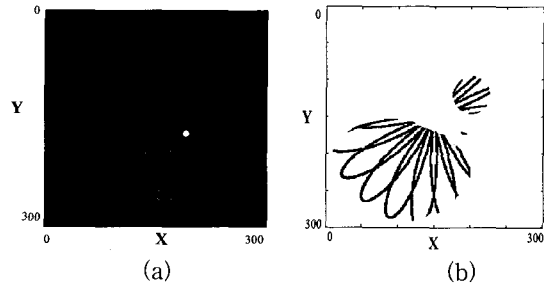


그림 8. (a) 입력 영상 (b) 검출된 로켓 패턴
Fig. 8. (a) Input image (b) Detected image.

그림 9는 표적과 섬광탄, 구름을 통과한 한 주기 동안의 패턴을 신호 열로서 나타낸 것으로, 표적과 섬광탄, 구름 신호의 차이를 알 수 있다. 구름과 같은 배경은 신호 열의 비교에서도 알 수 있듯이 표적이거나 섬광탄에 비하여 면적이 크므로 신호 폭이 넓음을 알 수

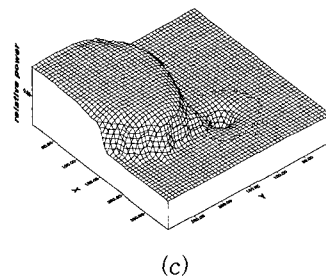
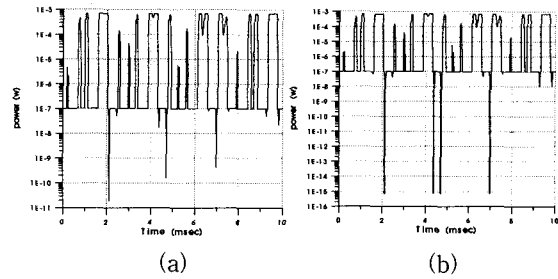


그림 9. 자외선 대역에서의 검출 신호 (a) 표적의 후면 (aspect 180°) (b) 표적의 측면(aspect 270°) (c) 입력 신호의 3-D 재구성
Fig. 9. Detected signals in UV band (a) only the engine part(aspect 180°) (b) only the engine part(aspect 270°) (c) Reconstruction of 3-D.

있다. 그림 9(a)는 표적의 후면을 바라본 경우의 자외선 대역 검출 신호, 그림 9(b)는 표적의 측면을 바라본 경우의 자외선 대역 검출 신호이다. 그림 9(c)는 표적의 측면을 바라본 검출 신호를 3-D로 재구성하였다. x, y축은 입력 영상의 좌표점이며, 그림 9(c)의 z축은 맑은 하늘과 비교한 상대적인 방사세기를 나타낸다.

그림 10(a)는 표적의 후면을 바라본 경우의 적외선 대역 검출 신호이다. 그림 10(b)는 표적의 측면을 바라본 경우의 적외선 대역 검출 신호이다. 그림 10(c)는 측면에서 바라본 검출 신호를 3-D로 재구성하였다. 그림 11은 그림 9, 10에서 보여준 자외선 및 적외선 대역의 신호를 신호처리 과정을 수행하여 얻어진 표적 신호이다. 그림 11(a)는 한 주기 후에 얻어진 표적의 신호 열로서, 표적 신호만을 정확히 검출하였으며, 검출된 신호를 (b)에서 3-D로 재구성하였다.

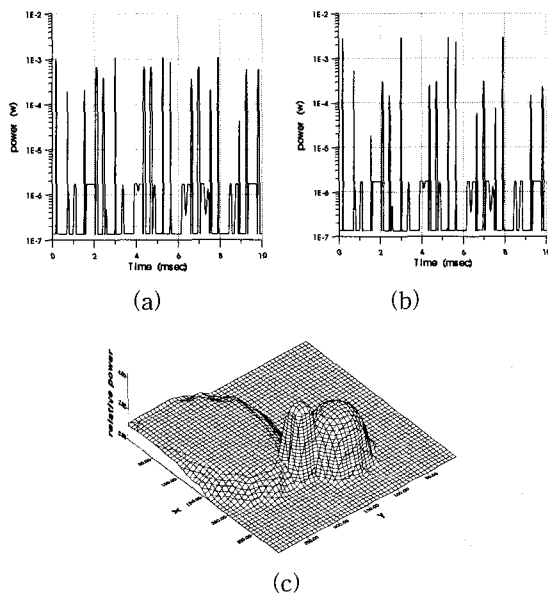


그림 10. 적외선 대역에서의 검출 신호 (a) 표적의 후면 (aspect 180°) (b) 표적의 측면(aspect 270°) (c) 입력 신호의 3-D 재구성
Fig. 10. Detected signals in IR band (a) only the engine part(aspect 180°) (b) only the engine part(aspect 270°) (c) Reconstruction of 3-D.

2. 표적과 섬광탄의 온도가 동일한 경우

하나의 적외선 대역을 사용하는 단초자 방식의 탐색기는 표적과 섬광탄의 방사세기가 동일한 경우, 즉 섬광탄이 발사되어 최고 온도까지 도달하는 도중에 표적

의 온도와 동일한 상황이 발생하게 되면, 표적과 섬광탄의 신호 구분이 어려워져 섬광탄을 표적으로 인식, 검출이 실패할 경우가 발생한다. 그러나 이러한 문제는 두 개의 대역을 이용함으로써 해결할 수 있다. 그 이유는 표적과 섬광탄 신호를 서로 다른 대역(UV 또는 IR)을 이용하여 검출하므로, 섬광탄의 온도 및 갯수에 상관없이 표적 신호검출이 가능하기 때문이다. 그림 12는 표적과 섬광탄의 온도가 동일한 상황에서 검출된 신호이다.

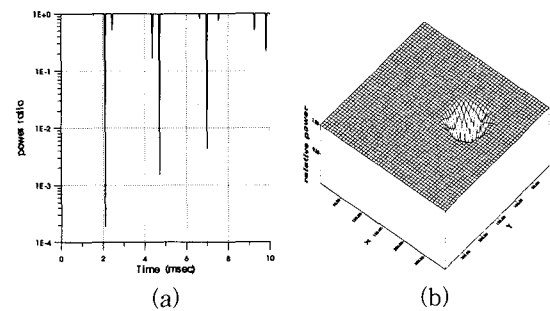


그림 11. (a) 검출된 표적 신호 (b) 3-D로 구성된 표적 신호
Fig. 11. (a) The detected target signal (b) Reconstruction of 3-D.

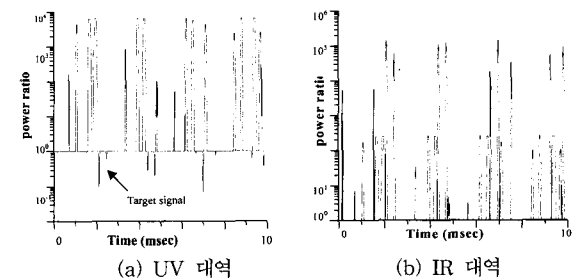


그림 12. 표적과 섬광탄의 온도가 동일한 경우의 검출 신호
Fig. 12. The detected signal in case of the same temperature.

그림에 나타난 바와 같이 앞서 설명한 표 1의 UV와 IR 입력 신호 특성을 만족하고 있음을 알 수 있다.

3. 표적과 섬광탄이 겹쳐진 경우

표적으로부터 발사된 섬광탄은 일정시간 후, 최고온도에 도달된다. 그러나 최고 온도에 도달할 시점에서 검출기의 위치에 따라 겹쳐지는 상황이 발생한다. 이러한 경우, 표적과 섬광탄으로부터 입력되어 오는 신호 역시 겹쳐서 들어오게 된다. 그림 13은 표적과 섬

광탄이 일부 겹쳐진 상태의 입력 영상이다. 또한 그림 14는 표적과 섬광탄이 겹쳐진 상태에서 입력된 신호를 자외선과 적외선 대역에서 검출한 신호이다. 그림에 나타난 바와 같이 앞서 설명한 표 1의 UV와 IR 입력 신호 특성을 만족하고 있음을 알 수 있다.

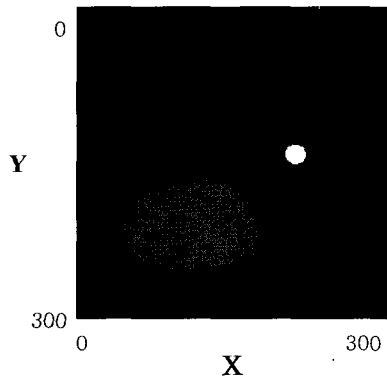


그림 13. 표적과 섬광탄이 겹쳐진 경우의 입력 영상
Fig. 13. Input image in case of overlap the target and flare.

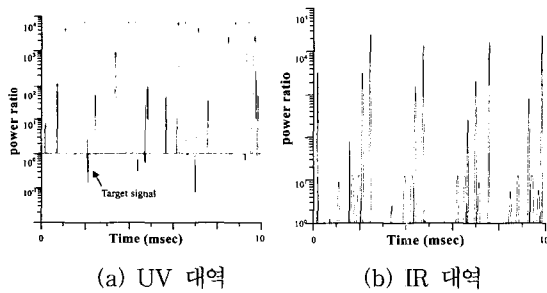


그림 14. 표적과 섬광탄이 겹쳐진 경우의 검출 신호
Fig. 14. Detected target signal in case of overlap the target and flare.

4. 구름 배경 속에 표적과 섬광탄이 존재하는 경우
구름은 태양 에너지를 받아 강력한 방사체로서의 역할을 한다. 그러나 구름의 면적, 개수는 본 논문의 알고리즘에서 표적 검출에 영향을 미치고 있지 않는다. 그 이유는 밝은 구름이 면적 및 개수에 관계없이 존재하 기만 한다면, UV 대역에서는 태양 에너지를 강하게 반사하고 있어 주변의 밝은 하늘보다 강한 에너지가 검출기에 입력되고, 또한 IR 대역 역시 주변 환경보다 강한 방사가 있기 때문에, 그 특성으로도 표적 신호에서 제외시킬 수 있기 때문이다. 단지, 구름의 위치는 문제가 될 가능성이 있다. 즉 멀리 있는 구름을 배경으로 표적과 섬광탄이 존재하는 경우로 그림 15이다.

그림 16은 이러한 경우에 입력된 신호를 자외선과 적외선 대역에서 검출한 신호이다. 그림에 나타난 바와 같이 앞서 설명한 표 1의 UV와 IR 신호 특성을 만족하고 있음을 알 수 있다. 위의 시뮬레이션 결과들로부터 실시간 처리에 적합한 간단한 신호처리를 적용하여 대상영상의 표적 위치를 정확히 검출하였음을 확인하였다.

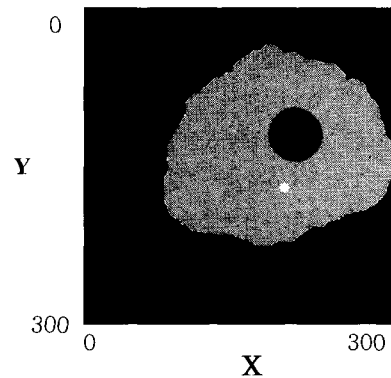


그림 15. 구름 배경 속에 표적과 섬광탄이 존재하는 경우의 입력 영상
Fig. 15. Input image in case of cloud background.

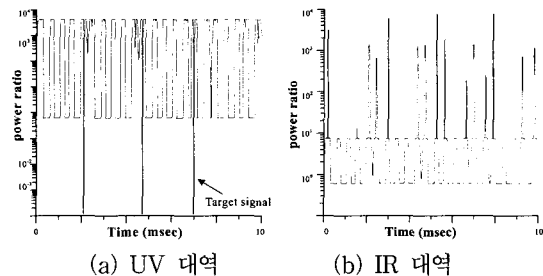


그림 16. 구름 배경 속에 표적과 섬광탄이 존재하는 경우의 검출 신호
Fig. 16. The detected target signals in case of cloud background.

V. 결 론

본 논문에서는 자외선과 적외선 두 대역에서 로켓 주사 탐색기를 이용한 표적신호 검출 알고리즘을 제안하였다. 이를 위해 표적과 섬광탄의 분리를 위한 적합한 자외선 및 적외선 대역을 설정하였다. 그리고 표적과 섬광탄 및 구름 등의 배경으로부터 방사되는 에너지를 로켓 주사 탐색기의 입력으로 이용하여 자외선 및 적외선 대역의 신호를 검출하고 특성을 분석하였다.

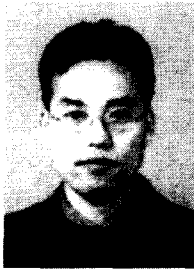
이러한 특성을 이용하여 적외선 대역에서는 대상 표적을, 자외선 대역에서는 섬광탄 등의 대응능력을 검출하여 표적의 정확한 위치를 확인하였다.

기존의 적외선 단소자를 이용한 추적 방식은 섬광탄에 의해 많은 영향을 받지만, UV 와 IR 을 동시에 이용한 2-color 표적 추적 방식은 표적으로부터의 자외선 방사가 거의 없다는 특성을 이용하여 표적을 정확하게 검출할 수 있음을 확인하였다. 향후 연구로는 보다 다양한 배경조건에 강건한 알고리즘 개발 및 추적 루프를 포함한 동적인 시뮬레이션 틀을 구성할 예정이다.

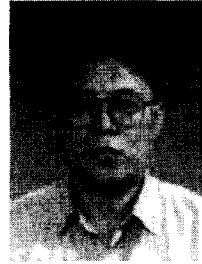
참 고 문 헌

- [1] 공군본부 편저, *현대항공무기총람*, 군사문제연구소, 1993.11
- [2] J. J. May and M. E. Van Zee, "Electro-Optic and Infrared Sensors", *Microwave Journal*, pp. 121-131, Sept. 1983.
- [3] R. D. Hudson, Jr., *Infrared Systems Engineering*, pp.235-263, John Wiley and Sons, 1969.
- [4] H. K. Hong, S. H. Han, and J. S. Choi, "Simulation of an improved reticle seeker using the segmented focal plane array", *Optical Engineering*, vol. 36, No. 3, pp. 883-888, 1997.
- [5] Piers M. De F. Forster, "Modeling Ultraviolet Radiation at the Earth's Surface. Part I: The Sensitivity of Ultraviolet Irradiances to Atmosphere Changes", *Journal of Applied Meteorology*, vol. 34, pp. 2412-2425, 1995.
- [6] H. Schwander, P. Koepke and A. Ruggaber, "Uncertainties in modeled UV irradiances due to limited accuracy and availability of input data", *Journal of Geophysical Research*, vol. 102, No. D8, pp. 9419-9429, April 1997.
- [7] R. E. Bird and C. Riordan, "Simple Solar Spectral Model for Direct and Diffuse Irradiance on Horizontal and Tilted Planes at the Earth's Surface for Cloudless Atmospheres", *Journal of Climate and Applied Meteorology*, vol. 25(1) pp. 87-97, 1986.
- [8] Bucholtz, M. and W. Ambach, "Rayleigh scattering calculations for the terrestrial atmosphere", *Applied Optics*, vol. 34(15), pp. 2765-2773, 1996.
- [9] Hamamatsu photonics K.(Solid State Division), *Opto-semiconductors Condensed Catalog*, Catalog No. KOTH0001E02, pp. 7, Mar. 1997.
- [10] 오정수, 두경수, 장성갑, 서동선, 최중수, "적외선 표적 추적 시뮬레이션을 위한 공중 표적 포착 모델링", *한국통신학회 논문집*, 제24권, 8B호, pp. 1593- 1600, 1999
- [11] F. A. Rosell, Prism Scanner, *Journal of the Optical society of America*, vol. 50, No. 6, pp. 521-526, 1960.
- [12] J. J. May, Jr. and M. E. Van Zee, Electro-Optic and Infrared Sensor, *Microwave Journal*, pp. 121-131, Sept. 1983.
- [13] Gerald C. Holst, *Electro-Optical Imaging System Performance*, SPIE Press, Washington, 1995.
- [14] Voigt, A. A., *Optical Scanning Apparatus with Two Mirrors Rotable about A Common Axis*, U. S. Patent, No. 4039246, 1977.
- [15] S. G. Jahng, H. K. Hong, and J. S. Choi. "Simulation of rosette scanning seeker and counter-countermeasure using K-means algorithm," *IEICE Trans. Fundamentals*, vol. E82-A, No. 6, pp. 987-993, 1999.
- [16] Micheal C. Dudzik, *The Infrared & Electro optical systems Handbook* vol. 4 Electro-optical System Design, Analysis, & Testing, SPIE press, 1993.

저 자 소개



杜旻秀(正會員)
 1989년 2월: 중앙대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1991년 2월: 중앙대학교 대학원 전자공학과(공학석사). 1997년 3월~1998년 2월: 한국 컴퓨터 프로그램 보호회 연구위원. 1998년 3월~현재: 중앙대학교 첨단영상전문대학원 영상공학과 박사과정. 주관심분야는 영상 신호처리, 적외선 신호처리 등



吳正秀(正會員)
 1990년 2월: 중앙대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1992년 8월: 중앙대학교 대학원 전자공학과(공학석사). 1993년 7월~1997년 1월: 신도리코 기술연구소. 1998년 3월~현재: 중앙대학교 첨단영상전문대학원 영상공학과 박사과정. 주관심분야는 적외선 신호 처리, 영상 신호 처리, 영상 신호 압축 등

張聖甲(正會員) 第37卷 SP編 第3號 參照
 현재 중앙대학교 첨단영상전문대학원 영상공학과 연구교수

洪顯基(正會員) 第37卷 SP編 第3號 參照
 현재 중앙대학교 첨단영상전문대학원 영상공학과 전임강사

徐東善(正會員) 第37卷 SP編 第3號 參照
 현재 명지대학교 전자공학과 교수

崔宗秀(正會員) 第37卷 SP編 第3號 參照
 현재 중앙대학교 첨단영상전문대학원 원장 겸 영상공학과 교수