

코릴레이션 필터를 이용한 적외선영상에서의 레이저 신호 검출

문시현¹

¹ 한국공학대학교 메카트로닉스공학부 학부생

Wildcard1719@gmail.com

Laser Signal Detection in Infrared Images Using Correlation Filter

Si-Hyun-Mun¹

¹Dept. of Mechatronics Engineering, TUKorea

요 약

보병이 레이저로 표적을 지시하고 원격사격통제체계가 타격하는 방식의 유무인 복합체계에서 전자광학 추적장비를 통한 표적지시용 레이저 검출은 필수적이다. 이를 위해 본 연구에서는 영상 기반 코릴레이션 필터를 통해 적외선 레이저를 기존의 색상기반, 기계학습 등의 기법보다 효과적으로 검출하는 방법을 구현하였다. 또한 실험을 통해 주간에는 직사광선 노이즈를 효과적으로 제거하고 200mw 출력의 적외선 레이저를 10-20m 거리에서 검출, 노이즈가 없는 야간에는 100m 이상의 거리에서 안정적으로 검출하는 것을 확인하였다. 이를 통하여 원격사격통제체계의 전자광학 추적장비를 통한 표적지시 레이저 검출 및 추적 구현의 기반을 마련하였다.

1. 서론

레이저는 군사, 로봇분야부터 일반적인 프레젠테이션 포인터까지 많은 분야에서 사용되고 있으며 특히 특정한 표적을 지시하는 용도로 널리 활용되고 있다. 이를 카메라와 컴퓨터 비전으로 검출하고 응용하는 연구는 이전부터 진행되어 왔지만 대부분의 연구에서 ML [1], 색상 기반[2] 방식 등의 방법에 그쳐 있고 특히 야외와 같은 직사광선 환경에서의 레이저 검출은 민간 부분에서 연구를 찾아보기 힘들다. 본 연구에서는 레이저를 특정 주파수로 점멸하고 영상을 통해 동일한 주파수의 정현파와 영상신호를 코릴레이션 하는 일련의 필터를 구현하여 종전의 방법보다 강력하고 야외에서도 적용이 가능한 레이저 신호 검출방법을 제시하고자 한다.

2. 코릴레이션 필터 구현

본 논문에서 제시하는 필터는 미분부, 콘볼루션부, 적분부로 크게 3 가지로 나뉘어져 있다. 그림 1 에는 필터의 구조도가 나와있다. 레이저 신호가 포함된 영상을 입력 받은 필터는 미분부에서 현재 이미지와 이전 이미지의 밝기 값의 차이를 산출한다. 따라서 직사광선과 같은 밝기가 고정된 광원은 미분부에서

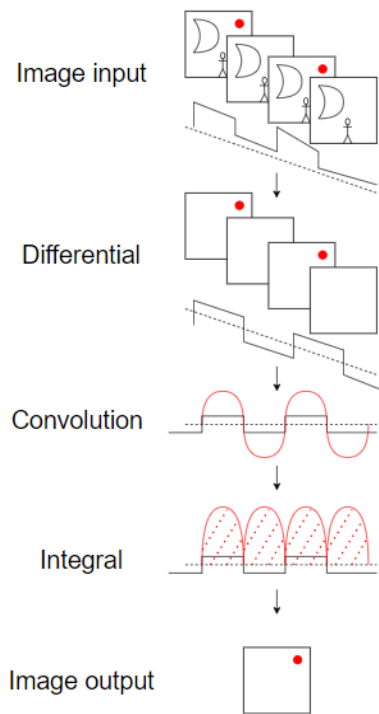


그림 1. 필터의 구조도

제거된다. 콘볼루션부는 미분부를 거친 밝기 변화율 이미지를 레이저 신호와 같은 주파수의 정현파와 곱

한다. 적분부에서는 정현파와 곱해진 각각의 이미지를 정해진 만큼 적분하여 하나의 이미지로 만들고 이 이미지에서의 극소 또는 극댓값의 위치를 구하면 레이저의 신호의 위치를 검출할 수 있다.

3. 레이저 검출 시험

필터의 실제 작동을 확인하기 위해 직사광선이 있는 야외 환경에서 200mw 출력의 940nm 레이저를 라즈베리파이 싱글 보드 컴퓨터에 장착된 적외선 카메라로 검출하는 시험을 진행했다. 레이저는 카메라로부터 10m 떨어진 음지에 점멸 되었으며 그림 2 는 당시 적외선 카메라의 영상이다. 그림 3 은 미분부를 거친 후의 영상이며 그림 4 에 콘볼루션과 적분을 거친 후 강조된 레이저신호가 나타나 있다. 추가적인 시험에서는 직사광선 노이즈가 적은 야간에 다양한 거리에서 동일한 레이저신호를 안정적으로 검출하는 것을 확인하였다.



그림 2. 직사광선 노이즈가 포함된 적외선 영상

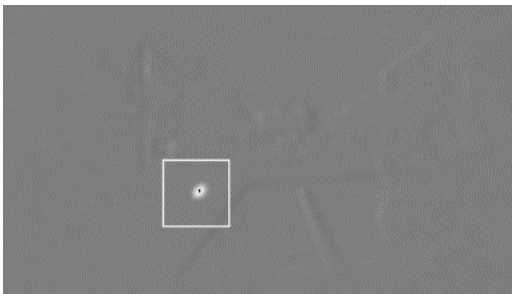


그림 3. 영상의 밝기 변화율

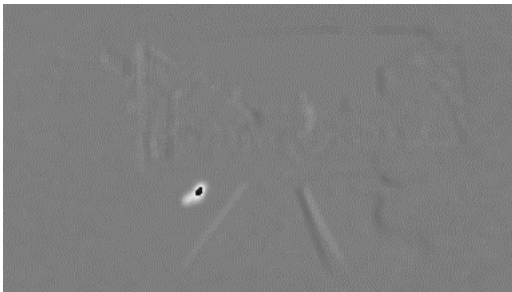


그림 4. 콘볼루션과 적분을 거친 최종 영상

4. 필터의 특성과 한계, 보완방안

제시한 필터의 가장 큰 특성 중 하나는 그림 5 처럼 광원이나 카메라가 움직여 영상에서의 광원 위치가 변하면 광원의 궤적을 따라 노이즈가 생성된다는 것이다.

이는 각 픽셀별로 필터링을 하기 때문인데, 영상이 고해상도일수록 광원의 테두리에서 심하게 발생한다. 이는 이미지의 적분 횟수를 높이면 레이저의 신호가 더욱 강조되어 해소가 가능하나 레이저 신호가 일정 이상 적분 될 때까지 레이저를 인식하는 시간이 증가하는 것을 확인하였다. 또한 레이저의 점멸주파수와 콘볼루션 하는 정현파의 주파수가 정확하게 일치하지 않아 필터의 출력영상에서 레이저 신호가 맥놀이현상을 보이기도 하며 이는 레이저의 점멸 주파수와 카메라의 샘플링속도를 높이고 통신을 이용한 점멸 타이밍 동기화 또는 캘리브레이션을 통해 확실하게 해결이 가능할 것으로 보여 진다.

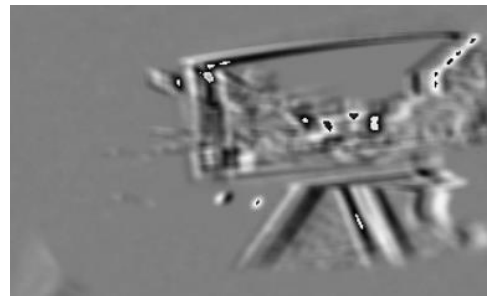


그림 5. 카메라 이동시 광원이 생성하는 노이즈

5. 결론

본 논문에서는 적외선 레이저 신호 검출을 위한 코릴레이션 필터를 제시하고 구현하여 야외에서도 적외선영상에서 레이저 신호를 안정적으로 검출하였으며 검출방식의 특성과 단점을 찾고 보완 방안을 제시하였다. 레이저출력이나 카메라의 과장 대역필터의 성능에 따라 더욱 높은 성능을 기대할 수 있을 것으로 예상되며 이는 전자광학 추적장비의 적외선 영상에서 보병의 레이저 지시를 검출하는 등 군사용 목적 뿐 아니라 로봇 또는 사무용품등 다양한 분야에 적용이 가능할 것으로 보여 진다.

※ 본 프로젝트는 과학기술정보통신부 정보통신창의 인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT 멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

- [1] 정찬웅 외 2 명, 인간-컴퓨터 상호작용을 위한 신경망 알고리즘기반 레이저포인터 검출, 한국산업정보학회논문지, 제 16 권, 제 1 호, 21-30 쪽, 2011 년
- [2] 강성관 외 3 명, 상황기반의 실시간 레이저 포인터 검출과 추적, 디지털융복합연구, 제 10 권, 제 2 호, 211-216 쪽, 2012 년