

실시간 처리를 위한 ROI가 적용된 HOG 기반 보행자 인식 구현

Implementation of Pedestrian Recognition Based on HOG using ROI for Real Time Processing

이 주 영*

Joo-young Lee*

Abstract

In this paper, we propose a pedestrian detection by applying the HOG feature using ROI. Conventional HOG method has high accuracy, but shows the disadvantage of slow processing speed. By applying the ROI to the conventional method reduce computations for unnecessary area. Therefore proposed method improves the processing speed. In order to set the ROI area, we propose a structure that combined odd frames and even frames. Odd frame is in charge of operation for the entire area. And even frame does the operation for the ROI area. Implementation results of proposed method maintaining the same accuracy as the conventional method show a 20% improved performance of 8.3 frames per second.

요 약

본 논문은 ROI가 적용된 HOG 특징을 적용한 보행자 인식에 대해서 제안한다. 기존의 HOG 방법은 높은 인식을 을 갖지만 처리 속도가 느린 단점이 존재한다. 처리 속도가 느린 기존의 HOG 방법에 ROI를 적용하여 불필요한 영역에 대한 연산을 줄여 처리 속도를 향상시켰다. ROI 영역을 설정하기 위해 영상 전체를 연산하는 홀수 프레임 과 설정된 ROI 영역만을 연산하는 짝수 프레임을 조합한 구조를 사용하였다. 구현 결과 본 논문에서 제안하는 방 법은 기존의 방법과 동일한 정확도를 유지하면서 처리 속도측면에서 약 20% 향상된 초당 8.3 프레임의 성능을 보 였다.

Key words : ADAS, pedestrian, histogram of oriented gradient, region of interest, support vector machine

1. 서론

최근 ADAS(Advanced Driver Assistance Systems), 보안 시스템, 보행자 인식 신호등과 같은 다양한 지능형 시스템에서 보행자 인식 기술에 대한 관심이 점점 높아지고 있다. 특히 자동차 분야에서는 자율주행 을 위해 보행자 인식 기술을 적용하며, 지능형 신호

등에서는 보행자 인식 기술을 적용한 보행자 자동인 식방식으로 인해 자동차의 불필요한 정차를 줄여 교 통체증을 해소하는데 사용되고 있다. 하지만 보행자 인식을 적용한 지능형 시스템들은 인명피해와 직접적 으로 연관되기 때문에 다양한 영상에서 보행자를 인 식할 수 있는 인식률과 실시간 처리가 가능한 처리 속도가 중요하다.

지능형 시스템에 적용되는 보행자 인식은 다양한 입력영상에서 보행자와 비보행자를 구분할 수 있는 시각적인 보행자의 특징을 필요로 한다. 본 논문에서 는 보행자의 시각적인 특징을 얻기 위해 HOG (Histogram of Oriented gradient)[1]를 사용한다. HOG는 가장 기본적인 보행자 인식 기술이지만 다양

* Dept. of Electronics Engineering, Seokyeong University, jylee@skuniv.ac.kr, 02-940-7735

한 영상 환경에서 보행자의 특징을 잘 구별할 수 있는 강인한 특징을 추출할 수 있는 기술이다. 하지만 대부분의 보행자 인식 기술과 같이 보행자를 인식하기 위해 블록단위로 연산을 수행하기 때문에 많은 연산량으로 인하여 실시간 처리에 있어 어려움이 있다.

본 논문에서는 인식률이 높은 HOG의 장점은 유지하고 실시간 처리가 어려운 단점을 보완하기 위하여 기존의 HOG 방법에 ROI(Region Of Interest)[2]를 적용한 방법에 대해서 제안한다. 기존의 보행자 인식 기술은 전체 영상에 대해서 보행자 인식 기술을 수행하기 때문에 보행자가 존재하지 않는 불필요한 영역에 대한 연산이 발생한다. 본 논문은 이러한 불필요한 영역에 대한 연산을 줄이기 위하여 ROI를 적용하여 보행자가 인식된 영역에 대해서 보행자 인식을 수행하여 처리속도를 향상시켰다. 기존의 HOG를 개선한 cascade HOG[3]나 part-based model 방법[4]과 달리 본 논문에서 제안한 ROI를 적용한 방법은 다양한 보행자 인식 기술에 적용할 수 있어 처리속도 향상을 위해 다양한 보행자 인식 기술에 적용될 수 있다.

II. 관련 연구

다양한 분야에 적용될 수 있는 보행자 인식 기술은 이전부터 다양한 연구가 진행되어 왔다. 보행자 인식 기술의 가장 고전적인 방법은 haar-like feature[5]로 단순한 특징들을 조합하여 물체를 인식하는 방법이다. 하나의 검출기가 아닌 여러 개의 검출기를 사용하여 인식한다. 그리고 1채널의 영상 데이터 이외에 다양한 채널들을 이용한 chnFtrs 방법[6]이 있다. ChnFtrs 방법은 기울기 값, 색상 값, 밝기 값 등 다양한 특징들을 종합하여 영상에서 보행자의 특징을 구하는 방법이다. 그리고 기존의 HOG 방법을 개선한 대표적인 방법으로 cascade HOG와 part-based model 방법이 있다. Cascade HOG는 기존의 HOG의 느린 처리속도를 개선하기 위해 cascade 기법을 적용한 방법으로 다양한 크기와 여러 위치의 블록을 이용하여 보행자를 인식하는 방법이다. Part-based model 방법은 보행자의 전체 특징뿐만 아니라 보행자의 팔, 다리, 머리 등 부분별로 인식하는 방법이다. 보행자 전신이 아닌 일부만 보여도 보행자를 인식할 수 있어 가장 인식률이 뛰어난 방법이다. 본 논문에서는 기존의 HOG 방법에 ROI를 적용하여 처리 속도를 향상시킨 방법에 대해서 제안한다.

III. 본론

1. Histogram of Oriented Gradient

HOG 방법은 영상에서 특정 물체가 갖고 있는 픽셀의 기울기의 크기와 방향의 분포를 이용해 물체의 특징을 추출하여 특정 물체를 구분하는 방법이다. 아래 그림 1은 HOG의 기본적인 블록다이어그램이다.

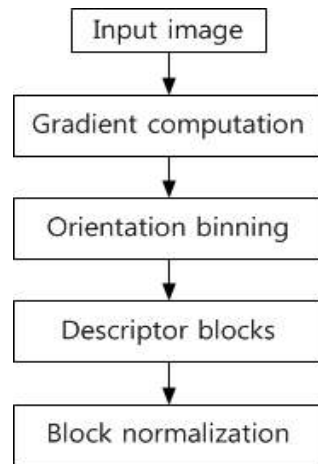


Fig. 1. The basic HOG block diagram
 그림 1. 기본적인 HOG 블록다이어그램

HOG 방법은 기본적으로 영상에서 특징을 얻기 위하여 아래 그림 2와 같이 보행자의 윤곽선을 추출하고 주변 픽셀의 값을 이용하여 기울기의 크기와 방향을 구할 수 있다. 아래 수식 (1)을 이용하여 해당 픽셀의 기울기의 크기를 구할 수 있다. 또한 수식 (2)을 이용하여 해당 픽셀의 방향성을 구할 수 있다.



Fig. 2. Edge Detection of pedestrian
 그림 2. 보행자의 윤곽선 추출

$$Magnitude(x, y) = \sqrt{f_x(x, y)^2 + f_y(x, y)^2} \quad (1)$$

$$Orientation(\theta) = \arctan \frac{f_y(x, y)}{f_x(x, y)} \quad (2)$$

기울기의 크기는 윤곽선의 존재유무를 나타내며 기울기의 각도는 방향성을 나타낸다. HOG 특징 벡터를 구하기 위해 descriptor block 영역의 기울기 값을 계산하고 셀 단위의 누적 히스토그램을 구하고 블록 내부 셀의 정규화 과정을 수행한다. 본 논문에서는 64*128 크기의 descriptor block을 사용하고 8*8 크기의 셀을 사용하였다. 또한 아래 그림 3과 같이 벡터의 방향성을 0-180도 히스토그램으로 정의하였다.

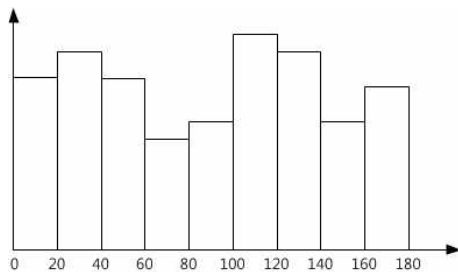


Fig. 3. 0 - 180 degrees histogram
그림 3. 0 - 180도 히스토그램

2. 제안하는 ROI 기반 HOG 구현

본 논문에서는 기존의 HOG 방법에 ROI를 적용한 HOG 방법을 제안한다. 기존의 HOG 방법은 아래 그림 4와 같이 전체 영상에 대해서 descriptor block을 한 픽셀씩 이동하며 HOG 특징을 추출한다.

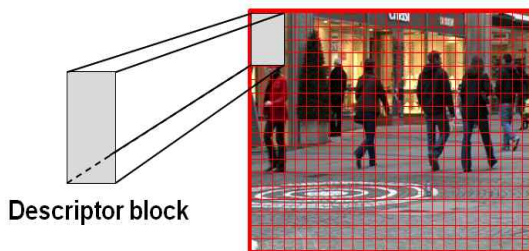


Fig. 4. Conventional method using HOG feature
그림 4. 기존의 HOG 특징을 이용한 방법

기존의 HOG 특징을 이용한 방법은 전체 영상에 대해서 알고리즘을 수행하기 때문에 보행자가 존재하지 않는 배경에 대해서도 descriptor block을 이용하여 연산을 수행한다. 아래 그림 5와 같이 보행자가 존재하는 영역은 A영역이다. 하지만 영상에서 보행자가 존재하는 영역을 알 수 없기 때문에 영상 전체에 대해서 한 픽셀씩 이동하며 보행자 인식 연산을 수행한다. 따라서 기존의 방법은 B영역, C영역과 같은 배경에 대한 불필요한 연산이 발생하게 되고 이로 인하여 처리 속도에 대한 감소가 발생한다.

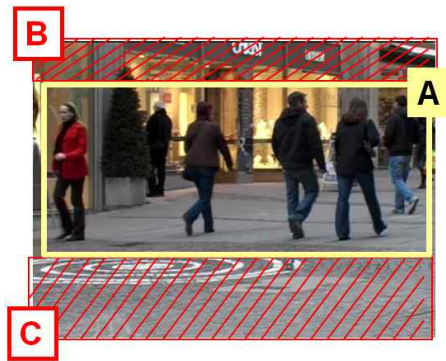


Fig. 5. Computations for the unnecessary areas
그림 5. 불필요한 영역에 대한 연산

이러한 불필요한 영역에 대한 연산이 발생하는 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 ROI를 적용한 HOG 방법에 대해서 제안한다.

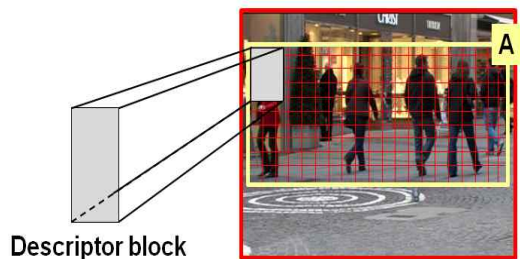


Fig. 6. HOG method using ROI
그림 6. ROI를 적용한 HOG 방법

그림 6과 같이 전체 영상에서 보행자가 존재하는 A영역을 ROI로 설정하여 불필요한 배경 영역에 대한 연산을 줄일 수 있다. 영상 전체를 HOG 특징을 이용하여 수행하는 기존의 방법보다 영역 A처럼 보행자가 존재하는 영역에 대해서 한 픽셀씩 descriptor

block을 이용하여 연산하기 때문에 연산량이 감소하여 처리 속도가 향상된다.

하지만 보행자가 존재하는 영역을 ROI로 설정하기 위해서는 이전 프레임에서 인식된 보행자의 위치 정보가 필요하다. 따라서 홀수 프레임에서는 기존의 방법과 같이 전체 영상에 대해서 알고리즘을 수행하여 보행자를 인식한다. 그리고 짝수 프레임에서는 홀수 프레임에서 인식된 보행자의 위치를 기반으로 ROI를 설정한다. 연속된 영상에서 하나의 프레임 사이에는 큰 움직임이 발생하지 않기 때문에 이전 프레임에서 인식된 보행자를 기준으로 설정한 ROI를 다음 프레임에 적용해도 인식이 감소하지 않는다. 아래 그림 7은 홀수 프레임과 짝수 프레임에서 보행자 인식 알고리즘이 연산되는 영역을 보여준다.

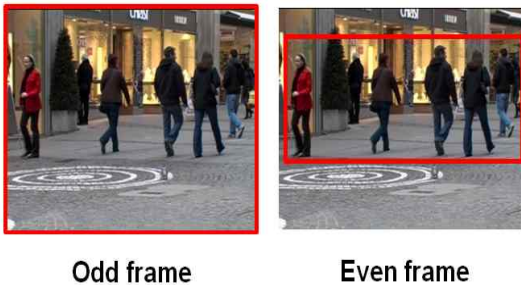


Fig. 7. Odd frames and even frames pedestrian detection algorithms in computational area

그림 7. 홀수 프레임과 짝수 프레임에서 보행자 인식 알고리즘 연산 영역

IV. 실험 및 결과

본 논문에서는 기존의 HOG 특징을 이용한 보행자 인식 방법에 ROI를 적용한 HOG 방법에 대해서 제안한다. 실험을 위해 Intel Core 3.4GHz의 PC 환경에서 opencv 2.3을 사용하여 구현하였다. 보행자의 학습 데이터 생성을 위해 INRIA data set을 사용하였고, 데이터의 학습과 분류를 위해 SVM(Support Vector Machine)을 사용하였다. 입력 영상으로는 VGA(640*480) 크기의 테스트 영상을 사용하였다. 불필요한 영역에 대한 연산을 줄여 처리 속도를 향상시키기 위해 보행자가 존재하는 ROI 영역을 설정하여 HOG 기반 보행자 인식을 구현하였다. 또한 기존의 방법과 동일한 인식을 유지하기 위해 전체 영역을 연산하는 홀수프레임과 ROI 영역만을 연산하는 짝수 프레임이 조합된 구조를 사용하였다. 아래 그림 8은 제안하는 보행자 인식의 구현 결과이다.

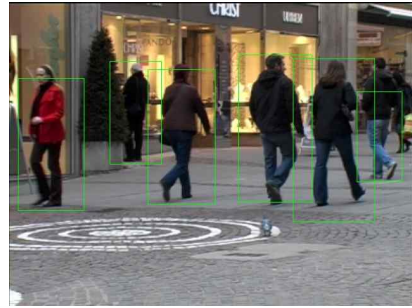


Fig. 8. Implementation result of proposed method
그림 8. 제안하는 보행자 인식 구현 결과

구현 결과 기존의 HOG 방법은 초당 6.8 프레임의 처리 속도를 보이며, 제안하는 방법은 초당 8.3 프레임의 처리 속도를 보였다. 또한 인식률의 비교를 위해 기존의 방법과 제안하는 방법을 50 프레임 기준으로 정검출의 비율을 비교했을 때 동일한 결과를 보였다. 아래 표 1은 기존의 방법과 제안하는 방법을 비교한 표이다. 제안하는 ROI 적용한 방법은 기존의 방법과 같은 정확도를 유지하면서 처리 속도 측면에서 약 20%의 향상된 성능을 보였다. 또한 기존의 HOG 방법을 개선한 part-based model 방법보다 처리 속도 면에서 향상된 성능을 보였다.

Table 1. Implementation result of conventional method and proposed method

표 1. 기존의 방법과 제안하는 방법의 구현 결과

	classifier	input image	frame(sec)
HOG[1]	linear SVM	VGA	6.3
Part-based model[7]	latent SVM	VGA	6.8
Haar[5]	AdaBoost	VGA	7.0
Proposed method	linear SVM	VGA	8.3

V. 결론

본 논문은 인식률은 높지만 처리 속도가 느린 단점을 갖는 기존의 HOG에 ROI를 적용한 구조적인 방법을 이용하여 동일한 인식을 유지하고 처리 속도를 향상시킨 방법에 대해서 제안하였다. 구현을 위해 PC 환경에서 VGA(640*480) 크기의 입력 영상을 사용하여 구현하였다. 학습을 위해 INRIA data set과

SVM을 사용하였다. 구현 결과 기존의 방법과 같은 인식률을 유지하였고 약 20% 향상된 초당 8.3 프레임의 처리 속도를 보였다. 처리 속도가 느린 HOG 방법을 개선하기 위하여 cascade HOG나 part-based model 방법이 등장한 것과 같이 기존의 보행자 인식 알고리즘보다 개선된 다양한 알고리즘이 연구되었다. 하지만 새롭게 연구된 알고리즘들은 그 알고리즘에 맞는 새로운 학습 데이터를 필요로 하기 때문에 새로운 학습 데이터를 생성해야 한다. 새로운 학습 데이터 생성에는 많은 시간과 비용이 발생할 수 있다. 반면에 본 논문에서 제안하는 ROI 방법은 기존의 알고리즘과 학습 데이터는 유지하면서 불필요한 영역에 대한 연산을 줄여 처리 속도를 향상시킬 수 있는 구조적인 방법이다. 이러한 방법은 다양한 보행자 인식 알고리즘에 적용되어 보행자 인식 알고리즘의 실시간 처리 속도의 향상에 기여할 수 있을 것이다.

References

- [1] Navneet Dalal, Bill Triggs. "Histograms of Oriented Gradients for Human Detection," IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, vol. 1, pp. 886-893, 2005
- [2] T. Thummanuntawat, W. Kumwilaisak, J. Chinrungrueng, "Automatic region of interest detection in multi-view video," Electrical Engineering/Electronics Computer Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), International Conference on,], 889-893, 2010
- [3] Qiang Zhu, Shai Avidan, Mei-Chen Yeh, Kwang-Ting Cheng. "Fast Human Detection Using a Cascade of Histograms of Oriented Gradients," IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, vol. 2, pp. 1491-1498, 2006
- [4] Felzenszwalb. P, McAllester. D, Ramanan. D, "A discriminatively trained, multiscale, deformable part model," Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 1-8, 2008
- [5] Paul Viola, Michael Jones. "Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features," Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, vol. 1, pp. 511-518, 2001
- [6] Miyamoto. R, Jaehoon Yu, Onoye. T, "Normalized channel features for accurate pedestrian detection," Communications, Control and Signal Processing (ISCCSP), pp. 582-585, 2014
- [7] Dollar. P, Wojek. C, Schiele. B, Perona. P, "Pedestrian detection: A benchmark," Computer Vision and Pattern Recognition, pp 304-311, 2009

BIOGRAPHY

Lee Joo-young (Member)



1990 : BS degree in Electronics Engineering, Hanyang University.
 1992 : MS degree in Electronics Engineering, Hanyang University.
 2001 : PhD degree in degree in Electronics Engineering, Hanyang University.

2002~Present : Professor, Dept of Electronics Engineering, Seokyeong University.