

칼라 히스토그램과 엔트로피를 이용한 동영상 장면전환 검출

송현석*, 안명석**, 안강식*, 조석제*

*한국해양대학교 제어계측공학과

**한국해양대학교 컴퓨터공학과

e-mail:wetjean@kmce.kmaritime.ac.kr

Scene Change Detection of Video Data Using Color Histogram and Entropy

Hyun-Seok Song*, An, Myung-Seok**, Kang-Sik Ahn*,
Seok-Je Cho*

*Dept of Control & Instrumentation, Korea Maritime University

**Dept of Computer Engineering, Korea Maritime University

요약

내용에 기반한 동영상 검색에서, 하나의 장면을 나타내는 대표 프레임을 자주 이용한다. 이를 위해 동영상의 장면전환을 검출하는 기술이 필요하며, 일반적으로 칼라 히스토그램 비교방법이 많이 쓰인다. 그러나 이는 급격한 밝기변화에 민감하고 칼라 히스토그램 분포가 비슷한 부분의 장면전환을 놓칠 수 있다는 단점이 있다. 본 논문에서는 칼라 히스토그램 비교방법과 엔트로피를 복합적으로 이용하여 이러한 단점을 보완하고자 하였다. 실험을 통해 제안한 방법은 기존의 칼라 히스토그램을 이용한 방법보다 성능이 우수함을 알 수 있었다.

1. 서론

최근 디지털 영상과 그에 대한 저장, 전송, 압축 등의 기술이 급속히 발달하고 있다. 이에 VOD(Video On Demand)와 같은 서비스가 증가함에 따라, 늘어나는 비디오 데이터를 빠르고 효과적으로 저장, 색인, 검색하기 위한 기술이 필요하다. 이러한 비디오 정보 시스템의 인터페이스는 아직까지 키워드 기반에서 크게 벗어나지 못하고 있으며, 최근 내용에 기반한 동영상 검색기법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[1,2]. 내용기반 동영상 검색은 일반적으로 동영상 전체의 각 장면에서 나오는 대표프레임을 사용한다. 이 대표프레임 집합만으로 긴 동영상을 간략히 표현할 수 있기 때문이다. 연속되는 여러 프레임을 대표할 수 있는 하나의 프레임을 대표프레임이라 하며, 보통 하나의 대표프레임은 연속되는 샷(shot) 중의 하나로 정한다. 동영상에서 급격한 장면전환이 이루어지는 부분을 컷(cut)이라 하며, 컷과 컷 사이의 프레임 집합을 샷이라고 한다. 대표프레임을 얻기 전

꼭 필요한 단계가 컷 검출인데, 컷이 정확하게 검출되어야 대표프레임도 정확하게 검출된다는 사실은 명백하다. 컷 검출을 위해 일반적으로 쓰이는 방법으로 칼라 히스토그램을 이용한다[1-4]. 이 방법은 빠른 속도에도 월등한 검색 능력이 있다. 하지만 공간정보를 포함할 수 없고, 밝기변화에 의해 잘못된 컷을 검출할 수 있는 단점이 있다.

본 논문에서는 칼라 히스토그램을 이용한 방법의 문제점을 해결하기 위해 엔트로피(entropy)를 이용한 방법을 제안한다. 엔트로피는 정보의 복잡도에 관한 측정도구로[5], 영상의 특징을 나타낼 수 있다. 실험결과를 통해, 제안한 방법이 밝기변화에 민감하지 않으며 공간정보를 포함할 수 있어, 보다 우수한 결과를 얻을 수 있다.

2. 칼라 히스토그램을 이용한 장면전환 검출

칼라 히스토그램은 한 영상의 칼라분포를 나타낸 것이다. 연속되는 두 프레임 간의 칼라분포는 장면

전환이 일어나지 않는 한 유사하며, 반대의 경우 두 프레임의 칼라 히스토그램 차이가 커진다. 이런 관점에서 칼라 히스토그램이 많이 사용된다. 식 (1)은 히스토그램 차이를 나타낸 식이다.

$$D_h = \frac{\sum_{i=0}^{L-1} |H_m(i) - H_{m+1}(i)|}{L} \quad (1)$$

여기서 $H(i)$ 는 히스토그램, L 은 화소값의 범위, 그리고 m 은 프레임을 나타낸다.

히스토그램 비교방법은 물체의 움직임과 카메라 동작 및 약간의 가려짐에도 강한 효과가 있으나, 영상의 공간정보를 포함하지 못하며, 밝기변화에 민감하다는 문제점이 있다[6]. 즉, 갑작스런 조명변화나 선팅, 비슷한 배경이나 분위기에서 장면전환이 일어날 경우 잘못된 컷을 검출하거나 올바른 컷을 놓칠 수 있다. 그림 1은 연속된 두 프레임이 컷은 아니지만 밝기변화로 인해 컷으로 잘못 검출된 하나의 예이며, 그림 2는 컷이지만 칼라 히스토그램이 유사한 이유로 검출되지 못한 예를 보여주고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 밝기변화에 강인하며 영상의 공간정보를 가지는 엔트로피를 추가하여 컷을 검출하는 방법을 제안한다.

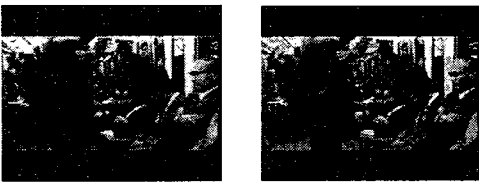


그림 1. 밝기변화가 생긴 부분

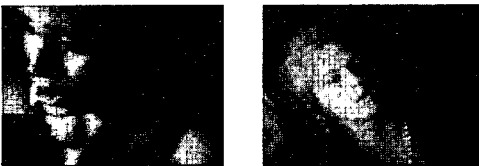


그림 2. 히스토그램이 비슷한 컷

3. 칼라 히스토그램과 엔트로피를 이용한 장면전환 검출

3.1 엔트로피

영상 정보의 복잡도를 확률에 기반한 엔트로피로 나타낼 수 있다. 이 엔트로피는 영상의 복잡도를 측

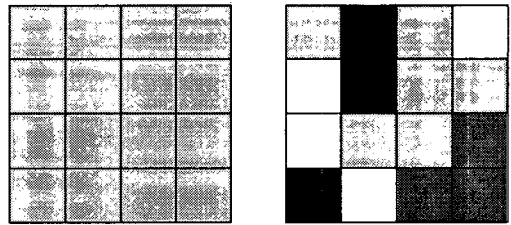
정하는 척도(measure)로 사용된다. 본 논문에서는 이 엔트로피값의 척도로 Chang 이 제안한 PIM(Picture Information Measure)을 사용하며[7,8], 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$PIM = \sum_{i=0}^{L-1} H(i) - \text{Max}(H(i)) \quad (2)$$

여기서 $H(i)$ 는 해당블록 또는 영상에서의 히스토그램, $\text{Max}(H(i))$ 는 $H(i)$ 의 최대값, L 은 화소값의 범위를 나타낸다. 그림 3은 엔트로피가 큰 영상과 작은 영상을 보여준다. 그림 3-(a)는 영상 내의 화소 값이 모두 같은 경우이다. 식 (3)과 같으며, $PIM = 0$ 이란 최소값을 가지게 된다.

$$\sum_{i=0}^{L-1} H(i) = \text{Max}(H(i)) \quad (3)$$

하지만 그림 3-(b)와 같이 여러 명도값이 분포하게 되는 경우 $\text{Max}(H(i))$ 가 작은값을 가지게 되므로 큰 PIM 값을 가지게 된다.



(a) PIM=0 (16-16)

(b) PIM=10 (16-6)

그림 3. PIM 값의 비교

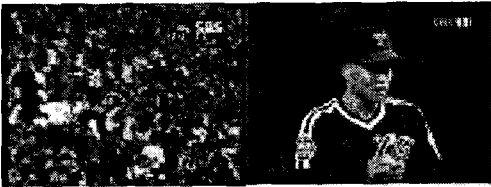
PIM의 최대값은 다음 알고리즘에 의해 구할 수 있다.

```

for M×N size, L-gray level image
  if M×N ≤ L,
    then Max(PIM) = M×N-1
  if M×N > L,
    then Max(PIM) = M×N-[M×N/L]
([n] : n을 넘지않는 최대의 정수)
    
```

3.2 제안한 방법

본 논문에서는 한 영상을 8×8 크기의 블록으로 나누어 각각의 블록에 대한 엔트로피를 구하고, 그 엔트로피값에 대한 분산값을 이용해 연속된 두 프레임의 분산값 차이를 측정하였다. 그림 4는 두 영상의 엔트로피 평균값과 분산값을 나타낸 것이다.



(a) mean : 55 (b) mean : 33
variance : 27 variance : 280

그림 4. 두 영상에 대한 PIM값의 평균과 분산

위 영상에서 평균값이 큰 것은 영상에 엔트로피가 큰 영역이 많다는 것을 의미하고 분산이 작다는 것은 영상에 전체적으로 블록에 대한 엔트로피의 크기 차이가 작다는 것을 의미한다. 따라서 이런 PIM값의 평균과 분산이 공간정보를 포함한 영상의 특징을 나타낸다고 할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 특징을 이용하여 칼라 히스토그램이 가지지 못한 공간정보를 포함하기 위해 PIM의 분산값을 칼라 히스토그램과 함께 사용하였다.

식 (4)는 연속되는 두 프레임의 PIM값의 분산의 차이를 나타내며, 식 (5)는 식 (1)의 칼라 히스토그램 차이와 식 (4)과의 합으로 나타낸다. 즉 칼라 히스토그램의 차이와 엔트로피의 분산값의 가중치합으로 나타낼 수 있다.

$$D_e = \text{Var}[PIM]_m - \text{Var}[PIM]_{m+1} \quad (4)$$

$$D_{total} = D_e + wD_h \quad (5)$$

여기서 w 는 가중치이다.

4. 실험 및 결과

실험용 데이터는 영화 두 편과 광고 두 편을 사용하였고, 그 특징은 표 1과 같다. 'Titanic'과 '광고 1'은 다른 두 데이터에 비해 움직임이 빠르고 약간 동적인 느낌을 주는 데이터이다. 엔트로피는 256단계 명암도(gray-level)를 사용하였고, 칼라 양자화는 64

단계로 하였다. 또한 각 데이터는 모두 3 frame/sec으로 다운샘플링(down-sampling) 하였다.

표 1. 실험 데이터

특징	시간(분:초)	크기	컷의개수
실험영상			
Shall We Dance	16:35	160×120	89
Titanic	04:20	176×120	75
광고 1	00:46	176×120	39
광고 2	00:47	176×120	27

문턱치는 여러 차례의 실험을 통해 적절한 결과가 나오는, 가장 큰 차이값의 15%로 정하였고, 가중치는 1로 정하였다. 실험결과는 표 2와 같이, 칼라 히스토그램 비교방법만을 사용하는 것보다 엔트로피 비교방법을 함께 사용하는 것이 좋은 결과가 나오는 것을 알 수 있다. 이는 장면전환이 일어났지만 칼라 히스토그램이 비슷하여 놓친 부분이나, 밝기변화에 의해 장면전환점이 아님에도 잘못 검출한 부분을 감소시켜준 효과이다.

표 2. 실험결과

(a) 칼라 히스토그램 비교 방법

측정	검출	잘못검출	놓침
실험영상			
Shall We Dance	72	28	17
Titanic	65	22	10
광고 1	35	16	4
광고 2	27	6	0

(b) 칼라 히스토그램과 엔트로피 비교방법

측정	검출	잘못검출	놓침
실험영상			
Shall We Dance	79	25	10
Titanic	69	20	6
광고 1	37	15	2
광고 2	27	6	0

'광고 2'의 경우 컷의 구분이 확연하고 다른 데이터에 비해 정적인 느낌을 주는 데이터이기 때문에

개선의 효과가 없었다. 실험결과를 보면, 제안한 방법은 전체적으로 비슷한 분위기가 지속되거나 밝기 변화가 빈번하게 포함된 영화나 광고 등의 장면전환 검출에 탁월한 효과를 발휘한다.

5. 결론

본 논문에서는 밝기변화에 의한 잘못된 컷 검출의 감소효과와 칼라 히스토그램이 가지지 못하는 공간 정보를 포함하기 위해, 칼라 히스토그램 비교방법에 엔트로피를 이용하는 방법을 제안하였다. 동영상 검색에 있어서 선행되어야 할 과제가 내용에 적합한 장면분할이다. 영상에서 엔트로피 값은 밝기변화에 민감하지 않으며 공간정보를 포함한다. 실험을 통하여, 칼라 히스토그램 비교방법만을 사용하는 것보다 제안한 방법이 더 우수함을 보여주었다. 차후 가중치와 문턱치의 최적값을 산출하는 법도 연구되어야 하며, 제안한 방법을 확장하여 급격한 장면전환만이 아닌, 점진적인 장면전환도 검출하는 방법이 연구되어야 하겠다.

참고문헌

[1] Irena Koprinska and Sergio Carrato, "Temporal Video Segmentation : A Survey," *Signal Processing : Image Communication*, v.16, pp. 477-500, 2001.

[2] G. Ahanger and T.D.C. Little, "A survey of technologies for parsing and indexing digital video," *Journal of Visual Communication and Image Representation* 7(1), pp. 28-43, 1996.

[3] H. J. Zhang, A. Kankanhalli, and S.W. Smoliar, "Automatic partitioning of full-motion video," *Multimedia Systems* 7, pp. 119-128, 1993.

[4] J. Y. Lee, S. Y. Jeong, B. T. Chun, and Y. J. Bae, "A Method for Shot Boundary Detection and R-Frame Selection of Digital Video," *Proc. of Visual Database Systems 4(VDB 4)*, pp. 361-375, 1998.

[5] Rafael Gonzalez and Richard Woods, *Digital Image Processing*, Addison-Wesley, 1992.

[6] John S. Boreczky and Lawrence A. Rowe, "Comparison of video boundary detection techniques," *IS&T/SPIE*, vol. 2670, pp. 170-179, 1996.

[7] 김태희, 정동석, "엔트로피와 색채 특징을 이용한 영상 검색 기법", *정보과학회논문지*, 제26권 제3호, 1999.

[8] Seyoon Jeong, Kyuheon Kim, Byungtae Chun, Jaeyeon Lee, and Younglae J. Bae, "Image Indexing using Entropy and Color Correlation features," *ITC-CSCC*, vol. 2, pp. 963-966, 1999.