

# 퍼지 콘트라스트와 HOG 기법을 이용한 감시 시스템

장현우\* · 김광백\*\*

\*부산대학교 의과학과

\*\*신라대학교 컴퓨터공학과

## Monitoring System using Fuzzy Contrast and HOG Method

Hyun-Woo Jang\* · Kwang-Baek Kim\*\*

\*Dept. of Biomedical Sciences, Pusan National University

\*\*Dept. of Computer Engineering, Silla University

E-mail : SSMJHW@gmail.com, gbkim@silla.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 퍼지 콘트라스트와 HOG 기법을 이용한 감시 시스템을 제안한다. 제안된 감시 시스템은 감시 영상에서 명암 대비를 강조하기 위해 퍼지 콘트라스트 기법을 적용한 후, 감시 전/후 영상에 Substraction 기법을 적용한다. Substraction 기법이 적용된 영상에서 히스토그램의 변화가 클 경우에는 침입자의 침입으로 간주한다. 침입으로 간주된 영상에서 감시 대상의 물체를 감시할 영상과 침입자를 실시간으로 추적하기 위한 영상으로 구분한다. 감시 대상의 물체를 감시할 영상에서는 퍼지 이진화를 적용한다. 퍼지 이진화를 적용한 영상에서 Blob 기법을 적용하여 객체화한 후, 침입된 침입자의 영상을 저장한다. 침입자를 실시간으로 추적할 영상에서는 HOG 기법을 적용한 후, SVM 을 이용하여 움직이는 사람의 객체를 추적한다. 제안된 방법을 실시간 영상에 적용한 결과, 제안된 감시 시스템이 효율적으로 침입자를 감시하는 것을 확인할 수 있었다.

### 키워드

퍼지 콘트라스트, 퍼지 이진화, HOG 기법, SVM

## I. 서 론

현대 사회에서는 사람들에게 중요하게 생각되는 것 중의 하나는 개인 사생활의 보호이다. 컴퓨터의 성능의 향상은 자신의 생활을 보호하려는 사람들에게 좀 더 나은 보안 시스템을 적은 비용과 노력을 이용하여 구축할 수 있는 여건을 마련해 주었다. 일반적으로 불법 침입자가 발생하거나, 화재, 폭발, 기계 고장 등과 같은 비정상 상태는 대부분 시각적으로 인식이 가능하다. 불법 침입자에 의한 피해를 최소화하기 위해서는 침입자가 발생했을 때 신속하게 관계자에게 알릴 수 있어야 한다. 또한 각종 인적, 물적 재산상의 피해를 미리 방지하고 신속히 대처하기 위해서는 해당 장소에 지속적으로 상주하여야 하며, 여러 대의 감시 카메라를 이용하여 사람 눈으로 직접 관

찰해야 하기 때문에 어려운 점이 있다[1].

이러한 문제를 해결하기 위하여 침입자를 감시 및 실시간으로 식별하기 위해 영상의 명암 대비를 강조하기 위해 퍼지 콘트라스트 기법과 HOG 기법을 이용하여 침입자를 실시간으로 탐지하는 감시 시스템을 제안한다.

## II. 퍼지 콘트라스트 기법을 이용한 대비 향상

WebCam에서 입력된 영상에서 명암 대비를 강조하기 위해 그레이 영상으로 변환한 후, 퍼지 콘트라스트 기법을 적용한다. 퍼지 콘트라스트는 3개 소속 구간(Dark, Gray, Brightness)을 구하기 위해 그레이 영상에서 최소 밝기값( $I_{min}^d$ ), 중간

밝기값( $I_{mid}^d$ ), 최대 밝기값( $I_{max}^b$ )을 설정한다. Dark 소속 구간 $[I_{min}^{dark}, I_{max}^{dark}]$ 에서 소속도가 1이 되기 위한 중간값( $I_{mid}^{dark}$ )을 식 1과 같이 계산한다.

$$I_{mid}^{dark} = \frac{I_{max}^{dark} + I_{min}^{dark}}{2} \quad (1)$$

따라서 구간  $[I_{min}^{dark}, I_{max}^{dark}]$ 에 대한  $I_{min}^{dark}$  와  $I_{max}^{dark}$ 는 다음과 같이 정의한다.

$$I_{min}^{dark} = I_{min}^d, I_{max}^{dark} = I_{max}^b$$

그레이 삼각 소속 구간 $[I_{min}^{gray}, I_{max}^{gray}]$ 을 구하기 위해 Dark 삼각 소속 구간의 중간 밝기값( $I_{mid}^{dark}$ ), Gray의 중간 밝기값( $I_{mid}^{gray}$ ), Brightness의 중간 밝기값( $I_{max}^{brightness}$ )을 이용하여 Gray의 최소 밝기값( $I_{min}^{gray}$ )과 최대 밝기값( $I_{max}^{gray}$ )을 식(2)와 같이 구한다.

$$I_{min}^{gray} = \frac{I_{mid}^{dark} + I_{max}^{dark}}{2}$$

$$I_{max}^{gray} = \frac{I_{mid}^{gray} + I_{max}^{brightness}}{2} \quad (2)$$

Brightness 삼각 소속 구간 $[I_{min}^{gray}, I_{max}^{gray}]$ 을 소속도가 1이 되기 위한 중간값( $I_{mid}^{brightness}$ )을 식(3)과 같이 계산한다.

$$I_{mid}^{brightness} = \frac{I_{mid}^{gray} + I_{max}^{brightness}}{2} \quad (3)$$

그림 1은 퍼지 콘트라스트 기법의 소속 함수이다.

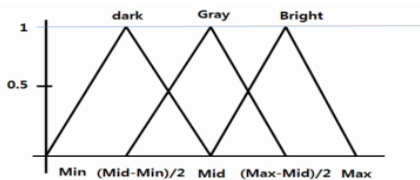


그림 1. 퍼지 콘트라스트 소속 함수

소속 함수를 통해 구한 값들을 이용하여 계산량을 줄이기 위해 싱글톤 방식의 식(4)을 그레이 영상에 적용한 후, 퍼지 콘트라스트 기법을 적용한다. 식(4)에서  $v_d, v_g, v_b$ 는 Dark, Gray, Brightness의 소속 구간의 중간 밝기값이며,  $X_m$

는 그레이 영상에서 입력받는 각각의 픽셀이다.

$$v_x = \frac{u_d(X_m) \times v_d + u_{gray}(X_m) \times v_g + u_b(X_m) \times v_b}{u_d(X_m) + u_g(X_m) + u_b(X_m)} \quad (4)$$

### III. Histogram의 변화량을 이용한 침입 탐지

퍼지 콘트라스트 기법을 적용한 영상에서 감시할 영상을 선택한 후, 감시 전/후 영상을 그림 2와 같이 Substraction 기법을 적용한다.



(a) 침입 전 영상 (b) 침입 후 영상

그림 2. Substraction 적용한 비교 영상

Substraction 기법[2]을 적용한 영상에서 히스토그램의 픽셀 변화율을 분석한다. 만약 감시가 진행 중인 영상에서 침입자가 들어오면, 감시 전의 히스토그램에서 감시 후의 히스토그램이 변화하는 것을 그림 3과 같이 확인할 수 있다.



(a) 침입 전 Histogram (b) 침입 후 Histogram

그림 3. Histogram 변화 분석

히스토그램의 변화량이 클 경우에는 침입자가 침입했다고 판단하여 영상을 정지시킨 후, 영상을 분석한다. 침입자가 침입한 영상에 퍼지 이진화[3]을 적용한다. 본 논문에서는  $\alpha-Cut$  값을 0.5로 설정한다. 따라서 소속도가 0.5 이상이면 영상의 픽셀값을 255로 정의하고 0.5 미만이면 픽셀 값을 0으로 설정하여 영상을 이진화 한다. 그림 4와 같이 퍼지 이진화를 적용한 영상에서 그림 5와 같이 Blob 기법을 적용하여 객체화하여 침입을 감시한다.

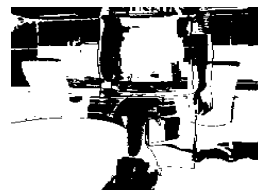


그림 4. 퍼지 이진화

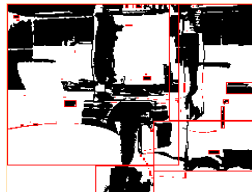


그림 5. Blob 적용 영상

#### IV. HOG를 이용한 실시간 사람 객체 추적

침입이 확인된 것을 확인한 후, 침입자를 실시간으로 감지하기 위해서 HOG 알고리즘을 이용하여 움직이는 침입자를 실시간으로 추적한다. 검출의 첫 번째 단계는 조명 효과의 영향을 줄이기 위해 전체 영상을 정규화 한다. 실제적으로 감마 압축을 사용하며 이는 각 컬러 채널의 제곱근 또는 로그로 계산한다. 이 압축은 조명 변화 효과를 줄이는데 도움을 준다. 두 번째 단계는 영상의 Gradient를 계산한다. 이는 조명 변화에 대한 컨투어, 실루엣 그리고 무늬 정보를 통해 사람의 팔다리와 같은 유용한 특징을 추출한다. 세 번째 단계는 자세나 외형의 작은 변화에 둔감한 로컬 영상 내용을 인코딩한다. 적용된 방법은 SHIFT와 유사한 방법으로 Gradient의 방향 정보를 정합한다. 영상 윈도우는 셀이라 불리는 작은 영역으로 분배된다. 각각의 셀은 모든 픽셀을 통해 로컬 1-D Histogram Gradient 또는 에지 Oriented를 누적하여 HOG를 생성한다. 네 번째 단계는 Contrast 정규화를 통해 조명, 그림자 그리고 에지 Contrast에 보다 강인한 특징을 추출한다. 주변 셀들의 집합을 블록이라 부르고 이들 블록의 로컬 Histogram 에너지를 누적하여 정규화를 수행한다. 마지막 단계는 윈도우 분류기에서 사용을 위한 결합된 특징에서 탐색 윈도우를 덮는 격자 블록의 밀도가 높고 중복된 모든 블록으로부터 HOG 디스크립터를 수집한다[4, 5]. HOG 디스크립터의 데이터값과 Linear SVM의 학습시킨 데이터를 이용하여 사람 객체를 탐색한 후, 탐색된 사람 객체 정보의 좌표값을 이용하여 실시간으로 침입자를 추적한다.

#### V. 실험 및 결과분석

실험환경은 Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU와 2.00GB RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 Visual Studio 2010로 실험하였다.

그림 6은 본 논문에서 제안한 방법으로 구현한 화면이다. 퍼지 콘트라스트 기법과 HOG 기법을 적용하여 침입자 감시 시스템의 측정 결과를 표 1로 나타내었다. 침입자 판별 성공은 20번의 실험 중에서 17번이 침입자 판별에 성공하였다. HOG

기법을 이용하여 실시간 추적한 경우는 20번의 실험 중에 15번이 침입자 추적에 성공하였다.



그림 6. HOG 기법을 이용한 실시간 추적 화면

표 1. 침입자 감시 시스템 측정 결과

(침입자 판별 성공 / 실험수)	침입자 판별 성공률	실시간 추적성공률
제안된 방법	20 / 17 (85%)	20 / 15 (75%)

실험에서 알 수 있듯이 퍼지 콘트라스트와 HOG 기법을 적용한 침입자 감시 방법이 침입자를 실시간으로 판별하는데 효과적인 것을 확인할 수 있었다.

#### VI. 결 론

본 논문에서는 WebCam 영상으로부터 퍼지 콘트라스트와 HOG 기법을 이용하여 실시간으로 침입자를 감시하는 방법을 제안하였다. 제안된 방법을 실험한 결과, 퍼지 콘트라스트 기법과 퍼지 이진화를 적용한 경우에는 침입자의 판별 성공률이 20번의 실험 중에 17번으로 나타났다. HOG 기법을 이용하여 실시간으로 침입자를 추적한 경우에는 20번의 실험 중에 15번으로 나타났다. 침입자의 판별과 실시간 추적에 실패한 경우는 SVM의 학습 패턴수의 제한으로 인하여 특징들을 보다 세밀하게 분류할 수 없었기 때문이다.

따라서 향후 연구과제로는 다양한 특징을 갖는 학습 패턴들을 추가한 후에 FCM 클러스터링 기법을 개선하여 실시간으로 침입자를 추적할 것이며, 연산 성능을 향상시켜 다중 침입자를 추적할 수 있는 방법을 연구할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] 류재호, 최경열, 조재현, 송두현, 김광백, "퍼지 이진화를 이용한 침입자 감시 시스템에 관한 연구," 한국해양정보통신 춘계종합학술대회 논문집, 제14권, 제1호, pp.201-204, 2010.
- [2] D. Comaniciu and V. Ramesh, "Mean shift and optimal prediction for efficient object tracking", Proceedings of IEEE Int. Conf.

- Image Processing, Vol. III. pp.70-73. Sept. 2000.
- [3] 김광백, 우영운, "HSI 정보와 퍼지 이진화 및 ART2 알고리즘을 이용한 신 차량 번호판의 인식," 한국해양정보통신학회논문지, 제11권, 5호, pp.1004-1012, 2007.
- [4] 서용호, 박세준, 양태준, "사람 및 얼굴검출에 기반한 이동로봇의 강인한 객체추적 기술 구현" 한국정보기술학회논문지, pp.21-28, 2010.
- [5] K. S. Bhat, M. Saptharishi, and P. K. Khosla, "Motion detection and segmentation using image mosaics", Proceedings of IEEE Int. Conf. Multimedia and Expo. Vol.3. pp.1577-1580, Jul. 2000.