

적외선 이미지 기반 야간 보행자 인식

이종규[○], 강선^{*}, 박경춘^{*}, 신현철^{*}

[○]한양대학교 전자 및 통신공학

e-mail : whdrb86@hanyang.ac.kr[○], nagangsun@nate.com^{*},

kcpark1011@hanyang.ac.kr^{*}, shin@hanyang.ac.kr^{*}

Night-Time Pedestrian Detection Techniques by Using Thermal Images

Jongkyu Lee[○], Sun Kang^{*}, Jingchun Piao^{*}, Hyunchul Shin^{*}

[○]Department of Electronics & Communication Engineering, Hanyang University

● 요약 ●

본 논문에서는 야간에 보행자인식의 성능 향상을 위한 효율적인 인식 방법을 제안한다. 이 논문은 야간에 차량에 비치된 Thermal Camera를 이용하여 적외선 영상을 얻은 후, 적응적 thresholding, Histogram Equalization, Morphology Operation, Labelling, HOG 및 SVM Training 방법을 사용하여 보행자의 인식율을 높이도록 하였다. 3830개의 training 영상을 사용하였으며 실험결과 우수한 인식 결과를 얻었다.

키워드: Pedestrian Detection, Thermal Image, HOG, SVM

I. 서론

국내의 교통사고는 사고건수와 사망자수가 지속적으로 감소하고 있는 추세이나, 야간 교통사고는 주간에 비해 증가하고 큰 폭으로 증가하고 있다. 야간 교통사고를 줄이기 위해서는 운전자에 안전 수칙 준수 혹은 예방 교육이 첫 번째로 필요로 하지만 시야가 보이지 않아서, 혹은 안개가 많이 끼어서 보행자 인식이 어려울 때 사고가 많이 일어난다. 이러한 경우 때문에 많은 회사 혹은 관련 기관들이 thermal camera를 이용하여 운전자의 시야확보를 하기 위해 많은 개발을 하고 있다.

Thermal camera는 외부로부터 빛의 공급이 없이도 물체가 방사하는 복사 에너지를 모아 적절한 변환을 통해 가시화하여 쉽게 인식할 수 있도록 만들어 주는 장비이다[3]. 가시광선의 유무나 반사되는 빛의 세기 차이로 관측하는 기존의 영상장비와는 다르다.

모든 물체는 절대온도 0도(-273℃)이상에서 물질을 이루고 있는 기본 단위인 원자들이 미소한 진동을 하고 있다. 이러한 원자들의 진동 에너지가 적외선 영역의 에너지와 동일하기 때문에 모든 물체는 적외선을 방출하고 있다. 그리고 온도가 높으면 높을수록 더 많은 양의 적외선이 발산하게 되는데 이는 야간에 보행자 인식을 가능하게 한다[4].

하지만 안개가 겹거나 비가 오는 환경에서는 보통 날씨가 맑을 때 보다 성능이 떨어지고, 보행자 혹은 다른 열이 있는 물체를 관찰하기에는 밝기의 세기가 떨어져서 보이는 구간이 짧아진다는 단점이 있다.

II. 본론

1. 시스템 구조

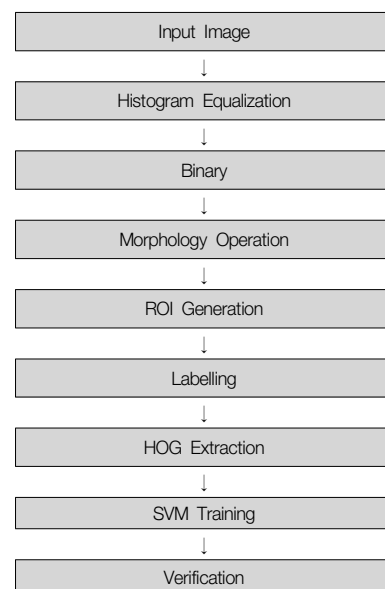


그림1. 시스템 다이어그램

야간에 thermal camera를 이용하여 보행자는 찾는 과정은 그림 1과 같다. 다음으로 각 픽셀에 threshold 값들이 고르지 않으므로 histogram equalization 과정을 거쳐 픽셀수를 골고루 변환시켜 밝은 부분은 훨씬 더 밝게 변환시켜주어서 찾고자 하는 이미지의 정보를 더 정확히 찾아준다. 그다음 binary 과정을 통하여 이미지의 밝은 영역만 남긴다. Morphology operation을 통해서 잡음들 제거해 준다. 한 이미지에서 보면 위 아래로 1/4지점은 하늘과 자동차 밑 부분 이므로 보행자가 있을 확률은 매우 희박하다. 해서 ROI 설정을 해줘 위아래 1/4지점만 영상처리를 한다. 이 부분만 labelling을 하여 일정 threshold 값을 추출한다. 보행자를 인식하기 위한 방법으로 HOG 특징을 이용해 SVM training 을 통해 보행자를 최종적으로 확인한다. 이 과정을 다시verification을 한다[1].

2. 시스템 설명

가. Input 이미지

Thermal camera 로 얻은 이미지를 사용하며, 그림 2와 같이 온도가 높은 부분은 밝게 온도가 낮은 부분은 어둡게 표시된다.



그림 2. Input 이미지

나. Histogram Equalization

Histogram equalization은 이미지의 픽셀을 골고루 재배열하는 과정으로써, 이미지의 선명도가 histogram equalization 하기전보다 훨씬 더 선명해져서 영상처리 하는데 보다 정확한 값을 나타낼 수 있는 과정이다. 그림1보다 그림2가 더 밝고 선명해진 것을 볼 수 있다[1],[6].



그림 3. Histogram Equalization 이미지

다. Binary

그림 4와 그림5는 threshold 값이 230, 250일 때의 이진화 이미지를 보여준다. threshold 값이 230일 경우 보행자만 아니라 주위 배경까지 이진화 되고 250일 경우 보행자 부분이 선명하지 않다. 본 논문에서는 threshold 값을 임의로 정하여 이진화 하지 않고 영상에서의 픽셀 밝기 값의 최대치 (IH)과 평균 밝기값(IM)을 이용한 수식 $T=0.2 IM + 0.8 IH$ 을 이용한 적응적 threshold 로 이진화 과정을 수행하였다 [1]. 그림 6은 적응적 threshold 가 248 일 때의 이진화 이미지를 보여준다 [6]. 그림 6에서 그림 4와 그림 5보다 더 명확한 이진화 결과를 볼 수 있다.



그림 4. 이진화 이미지(Threshold=230)



그림 5. 이진화 이미지(Threshold=250)



그림 6. 이진화 이미지(Adaptive threshold)

라. Morphology Operation

Binary 과정에서 잡음이 발생하므로 morphology operation의 침식, 팽창 과정을 거치면 그림7와 같이 되는데, 그림6과 비교를 하면 잡음이 제거가 된다[6].

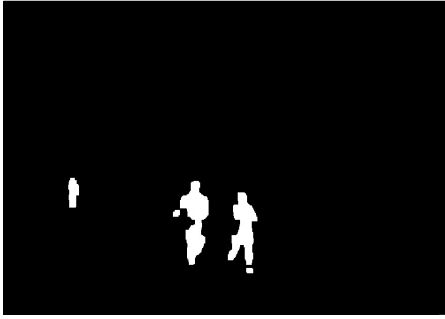


그림 7. Morphology Operation 이미지

마. ROI 설정

Region Of Interest(ROI)은 보행자가 있을 지역을 설정해줘서 설정된 부분만 영상처리를 한다. 그림8에ROI는 위아래로 120픽셀, 좌우로 320픽셀로 설정하여 영상처리를 했다.



그림 8. ROI 설정 이미지

바. Labelling

Labelling은 ROI 영역 안에서 과정을 수행한다. 그림 8에서 초록색 부분이 labelling 영역이다. 그림7에서 morphology 시킨 영역에 ROI영역을 설정해서 그 부분 만 labelling 시켰다[6].

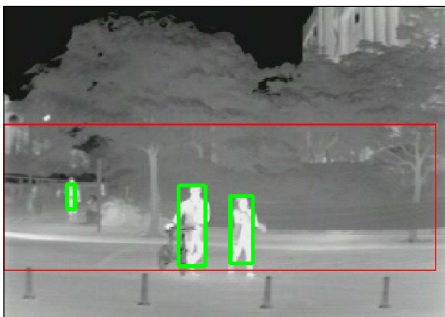


그림 9. Labelling 이미지

사. HOG

Histogram of Oriented Gradients(HOG)는 한 이미지에서 일

정 크기 셀 단위로 스캔하면서 셀 단위에 들어있는 픽셀들의 기울기의 방향과 magnitude를 통계하여 histogram을 만들어서 이미지의 특징으로 이용한다. 밝기 값이 갑자기 변하는 곳에서 밝기 차이로 인한 기울기의 방향과 magnitude의 histogram을 이용한 것이다. labelling 된 영역의 보행자가 HOG 추출을 거치면 보행자인 이미지는 positive 이미지(그림10)로 분류, 보행자가 아닌 이미지는 negative 이미지(그림11)로 분류한다[2],[5].

아. SVM Training

Support Vector Machine(SVM)은 두 그룹에서 각각의 데이터 간 거리를 측정하여 두 그룹을 분류하는 방법이며 두 그룹에서 분류해 낼 sample에 대해서 error가 가장 작은 maximal marginal hyperplane 찾는 것이다. 보행자 인식을 하기위해 보행자인 positive와 비보행자인 negative를 분류를 통해서 maximal marginal hyperplane 찾을 수 있다.

III. 실험

보행자를 인식하기 위해서 HOG 알고리즘 및 SVM을 사용했다. 인식을 위해 training을 positive 이미지 1362개, negative 이미지 2428개를 사용했다. 실험에는 positive 이미지 1000개와 negative 이미지 2000개를 사용했다. 그 결과 총 3000개 이미지 중 2403개의 이미지를 인식하여 80%의 인식률을 보여주었다.



그림 10. Positive Sample 이미지



그림11 . Negative Sample 이미지

표 1. Training 이미지 & 인식 결과

Training Images	Positive Images	Negative Images
3830	1362	2468
Test Images	Verified	Recognition Rate
3000	2403	80%

IV. 결론

이 논문에서 thermal camera를 이용한 야간 보행자 인식하는 기술을 구현하였다. 이 과정들에서 여러 보행자의 특징을 추출하여 선택하였고, 보행자 인식은 HOG 및 SVM을 통해 인식했다. 실험결과 보행자가 한명일 경우에는 인식률이 좋지만 두 명이상 붙어있을 경우 한명보다 낮게 인식이 된다. 이러한 문제점을 개선하기 위해 일상에서 쓰는 보통카메라와 결합 또는 실시간 보행자 추적하는 것을 보완할 계획이다.

V. Acknowledgment

본 연구는 지식경제부 및 한양대학교 IDEC 플랫폼 센터의 지원으로 수행하였음.

참고문헌

- [1] F. Xu, X. Liu, and K. Fujimura, "Pedestrian Detection And Tracking With Night Vision," IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 6, no. 1, pp. 63-71, Mar. 2005
- [2] S. Chang; F. Yang; W. Wu; Y. Cho; S.Chen; , "Nighttime pedestrian detection using thermal imaging based on HOG feature," 2011 International Conference on System Science and Engineering (ICSSE), , pp.694-698, Jun. 2011
- [3] O. Daniel. A. Escalera. J. Armingol. "Detection and tracking of pedestrians in infrared images," 2009 3rd International Conference on Signals, Circuits and Systems (SCS), pp.1-6, Nov. 2009
- [4] K. Wai , N. Poi , K. Chu and S. Way, "An Effective Trespasser Detection System Using Thermal Camera," Second International Conference on Computer Research and Development, pp.702-706, May. 2010
- [5] N. Dalal and B. Triggs, "Histograms of Oriented Gradients for Human Detection," IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), vol. 1, pp.886-893, Jun. 2005
- [6] www.opencv.co.kr