

엘리베이터 내의 흡연 추출[†]

(A Detection of Smoking in Elevator)

신 성 윤*
(Seong-Yoon Shin)

요 약 엘리베이터 내에서는 흡연이 금지되어 있는 것이 사실이다. 엘리베이터 내에서 흡연을 하는 것은 도덕에 어긋나는 잘못된 일이다. 또한, 흡연은 우리 아이들과 여성들에게 매우 치명적일 수 있다. 본 논문에서는 엘리베이터 내에서 흡연을 하는 사람을 추출하여 포렌식 증거 자료로 법원에 제출하기 위해서이다. 엘리베이터에 탄 사람의 얼굴 주위를 부분적으로 장면 전환 검출하여 추출한다. 방법은 흰색 막대를 입에 무는 사람을 추출하는 것이다. 연기를 내뿜는 것의 추출은 향후에 진행할 것이다. 방법은 장면 전환 검출에서 컬러 히스토그램 방법으로 추출한다. 이렇게 추출하면 장면 전환 검출을 하지 않는 방법 보다 훨씬 추출률이 정확하다.

핵심주제어 : 흡연, 포렌식, 장면전환검출, 컬러 히스토그램

Abstract In fact, smoking is prohibited in elevators. It is morally wrong to smoke in elevators. In addition, smoking can be very fatal for our children and for women. In this paper, forensic evidence is submitted to court by people who smoke in elevators. Shots around the face of the person in the elevator extracted partially by scene change detection. Smokers is extracted that the white bar is at the mouth biter. People spouting smoke extraction will proceed in the future. It is extracted by using technology of color histogram, one of the scene change detection method. The extract is a much more accurate extraction ratio than the methods that do not use scene change detection.

Key Words : Smoking, Forensic, Scene Change Detection, Forensic, Color Histogram

1. 서 론

담배를 피우는 행위. 담배 연기는 여러 가지 유해물질이 포함되어 있지만, 주로 입자상으로 포함되는 니코틴, 기상에 포함되어 있는 이산화탄소가 생리적으로 영향을 준다. 습관성 흡연의 건강 영향으로서는 폐, 인두, 구강, 후두, 식도, 위, 방광, 신우, 요관, 췌장 등의 암, 허혈성 심질환, 뇌혈관질환, 만성폐색성 폐질환, 저출생체중아 및 유·조산 등이 거론되고 있다[1].

일반적으로 흡연이 제한되는 것은 일부에 불과한 장소이며 거의 무제한으로 흡연행위가 자행되어 화재

위험을 증가시키고 있다. 한편 착화물질이 될 수 있는 가연물은 주거, 사무실, 작업장 이외에도 존재한다. 이것은 흡연에 의한 화재가 광범위하고 또한 다종다양한 형태로 발생할 가능성이 있다는 것을 의미하며, 흡연이 상황상의 보편적 행위와 어울려서 화재발생을 크게 하는 기본적인 이유가 되고 있다[2].

1964년 미국 연방의무감 보고서 이전에도 ‘흡연이 폐암을 유발할 수 있다’라는 주장들이 몇몇 연구보고서를 통해 발표되었지만 1964년 보고서는 그동안 학술로 여겨지던 흡연의 위험성을 대중에게 공표함으로써 미국뿐 아니라 전 세계 금연정책발전에 핵심적인 역할을 했다. 흡연과 건강관련 미국 연방의무감 보고

* 군산대학교 컴퓨터정보공학과, 제1저자, 교신저자

서와 관련된 이러한 역사적 배경으로 인해 2012년 보고서 역시 향후 세계금연정책 발전에 크게 기여할 것으로 기대된다[3].

12월 8일 보건복지부 국민건강증진법 개정안에 따라 전국 일반 음식점, 선물집, 커피 전문점 등 45평 이상의 영업장이 금연구역으로 설정돼 논란이 뜨겁다. 자신의 건강은 물론 타인의 건강까지 해치는 간접흡연의 폐해를 줄여야 한다. 우리 아이들의 건강을 위협하는 보이지 않는 폭력, 일상 속에서 심심치 않게 마주치는 간접흡연은 폐암은 물론 아이들의 학습능력까지 떨어뜨린다고 한다.

현재는 엘리베이터 안에서 담배를 피우는 황당하고 몰상식한 일들이 빈번하다. 엘리베이터에 CCTV가 설치되어 있어도 내놓고 흡연하는 일들이 자주 발생한다. 담배를 피우다 다른 사람이 타면 바로 꺼서 본인이 피운지 모르게 하는 경우도 매우 많다.

본 연구는 이러한 엘리베이터 내 뿐만 아니라 전반적으로 흡연이 금지되는 대부분의 장소에서 흡연하는 사람들을 검출하기 위해 필요하고, 기존의 연구들이 대부분 장면 전환 검출 방법이 아닌 다른 방법들을 사용하므로 장면 전환 검출 방법을 이용한 본 연구는 반드시 필요하다고 본다.

본 논문에서는 장면 전환 검출 방법 중의 하나인 컬러히스토그램을 이용하여 엘리베이터 내에서 흡연을 하는 사람을 검출하여 포렌식 증거 자료로 제출하도록 하는데, 2장에서는 관련연구를 살펴보고, 3장에서는 장면 전환 검출 방법인 컬러히스토그램에 대해 알아보며, 4장에서는 실제 실험을 통하여 검출을 수행하고, 5장에서는 결론을 맺도록 한다.

2. 관련연구

본 논문은 이러한 흡연을 검출하기 위한 방법들을 모색하기 위한 것이므로 샷 검출 또는 장면 전환 검출을 통하여 흡연자를 추출하는 방법을 논하므로 관련연구 또한 그러한 맥락에 맞추어 알아보도록 한다.

비디오 분할은 장면 전환 검출 이라고도 하는데, 비디오를 계층적이고 구조적인 형태로 표현하기 위하여 영상, 문자, 오디오와 같은 매체 속에 포함되어 있는 내용들을 특징별로 분석하여 계층별로 분류하는 작업을 말한다. 최근의 많은 샷 경계 검출 방법들이 이미

수 십 년 전부터 제시되어 왔다[4][5].

가장 보편적인 장면 전환 검출 방법은 연속적인 프레임들 사이의 주어진 특징에 의해 표현되는 차이값을 계산하여 얻는 방법이다. 비록 정확률이 어느 정도 높다 해도 이들 알고리즘들의 강건성에 대한 제약들은 아직도 문제점으로 남아있다[6].

히스토그램 비교방법(Histogram comparison)은 장면 전환 검출을 위하여 사용되는 가장 보편화된 방법이다. Tono 등[8][8][9]은 그레이-레벨의 히스토그램 비교를 통하여 임계치를 기준으로 샷 경계를 추출하는 가장 간단한 방법을 제안하였다.

Ueda 등[10]은 장면의 경계를 검출하기 위해서 컬러 히스토그램의 변화 비율을 사용했고, Naga 등[9]은 그레이 레벨과 컬러 히스토그램을 기반으로 한 몇 개의 간단한 통계학적 비교를 수행하였다.

Zhan 등[7]은 픽셀 차이, 통계 차이, 그리고 몇 개의 히스토그램 방법을 비교하여 히스토그램 방법이 정확성과 속도사이의 좋은 교환요소임을 발견하였다.

Naga 등[9]은 두 프레임 사이의 차이 값을 강조할 뿐만 아니라 카메라나 객체의 움직임도 강조할 수 있는 X2-test를 제안하였다. 그러나 X2-test는 Tono 등[8]이 제안한 선형 히스토그램 비교방법보다 전체적인 성능이 더 좋지 않았으며, 계산량이 증가하는 단점을 갖는다.

최근의 연구를 보면 [11]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. [12]에서는 multistatic 레이더의 별자리에서 장면 전환 검출에 의하여 변경된 이미지를 추정하는 sparse imaging 접근 방식을 설명하고 있다.

3. 장면 전환 검출(컬러 히스토그램)

본 연구에서는 요즘에 흔히 설치되어 있는 방법용이나 보안용 CCTV 영상을 이용하여 장면 전환 검출을 수행하도록 한다.

장면 전환 검출은 비디오를 체계적이고 계층적으로 분할하는 것인데, 결국 키 프레임을 추출하여 그 키 프레임에 종속되는 프레임들을 묶어주는 것을 말하여,

본 연구의 핵심이 되는 작업이다.

비디오를 분할하는 방법은 비디오를 시간당 프레임으로 분할하는 방법과 본 논문에서 제시한 것처럼 장면 전환 검출로 분할하는 방법의 두 가지가 크게 존재한다.

첫 번째 방법은 비디오를 분할할 때 비디오가 갖고 있는 특징을 고려하지 않고 시간당 프레임수로 분할하는 방법이다. 보통의 비디오는 30frame/sec로 구동되는데 1frame/sec로 분할한다던지 1frame/min으로 분할한다던지 하는 것을 말한다. 분할된 비디오는 단지 시간별로 나눈 것 뿐 이고 비디오가 갖고 있는 특징이나 내부 사항(정보)들을 전혀 알 수 없다.

두 번째 방법인 장면 전환 검출로 분할하는 방법은 비디오를 장면 전환 검출에 의해 주어진 임계치에 따라서 나누는 방법이다. 이 방법은 비디오가 가지고 있는 특정 컬러나 모양, 또는 부분적인 정보 등에 따라서 비디오를 분할하므로 비디오에서 장면 변화가 큰 프레임들만 검출하게 되는 매우 효율적인 방법이다.

장면 전환 검출의 한 방법인 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.

센서의 정보는 시간에 따라 수집한 다음 비디오에서의 움직임을 식별하는데 이것은 수면 상태에서 뒤척임을 추출하기 위하여 장면 전환 검출 기법중의 하나인 컬러히스토그램 기법을 사용한다. 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·G·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 i 번째 프레임 (f)에서의 각 컬러 공간 (r, g, b)에 대한 빈(k)의 수(M)를 나타낸다.

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

이 방법은 카메라와 객체의 동작과 명암에 매우 민감하며 많은 데이터 유실을 초래하지만, 히스토그램 방법이 정확성과 속도 사이의 좋은 교환 요소임을 발견했다.

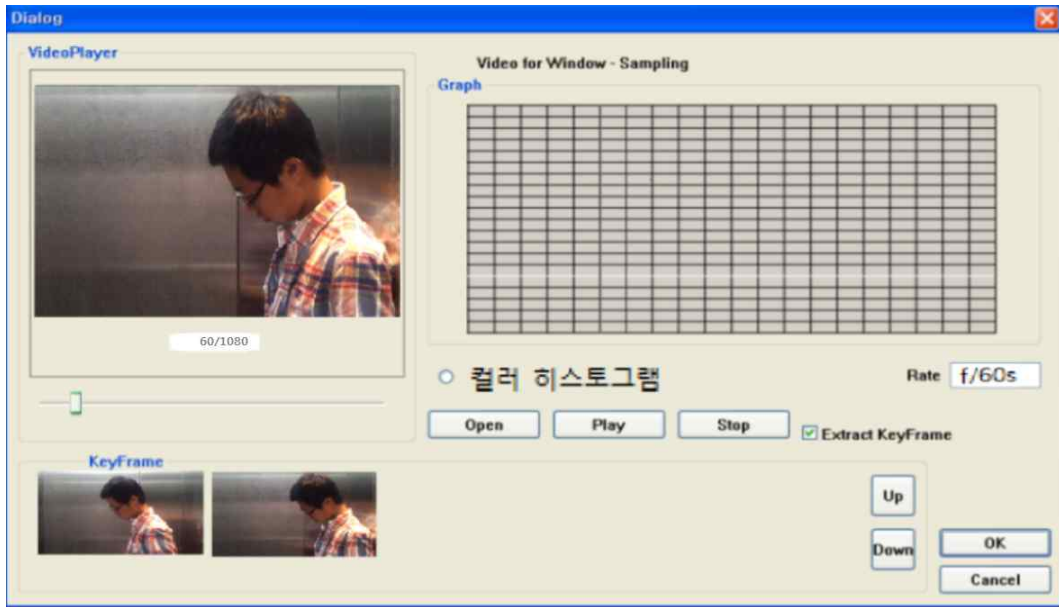
4. 실험

우선 엘리베이터 내부의 CCTV에 녹화된 비디오를 대상으로 흡연자를 추출하므로 여러 사람이 엘리베이터에 타는 경우는 향후 연구하기로 배제하고 일단 한 사람만이 엘리베이터에 탄 경우만 추출하였다.

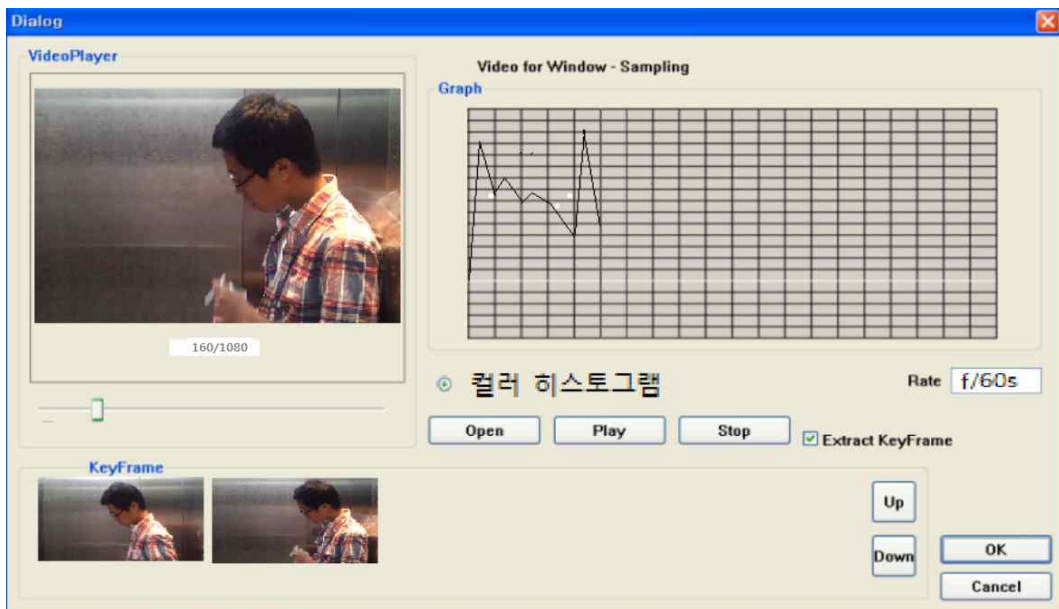
실험은 Window Vista 7에서 Visual C++ 2011을 이용하였고, 카메라로 스마일 캠 SD290U를 이용하였다. SD290U는 스마일 회전 돔 카메라이며 인터넷을 통한 상하좌우를 촬영하고 초당 90도의 초고속 원격 제어 카메라이다. 또한 자체영상 저장 DVR 기능과 물체의 움직임에 따라 카메라 움직이는 기능도 갖고 있다. 영상은 300×200으로 정규화한 영상을 이용하였다.

본 연구에서는 다음과 같은 가정을 두어 실험을 수행하였다. 첫째, 엘리베이터 내에 혼자 탄 경우만 추출한다. 둘째, 담배(흰 막대기)로만 추출하고 연기로는 추출하지 않는다. 이러한 상황은 대부분 여럿이서 엘리베이터 내에서 담배를 피우지는 않고 혼자서 술이 취해서 담배를 피우는 경우가 대부분이므로 가정으로 둔 것이다.

먼저 비디오를 분할하는 첫 번째 방법인 시간당 프레임수로 분할하는 방법에 대해 알아보았다. 우선 엘리베이터를 타고 1층에서 20층까지 올라가는 시간이 38초가 걸렸다. 또한 엘리베이터를 타고 20층에서 1층까지 내려가는 시간이 34초가 걸렸다. 즉, 엘리베이터를 타고 엘리베이터가 멈추지 않는다는 조건하에 오르내리는 평균 시간은 36초가 걸렸다. 60초당 1프레임으로 장면 전환 검출을 한 경우 36개의 키 프레임이 나왔다. 아래의 <그림 1>이 첫 번째 방법인 시간당



<그림 1> 프레임 수로 분할하여 추출



<그림 2> 컬러 히스토그램으로 추출

프레임 수로 분할하는 방법이다.

엘리베이터를 타고 가는 도중에 중간층에서 타는 경우와 엘리베이터에 여러 사람이 타는 경우에서 제외하였다. 특히 엘리베이터를 타고 가다가 중간에 사람이 더 타는 경우는 이미 엘리베이터가 멈추

는 순간 흡연자가 담배를 발로 밟아 꺼서 밝고 있는 경우가 대부분이었다. 그러한 이유 때문에 배제한 것이다.

아래의 <그림 1>과 같은 방법으로 분할을 할 경우 비디오의 내용과 전혀 상관없이 60초가 되면 키 프레

임을 추출하므로 비디오를 대표하는 프레임이라고 볼 수 없다. 다만 비디오를 빨리 보거나 빨리 돌리기를 하는 경우에 유용하다.

다음으로는 <그림 2>와 같이 CCTV에 찍힌 비디오를 대상으로 장면 전환 검출인 컬러 히스토그램을 이용하여 추출하는 경우이다. 이와 같은 경우 전체 비디오에 대하여 추출하지 않고 부분 영역을 컬러 히스토그램을 적용하여 추출하도록 한다. 이 부분 영역은 <그림 3>과 같이 첫 번째 프레임의 얼굴을 기준으로 수평으로만 좌측을 +30픽셀, 우측으로 +30픽셀을 확장한 영역을 기준으로 추출하도록 하며, 히스토그램에 의해 주어진 임계치인 600을 넘으면 추출되고 이하면 추출되지 않는 방법이다.



<그림 3> 컬러 히스토그램 추출 영역

이 방법은 비디오가 가지고 있는 특정 컬러의 명암 값(컬러)에 따라 비디오를 분할하므로 비디오에서 장면의 컬러 변화가 큰 프레임들만 검출하게 되는 매우 효율적인 방법이다.

실험 결과 다음 <표 1>은 시간당 프레임 수로 분할한 방법과 컬러 히스토그램으로 추출한 방법에서 각각의 추출 결과를 비교한 것이다. <표 1>에서 알 수 있는 것처럼 시간당 프레임 수로 분할한 방법은 시간에 알맞게 비디오 프레임이 검출되었고, 컬러 히스토그램으로 분할한 방법은 각 컬러 값의 합이 임계치를 넘었을 경우에만 검출됨을 알 수 있다.

<표 1> 프레임 절감율

구분	frame/60sec	컬러 히스토그램
총 프레임 수	1080	1080
키 프레임 수	36	6
절감율	3.33%	0.56%

총 프레임 수는 두 가지 방법 모두에서, 1초당 30프

레이를 갖고 구동되는 비디오에서 36초 동안 구동되므로 총 1080개의 프레임이 나온다. 여기서, 시간당 프레임 수로 분할한 방법은 1초당 1프레임으로 분할하였으므로 총 36개의 키 프레임이 추출되었다. 하지만 컬러 히스토그램으로 분할한 방법은 컬러 값에 의해 추출되므로 1080개의 총 프레임 수에서 총 6개의 키 프레임이 나왔다. 따라서 컬러 히스토그램으로 검출하는 방법이 시간당 프레임 수로 분할하는 방법보다 훨씬 우수함을 알 수 있다.

5. 결론

우리는 엘리베이터 내에서 흡연이 금지되어 있다는 사실을 알고 있지만 술을 마셨거나 혹은 사실을 망각하고 흡연을 하곤 한다. 이처럼 하는 흡연은 도덕적 및 상식적으로 매우 잘못된 행위이다. 특히 자라나는 청소년이나 여성분들에게는 매우 치명적이며 간접흡연의 폐해 또한 매우 심각하다.

본 논문에서는 엘리베이터 내에서 흡연을 하는 사람을 추출하여 경범죄의 포렌식 증거 자료로 법원에 제출하기 위함이다. 엘리베이터에 탄 사람의 얼굴 주위를 부분적으로 장면 전환 검출하여 흰색 막대를 입에 무는 사람을 추출하였다.

본 논문의 향후 연구 방향은 연기를 내뿜는 것의 추출과 많이 움직이며 흡연하는 경우의 추출, 그리고 여러 사람이 탄 경우에도 보다 효율적으로 추출하는 것이다.

참고 문헌

- [1] <http://terms.naver.com/entry.nhn?cid=910&docId=434882&mobile&categoryId=910>
- [2] <http://terms.naver.com/entry.nhn?cid=580&docId=509561&mobile&categoryId=580>
- [3] 이성규, "2012 미국 연방의무감 보고서" 보건복지포럼, 통권, 제188호, pp. 101-108, 2012.6,
- [4] Koprinska and S. Carrato, "Temporal Video Segmentation: A Survey," Signal Processing Image Communication, Elsevier Science 2001.
- [5] G. Ananger, T.D.C. Little, "A survey of

- technologies for parsing and indexing digital video," *Journal of Visual Communication and Image Representation*, pp. 28-43, 1996.
- [6] U. Gargi, R. Kasturi, and S. H. Strayer, "Performance Characterization of Video-Shot-Change Detection Methods," *IEEE transaction on circuits and systems for video technology*, Vol. 10, No. 1, Feb. 2000.
- [7] 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.
- [8] Y. Tonomura, "Video handling based on structured information for hypermedia systems, in: *Proc. ACM Int. Conf. Multimedia Information Systems*, pp.333-344, 1991,
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] Brennan, M., Kreucher, C., "Multistatic radar change detection using a sparse imaging approach," *2012 IEEE Radar Conference (RADAR)*, pp. 0045 - 0050, 2012



신 성 윤 (Seong-Yoon Shin)

- 정회원
- 군산대학교 전산학과 학사
- 군산대학교 정보통신공학과 석사
- 군산대학교 컴퓨터과학과 박사
- 군산대학교 컴퓨터정보공학과 교수
- 관심분야 : Image Processing, Computer Graphics, Multimedia