

---

# HOG를 이용한 다중객체 검출과 효과적인 개별객체 추적

최 민 · 이규원

대전대학교

Multi-objects detection using HOG and effective individual object tracking

Min Choi · Kyu-won Lee

Daejeon University

E-mail : mymine87@nate.com, kwlee@dju.ac.kr

## 요 약

HOG(Histogram of Oriented Gradients)의 특징벡터를 이용하여 여러 객체가 움직이는 환경에서의 효과적인 개별객체 추적 방법을 제안한다. 알고리즘의 구성은 크게 영상의 전처리 과정, 객체검출, 객체추적으로 구성하였고, 다양한 궤적과 객체의 움직임을 갖는 6개의 동영상을 이용하여 실험하였다. 객체간에 겹치는 현상이 일어났을 때 객체의 중심좌표와 예측좌표를 이용하여 개별 객체를 구분하였다. 제안한 시스템을 실험에 사용한 비디오에 적용한 결과 85.45%의 추적 성공률을 보였다. 제안한 시스템은 사물의 위치 및 움직임 패턴을 분석을 요하는 보안 시스템에 적용할 수 있을 것이다.

## ABSTRACT

We propose a effective method using the HOG (Histogram of Oriented Gradients) feature vector to track individual objects in an environment which multiple objects are moving. The proposed algorithm consists of pre-processing, object detection and object tracking. We experimented with six videos which have various trajectories and the movement. When occlusion between objects was occurred, we identified individual object by using center and predicted coordinates of moving objects. The algorithm shows 85.45% of tracking rate in the videos we experimented. We expect the proposed system is utilized in security systems which require the analysis of the position and motion pattern of objects.

## 키워드

HOG, 객체검출, 다중객체추적, 개별객체추적

## I. 서 론

객체 추적은 일반 사회생활의 여러 분야 중 아파트 관리 시스템, 슈퍼마켓, 편의점 교차로 등의 무인 경비 및 관리 시스템 등 많이 분야에서 영상 감시 시스템의 사용이 빠른 속도로 확산되어 가고 있다. 기존의 객체 검출하기 위한 방법으로

는 웨이블릿(Wavelet)을 이용한 방법, 하알 유사 특징(Haar-like feature)을 이용한 검출 방법, HOG 알고리즘을 이용한 방법들이 있다[1]. 그 중 보행자 검출에 가장 좋은 성능을 보여주는 알고리즘은 HOG 알고리즘이다. HOG를 사용하여 입력영상에 대해서 기울기와 방향성을 계산한 후 블록 히스토그램을 계산한다. 그리고 겹친 블록들

에 대해서 정규화를 실시하여 특징벡터를 얻어낸다. 또한 객체 추적 시 객체들간의 겹침 현상이 일어났을 경우에 지속적으로 객체 추적 유지 방법에 대해 기술한다

## II. 본 론

### 2.1 HOG (Histogram of Oriented Gradients)

최근 얼굴인식, 보행자 인식 등의 객체 인식에서 에지의 방향 성분의 히스토그램을 이용한 방법이 인기를 얻고 있다. 특징 추출 방법중의 하나인 HOG는 Dalar 등에 의해 제안되었다. HOG는 이미지를 지역 히스토그램의 집합으로서 표현하여 보행자나 얼굴 등의 매우 다양한 패턴을 갖는 영상내의 객체를 인식하기에 적합한 특징을 추출함에 있다.

그림 1은 HOG를 이용한 보행자 검출 흐름도이다.

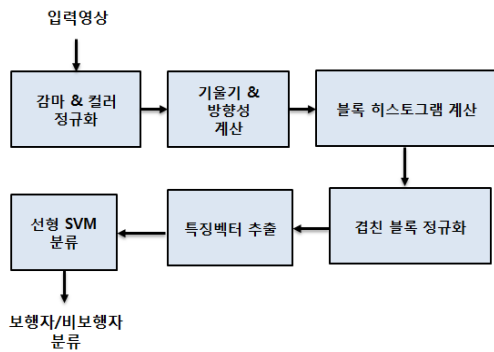


그림 1. HOG를 이용한 보행자 검출 흐름도

HOG는 근접화소의 분포를 국소영역에 대해 히스토그램화하여 조명의 영향을 적게 받으며 국소영역의 기하학적인 변화에 강건한 특징을 가지고 있다.

그림 2는 HOG의 특징 벡터를 구하는 과정을 나타내며 3분류로 나눌 수 있다. 첫째, 영역별 기울기(gradient) 값을 계산한다. 둘째, 3x3 셀의 크기를 가지는 하나의 블록을 설정한다 셋째, 블록(block) 내의 셀을 정규화 한다. 이 세 가지의 작업으로 HOG의 특징 벡터를 구할 수 있다.

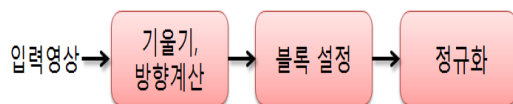


그림 2. HOG의 특징 벡터를 구하는 과정

### 2.2 기울기와 방향성의 계산

식 1은 후보 영역 이미지의 기울기를 구하는 식이다.

$$\text{horizontal} : ( -1 \ 0 \ 1 )$$

$$\text{vertical} : ( -1 \ 0 \ 1 )^T$$

식 1. 수평과 수직선을 구하는 1차원 필터[2]

기울기에 의하여 얻어진 방향은 0에서  $2\pi$  까지 360도의 영역을 갖는다.

다시 말해 연산이 가능하도록 유한한 몇 개의 값으로 양자화 된다. 이는 히스토그램이 갖게 되는 값의 개수를 결정한다. 이 중 0에서  $\pi$ 까지의 값만을 취하여 20도씩 차이를 두어 9가지 값만을 선택할 수 있다. 결론적으로 각각의 셀은 9개의 히스토그램 값을 갖게 된다.

### 2.3 블록설정 및 셀 정규화

HOG 특징 추출 방법의 독특한 점은 이미지를 여러 셀로 나눔에 있다. 하나의 셀은 미리 정의된 픽셀 크기로 이루어진 사각영역을 의미한다. 픽셀 단위 크기가 정해지면 4각 영역의 셀 단위로 각 방향의 정해진 히스토그램을 구하기 위하여 방향에 따라 누적시킨다. 이를 통해서 에지가 강하게 존재하지 않는 영역과 구별 가능하게 된다. 모든 셀에 대한 히스토그램이 계산되면 얻어진 기울기 값의 누적된 히스토그램을 하나의 벡터로서 연결 가능하다. 기울기의 계산, 셀과 블록 히스토그램 과정을 통하여 얻어진 벡터는 부분적인 조명의 차이, 주·야간 밝기 차이, 반사광 등의 각종 영상 잡음의 영향을 피하기 위하여 각 셀의 히스토그램을 정규화 할 필요가 있다. 그림 3은 기울기 히스토그램 방법에 의한 셀 정규화를 나타낸 그림이다. 셀 히스토그램은 이웃 셀의 히스토그램 값을 이용하여 지역적으로 정규화 된다[2]

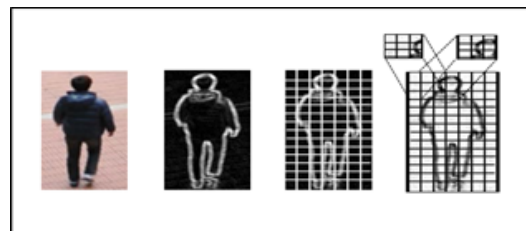


그림 3. 기울기 히스토그램 방법에 의한 셀 정규화[3]

## III. 객체 추적 및 개별객체 유지방법

HOG를 이용하여 객체들을 검출하였고 List를 구현하여 객체추적과 카운팅을 구현하였다

그림 4는 개별 객체의 리스트 구조를 나타낸 그림이다.

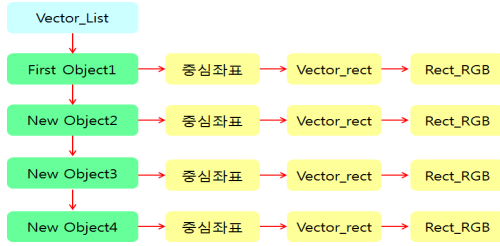


그림 4. 개별 객체의 리스트 구조

각각의 객체 리스트 구조에는 중심좌표 바운딩 박스, 바운딩 박스의 색상이 저장되어 있다. 카운팅의 경우 현재 화면의 객체 수와 모든 프레임의 대한 객체 수로 나뉜다. 그림 5는 객체 추적과 객체 수는 나타내는 그림이다. 그림 5에 보이는 Count는 리스트 구조를 이용하여 객체 수를 나타내며, 리스트에 객체가 들어 있지 않은 경우에는 0으로 초기화 하였다. Total은 Count 수를 지속적으로 누적시켜 표현하였다. 객체와 객체가 겹쳤을 경우 예측좌표를 이용하여 개별 객체추적 방법을 구현 하였다

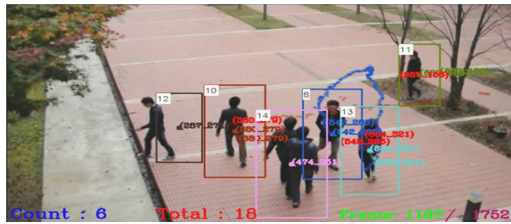


그림 5. 객체 추적과 객체 카운트

그림 6은 중심 좌표와 예측좌표에 대한 개별 객체 추적 방법을 적용하지 않았을 때의 화면이다. 하나의 객체는 왼쪽에서 오른쪽으로 이동하고 두 번째 객체는 오른쪽에서 왼쪽으로 이동하는 상황이다. 성공적인 추적결과는 객체의 이동방향으로 추적이 이루어져야 한다. 하지만 두 객체가 겹쳤을 때 추적이 반대로 되는 문제점이 발생하였다. 이러한 현상을 해결하기 위해 객체의 중심좌표와 예측 좌표를 이용하였다.

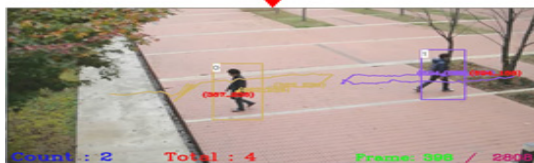


그림 6. 객체와 객체가 겹쳤을 경우 문제점

그림 7의 제안하는 시스템은 예측좌표와 서로 다른 두 개의 중심좌표들을 비교하여 오차 범위가 가장 작은 좌표를 같은 객체로 인식하여 그림 6과 같이 추적이 제대로 되지 않는 문제점을 해결 하였다.

그림 7에서 A1과 A2는 R1과 R2의 중심좌표이고, R1과 R2는 A1과 A2의 예측좌표이다. 식 1의 sub1, sub2, sub3, sub4 는 중심좌표와 예측좌표의 차이를 저장하는 변수이다. sub1는 중심좌표 A1에서 R1의 좌표 값의 차이를 저장하고, sub2는 중심좌표 A2에서 R2의 좌표 값의 차이를 저장한다. sub3는 A2에서 R1의 좌표 값의 차이를 저장하고, sub4는 중심좌표 A1에서 R2의 좌표 값의 차이를 저장한다. 첫 번째로 이동방향이 오른쪽인 경우에는 R1을 기준으로 R1과 A1의 차이를 저장하고, R1과 A2의 차이를 저장한다. 이 두 차이 값을 대소 비교하여 오차 범위가 작은 A1의 좌표를 같은 객체로 인식을 한다. 두 번째로 이동방향이 왼쪽인 경우에는 R2를 기준으로 R2와 A2의 차이를 저장하고, R2와 A1의 차이를 저장한 후 차이 값들을 대소 비교한다. 비교한 결과 오차 범위가 작은 A2의 좌표를 같은 객체로 인식을 하게 된다.

제안하는 시스템의 식은 다음과 같다

$$\begin{aligned} sub1 &= A1 - R1 \\ sub2 &= A2 - R1 \end{aligned} \quad R1 \text{ 기준일 때} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} sub3 &= A2 - R2 \\ sub4 &= A1 - R2 \end{aligned} \quad R2 \text{ 기준일 때} \quad (2)$$

식 2. 중심좌표와 예측좌표를 이용한 식

식 2에서 (1)의 결과로 R1은 A1과 같은 객체의 좌표라는 결과를 얻을 수 있었고 (2)의 결과로 R2는 A2와 같은 객체의 좌표라는 것을 알 수 있었다.

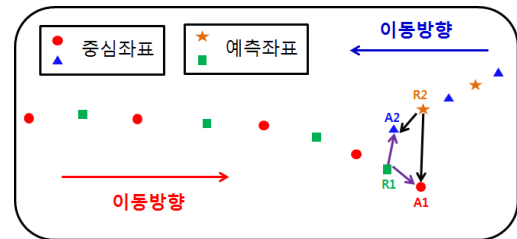


그림 7. 중심좌표와 예측좌표를 이용한 개별 객체 유지 방법

그림 8은 중심좌표와 예측좌표를 이용한 식을 적용한 화면이다.

그림 6의 결과와 비교하였을 때, 객체간의 겹쳤을 경우에도 개별 객체 추적이 가능한 것을 알 수 있다.

실험 결과 제안한 시스템을 사용하지 않았을 경우에는 13.03%의 추적성공률을 보였지만 중심좌표와 예측좌표를 이용한 방법을 사용하였을 경우에는 85.45%의 성공률을 보였다.

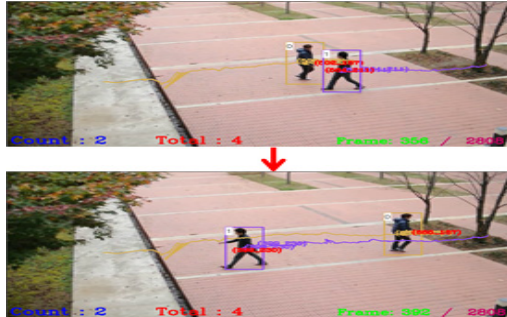


그림 8. 제안하는 시스템을 이용한 문제점 해결

#### IV. 실험 및 결과 고찰

그림 9는 제안한 기법의 성능을 검증하기 위해 다양한 궤적과 객체의 움직임을 갖는 6개의 동영상 상을 이용하여 실험한 그림이다



그림 9. 성능 검증을 위한 실험 영상

표 1은 6가지 실험 영상의 프레임 수, 객체 수, 객체의 겹친 횟수를 나타낸 표이다.

정확한 수치를 비교하기 위해 각 영상에서 객체들이 겹치는 프레임부터 50번째 프레임까지의 영상을 이용하였다.

표 2는 6개의 테스트 영상에서 제안한 기법을 사용하지 않았을 경우와 제안한 기법을 사용한 경우의 개별 객체 추적 성공률을 나타낸 표이다 제안하는 식을 사용하지 않은 경우에는 객체들의 바운딩 박스가 겹치는 상황에서 13.03%의 성공률을 보였지만 제안한 기법을 사용한 경우에는 85.45%의 성공률을 보였다.

제안한 시스템을 이용하여 정확하고 지속적인 객체 추적을 할 수 있었고, 이러한 기법은 특정지역의 이동통계, 통행패턴 분석 등에 유용하게 적용될 것이다.

표 1. 6개 영상의 프레임, 객체, 객체 겹친 횟수

	프레임 수	Object 수	겹친 횟수
Video Event 1	910	16	5회
Video Event 2	1006	8	4회
Video Event 3	1022	7	3회
Video Event 4	968	18	4회
Video Event 5	902	22	6회
Video Event 6	1059	27	4회

표 2. 추적 성공률 비교

	제안기법 미사용	제안기법 사용
Video Event 1	10.2 %	82 %
Video Event 2	12 %	88 %
Video Event 3	14 %	84 %
Video Event 4	11 %	86.5 %
Video Event 5	16 %	81.4 %
Video Event 6	15 %	90.8 %

#### V. 결 론

본 논문에서는 연속영상에서 움직이는 보행자를 검출, 추적하고 객체들간에 겹치는 현상이 발생해도 효과적인 개별 객체 추적 알고리즘을 제안한다. 보행자의 특징 검출을 위하여 HOG를 기반으로 기술기의 방향성을 이용한 블록별 히스토그램을 구현하였고, 정규화를 실시하였다. 객체들간의 겹치는 현상은 리스트 구조의 중심좌표와 예측좌표를 이용한 시스템을 제안하였다 6개의 동영상에 대해서 실험한 결과 효과적으로 개별 객체 추적이 되었다. 향후 이동궤적에 따른 디스크립터를 구현할 예정이다.

#### 참고문헌

- [1] 김봉모 외4명, “근사화 된 HOG를 이용한 사람 검출,”한국정보처리학회 춘계학술대회 논문집 제18권 1호, pp. 374-375, 2011년. 5월.
- [2] 이영학, 고주영, 석정희, 노태문, 심재창, “곡률과 HOG에 의한 연속 방법에 기반한 아다부스트 알고리즘을 이용한 보행자 인식”, 정보과학회 논문지:컴퓨팅의 실제 및 레터, 제 16권 6호, pp. 654-662, 2010년 6월.
- [3] 정준용, “실시간 보행자 인지 및 추적 기반의 행동 패턴 분석,”석사학위논문, 2012년 2월.