

양극성 히스토그램 기법을 이용한 급격한 샷 전환점 검출

권 성 은, 홍 승 범, 백 중 환, 도 규 봉
한국항공대학교 정보통신공학과

Abrupt Shot Change Detection Using the Bi-polarity Histogram Method

Sung Eun Kwon, Seung Bum Hong, Joong Hwan Baek, Gyu Bong Doh
Dept. of Information & Communication, Hankuk Aviation University
E-mail : jhbaek@mail.hangkong.ac.kr

Abstract

We propose a new algorithm to detect shot change, which is necessary in retrieval of video data. In order to solve the problems of abrupt brightness change and similar brightness between frames in the typical shot change methods, we propose the bi-polarity histogram method which takes into account the distribution and magnitude of brightness changes in consecutive frames. We evaluate our algorithm with compressed and uncompressed video data, and demonstrate its improved performance.

1. 서론

최근 멀티미디어 정보의 폭발적인 증가에 따라 동영상 검색의 필요성이 날로 중요시되고 있다. 효율적인 동영상 검색을 위한 샷 검출(shot detection)은 동영상 자동검색의 초기단계에서 수행된다. 샷이란 동일한 카메라에 의해 연속적으로 획득된 프레임들의 집합이다. 일반적으로 샷은 경

계 부근에서 커다란 변화를 보여주기 때문에 영상처리 기술을 이용한 자동 검출이 가능하다. [1][2]

이러한 샷의 자동검출을 위한 기존의 연구에서는 다양한 기법들이 제안되었다. 대표적인 방식으로는 전후 프레임의 대응되는 화소값의 차이를 구하는 방법(the difference between pixel and pixel, PPD)^[1]과 전후 프레임 사이의 히스토그램을 이용하는 histogram

intersection(INT)^[2] 방식, 프레임을 블록으로 쪼개서 각 블록의 모션벡터의 상관관계를 찾는 방법(block matching)^[7] 등이 있고, 최근에는 주파수를 이용하여 샷을 검출하는 위상 관계(phase correlation)^{[3][4]} 방식 등이 소개되었다. 하지만 기존의 방법들은 밝기 변화에 매우 민감하기 때문에 이러한 요인은 샷의 오검출의 원인이 된다. 따라서 기존의 문제점인 동영상 내의 밝기 변화의 특성을 분석하여 샷의 오검출을 줄이고 비슷한 영상정보를 가지고 있는 샷을 검출할 수 있는 새로운 연구가 필요하다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 밝기 변화의 크기뿐만 아니라 변화의 방향성을 고려할 수 있는 양극성 히스토그램(bi-polarity histogram) 기법을 제안한다. 기존의 히스토그램을 이용한 방식은 밝기 정보의 크기나 상관계수(correlation coefficient)만을 이용하여 샷을 검출하기 때문에 샷의 오검출 원인을 분석할 수 없다. 하지만 제안된 방식은 객체나 카메라의 이동에 따른 변화와 급격한 밝기 변화를 파악할 수 있기 때문에 오검출이나 샷을 놓치는 경우를 줄일 수 있다는 장점을 가진다.

2장과 3장에서는 양극성 히스토그램을 이용한 샷 검출 알고리즘을 소개한다. 실험 결과 및 비교는 4장에서 소개하고, 5장에서 결론을 맺는다.

2. 양극성 히스토그램

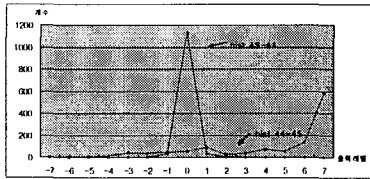
본 장에서는 기존에 사용되는 기법들의 문제점들에 대해 알아보고 이를 극복하기 위해 양극성 히스토그램을 이용한 샷 검출 기법에 대해 소개한다. 우선, 기존

방법의 문제점에 대해 알아보면, 화소값의 차이를 이용하는 PPD 방식은 인접한 프레임사이의 밝기 변화의 합을 통하여 획득하기 때문에 객체의 움직임이 많은 경우 오검출 발생의 원인이 된다. 히스토그램을 이용한 방식은 객체 혹은 카메라의 이동이 발생할 때 뛰어난 성능을 발휘하지만, 히스토그램을 적용 시 프레임 내의 공간정보가 사라지기 때문에 비슷한 명암 분포를 가지거나, 급격한 밝기 변화의 발생 시 오검출이 발생하게 된다. 따라서, 우리는 공간정보를 파악할 수 있는 히스토그램을 사용하고, 이 히스토그램의 분포를 이용해 변화의 크기뿐만 아니라 방향을 이용할 수 있도록 양방향성을 가진 히스토그램을 고안하였다.

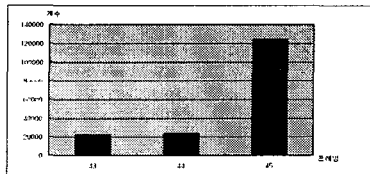
그림 1은 사진 경우 양극성 히스토그램과 단극성 히스토그램을 나타낸 것이다.



(a) frame 43 (b) frame 44 (c) frame 45



(d) 양극성 히스토그램 분포도



(e) 단극성 히스토그램의 차

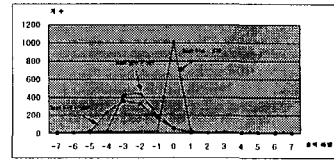
그림1. 사진 경우

위의 그림에서 양극성 히스토그램을 살펴보면 유사성이 높은 프레임 43-44에서는 히스토그램 값이 영에 집중되어 나타나고, 유사성이 낮은 44-45에서는 샷 전환 발생과 함께 영상의 밝기가 변화함을 알 수 있다. 따라서, 영 값이 높다는 것은 두 프레임 사이에 동일한 값이 많다는 것을 의미하고, 영 값 이외의 최대값의 위치로 밝기 정보의 변화를 알 수 있다.

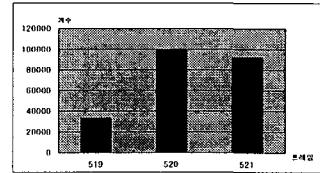
그림 2는 급격한 밝기 변화가 있는 경우의 분포특성을 나타낸다.



(a) frame519 (b) frame520 (c) frame521



(d) 양극성 히스토그램



(e) 단극성 히스토그램의 차

그림2. 급격한 밝기변화가 발생한 경우

급격한 밝기 변화가 있는 경우 히스토그램의 분포는 그림 2에서와 같이 영 값을 벗어나 샷이 발생한 것과 같은 형태를 보인다. 일반적으로 동영상의 밝기 변화는 여러 프레임에 걸쳐 발생한다. 따라서 여러 프레임에 걸쳐 샷과 같은 변화가 발생한 경우 밝기변화가 발생했다고 판단하여 샷의 오검출을 줄인다. 위의 그림에서 우리는 영상이 점점 어두워졌다 밝아지는 것을 알 수 있고, 단극성 히스토그램에서는 밝기의 변화만을 알 수 있는 반면 양극성 히스토그램에서는 밝기의 변화와 방향성을 알 수 있었다.

따라서, 양극성 히스토그램 방식에 의한 샷의 오검출 문제점을 파악할 수 있다면, 샷 검출을 쉽게 해결할 수 있을 것이다. 보다 자세한 내용은 3장의 샷 검출 기법에서 설명한다.

3. 양극성 히스토그램을 이용한 샷 검출 기법

양극성 히스토그램은 인접한 두 프레임사이의 밝기 변화를 구하기 위해 아래의 단계를 실행한다.

i) 각 프레임을 블록단위로 나눈 후 각 블록의 평균 값을 구하였다. 다음은 식 (1)에 의해 정의된다.

$$B_k(i, j) = \frac{1}{block^2} \sum_{x=0}^{block} \sum_{y=0}^{block} I_k(i*block+x, j*block+y) \quad \text{식(1)}$$

$$(0 \leq i < S_x/block, 0 \leq j < S_y/block)$$

(S_x, S_y : 프레임의 x, y 크기, b_x, b_y : 블록의 x, y 크기

I_k : k번째 프레임, $B_k(i, j)$: i, j번째 블록의 평균)

ii) 프레임간 블록들의 차 분포를 표 1에 따라 양자화 한다. 식 (2)에 의해 각 프레임에서 블록평균의 차를 구할 수 있다.

$$D_{\nabla k}(i, j) = B_{k-1}(i, j) - B_k(i, j) \quad \text{식(2)}$$

$$(0 \leq i < S_x / \text{block}, 0 \leq j < S_y / \text{block})$$

($D_{\nabla k}(i, j)$: 프레임의 i, j 번째 블록의 차)

이때, 전체 히스토그램 분포가 특정값 주위로 집중되어 있기 때문에 발생 빈도를 고려한 비균일 대칭 양자화를 이용하여 더욱 효과적으로 표현하였다. 비균일 양자화기는 표1과 같이 15개의 레벨로 선정하였다.

표 1. 가변 양자화기 레벨

출력 레벨	입력 레벨(x)	출력 레벨	입력 레벨(x)
-7	$-255 \leq x < -100$	1	$2 < x \leq 8$
-6	$-100 \leq x < -70$	2	$8 < x \leq 15$
-5	$-70 \leq x < -50$	3	$15 < x \leq 30$
-4	$-50 \leq x < -30$	4	$30 < x \leq 50$
-3	$-30 \leq x < -15$	5	$50 < x \leq 70$
-2	$-15 \leq x < -8$	6	$70 < x \leq 100$
-1	$-8 \leq x < -2$	7	$100 < x \leq 255$
0	$-2 \leq x \leq 2$		

iii) 가변 양자화기의 각 출력 레벨에 의해 수식(3)의 히스토그램을 구한다. 수식(3)은 가변 양자화에 의한 히스토그램을 구하는 것을 나타내었다.

$$P_k(DIFF) = \sum_{i=0}^{S_x/\text{block}} \sum_{j=0}^{S_y/\text{block}} h[D_{\nabla k}(i, j)] \quad \text{식(3)}$$

$$(-7 \leq DIFF < 7)$$

$$h[D_{\nabla k}(i, j)] = \begin{cases} 1, & D_{\nabla k}(i, j) = DIFF \\ 0, & D_{\nabla k}(i, j) \neq DIFF \end{cases}$$

여기서, h : 가변 양자화레벨에 의한 히스토그램
DIFF: 가변 양자화기의 출력 레벨, k : 프레임

프레임 사이의 유사도를 측정하기 위해 $P_k(0)$ 의 값을 이용한다. 이 $P_k(0)$ 에 의하여 두 프레임사이의 동일한 값이 얼마나 분포하는 지를 알 수 있다. 샷의 판정을 위해 $P_k(0)$ 의 값이 전체 히스토그램 빈값의 절반 이하로 떨어질 경우 새로운 샷으로 판단을 하였고, 여러 프레임에 걸쳐 샷과 같은 변화가 발생하는 경우, 밝기 변화가 발생한 것으로 판정하여 잘못된 샷의 검출을 줄였다.

또한, 급격한 밝기변화가 발생하는 경우를 확인하기 위해 연속하여 10개의 프레임에 대한 최대 히스토그램

분포를 측정하여 급격한 밝기 변화를 검사하였다.

4. 실험 및 결과 분석

본 논문에서 제시된 양극성 히스토그램의 성능을 테스트 하기 위해 320x240크기의 비압축 영상을 사용하였고, RGB 컬러 신호를 YCbCr로 변환하여 밝기 신호 Y만을 사용하였다. 실험용 테이터는 매트릭스와 미션 임파서블 영화의 일부분으로 초당 15프레임이고, 각각 1220, 2320개의 프레임을 사용하였다.

표 3. 실험에 사용된 동영상

종류	프레임 수	샷 전환점 수
미션 임파서블	1220	18
메트릭스	2320	34

제안하는 양극성 히스토그램 기법의 성능 비교를 위해 샷 검출을 위해 일반적으로 사용되는 PPD 방식과 INT방식을 사용하였다. 또한, 성능평가를 위해 MD(Missed Detection)과 FA(False Alarm)를 사용하였다. 여기서 MD는 장면 전환이 일어났지만 검출에 실패한 경우를 측정하기 위한 것이고, FA는 장면전환이 일어나지 않았지만, 샷이 일어난 것으로 잘못 판단하는 경우를 측정하기 위한 것이다.

$$MD = \frac{\text{correct}}{\text{correct} + \text{missed}} \quad (4)$$

$$FA = \frac{\text{correct}}{\text{correct} + \text{false}} \quad (5)$$

표 4. PPD와 INT를 이용한 샷 검출과 제안된 알고리즘의 비교

실험 영상	PPD		INT		제안된 방식	
	MD	FA	MD	FA	MD	FA
미션 임파서블	90%	90%	100%	95%	100%	100%
메트릭스	80%	85%	79%	83%	97%	100%

위의 표에서 볼 수 있듯이 PPD, INT방식에서 미션 임파서블의 경우는 MD나 FA에서 우수한 성능을 발휘한다. 실험영상 “메트릭스”인 경우 전반적으로 시퀀스가 어둡고, 카메라의 조작 및 이동이 많이 포함된 시퀀스로 구성되어 있기 때문에 잘못된 샷 검출이 많이 나타남을 알 수 있었다. 반면 본 논문에서 제시한 양극성 히스토그램 방식에서는 97%로 뛰어난 성능을 발휘하였다.

5. 결 론

기존의 샷 전환점을 검출하는 방식들은 각 방식에 따라 장단점이 있지만, 프레임의 급격한 밝기변화나 유사한 정보를 가지는 샷이 존재할 경우 뛰어난 성능을 발휘하지 못한다. 따라서 본 논문에서는 이 문제점을 해결하기 위해 양극성 히스토그램 기법을 제안하였다.

본 방식에서 각 프레임을 블록화 하여 영상의 크기를 줄였으며 동시에 히스토그램의 레벨을 줄여 밝기 변화 특성을 유지하면서 연산량을 줄였다. 또한 동영상 내에서 발생하는 급격한 밝기변화의 특성을 분석하여 밝기변화에 의해 발생하는 오검출을 줄였다. 또한 기존 방식의 문제점인 밝기변화나, 비슷한 영상정보를 가지는 샷에서 발생하는 문제점들을 해결하여, FA와 MD가 개선됨을 확인할 수 있었다.

앞으로 점진적인 밝기변화나, fade, wipe 등의 편집에 의해 발생하는 변화의 유무를 검출하는 연구가 필요할 것이다.

6. 알 린

본 논문은 과학기술부·한국과학재단지정 「한국항공대학교 인터넷정보검색연구센터」의 연구비 지원으로 수행되었음.

7. 참 고 문 헌

1. H. C. Lee 외 2명, "Abrupt Shot Change Detection Using an Unsupervised Clustering of Multiple Features", IEEE pp. 2015-2018. 2000.
2. R. Dugad, , "Robust Video Shot Change Detection", Multimedia Signal Processing IEEE 2nd Workshop, pp. 376-381, 1998.
3. T. Vlachos, "Cut Detection in Video Sequence Using Phase Correlation", IEEE Signal Processing Letters, Vol. 7, No 7, pp. 173-175. July 2000.
4. S. V. Porter and M. Mirmehdi and B. T. Thomas, "Video Cut Detection Using Frequency Domain Correlation", Proceeding 15th International Conference on Pattern Recognition, Vol.3, pp. 409-412, 2000.
5. 전자통신연구소, 내용기반 동화상 자동분할S/W 개발, 연구결과보고서, 1999,12
6. Ullas Gargi 외 2명, "Performance Characterization of Video-Shot-Change Detection Methods", IEEE Trans. on Circuit and Systems for Video Tech., Vol 10, No 1, Feb., 2000.
7. Lu Tong and P.N. Suganthan, "An Adaptive Cumulation Algorithm for Video Shot Detection",