

특수 영상에서 비디오 요약을 위한 장면 전환 검출 알고리즘

정명범*, 김재경**, 고일주***, 장대식****

Scene Change Detection Algorithm for Video Abstract on Specific Movie

Myoung-Beom Chung*, Jae-Kyung Kim**, Il-Ju Ko***, Dae-Sik Jang****

요약

장면 전환 검출은 영상 정보의 색인 및 검색을 위한 전처리로서 비디오 검색 시스템의 전체 성능을 좌우하는 중요한 기술이다. 기존의 장면 전환 검출은 인접한 프레임 간에 픽셀 값, 히스토그램 차이 등의 단일 특징을 이용하거나, 단일 특징들을 혼합하여 상호 보완 관계를 갖는 다수의 특징을 이용하여 장면 전환점을 검출하였다. 그러나 기존 방식은 적외선 촬영이나, 야간 촬영과 같이 특수한 영상에서 현저히 낮은 정확성을 갖는다. 따라서 본 논문에서는 Color 히스토그램 특징과 KLT 알고리즘을 혼합하여 특수 영상에서 보다 효과적인 장면 전환 검출 방법을 제안한다. 제안 방법의 성능을 확인하기 위해 특수 영상에 대하여 Color 히스토그램을 이용한 검출과 KLT를 혼합한 검출을 실험하였으며, 그 결과 제안한 기법이 기존 방법보다 성능평가지수에서 평균 11.4%의 성능이 향상됨을 알 수 있었다.

Abstract

Scene change detection is pretreatment to index and search video information in video search system, and it is very important technology for overall performance. Existing scene change detection used single characteristic of pixel value difference, histogram difference, etc or mixed single characteristics that have complementary relationship. However, accuracy of those researches is very poor for special video such as infrared camera, night shooting. Therefore, this paper is proposed the method that is mixed color histogram and KLT algorithm for scene change detection at the specific movie. To verify the usefulness of a proposed method, we did an experiment which used color histogram only and KLT algorithm with color histogram. In result, evaluation index of proposed method is improved about 11.4% at the specific movie.

▶ Keyword : 영상처리(Image processing), 장면 전환 검출(Scene Change Detection), 비디오 인덱싱(Video Indexing)

• 제1저자 : 정명범

• 투고일 : 2008. 10. 31, 심사일 : 2008. 11. 17, 게재확정일 : 2009. 2. 23.

* 숭실대학교 IT대학 미디어학과 박사과정 ** 숭실대학교 IT대학 미디어학과 석사과정

*** 숭실대학교 IT대학 미디어학과 조교수 **** 군산대학교 컴퓨터정보공학과 조교수

※ 본 연구는 숭실대학교 교내연구비 지원으로 이루어졌음

1. 서론

최근 데이터 전송 기술의 발달로 인터넷 전송 속도가 향상되었으며, 더불어 카메라가 달린 핸드폰, 디지털 카메라 등 디지털 기기의 보급은 웹 사용자들의 동영상 콘텐츠 생산을 가속화 시켰다. 그 예로 대표적인 UCC(User Created Contents) 영상 서비스인 'Flickr'의 경우 1일에 약 200만 장 이상의 사진이 등록되고 있고, 동영상 콘텐츠를 제공하는 '유튜브'의 경우 1분마다 약 10시간 분량의 새로운 동영상이 업로드 된다. 이에 따라 방대한 양의 업로드 된 동영상을 검색하기 위한 영상 검색 기술이 요구되었으며, 많은 연구에서 동영상 자체의 내용을 분석하여 검색에 적용하는 다양한 방법의 내용 기반 영상 검색 기술이 개발 되었다.

내용 기반 영상 검색에서 동영상 콘텐츠는 텍스트, 이미지 등에 비해 1초당 15장~30장의 다량에 이미지를 갖는 데이터이기 때문에, 웹에서 사용하는 일반적인 인덱싱과 검색 기법을 사용할 수 없다. 따라서 전체 영상의 시퀀스 중 중요한 프레임(Key Frame)만을 추출하여 검색하는 기법이 주로 사용된다. 이 프레임은 영상들 간의 샷(Shot) 내에서 가장 효과적으로 대표할 수 있는 장면을 말하며, 이를 추출하기 위해 전체 영상 시퀀스들의 장면 전환점을 검색하여 비디오 분할을 수행하게 된다[1][2][3]. 이때 샷은 하나의 카메라 동작이 끝나고 다른 카메라로 넘어가기까지의 프레임들에 집합을 의미하며, 샷 내부에 있는 인접한 프레임들 사이에는 높은 유사성을 갖는다.

장면 전환점 검출은 많은 연구자들에 의해 다양한 방식들이 제안 되었다. 단일 특징을 이용한 것으로는 무압축 영상의 경우 인접 프레임의 변화량을 이용하여 픽셀 값 차이를 비교하는 방법, 히스토그램 차이를 비교하는 방법, 에지를 추출하여 비교하는 방법, 인접한 블록사이의 유사도를 비교하는 방법 등이 있으며, 압축 영상의 경우 DCT(Discrete Cosine Transform) 계수나 모션 벡터를 이용하여 공간-주파수 도메인을 사용하는 방법이 있다[4][5][6][7]. 그러나 이 같은 기존의 기법들은 단일 특징만을 이용하기 때문에 특정 상황에서만 뛰어난 성능을 발휘하고 여러 상황이 포함된 비디오 시퀀스에서는 적용하기 어려운 문제점이 있다. 예를 들어 화소 단위 비교는 뉴스와 같이 배경이 고정되고, 카메라 움직임이 거의 없는 영상에서는 좋은 결과를 보이는 반면, 스포츠 영상과 같이 객체나 카메라의 움직임이 큰 영상에 적용될 때는 성능이 급격히 저하된다. 또한 히스토그램 비교에서는 스포츠 영상과 같이 빠른 움직임과 회전에는 강하지만, 뉴스와 같이 유사한

히스토그램을 갖는 장면 전환점에서는 성능이 떨어진다[8].

이와 같은 기존의 문제점을 해결하기 위해 단일 특징을 혼합한 향상된 장면 전환점 검출 방식들이 제안되었다. Yusoff는 다섯 가지의 장면 전환점 검출 방식을 이용하여 ROC(Receiver Operating Characteristic) 곡선과 투표 기법으로 장면 전환점을 검출하였다[9]. Naphade와 Lee 등은 픽셀 차와 히스토그램 차를 이용하여 K-means 알고리즘으로 장면 전환점을 분류 하였으며, Dugad는 히스토그램 기법과 Likelihood Ratio를 이용하여 두 단계로 임계값을 설정하고 장면 전환점을 분류 하였다[10][11][12].

그러나 지금까지의 다양한 연구는 일반적인 영상들에서 장면 전환점을 찾는 것으로, 적외선 카메라로 촬영이 되거나, 야간 촬영, 흑백 영상 등과 같이 특수한 상황의 영상에서는 적용하기 어렵다는 단점이 있다. 특히 온라인에 많이 활성화 된 유해 동영상의 경우 그러한 특수한 상황의 영상이 많이 있으며, 이를 걸러내기 위한 새로운 방법의 장면 전환점 검출이 요구된다.

따라서 본 논문은 Color 히스토그램과 KLT(Kanade Lucas Tomasi) 알고리즘을 이용하여 적외선 카메라로 촬영한 영상, 야간 촬영 영상, 흑백 영상 등과 같이 특수한 영상에서 장면 전환점을 효과적으로 검출하는 방법을 제안한다. Color 히스토그램은 장면 전환점 검출에 가장 많이 사용되는 방법으로 카메라의 회전, 이동, 그리고 객체의 빠른 이동이 있는 영상에 대해 안정된 성능을 나타낸다[13]. KLT 알고리즘은 최근 많은 연구를 통해 성능이 검증된 것으로 연속된 이미지 프레임과 스테레오 이미지에서 Low-level의 특징점인 모서리를 검출하여 영상 추적과 스테레오 매칭을 수행하는 알고리즘이다[14]. 즉, 기존의 Color 히스토그램을 이용한 장면 전환점 검출에 영상 특징점의 움직임을 추측함으로써 특수한 영상에서의 장면 전환점 검출 성능을 향상 시킬 수 있다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 장면 전환점 검출에 대표적인 방법인 히스토그램 기반 기법과 특징 기반 물체 추적에 주로 사용되는 KLT에 관한 관련 연구를 기술하고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 Color 히스토그램과 KLT 알고리즘의 적용 방법을 설명한다. 4장에서는 제안하는 알고리즘의 유효성을 검증하기 위해 비교 실험과 분석을 하며, 5장에서는 결론을 제시한다.

II. 관련 연구

히스토그램 기반 검출법은 장면 전환점 검출 방법의 대표적인 것으로 각 프레임에서 밝기 혹은 컬러의 분포를 구한 후

인접한 두 개의 히스토그램 분포를 비교하는 방식이다. 이 방법은 객체의 빠른 이동이나, 카메라의 이동, 회전 등에 안정된 성능을 나타낸다. 그러나 각 프레임의 밝기나 컬러 분포만을 이용하기 때문에 위치 정보를 알 수 없는 단점이 있다. 즉, 뉴스와 같이 배경 변화가 많지 않은 영상의 경우 두 프레임 사이에 히스토그램 분포가 비슷하기 때문에 장면 전환점을 놓치는 경우가 발생하기도 한다. 이를 해결하기 위해 전체 프레임을 r 개의 균등한 블록으로 나누고 각 블록에 대응하는 인접 프레임의 히스토그램 분포를 비교하여 유사성을 구하는 국부 히스토그램 방식을 사용하기도 한다. 전역 히스토그램의 계산식은 수식 (2.1)과 같다.

$$HD_m = \frac{1}{(2MN)} \sum_{k=0}^B |H_{m+1}(k) - H_m(k)| \dots\dots\dots (2.1)$$

여기서 M, N 은 영상의 가로와 세로의 크기, $H_m(k)$ 는 m 번째 프레임의 히스토그램을 나타내며, B 는 최대 밝기 값이다. 그리고 칼라 히스토그램을 이용할 경우에는 각 RGB별 히스토그램을 구성하여 차이를 계산한다.

히스토그램을 이용한 방법은 영상의 전체적인 분위기를 파악하는 것으로 영상 내의 물체나 카메라의 움직임이 존재하는 경우라도 밝기 분포나 색상 분포가 거의 일정하기 때문에 장면 전환점에 대한 오검출을 방지할 수 있다. 그 외에 히스토그램을 이용한 측정법으로 장면 전환 검출을 수월하게 하기 위해 차이 값을 강조한 카이 제곱 비교법(Chi Squared Comparison), 히스토그램 교차법(Histogram Intersection) 등이 있고, 히스토그램 빈(Bins)들 간에 상호 관계성이 없는 단점을 보완하기 위한 누적 히스토그램 비교법 등이 있다.

다음으로 KLT 알고리즘은 영상에서의 특징점을 찾아내는 알고리즘의 하나로 이미지에서 이웃된 점들과 확연히 구분되는 점을 특징점으로 검출하는 것이다. 이 알고리즘은 연속된 이미지 프레임과 스테레오 비전에서 Low-level의 특징인 모서리를 검출하고 영상추적과 스테레오 매칭을 수행할 수 있다. Lucas-Kanade 알고리즘을 이용한 KLT 알고리즘은 연속된 영상에서 특징점을 추출하고, 연속된 프레임에서 추출된 특징점의 대응점을 찾아준다.

KLT 알고리즘을 간략하게 정리하면 다음과 같다. 일반적으로 연속된 이미지에서 광도에 의한 특징점은 3개의 변수를 가진 함수 $I(x, y, t)$ 로 나타낼 수 있다. 즉, 위치와 시간에 대한 함수로 표현된다. 작은 시간동안 이전 이미지 프레임에서의 특징점은 다음 이미지 프레임에서 동일한 위치 근처에 존재한다고 가정할 수 있다. 시간의 흐름에 의해 해당되는 특징

점의 이동은 수식 (2.2)로 나타낼 수 있다.

$$I(x, y, t) = I(x - \xi, y - \eta, t + \gamma) \dots\dots\dots (2.2)$$

t 시간에서 특징점 $X(x, y)$ 는 $t + \gamma$ 시간의 이미지 프레임에서 $D(\xi, \eta)$ 만큼 이동 되었다고 할 수 있다. 여기서 특징점 X 는 이미지 내에서 하나의 픽셀을 사용하는 것이 아니라, 픽셀의 인접한 윈도우를 의미한다. 이때 윈도우는 추적을 위해 이웃된 것들과 구분될 수 있도록 충분한 텍스처(Texture)를 포함하여야 한다.

본 논문에서는 이전프레임과 다음 프레임에서 특징점의 대응점을 찾아 특징점 변화가 크게 있는 프레임을 장면 전환점으로 추출한다.

III. Color 히스토그램과 KLT 알고리즘을 이용한 장면 전환점 검출

특수한 영상에서의 장면 전환점 검출을 위해 본 논문에서는 Color 히스토그램과 KLT를 이용한 검출 방법을 제안한다. Color 히스토그램은 기존 장면 검출법에서 많이 쓰여 온 방법으로 전역 히스토그램을 비교하는 것과 국부 히스토그램을 비교하는 것이 있다. 전역 히스토그램 비교법은 각 프레임의 컬러 분포만을 이용하기 때문에 두 프레임 사이에 히스토그램 분포가 비슷한 경우 장면 전환점을 검출해 내지 못하는 단점이 있다.

본 논문에서는 이러한 단점을 보완한 국부 히스토그램 비교법을 사용하였다. 국부 히스토그램은 전체 프레임을 r 개의 균등한 블록으로 나누고 각 블록에 대응하는 인접 프레임의 히스토그램 분포를 비교하여 유사성을 구하는 방법이다. 국부 히스토그램은 각 프레임의 전체 영상을 균등하게 16개의 블록으로 분할하여 유사도를 측정 후, 유사도가 낮은 8개의 블록을 사용한다. 이때 제외된 상위 블록은 부분적으로 발생하는 객체의 움직임을 제거하기 위한 목적이다. 국부 히스토그램을 계산하는 식은 수식 (3.1), (3.2)와 같다.

$$LHD_j = \frac{1}{2|BS|} \sum_{k=0}^B |H_{m+1}(k, j) - H_m(k, j)| \dots\dots\dots (3.1)$$

($0 \leq j \leq 16$)

$$LHD_m = \frac{1}{8} \sum_{i=0}^7 \min[LHD_i] \dots\dots\dots (3.2)$$

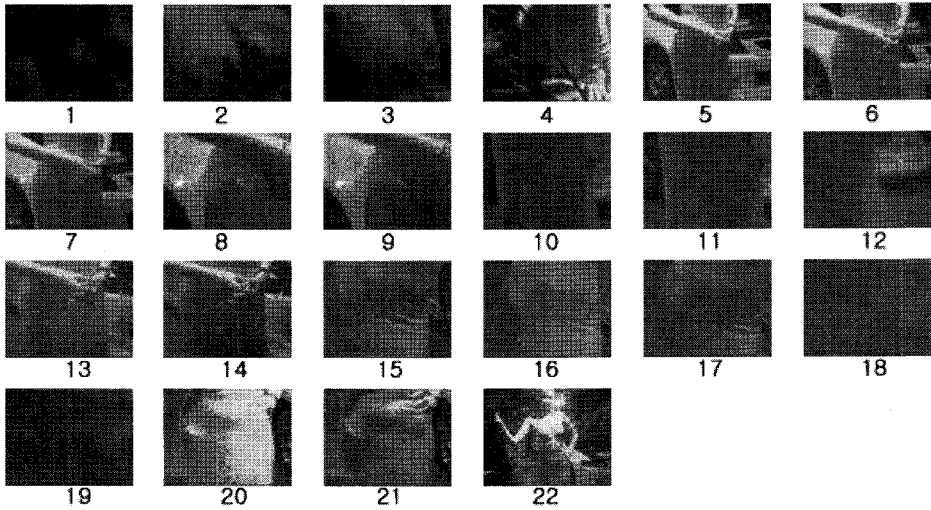


그림 1. Color 히스토그램을 이용한 장면 전환 검출 예시
 Fig. 1 Example of scene change detection using color histogram

여기서, $|BS|$ 는 블록내의 픽셀 수, LHD_j 는 16등분으로 분할된 각 블록의 히스토그램의 차를 나타내며, LHD_m 은 유사도가 낮은 8개의 블록을 사용하여 히스토그램의 평균을 구한다. 다음으로 각 연속되는 프레임간의 LHD_m 평균을 비교하여 특정 임계값을 넘어서는 위치를 1차적인 장면 전환점 후보

로 분류를 한다. 아래의 <그림 1>은 국부 히스토그램만을 이용하여 장면 전환 검출을 실행한 것이다.

<그림 1>의 3번은 2번과 같은 장면임에도 밝기가 변화하여 장면 전환점으로 잘못 검출된 것이며, 장면3번(Frame 31)과 바로 전 프레임(Frame 30)의 히스토그램을 보면 <그림 2>, <그림 3>과 같이 히스토그램의 변화가 크다는 것을 볼

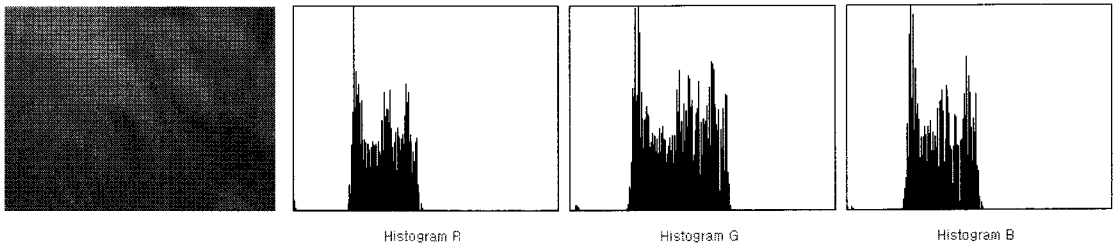


그림 2. 장면 3번 전 프레임의 Color 히스토그램 (Frame 30)
 Fig. 2 Color histogram of the frame before scene 3 (Frame 30)

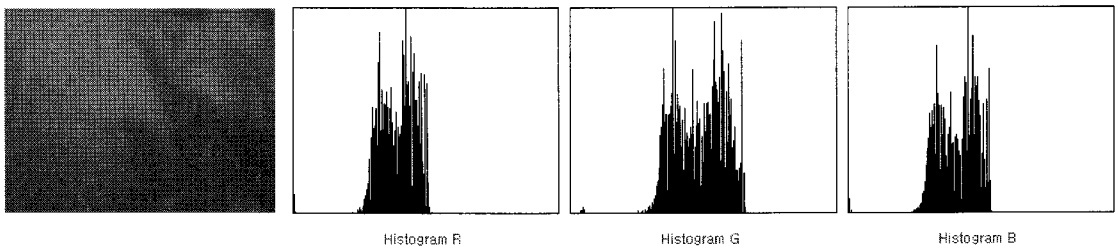


그림 3. 장면 3번의 Color 히스토그램 (Frame 31)
 Fig. 3 Color histogram of scene 3 (Frame 31)

수 있다. 이와 같이 히스토그램만을 사용할 시 1번-3번 구간, 5-9번 구간, 10번-12번 구간, 13번-14번 구간 등 장면 전환 점이 아님에도 장면 전환점으로 오검출하게 된다.

이러한 부분을 보완하기 위해 KLT를 이용한 장면 전환점 후보군을 선별하는 작업을 실행한다. KLT 알고리즘은 연속된 영상에서 특징점을 추출하고, 연속된 프레임에서 추출된 특징점의 대응점을 찾아주는 것이다. 특수 영상에서의 특징점은 빛나거나, 빛에 반사되는 형태의 물체를 의미하며, 이 특징점을 추적하므로 물체가 나타나거나, 사라짐에 따라 장면 전환점을 유추할 수 있다. 즉, KLT 알고리즘을 적용하여 특징점이 나타나거나, 사라지는 지점을 장면 전환점으로 추출한다.

KLT 알고리즘에서 특징점은 수식 (2.2)와 같이 3개의 변수를 가진 함수로 나타낼 수 있다. 그리고 연속된 두 이미지 사이에서 광도의 차를 비교하여, 최소가 되는 것을 이동벡터 D (Displacement Vector)로 선택한다. 연속된 다음 이미지 프레임에서 이미지의 광도를 다시 정의하면, $J(X) = I(x, y, t+r)$, $I(X-D) = I(x-\xi, y-\eta, t)$ 로 나타낼 수 있고, 잡음을 포함한 식은 $J(X) = I(X-D) + n(X)$ 로 표현된다. 이동벡터 D 는 두 이미지에서 특징점의 광도 오차가 최소가 되도록 하는 벡터를 의미하고, 특징점이 선택되어지는 일정한 영역의 윈도우 W 에 대해 수식 (3.3)과 같다.

$$\epsilon = \int_W [I(X-D) - J(X)]^2 w dX \dots\dots\dots (3.3)$$

이 식에서 w 는 가중치 함수이며, 윈도우의 중심점을 강조하기 위해 w 를 가우시안 함수로 나타낼 수 있다. 가중치 함수는 이미지의 광도 패턴에 따라 다르게 나타낼 수 있으므로, 연속된 이미지 프레임간의 이동 벡터 값이 작다고 가정하면,

테일러급수의 선형 함수를 이용하여 $I(X-D) = I(X) - g \cdot D$ 로 나타낼 수 으며, g 는 선형 함수의 기울기. 다시 말해 함수 $I(X)$ 의 점 $X-D$ 에서의 미분 계수를 의미한다. 그리고 $h = I(X) - J(X)$ 라 표현하면, 수식 (3.3)을 수식 (3.4)와 같이 변환한다.

$$\begin{aligned} \epsilon &= \int_W (I(X) - g \cdot D - J(X))^2 w dX \\ &= \int_W (h - g \cdot D)^2 w dX \dots\dots\dots (3.4) \end{aligned}$$

수식 (3.4)는 이동벡터 D 의 이차함수이므로, 윈도우 범위 내에서 이를 최소화하기 위해 수식 (3.4)를 D 에 대하여 미분한 후, 값을 0으로 하면 $\int_W 2(h - g \cdot D) \cdot (-g) w dX = \int_W (h - g \cdot D) g w dA = 0$ 으로 나타낼 수 있다. 이때 이동 벡터는 윈도우 내에서 상수라 가정하면, $(g \cdot D)g = (gg^T)D$ 이므로,

$$\left(\int_W gg^T w dA \right) D = \int_W h g w dA$$

로 표현된다. 여기서 두 개의 스칼라 값을 찾아야 하며, 수식 (3.5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$GD = e \dots\dots\dots (3.5)$$

여기서 $G = \int_W gg^T w dA$ 는 2×2 매트릭스이며, 우측은 $e = \int_W (I - J) g w dA$ 인 2차원 벡터이다. G 는 이미지의 노이즈 레벨보다 크고, 적합하게 조건화 되어 있어야 하며, 만

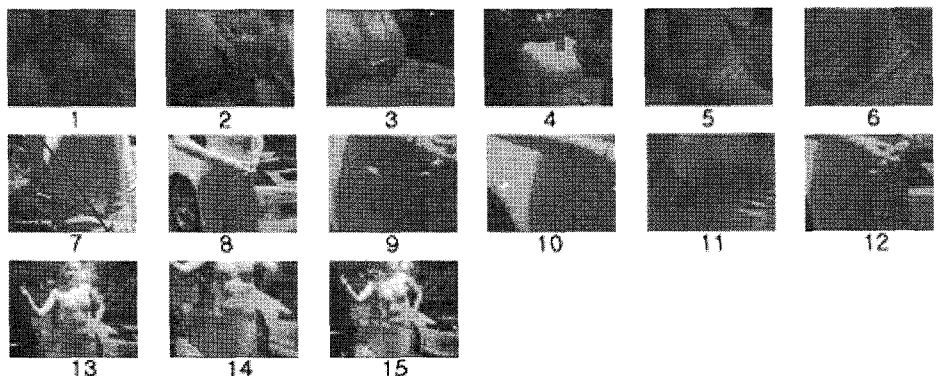


그림 4. KLT 알고리즘을 이용한 장면 전환 검출 예시
Fig. 4 Example of scene change detection using KLT algorithm

표 1 실험 데이터의 특성
Table 1 Characteristic of the experiment data

종류	시간(분:초)	프레임	컷의 개수	기타 특징
Movie 1	3:49	5749	4	빛의 변화가 심한 누드 영상
Movie 2	2:00	3004	5	모터쇼의 모델을 적외선 카메라로 찍은 영상
Movie 3	2:35	3899	5	비디오방, 노래방 등에서의 어두운 영상
Movie 4	4:01	6032	5	길거리에서의 야간 촬영 영상
Movie 5	2:46	4164	5	길거리 적외선 촬영 영상
Movie 6	1:59	2979	20	일반 News 영상
Movie 7	2:45	4128	24	유지 비디오의 일부분

약 매트릭스 G 의 두 고유값이 λ_1, λ_2 이라면, 윈도우 범위 안에서 수식 (3.6)과 같은 조건을 만족하여야 한다.

고리즘에서도 장면 전환점으로 추출된 것이기 때문이다.

$$\min(\lambda_1, \lambda_2) > \lambda \dots\dots\dots (3.6)$$

이 때 λ 는 미리 정의된 임계값이다.

이러한 KLT 알고리즘을 이용하여 특징점을 추출한 후 프레임 간에 추출한 특징점이 나타나거나, 사라짐을 판단함으로써 장면 전환점 후보군에서 장면 전환점을 추출할 수 있다. <그림 4>는 KTL 알고리즘만을 이용하여 장면 전환 검출을 실행한 것이다. KLT만을 이용한 경우 1번, 8번, 9번, 12번, 13번, 14번 등 올바른 장면 전환점을 검출하기도 하였으나, 2번-6번 구간, 9번-10번 구간, 14번-15번 구간 등 장면 전환점이 아님에도 장면 전환점으로 오검출하는 문제가 발생한다.

따라서 본 논문에서는 Color 히스토그램에서 검출한 1차 장면 전환점 후보군의 전후 프레임으로부터 KLT 알고리즘을 적용하여 보다 정확성이 높은 장면 전환점을 추출 할 수 있도록 제안 한다. <그림 5>는 제안한 알고리즘을 적용한 것으로, Color 히스토그램만을 적용했던 <그림 1>에 중복되었던 1번-3번 구간, 5-9번 구간, 10번-12번 구간, 13번-14번 구간 등의 장면 전환점들이 없어졌음을 확인할 수 있다. 또한 장면 전환점으로 검출된 것들은 <그림 4>에서와 같이 KLT만을 사용하였을 때 검출된 장면과 중복되어 나타난다. 이는 KLT 알

IV. 실험 및 결과

실험에 사용한 데이터는 다양한 속도의 움직임과 변화가 있는 적외선 카메라 촬영, 야간 촬영 영상, 흑백 영상 등을 사용하였으며 정확한 컷의 개수는 직접 사람이 보고 결정하였다. 실험 데이터의 특징은 [표 1]과 같다. 여기서 "Movie 1"은 누드 배우를 중심으로 두 대의 카메라가 장면을 변환해가며 촬영한 영상으로 현란한 조명과 스틸 카메라에 의한 플래시 때문에 빛의 변화가 심한 영상이며, 시간에 비해 장면 전환점은 그리 많지 않다. "Movie 2"는 하나의 적외선 카메라를 이용한 모터쇼의 모델을 찍은 영상으로 색상 정보가 한정되어 있을 뿐 아니라 "Movie 1"과 비슷하게 스틸 카메라의 플래시 때문에 빛의 변화가 심하다. "Movie 3"은 핸드폰이나 소형 디지털 카메라로 찍은 것으로, 어두운 공간에 조명은 없으며 TV의 빛만이 나타나고 장면 전환이 촬영을 했다 안했다 하는 것으로 나타나는 영상이다. "Movie 4"와 "Movie 5"는 비슷한 소재를 담은 영상으로 두 개 모두 길거리를 촬영하였으나, "Movie 4"는 일반 카메라로 야간에 촬영을 한 것이며, "Movie 5"는 적외선 카메라로 낮에 촬영한 것이다. 두 영상 모두 카메라 하나로 촬영한 것이고, 편집이 없었기 때문에 촬영을 중간 중간 끊어지는 지점만이 장면 전환점으로 나타나는

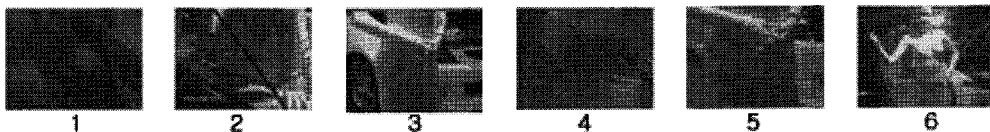


그림 5. Color 히스토그램과 KLT 알고리즘을 이용한 장면 전환 검출 예시
Fig. 5 Example of scene change detection using color histogram with KLT algorithm

영상이다.

그리고 일반 영상에서도 제안 방법의 성능 테스트를 위해 "Movie 6", "Movie 7"과 같이 색상이 있는 일반적인 영상을 사용하였다. "Movie 6"은 TV에서 나오는 저녁 9시 뉴스의 일부분을 캡처한 영상으로 뉴스 아나운서의 설명과 실제 사건 내용들이 편집되어 있어 영상의 길이에 비해 장면 전환이 많은 영상이다. 또한, "Movie 7" 역시 뮤직 비디오이므로 영상의 길이가 짧음에도 다양한 편집과 촬영 카메라 변경으로 많은 장면 전환점을 가지고 있다.

실험 데이터 전체에 대한 Color 히스토그램만을 이용한 실험과 제안 방법을 이용한 실험 결과는 [표 2]와 같다.

실험 결과의 성능을 평가하기 위해 재현률(Recall), 정확도(Precision)를 이용한 성능 평가 지수(EI:Evaluation Index)를 수식 (4.1), (4.2), (4.3)으로 구하였다.

$$Recall = \frac{Correct}{Correct + Missed} \dots\dots\dots (4.1)$$

$$Precision = \frac{Correct}{Correct + FalsePositive} \dots\dots\dots (4.2)$$

$$EI = \frac{Recall + Precision}{2} \dots\dots\dots (4.3)$$

표 2 히스토그램과 제안 방법의 실험 결과
Table 2 The experiment result of histogram and proposing method

종류	Color 히스토그램			제안 방법		
	Correct	False Positive	Missed	Correct	False Positive	Missed
1	3	9	1	3	5	1
2	5	16	0	5	0	0
3	2	1	3	2	0	3
4	5	2	0	5	1	0
5	5	0	0	5	0	0
6	20	7	0	17	0	3
7	24	22	0	16	0	8

표 3 특수 영상에서의 히스토그램과 제안 방법의 성능 평가
Table 3 The evaluation Index of histogram and proposing method at the specific movie

종류	Color 히스토그램			제안 방법		
	Recall	Precision	EI	Recall	Precision	EI
1	75	25	50	75	37.5	56.3
2	100	23.8	61.9	100	100	100
3	40	66.7	53.3	40	100	70
4	100	71.4	85.7	100	83.3	91.7
5	100	100	100	100	100	100
평균	83	57.4	70.2	83	84.2	83.6

표 4 일반 영상에서의 히스토그램과 제안 방법의 성능 평가
Table 4 The evaluation Index of histogram and proposing method at the general movie

종류	Color 히스토그램			제안 방법		
	Recall	Precision	EI	Recall	Precision	EI
6	100	74.1	87	85	100	92.5
7	100	52.2	76.1	66.7	100	83.3
평균	100	63.2	81.6	75.9	100	87.9

이때 Missed는 장면 전환점이 있는데 놓친 부분의 개수를 의미하며, False Positive는 장면 전환점이 아닌데도 장면 전환점으로 판단된 부분의 개수를 말한다. 여기서 재현율이 높은 것은 올바른 컷을 많이 놓치지 않았다는 것을 뜻하며, 정확도가 높다는 것은 잘못 검출된 컷의 개수가 적다는 것을 뜻한다. 그리고 성능 평가 지수는 1에 가까울수록 성능이 우수하다. 실험에 의한 성능 평가 결과는 [표 3], [표 4]와 같다.

실험 결과를 살펴보면, [표 2]에서 Color 히스토그램만을 이용한 실험의 경우 False Positive가 많이 나타나는데 비해 제안 방법에서는 False Positive가 많이 감소하였다. 특수 영상인 "Movie 1"의 경우 4개, "Movie 3"과 "Movie 4"의 경우 각각 1개, 그리고 "Movie 2"의 경우는 16개가 감소하였다. 일반 영상인 "Movie 6"과 "Movie 7"에서도 False Positive가 많이 감소함으로 제안 방법이 효과적임을 확인하였다.

실험 결과로부터 제안 방법의 성능을 비교하면 [표 3]에서 특수 영상 "Movie 1"부터 "Movie 5"까지의 장면 전환 검출은 Color 히스토그램만을 이용한 경우 평균 70.2%라는 성능 평

가지수를 보인 반면, 제안 방법의 경우 평균 83.6%로 약 13% 성능이 향상되었다. 특히 "Movie 2", "Movie 3"에서는 Precision 비율이 향상됨을 볼 수 있는데 이는 색상의 변화가 크지 않고, 스틸 카메라에 의한 플래시나 TV 불빛 등의 순간적인 변화에 Color 히스토그램은 많은 양의 False Positive를 검출한 반면, KLT 알고리즘은 오검출된 False Positive를 걸러내기 때문이다. "Movie 1"에서 EI 성능이 낮은 까닭은 현란한 조명에 의해 그림자 성분의 특징 변화가 많이 일어나며 따라 KLT에서도 False Positive를 많이 제거되지 않았기 때문인 것으로 짐작된다.

그리고 [표 4]에서 일반 영상 "Movie 6"과 "Movie 7"에서도 히스토그램보다 제안 방법이 약 6.3% 성능이 향상됨을 볼 수 있다. 이때 Color 히스토그램보다 제안 방법의 Precision이 향상되는 반면, Recall은 감소되는 것을 볼 수 있는데, 이는 히스토그램에서 찾아낸 올바른 장면 전환점 후보군이 KLT 알고리즘 적용에서 일부 삭제되었다.

다음으로 실험 데이터 중 Color 정보가 미약한 특수영상에 대한 KLT 알고리즘만을 이용한 실험과 제안 방법의 결과는 [표 5], 성능 평가 결과는 [표 6]과 같다.

표 5 KLT와 제안 방법의 실험 결과

Table 5 The experiment result of KLT and proposing method

종류	KLT 알고리즘			제안 방법		
	Correct	False Positive	Missed	Correct	False Positive	Missed
1	3	11	1	3	5	1
2	5	9	0	5	0	0
3	3	1	2	2	0	3
4	5	7	0	5	1	0
5	5	4	0	5	0	0

[표 5]에서 KLT 알고리즘만을 이용한 실험의 경우 Correct는 제안 방법과 비슷한 정확성을 나타냈으나, False Positive가 많았다. 이는 장면 전환점이 아닌데도 일부의 특징점이 나타나거나, 가려졌기 때문이다. KLT 알고리즘과 제안 방법의 성능을 평가할 수 있는 [표 6]을 보면 Recall에 대한 성능은 KLT가 4% 높게 나타나지만, Precision에 대한 성능이 약 39% 적게 나타나 성능 평가지수가 17.1% 향상되었다. KLT 알고리즘만을 이용한 실험에서 Precision의 값이 낮은 이유는 장면 전환점이 아닌 곳을 많이 검출하였기 때문이다.

결론적으로 모든 실험 데이터로부터 Color 히스토그램은 73.4%, 제안 방법은 84.8%의 성능 평가지수를 나타냄으로 제안 방법의 성능이 11.4% 향상 되었다. 그리고 특수 영상들에 대한 실험 데이터로부터 KLT 알고리즘은 66.5%, 제안 방법은 83.6%의 성능 평가지수를 나타냄으로 제안 방법에 의한 장면 전환점 검출 성능이 향상 되었다.

표 6 특수 영상에서의 KLT와 제안 방법의 성능 평가

Table 6 The evaluation Index of and proposing method at the specific movie

종류	KLT 알고리즘			제안 방법		
	Recall	Precision	EI	Recall	Precision	EI
1	75	21.4	48.2	75	37.5	56.3
2	100	35.7	67.9	100	100	100
3	60	75	67.5	40	100	70
4	100	41.7	70.9	100	83.3	91.7
5	100	55.6	77.8	100	100	100
평균	87	45.9	66.5	83	84.2	83.6

V. 결론

본 논문은 일반 영상에서 비디오 요약에 주로 사용되는 Color 히스토그램과 영상의 특징점을 찾는 데 주로 사용되는 KLT 알고리즘을 활용하여, 적외선 카메라로 촬영한 영상, 야간 촬영 영상, 흑백 영상 등과 같은 특수한 영상에서 장면 전환점을 검출 할 수 있는 방법을 제안하였다. Color 히스토그램은 계산이 간단하고 빠르면서도 장면 검출이 뛰어나지만 밝기 변화에 민감하고, 공간 정보를 갖지 못하여 오검출이 많으며, 정확성이 떨어진다. 이러한 단점을 보완하기 위해 사용한 KLT 알고리즘은 영상의 특징점을 추적하는 방법으로 프레임 간의 밝은 물체와 같은 특징을 검출하여, 특징점이 이동하는 것을 추적하여 장면 전환점을 찾았다.

실험을 통하여 특수 영상에서 장면 전환점 검출 시 Color 히스토그램만을 사용하는 것보다 제안 방법을 사용하는 것이 더 우수함을 알 수 있었다. 밝기 변화는 페이드 인, 페이드 아웃, 급격한 조명 변화 등의 영향으로 인해 발생할 수 있으며, Color 히스토그램은 영상 내용이 비슷한 분위기가 지속되는 경우에도 빛에 민감하여 오검출이 많아지게 된다. 제안한 방법은 이러한 특징을 가지는 동영상에 대하여 강인한 장면 전환점 검출을 할 수 있다. 그리고 실험에서 볼 수 있듯이

Color 히스토그램으로 1차 후보군을 얻을 때에 발생하는 Missed를 처리하는 방법을 연구한다면 제안 방법의 성능을 더욱 향상 할 수 있을 것이다.

향후 연구 과제는 특수 영상에서 검출한 장면 전환점으로 부터 특징이 될 수 있는 키 프레임을 선별하는 법과 그로부터 다양한 특징 값을 추출하여 유사 영상을 검색하는 방법에 대한 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] F. Idris, and S. Panchanathan, "Review of Image and Video Indexing Techniques," *Journal of Visual Communication and Image Presentation*, Elsevier, Vol. 8, No. 2, pp. 146-166, June 1997.
- [2] G. Lupatini, C. Saraceno, and R. Leonardi, "Scene Break Detection: a comparison," *Proceedings of 8th International Workshop on Continuous-Media Databases and Application*, IEEE Computer Society, pp. 34-41, Feb. 1998.
- [3] Y. Yusoff, W. Christmas, and J. Kitter, "A Study on Automatic Shot Change Detection," *Proc 3rd. European Conference on Multimedia Applications, Services and Tech.(ECMAST)*, No.1425 in LNCS, pp. 177-189, May 1998.
- [4] M. A. Stricker and M. Orengo, "Similarity of Color Images," *Storage and Retrieval for Image and Video Databases 1995*, SPIE Proceedings, Vol. 2429, pp. 381-392, Feb. 1995.
- [5] R. Zabih, J. Miller and K. Mai, "A Feature-Based Algorithm for Detecting and Classifying Scene Breaks," *Third ACM Conference on Multimedia*, ACM, pp. 189-200, Nov. 1995.
- [6] 김상현, "밝기 변화를 고려한 효율적인 장면전환 검출 알고리즘," *한국신호처리·시스템 학회, 신호처리·시스템 학회 논문지*, 제6권, 제 2호, 74-81쪽, 2005년 4월.
- [7] I. Koprinska and S. Carrato, "Temporal Video Segmentation: A Survey," *Signal Processing Image Communication*, Elsevier Science, Vol. 16, pp. 477-500, Jan. 2001.
- [8] 김건희, 문영식, "장면 전환 검출 알고리즘에 관한 성능 분석," *한양대학교공학기술연구소 공학기술논문집 제11집*, 157-165쪽, 2002년 9월.
- [9] Y. Yusoff, K. Kitter and W. Christmas, "Combining Multiple Experts for Classifying Shot Changes in Video Sequences," *IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems*, Vol. 2, pp. 700-704, July 1999.
- [10] M. R. Naphade, R. Mehrotra, A. M. Ferman, J. Warnick, T. S. Huang, and A. M. Tekalp, "A High-Performance Shot Boundary Detection Algorithm Using Multiple Cues," *ICIP '98*, Vol. 1, pp. 4-7, Oct. 1998.
- [11] H. C. Lee, C. W. Lee, And S. D. Kim, "Abrupt Shot Change Detection Using an Unsupervised Clustering of Multiple Features," *International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, Vol. 4, pp. 2015-2018, June 2000.
- [12] R. Dugad, K. Ratakonda, and N. Ahuja, "Robust Video Shot Change Detection," *Multimedia Signal Processing IEEE 2nd Workshop on*, pp. 376-381, Dec. 1998.
- [13] P. Tissainayagam, D. Suter, "Assessing the Performance of Corner Detectors for Point Feature Tracking Applications," *Image and Vision Computing*, Vol. 22, pp. 663-679, Aug. 2004.
- [14] J. Shi, C. Tomasi, "Good Features to Track," *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 593-600, June 1994.

저자소개



정 명 범

2004년 : 송실대학교 미디어학부 졸업 (공학사)

2006년 : 송실대학교 미디어학과 졸업(공학석사)

2006년~현재 : 송실대학교 미디어학과 박사과정

관심 분야 : 디지털 신호 처리, 영상 처리, 콘텐츠 공학



김 재 경

2007년 : 군산대학교 컴퓨터학과 졸업 (공학사)

2007년~현재 : 송실대학교 미디어학과 석사과정

관심 분야 : 영상 처리, 생체 인식, 감성 공학



고 일 주

1992년 : 송실대학교 전산학과(공학사)

1994년 : 송실대학교 전산학과(공학 석사)

1997년 : 송실대학교 전산학과(공학 박사)

2003년 ~ 현재 : 송실대학교 미디어 학부 조교수

관심 분야 : 콘텐츠, 영상 처리, 감성 공학



장 대 식

1994년 : 송실대학교 전산학과(공학사)

1996년 : 송실대학교 전산학과(공학 석사)

1999년 : 송실대학교 전산학과(공학 박사)

2005년~현재 : 군산대 컴퓨터정보공학과 조교수

관심 분야 : 로봇 비전, 영상 처리