

시야 확장형 적외선카메라 설계

이용춘* · 송천호* · 김상운* · 김영길**

*한화시스템 · **아주대학교

Design of Infrared Camera for Extended Field of View

Yong-chun Lee* · Chun-ho Song* · Sang-woon Kim* · Young-kil Kim**

*Hanwha Systems · **Ajou University

E-mail : iamichun@ajou.ac.kr

요 약

장거리 관측용 카메라의 일반적인 운용방법은 광각에서 표적에 대한 탐지를 하며, 망원으로 표적에 대한 인지/식별을 하게 된다. 탐지/인지거리 성능은 방산용 적외선카메라의 성능을 평가하는 중요한 항목이다. 탐지거리 성능이 증가하려면 카메라의 시야가 좁아져야 하고, 좁은 시야각으로 인하여 표적을 찾게 될 확률이 상대적으로 낮아지게 된다.

본 연구에서는 탐지거리 성능을 유지하면서 넓은 시야각을 제공하여 표적에 대한 탐색을 용이하게 할 수 있는 방안을 검토하였다. 그리고 M&S 및 최적화 설계를 통하여 시야 확장형 적외선카메라를 제작하고 시험한 결과를 정리하였다.

ABSTRACT

Typical operating method for long-range observation cameras are to detect the target at a wide angle of view and to recognize/identify the target with a telephoto angle of view. And the detection/recognition range performance is an important item to evaluate the performance of the defense infrared camera. To increased the detection range performance, the camera's field of view should be narrowed. Due to the narrow field of view, the probability of finding target is relatively low.

In this paper, we propose a method to search for target by providing a wide angle view while maintaining detection range performance. M&S and optimized design were used to develop infrared camera with extended field of view and the results of the test summarized.

키워드

Infrared camera, Extended wide FOV, Detection/Recognition range

1. 서 론

대공감시용 카메라의 경우 표적에 대한 탐지/인지를 위해 이중시계 이상의 구조를 가진다. 광시계에서 대공 감시 중 이상물체가 탐지되면 협시계로 전환한 후 이상물체에 대하여 인지/식별을 해야 한다.

카메라의 경우 넓은 지역을 관측하기 위해서 광시계 시야각이 커져야 하며, 시야각이 클수록

탐지거리 성능을 저하시키게 된다. 반면 탐지거리 성능을 향상시키기 위해서 시야각을 좁히게 되면 관측지역이 협소해지며, 장비의 크기도 증가하게 되는 단점이 발생한다.

본 논문에서 넓은 지역을 관측하면서도 탐지거리 성능 저하가 없는 시야 확장 방안을 제안하였다. 그리고 시야 확장 기능을 보유한 이중시계 적외선 카메라 설계 및 제작을 통하여 대공감시 용도로 적합한지 검증을 하였다.

II. 본 론

2.1. 시계별 탐지거리 성능 분석

대공감시 카메라에 대한 거리성능 요구사항이 할당되면 요구사항 충족을 위한 M&S를 수행하게 되며, 그 결과를 가지고 카메라의 시계를 결정하게 된다.

적외선 카메라의 경우 NVTherm IP를 통하여 거리성능 M&S를 수행하게 되며, 시계에 따른 분석결과는 아래와 같이 나타난다.

표 1. 시계별 탐지거리 및 렌즈크기 분석

표적	시계	초점거리 (mm)	렌즈 (mm)	탐지 (Km)
항공기 3.5mx3.5m dT 10°C	2.5° x1.8°	219	55	12.84
	2.8° x2.1°	196	49	12.62
	3.1° x2.3°	177	44	12.40

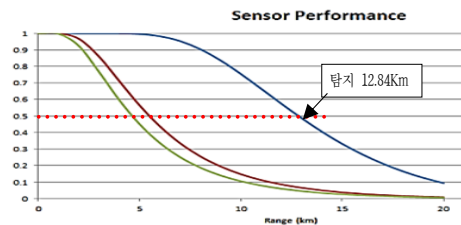


그림 1. 탐지거리 성능 M&S 결과

표 1에서 분석한 바와 같이 시계가 작아질수록 탐지거리 성능은 향상되나 렌즈 크기는 증가하는 것을 확인할 수 있다.

2.2. 시야 확장 방안 분석

M&S를 통해 결정된 시계에서 표적 탐색이 용이하도록 시야 확장 방안에 대하여 검토하였다.

2.2.1 연속 회전 방식의 촬영 방안

그림2와 같이 적외선 카메라를 연속적으로 영상 번짐 없을 정도의 속도로 회전하면서 외부 영상을 획득하는 방법이다.

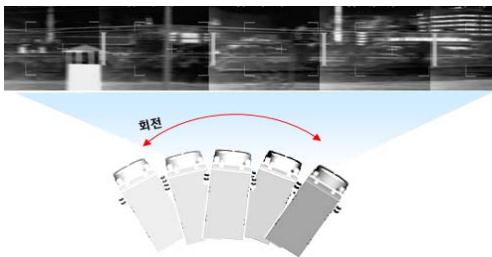


그림 2. 연속회전을 통한 촬영

2.2.2 회전-멈춤-회전 방식의 촬영 방안

그림 3과 같이 카메라를 일정각도로 구동 후 촬영 방식으로 영상을 획득하는 방법이다.

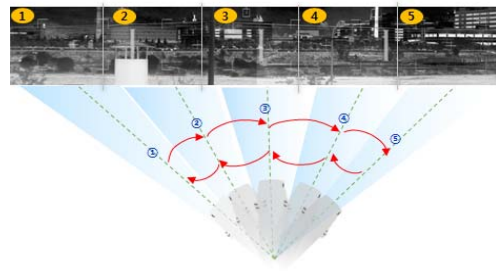


그림 3. 회전-멈춤 방식을 통한 촬영

2.2.3 스캔 방식의 촬영 방안

그림 4와 같이 카메라는 촬영간 고정되어 있고 소형 구동조립체를 통하여 영상을 획득하는 방법이다.

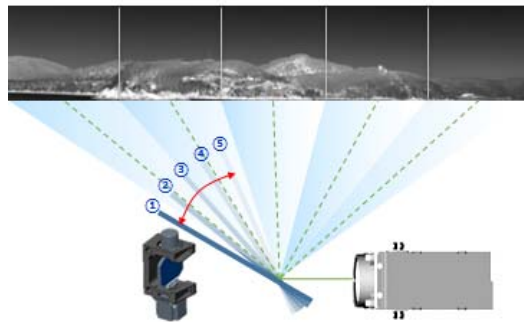


그림 4. 스캔 방식을 통한 촬영

위에서 제시한 방법에 대하여 비교 요약하면 다음 표와 같다.

표 2. 시야 확장 방식 비교 요약

구분	연속회전	회전-멈춤	스캔
영상 갱신속도	0.2Hz이하 (영상번짐없는수준)	0.74Hz	4Hz

※ 측정 기준

- 적외선 카메라 노출 20ms 고정 적용
- 가로시계 45° 획득 기준

고속 비행하는 표적들을 관측하기 위해서는 영상 갱신속도가 빨라야 하며, 위에서 제시한 방안 중에 스캔 방식을 통한 영상 획득방안이 대공감시 용도로 적합함을 알 수 있다.

2.3. 적외선 카메라 설계

이중시계를 가진 적외선 카메라에서 일반적인 굴절광학계의 경우 협시계 렌즈 크기로 인하여 스캔 구동조립체의 미러가 커지게 된다. 이를 위해서 이중시계의 광 경로를 분리하고, 광시계 경로상에 스캔 구동조립체를 배치함으로써 미러의 크기를 축소하는 방안을 선택하였다.

광 경로 분리형태의 광학계 분석결과

MTF(Modulation Transfer Function)의 경우 Nyquist frequency(약 33 cycle/mm)에서 회절한계와 근사하게 구현되었으며, 왜곡수차도 협시계 0.6%, 광시계 기준 -0.2% 수준으로 분석이 되었다.

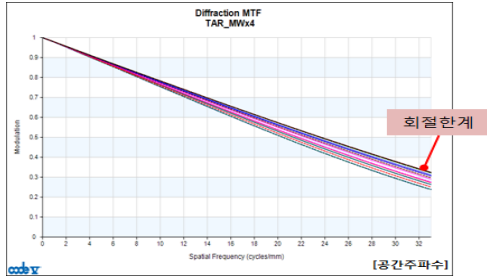


그림 6. MTF 분석결과

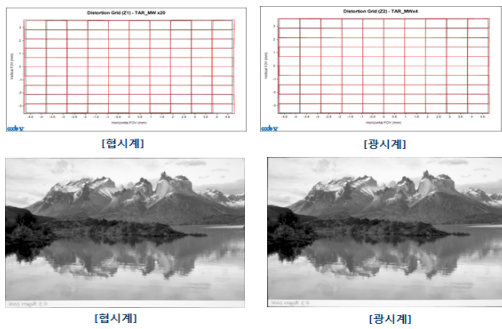


그림 7. 왜곡수차 분석결과

광학/기구 분석을 통하여 설계된 적외선카메라의 형상 모델링 결과는 그림 8과 같다.

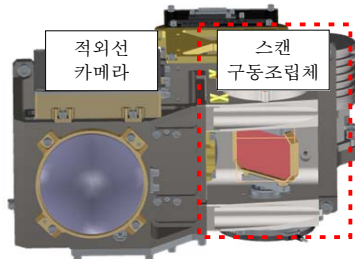


그림 8. 적외선 카메라 모델링 결과

III. 결 론

본 논문은 탐지거리 성능을 유지하면서 시야 확장을 통해 관측영역을 넓힐 수 있는 카메라 설계 방법에 대하여 논하였으며, 영상 갱신을 고려하여 스캔 방식을 구조를 채택하게 되었다. 스캔 구동방식을 적용하여 적외선 카메라 제작하였으며, 대공감시 용도로 운용성 검증 간에 획득한 이미지는 그림 9와 같다.

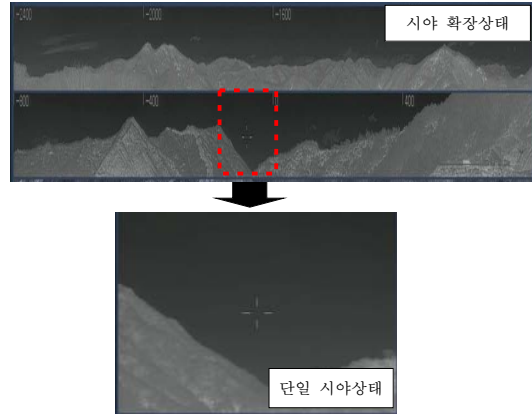


그림 9. 시야 확장형 적외선카메라 영상 획득

그림 9에서 보는 바와 같이 단일 시야상태 대비 시야 확장상태가 넓은 지역을 한 번에 볼 수 있어 대공감시 용도로 우위에 있음을 확인하였다. 해당 카메라는 시야확장 상태에서 대공감시 용도로 운용을 하다가 이상 물체가 탐지되면 단일 시야상태로 천이한 후 광시계 또는 협시계에서 이상 물체에 대한 영상 관독을 수행할 수 있다. 이러한 방식의 적외선 카메라는 향후 대공감시 장비에서 활용도를 높일 수 있을 것 이라고 예상된다.

시야 확장형 적외선 카메라의 분석/설계/제작을 통하여 운용적인 측면은 검증을 하였으나, 단일 시야에서 탐지거리 M&S를 통하여 나온 수치를 추후 관측시험을 통하여 검증을 할 예정이다.

참고문헌

[1] Luigi Enrico Guzzetti, Infrared Search and Track and Imaging System:testing in the laboratory and during flight, Infrared Imaging Systems:Design, Analysis, Modeling, and Testing XX, SPIE, 7300S, 2009
 [2] Ronald G. Driggers, Introduction to INFRARED and ELECTRO OPTICAL SYSTEMS, Artech House, 321, 1999
 [3] https://www.ida.org/idamedia/Corporate/Files/Publications/IDA_Documents/SED/ida-document-d-4642.pdf