

## 컬러히스토그램을 이용한 승강기에서 폭행 및 폭력 사건의 추출

신성윤\*

# Detection of Assault and Violence Using Color Histogram in Elevator

Seong-Yoon Shin\*

### 요약

본 논문에서는 불법한 유형력의 행사인 폭행에 대해 그 의미를 알아보았다. 또한 폭행에 동반되는 물리적인 행사인 폭력에 대해서도 알아보았다. 현재 승강기 내에서 수많은 범죄들이 발생하고 있다. 본 논문은 승강기 내에서 발생하는 폭행과 폭력을 추출하는 방법을 제시하도록 한다. 장면 전환 검출 방법 중의 하나인 컬러히스토그램 기법을 사용하여 키 프레임 추출한다. 이렇게 추출된 키 프레임들은 영상 포렌식에서 범죄 현장을 담은 장면의 키 프레임이 된다. 또한 이 장면의 키 프레임들은 포렌식 증거 자료로 제출하도록 한다.

▶ Keywords : 폭행, 폭력, 장면 전환 검출, 컬러히스토그램, 키 프레임

### Abstract

In this paper, we see the means for the assault, the type of unlawful exercise of power. Also, we see the violence, the physical exercise accompanying with assault. Now, it has caused numerous crimes in elevators. This paper is to present a way to extract the violence and assault that occurred in elevators. Key frame was extract by color histogram method, one of the ways to scene change detection techniques. Extracted key frames are key frames of a scene containing a forensic crime scene video. Also, the key frames of the scene should be submitted to the forensic evidence.

▶ Keywords : Assault, Violence, Scene Change Detection, Color Histogram, Key Frame

---

• 제1저자 : 신성윤 • 교신저자 : 신성윤

• 투고일 : 2012. 11. 8 심사일 : 2012. 11. 25 게재확정일 : 2012. 12. 6

\* 군산대학교 컴퓨터정보공학과(Dept. of Computer Information Engineering, Kunsan National University)

## I. 서론

형법에서는 폭행이라는 용어가 자주 등장한다. 불법한 유형력의 행사라고 정의 되는데 학자들은 이 폭행의 범위를 대상과 정도에 따라 다음과 같이 4가지로 분류한다. 하나는, 사람에 대한 것이든 물건에 대한 것이든 묻지 않고 일체의 불법한 유형력의 행사이다. 둘째는 사람에 대한 직접, 간접의 유형력의 행사를 말한다. 셋째는 사람의 신체에 대한 유형력의 행사를 말한다. 넷째는 상대방의 반항을 불능케 하거나 현저히 곤란케 할 정도의 유형력의 행사이고, 사람의 신체를 상하게 할 고의로 하는 상해와는 구별되는 개념이다[1].

폭력이란 첫째로 물리적인 압력의 행사이다. 둘째로 가해의지의 발동이다. 셋째로 대화의 거부이다. 이상의 세 가지 요건을 갖추었을 때 대소 강약과 관계없이 그것은 폭력이다[2].

장면 전환 검출은 점차적으로 증가하고 있는 멀티미디어 데이터 및 정보들을 보다 더 효율적으로 저장, 관리, 검색 하도록 만들기 위해서이며 현재의 텍스트 검색과 같이 멀티미디어 데이터 및 정보에서 필요한 것들을 검색하기 위한 하나의 전처리 과정이라고 볼 수 있다.

장면 전환 검출 방법에는 다음과 같은 방법들이 있다. 히스토그램 비교방법(Histogram comparison)은 장면 전환 검출을 위하여 사용되는 가장 보편화된 방법이다. Tono 등[3][4][5]은 그레이-레벨의 히스토그램 비교를 통하여 임계치를 기준으로 샷 경계를 추출하는 가장 간단한 방법을 제안하였다. Ueda 등[6]은 장면의 경계를 검출하기 위해서 컬러 히스토그램의 변화 비율을 사용했고, Naga 등[5]은 그레이 레벨과 컬러 히스토그램을 기반으로 한 몇 개의 간단한 통계학적 비교를 수행하였다. Zhan 등[3]은 픽셀 차이, 통계 차이, 그리고 몇 개의 히스토그램 방법을 비교하여 히스토그램 방법이 정확성과 속도사이의 좋은 교환요소임을 발견하였다. Naga 등[5]은 두 프레임 사이의 차이 값을 강조할 뿐만 아니라 카메라나 객체의 움직임도 강조할 수 있는 X2-test를 제안하였다. 그러나 X2-test는 Tono 등[4]이 제안한 선형 히스토그램 비교방법보다 전체적인 성능이 더 좋지 않았으며, 계산량이 증가하는 단점을 갖는다.

최근의 연구를 보면 [8]에서 제안된 방법은 연속 프레임 분할 블록의 여러 histograms을 생산한 다음, Otsu 방식에 따라 자동 임계값을 사용하여 최적의 임계값을 계산하고 장면 변화가 연속 프레임에 임계값의 차이를 이용하여 장면 전환 발생 여부를 결정한다. [9]에서는 multistatic 레이어

의 별자리에서 장면 전환 검출에 의하여 변경된 이미지를 추정하는 sparse imaging 접근 방식을 설명하고 있다. [10]에서는 장면 전환 검출은 비디오 워터 마킹의 설계에 몇 가지 근본적인 문제 중 하나로서 자동 분류, 주석, 비디오 데이터의 색인을 향한 첫 번째 단계라는 것이다. [11]에서는 비디오 내용의 장면 변화 순간을 포함하여 키 프레임들을 찾을 수 있는 방법으로 광학 흐름의 통계 특성을 이용하는 새로운 방법을 제시하였다. 효과적인 장면 변화 감지를 위해 처음 배경 및 전경 그룹으로 광학 흐름을 나누고 광학 흐름은 연속 비디오 프레임 사이의 객체의 움직임을 추적하는데 대한 유용하고 효과적인 방법이다. 이렇게 광 흐름의 변화를 분석함으로써, 연속되는 프레임 사이의 빠른 장면의 변화를 감지 할 수 있다.

## II. 폭행과 폭력의 의미

폭행죄는 가장 단순한 인간의 범죄로서 그 요건은 아래와 같다.

가. 범인이 1인일 것

만약 범인의 수가 2인 이상이면 폭력이 됨

나. 칼, 몽둥이, 벽돌, 맥주병과 같은 흉기를 사용하지 않을 것.

사람의 신체를 도구로 사용해야 폭행이며 만약 어떠한 도구 즉, 칼, 몽둥이 등을 이용하여 폭행하는 경우에는 폭력이 됨

다. 상처가 발생하지 않을 것.

만약 상처가 발생하면 상해죄 또는 조사과정에서 고의(악의)성의 여부에 따라 폭행치상이 성립될 수 있음. 상처는 반드시 외부적인 신체의 상처와 내부적인 정신적 상처도 포함 됨. 상대방에게 욕설을 했는데 그 충격으로 상대방이 실신하여 병원에 입원하거나 정신이상이 발생하면 상해가 됨.

폭행이 폭력에 해당되면 우선 가중 처벌된다. 폭행이 폭력이 되는 요건은 아래와 같다.

가. 범인이 2인 이상일 것.

조직폭력배와 같은 단체도 포함됨

나. 흉기 등을 사용하는 경우

위험한 물건(몽둥이, 각목)이나 흉기(칼, 과도, 총)를 사용하는 경우.

다. 폭행죄를 상습적으로 범하는 경우.  
 상습 전과는 실형을 의미하고 집행유예나 선고유예를 받아 그 집행을 면제 받은 경우와 벌금형은 제외 됨.  
 즉, 실형(징역형과 금고형)만 포함 됨.

폭행과 폭력의 구별하는 차이는 폭행죄는 아주 특별한 경우가 아니면 대부분 벌금형이 대부분이나, 폭력에 해당되면 벌금형에 해당되어도 그 액수가 100만 단위 이상이고 심한 경우에는 실형이 선고되어 교도소나 구치소에 수감되어 수형 생활을 해야 되고 이렇게 되면 본적지(등록기준지)의 수형자 명부에 그 성명이 등재되는 것이 차이이다[7].

이와 같은 폭행과 폭력의 구분은 다음 그림 1에서 자세히 나와 있다.

폭행	폭력
범인이 1인 흉기 사용 안 함 상처가 없음 대부분 가벼운 벌금형	범인이 2인 이상 흉기 사용 상습적 범죄 100만원 이상의 벌금형이나 실형

그림 1. 폭행과 폭력의 구분  
 Fig. 1. Separation of Assaults and Violences

쉽게 생각해서 일 대 일로 싸우는 것은 폭행이 될 가능성이 많으나 1 대 2 또는 2 대 2 는 폭력이 된다. 폭행죄는 반의사불벌죄라고 하여 합의한 후 피해자가 경찰서나 검찰, 법원에 처벌을 원하지 않는다는 고소 취하서를 제출하면 범인은 처벌을 받지 않게 된다. 그러나 폭력에 해당되면 이런 특혜는 없어지고 반드시 처벌을 받아야 한다. 따라서 합의여부는 형벌의 정도에 영향을 미칠 뿐 폭행죄에서와 같은 처벌을 면할 수는 없다는 것이다.

### III. 컬러히스토그램

히스토그램이란 도수분포를 나타내는 그래프로, 관측한 데이터의 분포의 특징이 한눈에 보이도록 기둥 모양으로 나타낸 것이다. 기둥그래프 또는 기둥모양 그림 등이라고도 한다. 가로축에 각 계급의 계급간격을 나타내는 점을 표시하고, 이들 계급간격에 대한 구간 위에 이 계급의 도수에 비례하는 높이의 기둥을 세운다.

영상처리에서 히스토그램은 영상의 명암값 정보를 나타내

기 위해 이용되는 매우 유용한 도구이다. 이 히스토그램을 사용하여 영상의 구성에 대해 확실히 알 수 있다. 다시 말해서, 명암의 대비와 명암값의 분포에 대해 자세히 알 수 있는 것이다. 이 영상 히스토그램은 단지 픽셀이 가진 명암값들을 막대 형태의 그래프로 표현한 것이다. 픽셀이 가질 수 있는 명암값은 가로축 상에 그려지며 각 명암값이 가진 빈도수는 세로축 상에 그려지는 것이다.

컬러 히스토그램은 영상 안에서 픽셀들에 대한 명암 값의 분포를 나타낸 것으로 가로축은 256 level 영상의 명암 값을 나타내고, 세로축은 각 명암 값(level)의 빈도수를 나타낸다. 그래프가 위로 올라갈수록 높은 빈도수를 나타낸다. 이러한 히스토그램은 명암 값이 고르게 퍼져 있는지 아니면 한 쪽으로 치우쳐 있는지를 직관적으로 관찰할 수 있도록 해 주므로 영상의 디지털 작업 시 밝기를 조절함으로써 명도 값의 분포를 넓게 하여 좋은 품질의 영상을 얻을 수 있도록 도와준다. 이렇게 얻은 영상은 인공위성 사진을 분석하거나 X-ray 사진을 분석하는데 효과적으로 사용된다.

컬러히스토그램 기법의 수식은 식 (1)과 같다. 컬러 히스토그램 비교( $d_{r,g,b}(f_i, f_j)$ )는 인접한 두 프레임 ( $f_i, f_j$ )의 각  $R \cdot G \cdot B$  컬러 공간에 대하여 각각을 따로 계산한 히스토그램 비교를 통하여 계산되어지며 식(1)과 같이 정의하여 사용한다.

$H_i^r(k), H_i^g(k), H_i^b(k)$  는 i번째 프레임 ( $f_i$ )에서의 각 컬러 공간 ( $r, g, b$ )에 대한 빈( $k$ )의 수( $N$ )를 나타낸다.

$$d_{r,g,b}(f_i, f_j) = \sum_{k=0}^{N-1} \left( \left| H_i^r(k) - H_j^r(k) \right| + \left| H_i^g(k) - H_j^g(k) \right| + \left| H_i^b(k) - H_j^b(k) \right| \right) \quad (1)$$

이 방법은 카메라와 객체의 동작과 명암에 매우 민감하며 많은 데이터 유실을 초래하지만, 히스토그램방법이 정확성과 속도 사이의 좋은 교환 요소임을 발견할 수 있다

### IV. 실험

본 논문의 실험은 Window Vista 7에서 Visual C++ 2011을 이용하였고, 카메라로 스마일 캠 SD290U를 이용하였다. SD290U는 스마일 회전 돔 카메라이며 인터넷을 통한

상하좌우를 촬영하고 초당 90도의 초고속 원격 제어 카메라이다. 또한 자체영상 저장 DVR 기능과 물체의 움직임에 따라 카메라 움직이는 기능도 갖고 있다.

본 논문에서는 장면 전환 검출 방법의 하나인 컬러 히스토그램으로 추출하는 방법으로 다음 그림 2와 같이 비디오에서의 키 프레임을 추출할 수 있었다.



그림 2. 장면 전환 검출 화면  
Fig. 2. Screen of Scene Change detection

본 논문에서는 초당 1프레임으로 녹화한 비디오에서 장면 전환을 추출하였다. 이는 지하에서 엘리베이터를 타서 문이 닫히자마자 20층까지 도착해서 문이 열리기 전까지의 시간으로 총 15초가 걸렸다. 그 결과로서 그림 3과 같은 결과가 나왔다.

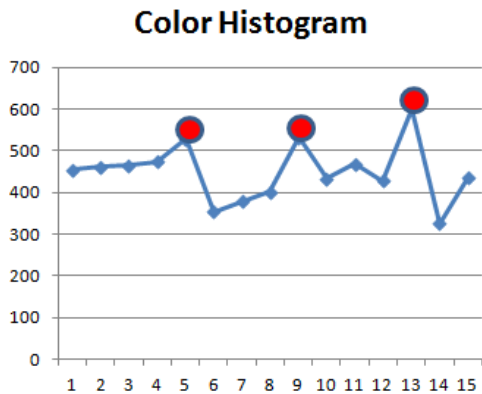


그림 3. 컬러 히스토그램  
Fig. 3. Color Histogram

그림 3에서는 Threshold 값을 500으로 준 경우에 해당된다. Threshold 값은 장면 전환 검출에 사용하는 비디오의 특성에 따라서, 또는 사용자가 프레임 Rate(비디오는 초당 몇 프레임으로 구동되며 화면을 선택하는 프레임은 초당 몇 프레임으로 선택되는가) 및 비디오 종류(대용량 또는 소용량,

파일 형식 등)에 따라 임의로 조절 할 수 있다.

표 1. 그림 2의 값 분포  
Table 1. Distribution of Value of Fig. 2.

프레임	histogram 값	키 프레임 검출	
		Threshold 500	Threshold 450
1	445		
2	451		검출
3	453		검출
4	462		검출
5	529	검출	검출
6	345		
7	370		
8	398		
9	532	검출	검출
10	430		
11	473		검출
12	425		
13	600	검출	검출
14	319		
15	444		

위의 표 1에서 알 수 있는 것처럼 Threshold 값을 500으로 주었을 때에는 3개가 검출되지만 450으로 주었을 때는 7개가 검출되는 것을 알 수 있다. 이 Threshold는 사건의 정황에 따라 따로 줄 수 있다.

Threshold를 500으로 주어서 검출한 첫 번째 키 프레임은 남자 두 명이 승강기를 타고 가고 있는데 앞의 남자가 뒷걸음질 쳐서 장면이 변화된 모습으로 그림 4의 영상과 같다.

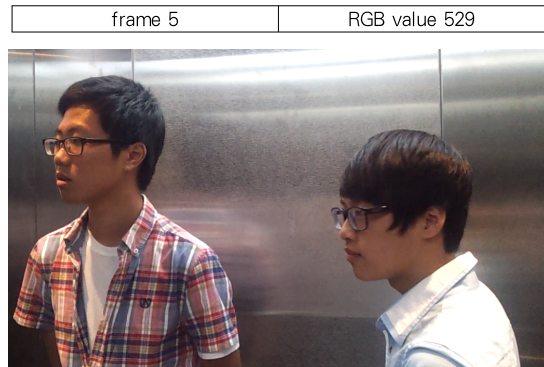


그림 4. 첫 번째 검출된 키 프레임  
Fig. 4. First Detected Key Frame  
두 번째 키 프레임은 앞의 남자가 확 돌아서서 뒤의 남자

의 먹살을 잡는 장면으로 그림 5와 같은 장면이다. 승강기 안에서 앞의 남자가 뒤의 남자의 먹살을 잡고 시비를 걸려는 상황이다. 이는 초당 1프레임을 주므로 가능한 현상이다.

frame 9                      RGB value 532



그림 5. 두 번째 검출된 장면 전환  
Fig. 5. Fig. 3. Second Detected Key Frame

세 번째 키 프레임은 순식간에 앞의 남자가 뒤의 남자를 폭력으로 주먹으로 제압하여 뚫어 놓힌 장면으로 그림 6와 같이 거의 혼자만 잡힌 장면이다.

frame 13                      RGB value 600



그림 6. 세 번째 검출된 장면 전환  
Fig. 6. Third Detected Key Frame

이처럼 승강기 내에서는 불과 몇 초에서 몇 십 초 사이에 순간적으로 범행이 발생한다. 그리고 범행이 일어난 날자와 시간대를 알면 그에 해당하는 CCTV를 분석하여 그 날자와 그 시간대에 알맞은 범죄 현장을 장면 전환 검출을 통하여 키 프레임을 쉽게 파악 할 수 있다.

다음 그림 7은 승강기 내의 20개의 비디오를 대상으로 초당 1프레임으로 1분 동안 추출된 장면 전환 검출 수(키 프레임 수)와 평범한 프레임 수를 나타낸다.

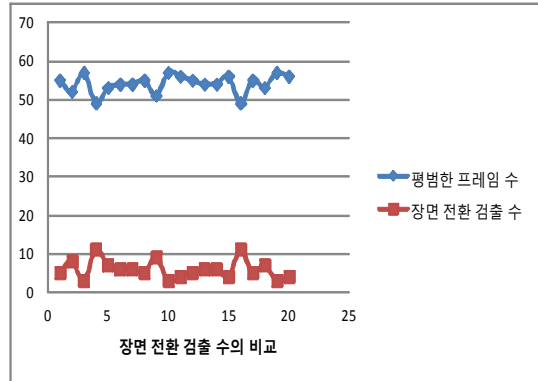


그림 7. 20개의 비디오 비교  
Fig. 7. Comparison of 20 Video

위의 그림 7에서 대부분 60개의 프레임에서 컬러히스토그램에 의한 키 프레임 수는 3개 내지 6개 정도 검출됨을 알 수 있었다. 또한 컬러히스토그램에 의한 장면 전환이 검출이 되어야 하는데 안 된 경우도 존재하며 이런 경우는 승강기내의 색과 비슷한 색의 옷을 착용한 경우와, 승강기 내의 비디오 오류로 장면 이동이 안 되는 경우로 볼 수 있다.

다음 그림 8은 초당 30프레임짜리 60초 분량의 비디오를 장면 전환 검출을 하지 않고 1초, 2초 그리고 3초당 그냥 검출하여 나타낸 경우와 컬러 히스토그램으로 1초당 1프레임으로 장면 전환 검출을 수행하여 얻은 키 프레임의 비교를 나타낸다. 1분 동안 추출한 평균 키 프레임의 수는 4.5개가 나왔으므로 컬러 히스토그램의 적용 후 키 프레임 수는 4.5이다.

표 2. 프레임 수 비교  
Table 2. Comparison of the Number of Frame

총 프레임 수	적용방식	적용 후 키 프레임 수
1800	frame/1sec	60
1800	frame/2sec	30
1800	frame/3sec	20
1800	color histogram (frame/1sec)	4.5

또한 컬러 히스토그램을 이용하지 않는 방법들은 키 프레임에도 오류가 많이 발생하는데 오류 발생 원인은 다음 표 3과 같다.

표 3. 오류 발생원인  
Table 3. Cause of Error Occurrence

오류 순위	오류원인
1	장면 전환 검출이 발생하지 않는 프레임들도 키 프레임에 많이 분포
2	키 프레임 수가 너무 많음
3	같은 키 프레임이 많음
4	비디오 분할이 어려움

### V. 결론

본 논문에서는 우월적인 힘을 가지고 상대방의 신체에 접촉하는 것인 폭행과 폭행에 조금 더 가중 처벌되는 폭력에 대해 알아보았다. 그리고 이러한 폭행과 폭력을 검출하기 위하여 승강기 내에 설치된 카메라로부터 얻은 영상으로 장면전환 기법중의 하나인 컬러히스토그램 기법으로 일정한 날자와 일정 시간대의 비디오를 대상으로 키 프레임을 추출하였다. 또한 컬러 히스토그램으로 장면 전환 검출을 수행하여 실험한 결과와 추출된 키 프레임의 수도 그림을 나타내 주어서 본 방법의 효율을 증명할 수 있었다.

이러한 영상에 대한 증거 자료는 다양한 방면의 포렌식 자료로 활용되어 증거 자료로 제출될 것이다.

향후 영상 포렌식의 증거 자료의 온전한 보전을 위해서는 조금 더 고해상도의 영상이 필요하고, 장면 전환 검출 방법 또한 기존의 방법이 아닌 조금 더 빠르고 정확한 방법이 요구 된다.

### 참고문헌

[1] [http://blog.naver.com/bearinmind?Redirect=Log & logNo=50104276230](http://blog.naver.com/bearinmind?Redirect=Log&logNo=50104276230)  
 [2] <http://vitanamu.blog.me/60152626423>  
 [3] Zhang, H. J., Kankanhalli, A., and Smoliar, S. W., "Automatic Partitioning of Full-motion Video," *Multimedia Systems*, Vol. 1, No. 1, pp. 10-28, 1993.  
 [4] Y. Tonomura, "Video handling based on structured information for hypermedia systems, in: Proc. ACM Int. Conf. Multimedia Information Systems, pp.333-344, 1991,

[5] Nagasaka, A. and Tanaka, Y., "Automatic Video Indexing and Full-Video Search for Object Appearances," in *Visual Database Systems II*, Knuth, E., Wegner, L., Editors, Elsevier Science Publishers, pp. 113-127, 1992.  
 [6] Ueda, H., Miyatake, T., and Yoshizawa, S., "IMPACT: An Interactive Natural-motion-picture Dedicated Multimedia Authoring System," in *proceedings of CHI, 1991 ACM*, pp. 343-350, New York, 1991.  
 [7] <http://tpholic.com/xe/ibmboard2/916264>  
 [8] Suk-Ju Kang, Sung In Cho, Sungjoo Yoo, Young Hwan Kim, "Scene Change Detection Using Multiple Histograms for Motion-Compensated Frame Rate Up-Conversion," *Journal of Display Technology*, Vol. 8, Issue, 3, pp. 121-126, 2012.  
 [9] Brennan, M., Kreucher, C., "Multistatic radar change detection using a sparse imaging approach," 2012 IEEE Radar Conference (RADAR), pp. 0045 - 0050, 2012  
 [10] Dolley Shukla, Manisha Sharma, "Overview of Scene Change Detection-Application to Watermarking" *International Journal of Computer Applications*, Vol. 47, No. 19, pp. 0975 - 888, 2012.  
 [11] Jung Lee, Sun-Jeong Kim, and Chan Seob Lee, "Effective Scene Change Detection by Using Statistical Analysis of Optical Flows," *International Journal of Applied Mathematics & Information Sciences*, 6, No. 1S, pp. 177S-183S, 2012

### 저 자 소개



신 성 운  
 2003년 2월 :  
 군산대학교 컴퓨터과학과 이학박사  
 2006년~현재 :  
 군산대학교 컴퓨터정보공학과 교수  
 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터비전,  
 가상현실, 멀티미디어  
 Email : s3397220@kunsan.ac.kr