

대비 개선 기법을 이용한 야간 보행자 검출

한태영, *송병철
 인하대학교
 *bcsong@inha.ac.kr

Night Vision Pedestrian Detection using Contrast Enhancement Algorithm

Tae Young Han, *Byung Cheol Song
 Inha University

요 약

보행자 인식을 위한 컴퓨터 비전 알고리즘은 야간 상황과 같이 저조도 환경에서는 인식 성능이 떨어지고 있다. 이로 인하여 최근 저조도 환경에서 촬영된 영상으로 야간 상황에서 객체 인식 성능을 높이는 기법들이 연구되고 있다. 야간 환경은 주간 환경과는 다르게 광량이 적기 때문에 인간의 시각으로도 객체 인식에 어려움이 있고 일반적인 카메라로 촬영된 영상으로 객체 인식이 어렵다. 최근에는 NIR 카메라를 이용하여 촬영된 영상으로 야간 보행자 인식 알고리즘이 개발되고 있으나, 인식률과 객체 인식 가능 거리 및 범위가 한정적이다. 또한 기존의 야간 보행자 검출 기법들은 방대한 연산량이 필요하기 때문에 실시간 객체 인식이 불가능하다. 본 논문에서는 NIR 카메라로부터 촬영된 영상으로 preprocessing 후 ACF(Aggregated Channel Feature)를 이용하여 최근 연구되고 있는 카메라 움직임이 있는 야간 환경에서 보행자 인식 알고리즘을 PC 및 TK1 Board 환경에서 구현하고 객체 인식률을 높인다.

1. 서론

보행자 안전 사고가 지속적으로 발생하는 상황에서 비상시 브레이크가 자동으로 작동하는 AEB(Automatic Emergency Braking)가 미국에 이어 우리나라도 의무화할 예정인 가운데 AEB에 대한 관심이 증가하고 새로운 안전 기준 강화에 따라 대응책 마련이 시급해졌다. 현재 AEB 시스템의 경우, 영상 처리 모듈 이외에 레이더, 라이다 등의 모듈이 포함되어 있기 때문에 가격 인상이 불가피하다. 또한 국내 제조사의 경우 가격 인상으로 인해 현재 AEB를 탑재한 차량이 거의 없는 상태이다. 이 문제를 해결하기 위해 블랙박스 영상만을 이용하여 AEB 탑재를 가능하게 하면 가격 정책에 도움이 되고 자동차 사고 예방에 큰 도움이 될 것이다. 더 나아가 주간에 비해 야간에는 교통량이 적은 관계로 과속하는 자동차가 많고 도로가 어두워서 운전자가 보행자를 미처 발견하지 못하거나 늦어지는 경우가 발생하기 때문에 야간에는 보행자들의 교통사고 위험성이 더욱 높다. 이러한 이유로 블랙박스 영상만을 이용한 야간 보행자 검출 성능 향상에 대한 개발이 필요하다.

야간 환경에서 일반 카메라로 촬영된 영상을 이용하여 보행자를 검출 할 경우, 조도가 주간 환경보다 현저히 낮기 때문에 카메라를 통해 얻는 객체의 정보는 한정적이다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 NIR 카메라를 이용한 다양한 야간 보행자 검출 기법들이 제안되었다[4-6]. 제안된 검출 기법들은 각각 edge detection[4], HOG(Histograms of Oriented Gradients) feature[5], [6]을 사용하고 SVM(Support Vector Machine) classifier를 이용하여 야간 보행자를 검출하였다.

그러나 이러한 알고리즘은 방대한 연산량을 필요로 하기

때문에 실시간 확보에 제한적이다. 따라서 본 논문은 보행자 검출 기법 중 연산량 대비 검출 성능이 가장 고성능인 ACF(Aggregated Channel Feature) [1]에 기반한 야간 보행자 검출 알고리즘을 구현한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 적응적 전처리를 이용한 검출을 개선 알고리즘을 설명한 후 3 절에서 주어진 환경에서 개선된 성능을 확인한다. 마지막으로 4 절에서는 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

2. 적응적 전처리를 이용한 검출을 개선

Contrast를 개선하기 위한 전처리 기법은 LDR (Layered Difference Representation) 기반의 CE (Contrast Enhancement) [2] 기법을 사용하였고 전처리의 적응적 개선을 위해 분할[3]을 적용하였다. 적응적 전처리의 블록도는 그림 1과 같다.

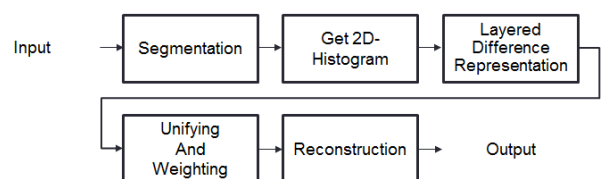


그림 1. 적응적 전처리 블록도

교차로에서 야간 영상의 특징은 어두운 밤 하늘과 자동차 헤드라이트의 영향으로 인하여 영상의 히스토그램이 낮은 intensity값과 높은 intensity에 집중되어 있는 것이다. 또한 검

출이 드문 보행자의 히스토그램은 intensity가 낮은 영역에 집중되어 있다. 따라서 LDRCE 이전에 Otsu's segmentation 알고리즘 [3]을 사용하여 낮은 intensity 영역만 histogram equalization을 하고 contrast 증가시키는 것이 본 논문의 핵심이다. 그림 2.는 전처리 전에는 검출되지 않았지만 적응적 전처리 이후 contrast가 증가하여 보행자를 검출한 결과를 보여준다.

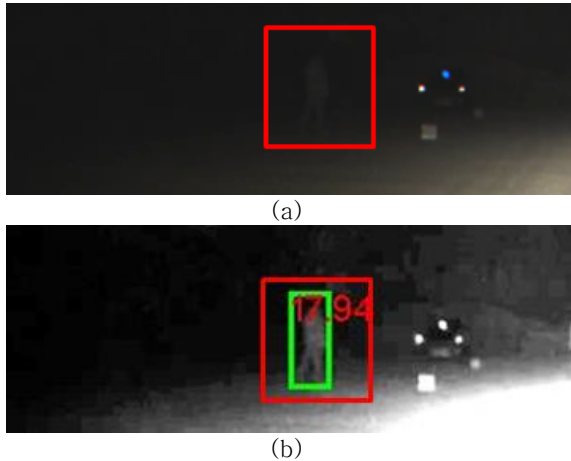


그림 2. 전처리 전과 후의 보행자 검출 결과. (a) 전처리 전 검출 결과, (b) 전처리 후 검출 결과

3. 실험 결과

실험은 RGB IR camera chip 센서를 가진 OmniVision OV4682 카메라로 촬영된 영상을 사용하였고 3.2GHz로 동작하는 i5-3470 CPU와 12GB RAM을 가진 PC 상에서 실험을 진행하였다. Training set은 1280x720 해상도의 영상을 사용했으며 11,251개의 frame을 이용하여 29,833개의 객체 이미지가 사용되었다. 테스트 영상은 주변 광량이 거의 없는 시골길과 같은 상황에서 1280x720 해상도의 30fps로 촬영된 1분 길이의 동영상을 사용했으며 연산량을 줄이기 위해 1/2으로 다운 샘플링을 하여 640x360 해상도의 영상으로 실험을 진행하였고 검출 ROI(Region of Interest)는 전방 차선 10~40m 구간을 검출하기 위해 320x165 크기로 설정했다. 이와 같은 환경에서 실험 결과는 표 1과 같다.

표 1. PC와 TK1 Board상에서 전처리 전/후의 보행자 검출 성능 비교

	전처리 전	전처리 후
인식률 (%)	62.1	76.7
오인식율 (FPPI)	0.029	0.013
PC 처리 속도 (fps)	89.8	62.3
TK1 처리 속도 (fps)	30.5	27.9
인식 거리 (m)	35	40

인식률은 입력 영상의 ROI에 대해 GT(Ground Truth)를 지정하고 (검출 영역 ∩ GT영역) / (검출 영역 ∪ GT영역)의

값이 0.5이상이면 검출인 것으로 판단했다. 오인식율은 보행자가 나오지 않는 도로 영상에 대해 FPPI(False Positive Per Image)로 측정했다. PC와 TK1 Board 상에서 처리 속도는 입력 이미지를 받는 순간부터 최종 검출 결과를 출력하는 구간까지의 속도를 측정했다. 인식 거리는 정지된 차량에서 차량 전방 5m부터 40m까지 5m 간격으로 고깔을 세워두고 보행자가 이동하는 영상으로 실험한 결과이다.

실험 결과 전처리 알고리즘으로 인하여 처리속도가 감소하였지만 인식률이 전처리 전에 비해 23.5%가 증가하였고 오인식율은 2배 이상 감소하였으며 인식 거리도 증가한 것을 확인할 수 있다. 이 결과는 처리 속도가 감소하였지만 충분히 실시간 보행자 검출에 사용할 수 있을 정도의 연산 시간 이므로 적절한 trade-off임을 확인할 수 있다.

4. 결론

본 논문은 야간에 주변 광량이 매우 낮은 환경에서 촬영된 영상으로부터 보행자를 검출하는 알고리즘을 PC 와 TK1 Board 상에서 구현하였고 실험결과에서 전처리를 통해 실시간성과 더 높은 보행자 검출 결과를 검증하였다. 향후 전처리 알고리즘에 대해 최적화를 수행하여 본 제안 기법으로 인한 야간 보행자 검출 처리 속도의 향상을 확인하는 연구를 진행할 것이다.

참고문헌

[1] P. Dollar et al., "Fast Feature Pyramids for Object Detection," *IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE*, 2013.

[2] C. W. Lee, C. Lee, and C. S. Kim, "Contrast Enhancement Based on Layered Difference Representation of 2D Histograms," *IEEE TRANSACTION ON IMAGE PROCESSING*, 2013.

[3] N. Otsu, "A Threshold Selection Method from gray-level histogram," *IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS*, 1979.

[4] T. Kancharla et al., "Edge based Segmentation for Pedestrian Detection using NIR Camera," *IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE INFORMATION PROCESSING*, 2011.

[5] T. T. Zin et al., "Pedestrian Detection based on Hybrid Features using Near Infrared Images," *INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE COMPUTING, INFORMATION AND CONTROL*, 2011.

[6] P. Govardhan, U. C. Pati, "NIR Image based Pedestrian Detection in Night Vision with Cascade Classification and Validation," *IEEE TRANSACTIONS ON ADVANCED COMMUNICATION CONTROL AND COMPUTING TECHNOLOGIES*, 2014.