

자외선과 적외선 대역을 이용한 2-Color 탐색기의 표적 추적

두경수, 오정수, 장성갑, 홍현기, *서동선, 최종수
중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과, *명지대학교 전자공학과

A Target Tracking of 2-color seeker using UV and IR Bands

K.S. Doo, J.S. Oh, S.G. Jahng, H.K. Hong, *D.S. Seo, J.S. Choi

Dept. of Image Eng., GSAIM, Chung-Ang Univ., *Dept. of Electronic Eng., Myong-Ji Univ.

E-mail : dooks@imagelab.cau.ac.kr

요 약

본 논문에서는 섬광탄 (flare)과 같은 공중 표적 (target)의 대응 능력 (CM; countermeasure)에 효과적으로 대처할 수 있는 2-color 탐색기의 반대응 (CCM; counter-countermeasure) 알고리즘을 제안하고자 한다. 자외선 (UV) 및 적외선 (IR) 대역을 동시에 이용하는 2-color 탐색기는 표적과 섬광탄의 방사에너지 특성을 적외선 및 자외선 대역에서 비교, 분석하여 대역별 특성을 결정한다. 이러한 특성을 이용하여 두 대역의 입력 신호로부터 효과적으로 표적 신호만을 검출, 추적함을 보인다. 또한 제안된 2-color 방식을 로제트 주사 탐색기 (rosette scan seeker)의 반대응 능력으로 이용하여 동적 시뮬레이션을 수행한다.

1. 서 론

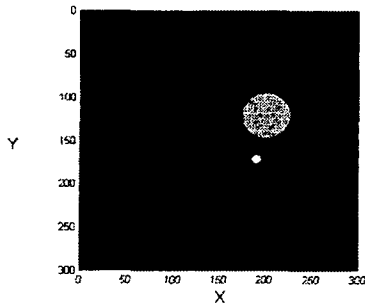
표적에 의해 운용되는 섬광탄과 같은 대응능력에 효과적으로 대처하기 위해서는 표적과 섬광탄에서 나오는 신호를 정확히 분리하여 표적 신호만을 얻어야 한다. 일반적으로 단소자 (single element) 방식의 적외선 탐색기 (infrared seeker)는 적외선 하나의 대역을 이용하여 표적 신호를 검

출한다[1]. 단소자 방식을 이용한 무게중심 기법 (moment method)은 표적과 섬광탄의 방사세기 (radiant intensity) 차이를 이용하여 표적과 섬광탄을 분리하고 표적만을 추적하는 기법이다. 그러나 발사 후 점화된 섬광탄의 세기가 표적의 방사세기와 동일한 경우, 표적과 섬광탄을 구별할 수 없다. 이를 개선하기 위한 단소자 방식의 연구로서 K-means 알고리즘, ISODATA 알고리즘을 이용한 반대응 기법 등도 연구되었다[2]. 이들 방법은 표적 신호의 검출과 추적 능력은 우수하나, 반복적인 연산으로 인한 실시간 처리 문제, 추가적으로 H/W적인 요소가 필요하여 실제 미사일 (missile)에 적용을 위해서는 많은 문제점을 가지고 있다. 이를 위해 본 논문에서는 단일 대역 사용의 한계를 극복하기 위해 서로 다른 두 개의 대역을 이용한 2-color 탐색기의 알고리즘을 제시하고, 표적 신호 검출 및 추적 능력을 검토하여, 그 우수성을 입증한다.

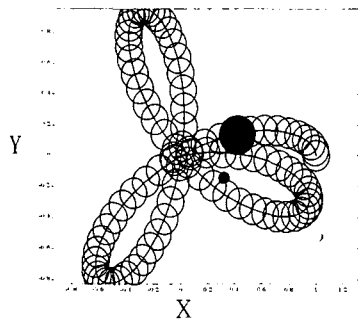
2. UV와 IR 대역의 입력 신호 및 특성

표적과 섬광탄으로부터 입력되는 신호는 각각의 대상물체가 가지고 있는 온도에 따른 방사에너

지가 입력된다. 표적은 표면온도에 의해 적외선 대역의 에너지를 주로 방사하는 반면, 섬광탄은 적외선 및 자외선 대역에서 에너지를 방사한다. 본 논문에서는 표적의 온도를 1200K, 섬광탄의 온도를 2000K로 가정하였다. 또한 방사되는 에너지는 면적에 비례하므로, 먼저 발사 후 발화되어 최고 온도에 도달한 섬광탄의 면적을 1035cm^2 로 설정한다. 한편 자외선과 적외선은 고도에 따른 감쇄물질의 밀도에 따라 지상에 입사되는 에너지량이 다르므로, 해면고도 1~1.5km에서의 대기 투과율을 적용하여 에너지량을 계산한다[3].



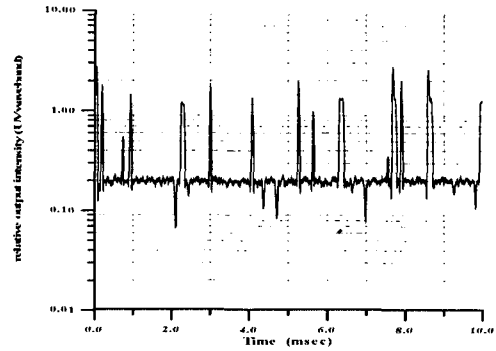
(a) 표적과 섬광탄이 존재하는 입력영상



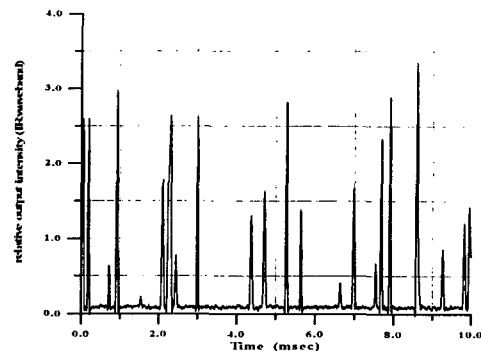
(b) 로켓 패턴.

그림 1. 입력 영상과 로켓 패턴

그림 1(a)는 표적과 섬광탄의 입력 신호를 얻기 위한 300×300 의 가상 영상이다. 그림 1(b)는 로켓 주사 탐색기의 로켓 패턴 (rosette pattern)으로서, 검출기가 로켓 패턴을 따라서 전체 시계 (TFOV; Total Field Of View)를 주사하는 것처럼 표적의 정보를 2차원 주사 영상으로 제공한다.



(a) UV 대역의 입력 신호



(b) IR 대역의 입력 신호

그림 2. 자외선 및 적외선 대역에서의 입력 신호

그림 2는 자외선 및 적외선 대역에서 표적 및 섬광탄으로부터 입력된 에너지를 펄스형태로 변환한 것이다. 한편 임의의 시간에 있어 순시시계 (IFOV; Instantaneous Field Of View)에 입력되는 신호는 자외선 및 적외선 검출기에 동시에 입력된다. 표적 신호 검출은 검출기로부터 입력되는 펄스의 특성을 이용하여 표적의 위치를 추정하게 된다. 동일한 위치에서 두 개 대역의 펄스가 각각의 기준레벨 (reference level)을 중심으로 서로 반대 특성이라면 표적 신호로 인식하며, 두 개 대역의 펄스가 서로 동일 특성이라면 표적 이외의 물체로 인식한다. 표 1은 검출기로 입력되는 펄스신호의 특성을 보여주고 있다. 적외선 대역에서는 표적 및 섬광탄은 모두 맑은 하늘 (clear sky)에 의해 방사되는 에너지보다도 큰 값

을 가지고 있으므로 양(+)의 특성을 나타낸다. 반면 자외선 대역에서는 표적 신호가 맑은 하늘에 비해 적은 에너지를 방사하므로 음(-)의 특성을, 섬광탄은 이보다 큰 에너지를 방사하고 있으므로 양(+)의 특성을 나타낸다. 기준 레벨을 중심으로 아래와 같은 펄스 특성을 검출한다.

표 1. 입력 펄스의 특성.

	Target	Flare	Cloud
IR	+	+	+
UV	-	+	+
Feature	Enable	Disable	Disable

3. 표적 신호 검출

입력신호로부터 특성을 추출하기 위해서는 UV 및 IR 대역 펄스의 기준레벨(reference level)을 설정하여야 한다. 그러나 잡음의 영향으로 기준레벨 설정이 어렵다. 즉, 기준레벨이 잘못 설정된다면, 앞서 언급한 표 1의 특성이 올바르게 나타나지 않게 되어 표적 이외의 신호가 표적 신호로 인식되게 된다. 입력된 펄스 신호로부터 펄스의 특징 추출을 위한 기준 레벨선정은 다음과 같이 수행된다.

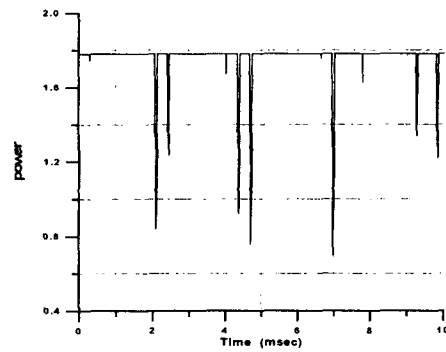
step 1: 한 주기 동안에 입력되는 UV 및 IR 신호의 최대값과 최소값을 선형적으로 양자화.

step 2: 양자화된 신호는 히스토그램 기법을 이용하여 가장 빈도수가 높은 bin을 선택.

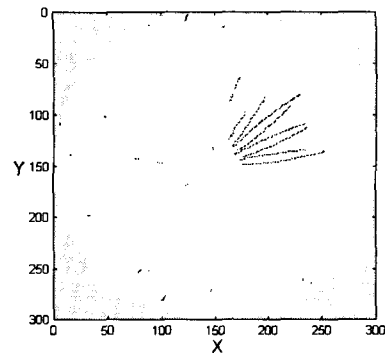
step 3: 가장 빈도수가 많은 신호레벨을 맑은 하늘에 의해 입력된 평균 신호레벨로 설정한다. 이를 통하여 기준레벨을 설정하고, 표 1의 입력 신호 특성을 이용하여, 그림 3의 표적 신호만을 검출한다.

4. 표적 추적을 위한 동적 시뮬레이션

모의실험에서는 표적의 초기위치를 $(x,y)=(0.6,0.6)$



(a) 검출된 표적 신호



(b) 2차원으로 재구성된 표적 신호

그림 3. 검출된 표적 신호.

로 설정하며, 이동속도는 각각 $(x,y)=(+1,+0.5)$ scale/sec로 설정하였다. 섬광탄은 표적 추적이 이루어진 후 0.3초 후에 발사되며, 표적에서 발사되는 섬광탄은 발사 속도와 표적의 비행 속도에 의해 표적으로부터 떨어진 거리에서 발화된다. 이동속도는 $A(x,y)=(-0.1,-0.1)$ scale/sec, $B(x,y)=(+0.1,-0.1)$ s/sec로 2개를 설정한다. 섬광탄의 초기위치는 표적 추적 후 0.3초 후의 표적의 위치로부터 x, y축 방향으로 0.2 떨어진 지점에서 발화된다. 그림 4는 표적 및 섬광탄의 궤적으로, 직선 궤적을 따라서 움직인다. 그림 5는 표적 및 섬광탄의 궤적에 따른 추적오차 곡선이다. 그림 5(a)는 섬광탄 A와 B가 동시에 발사된 경우의 추적 오차 곡선이며, (b)는 섬광탄 A와 B가 0.1초 간격으로 순차적으로 투하된 경우이다.

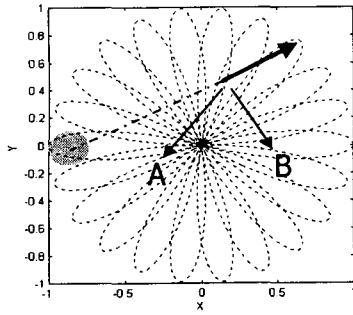
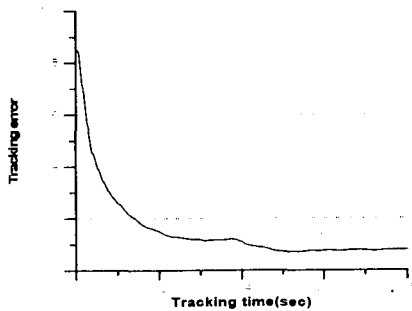
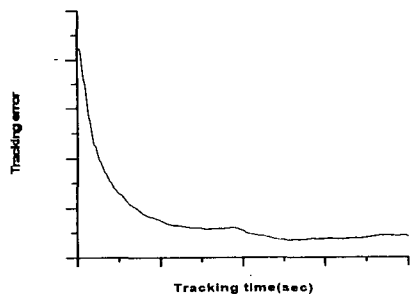


그림 4. 표적과 섬광탄의 궤적.

어떠한 경우에도 일정시간이 경과한 후, 일정 오차에 수렴하며, 섬광탄의 영향을 받지 않고 표적의 중심을 계산, 표적을 추적해 감을 알 수 있다. 그림 6은 2차원 공간상에서의 교전 시나리오(engagement scenario)를 통하여 표적 추적 능력을 평가하기 위해 제안된 탐색기의 2차원 추적 시뮬레이션을 수행한 결과이다.

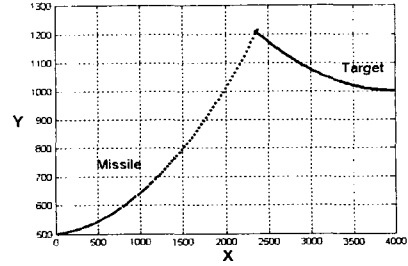


(a) 섬광탄의 동시발사

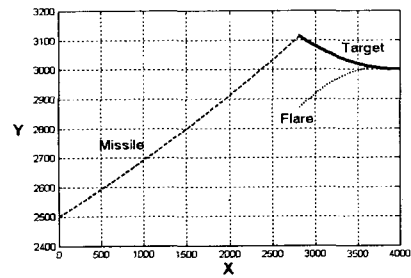


(b) 섬광탄의 순차발사

그림 5. 섬광탄의 궤적에 따른 추적 오차 곡선.



(a) 섬광탄이 존재하지 않는 경우



(b) 섬광탄이 존재하는 경우

그림 6. 교전 시나리오를 통한 표적추적 능력.

그림 6(a)는 섬광탄이 존재하지 않는 경우의 추적 결과이며, 표적을 잘 추적하고 있다. (b)는 섬광탄이 존재하는 경우의 추적 결과이며, 표적 추적 후 1 초 후에 섬광탄이 발사되며, 역시 섬광탄의 영향을 받지 않고 표적을 추적하고 있다.

Acknowledgment:

본 연구는 교육부의 BK21 사업과 국가지정연구실 (NRL)에 의한 지원으로 수행된 결과입니다.

참고문헌

[1] 공군본부 편저, 현대항공무기총람, 군사문제연구소, 1993.11.
 [2] M. C. Dudzik, The Infrared & Electro optical systems Handbook vol.4 SPIE press, 1993.
 [3] G.C.Holst, Electro-Optical Imaging System Performance, SPIE Press, Washington, 1995.