

주변 화소의 컬러 히스토그램을 이용한 장면 전환 검출에 관한 연구

권정훈*, 최기호
광운대학교 컴퓨터공학과

A Study on the Scene Change Detection using Neighbor Color Histogram

JeongHun Kwon*, KiHo Choi
Dept. of Computer Engineering, Kwangwoon Univ.
E-mail : madjh@hanmail.net, khchoi@gwu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 동영상에서 샘플 프레임과 주변 화소의 컬러 히스토그램을 이용한 새로운 장면 전환 방법을 제시하였다. 4개의 대표 컬러에 대한 주변 화소의 컬러 히스토그램을 이용하여 장면 전환 검출을 함으로써 기존의 컬러 히스토그램을 이용한 장면 전환 검출의 단점을 보완하였다.

1. 서론

하드웨어 및 통신망의 발달로 인하여, 대용량의 멀티미디어 데이터의 사용이 실현되고 있다. 그러나 멀티미디어 데이터는 그 용량에서 엄청난 크기를 보이기 때문에 효율적으로 저장 관리하고, 사용자가 쉽게 접근할 수 있는 방법이 요구되고 있다.

동영상에 대한 보다 자세한 정보를 이용하여 동영상을 관리하고, 동영상의 내용을 미리 검색하거나 사용자가 원하는 부분을 자유롭게 선택할 수 있는 검색방법을 지원하기 위하여 동영상 인덱싱 기법이 필요하게 되었으며 활발히 연구되고 있다[1-3].

비디오 데이터의 양이 증가하게 되면서, VOD(Video on Demand) 시스템과 같은 네트워크상에서 비디오 서비스를 할 수 있는 시스템들도 연구되

고 있고, 사용자들은 많은 양의 비디오 데이터를 접하게 된다. 이에 비디오 데이터를 보다 효과적으로 접근하고, 사용할 수 있는 방법이 필요한데, 먼저 사용자가 원하는 부분만을 선택하여 볼 수 있고, 사용자가 비디오를 보기 전에 미리 어떤 내용인지 확인할 수 있는 시스템이 필요하게 되었다. 이러한 서비스를 하기 위해서는 비디오 데이터를 자동으로 분석할 수 있는 방법들이 필요하고, 또 효율적으로 관리하기 위하여 데이터베이스에 저장되어야 한다. 비디오 데이터가 데이터베이스에 저장되고 색인 되려면, 먼저 저장의 기본 단위가 되는 샷(shot)별로 구분을 해야 하는데, 이를 위해 장면 전환 검출이 필요하다.

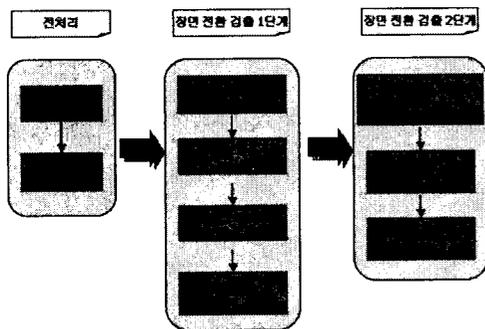
동영상에서 장면 전환이 일어났을 경우에는 인접 프레임간 특성에 차이가 많이 나게 된다. 따라서 장면 전환 검출 시에는 일반적으로 프레임간의 차이

를 이용하며 그 동안 다양한 연구 방법이 제시되었는데, 화소값 차이를 이용한 방법(template matching), 컬러 히스토그램 차이를 이용한 방법(color histogram comparison)[4], 윤곽선(edge)의 변화를 이용한 방법[5], 블록 매칭을 이용한 방법[6] 등이 그것이다. 이런 방법들 중에서 컬러 히스토그램을 이용한 방법이 비교적 처리 시간이 빠르고, 화상의 중요한 요소인 색상 정보를 이용하기 때문에 많이 사용되고 있다. 그러나, 컬러 히스토그램 방법만을 이용한 장면 전환 검출 시 비슷한 컬러 분포를 가질 경우 장면 전환 검출을 못하는 단점이 있다.

본 논문에서는 동영상에서 샘플 프레임과 주변 화소의 컬러 히스토그램을 이용한 새로운 장면 전환 방법을 제시한다. 이를 위해 2장에서는 2단계의 장면 전환 검출 방법에 대해 기술하고, 3장에서는 제안된 방법에 따른 실험을 하며 4장에서 결론을 맺는다.

2. NCH 장면 전환 검출

본 논문에서는 1단계에서 빠른 처리 속도를 위해 4프레임 마다 프레임을 추출하여 장면 전환 프레임 위치를 검출한 후 2단계에서는 검출된 프레임들 가지고 정확한 장면 전환 검출 프레임을 찾는다.



[그림 1] 장면 전환 검출 방법

2.1 NCH 방법

크기가 $n \times n$ 로 주어진 영상 I 에서 모든 컬러들

은 m 개의 컬러를 가지는 c_1, c_2, \dots, c_m 으로 양자화된다고 할 때, 영상 내의 화소 $p = (x, y)$ 에 대해, $I(p)$ 가 p 위치에서의 컬러를 나타내고, $I(p) = c$ 라고 한다면, 영상 I 에 대한 히스토그램 H 는 식(2.2)와 같이 정의 된다.

$$H(I) = \langle h_{c_1}(I), h_{c_2}(I), \dots, h_{c_m}(I) \rangle \quad (\text{식 2.2})$$

여기서, $h_{c_i}(I)$ 는 컬러 c_j 를 갖는 화소의 수로서 식(2.3)과 같이 정의된다.

$$h_{c_i}(I) = n(\{p | I(p) = c_j\}) \quad (\text{식 2.3})$$

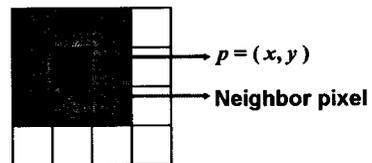
여기서, $n(\Omega)$ 는 집합에서 원소의 수를 의미한다.

$i, j \in [m]$ 일 때, 영상 I 에서 주변 화소의 컬러 히스토그램 NCH 의 정의는 식(2.4)와 같다.

$$NCH(I) = \left\{ \begin{matrix} (h_{c_1, c_1}(I), \dots, h_{c_1, c_m}(I)), \\ (h_{c_2, c_1}(I), \dots, h_{c_2, c_m}(I)), \\ \vdots \\ (h_{c_m, c_1}(I), \dots, h_{c_m, c_m}(I)) \end{matrix} \right\} \quad (\text{식 2.4})$$

여기서, $h_{c_i, c_j}(I)$ 는 영상에서 c_j 인 컬러를 가지는 화소를 중심으로 주변 화소의 컬러가 c_i 인 화소의 수를 나타내며, 식(2.5)와 같이 정의된다.

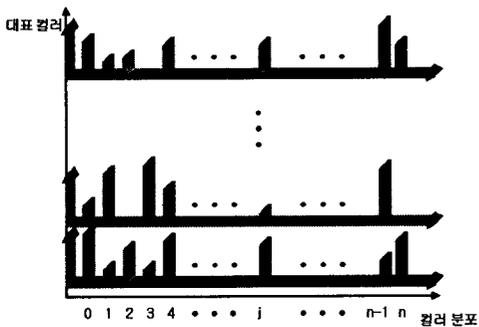
$$h_{c_i, c_j}(I) = n(\{I(p_1) = c_i, I(p_2) = c_j, ||p_1 - p_2|| = 1\}) \quad (\text{식 2.5})$$



[그림 2] 주변 화소

여기서, 주변 화소는 중심 화소와의 거리가 1인 화소들을 의미하고, 이것은 두 화소 $p_1 = (x_1, y_1)$, $p_2 = (x_2, y_2)$ 에 대해 $|p_1 - p_2| = \max\{|x_1 - x_2|, |y_1 - y_2|\}$ 와 같이 정의된다.

NCH는 하나의 컬러 빈에 대해 양자화되는 컬러 수와 동일한 m 개의 색인 정보를 갖게 된다. 영상은 m 개의 컬러 빈을 가지므로, 영상에서 NCH는 $m \times m$ 개의 정보를 갖게 된다. 그러나, 영상에서 하나의 컬러 주변에 나타나는 주변 컬러의 종류는 많지 않고, 또한 나타나는 대부분의 주변 정보는 0 이거나 극히 적은 수이기 때문에, 본 논문에서는 각 컬러 빈에 대해 빈도 수가 많은 상위 4개의 대표 컬러에 대한 주변 화소의 컬러 히스토그램만을 이용한다. 그러므로, 전체 색인 정보는 $m \times 4$ 개가 된다. 이 방법은 색인 정보의 수를 효과적으로 줄이면서도 검색 효율에는 거의 영향을 주지 않는다.



[그림 3] 대표컬러에 대한 주변 화소의 컬러 히스토그램

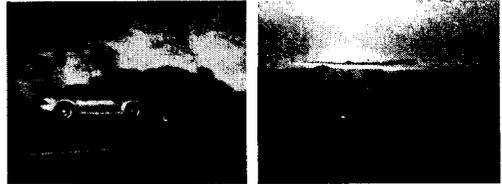
컬러 히스토그램에서 영상 I와 영상 I' 과의 차이값은 두 영상 사이의 거리함수로 측정한다.

$$\|I - I'\|_c = \sum_{i \in [m]} |h_{c_i}(I) - h_{c_i}(I')| \quad (\text{식 2.7})$$

2.2 장면 전환 검출 1단계

컬러 히스토그램의 경우는 공간 정보를 포함하고 있지 않기 때문에 전혀 다른 영상을 유사한 영상으로 검색할 수가 있다. 그림 2와 같이 비슷한 컬러

히스토그램의 전체 분포를만 고려했을 때 같은 장면으로 인식 될 수 있으나, NCH 정보를 이용하는 경우는 컬러 히스토그램의 분포를 따르면서, 국부 영역의 분포를 포함함으로써 서로 다른 장면으로 인식할 수 있다.



[그림 4] 비슷한 컬러 히스토그램을 갖는 2개의 영상

본 논문에서는 빠른 처리 속도를 위해 4프레임마다 샘플 프레임을 추출한 후, 빈도수가 많은 상위 4개의 대표 컬러에 대한 NCH를 산출하여 인접 샘플 프레임간 비교를 하여 장면 전환 프레임을 1차적으로 검출한다.

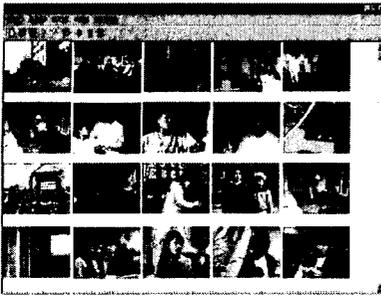
$$d(I_{4n}, I_{4(n-1)}) = \sum_{j=1}^4 |H_{4n}(j) - H_{4(n-1)}(j)| \quad (\text{식 2.1})$$

2.3 장면 전환 검출 2단계

1단계에서 추출된 프레임 가지고 정확한 장면 전환 프레임의 검출을 위해 $4(n-1)$ 번째 프레임부터 $4n$ 번째 프레임까지 4개의 대표 컬러에 대한 NCH를 이용하여 순차적으로 비교하여, 임계값을 만족하는 경우를 전환된 장면으로 인식한다.

3. 실험 및 고찰

본 장면 전환 검출 방법은 Windows XP 환경에서 Visual C++ 6.0을 이용하여 실험하였으며, AVI 형식의 10분 분량의 동영상 파일을 초당 30개의 프레임, 160X120 픽셀로 입력받아 실험에 사용하였다. 그림 5는 장면 전환 검출된 프레임들을 보여주고 있다.



[그림 5] 장면 전환 검출 영상

표 1은 기존의 컬러 히스토그램을 사용한 방법과 본 논문에서 제안한 방법간의 결과를 비교한 것으로 Num_t는 장면 전환 총 회수, Num_c는 제대로 검출된 장면 전환 회수, Num_m는 검출하지 못한 장면 전환 검출 회수, Num_f는 장면 전환이 아닌데 검출된 회수를 나타낸다.

$$\text{Recall} = \text{Corret}/(\text{Correct}+\text{missed}) \quad (\text{식 3.1})$$

$$\text{Precision} = \text{Corret}/(\text{Correct}+\text{False}) \quad (\text{식 3.2})$$

[표 1] 실험 결과

방법	Num _t	Num _c	Num _m	Num _f	Recall	Precision
컬러 히스토그램	117	108	9	14	0.92	0.89
제안된 방법		112	5	8	0.96	0.93

표 1에서 기존의 컬러 히스토그램을 이용한 방법보다 제안된 방법이 더 높은 장면 전환 검출율을 보였다. 그러나, 영상에서 밝기 변화가 큰 경우에는 장면 전환 검출의 오류가 있다. 따라서 향후에는 페이드 인 페이드 아웃 등의 특수 효과에 따른 오류를 줄일 수 있는 검출 기법이 연구되어야 할 것이다.

4. 결론

본 논문에서는 동영상에서 샘플 프레임과 주변 화소의 컬러 히스토그램을 이용한 새로운 장면 전환 방법을 제시하였다. 전체 프레임을 4프레임마다 샘플링함으로써 처리 속도를 향상시키고, 4개의 대표 컬러

러에 대한 주변 화소의 컬러 히스토그램을 이용하여 장면 전환 검출을 함으로써 기존의 컬러 히스토그램을 이용한 장면 전환 검출의 단점을 보완하였다.

[참고문헌]

- [1] B.Furht, S.W.Smoliar, H.J.Zhang, Video and Image Processing in Multimedia System, Kluwer Academic Publishers. 1995.
- [2] A.Nagasaka and Y.Tanaka, "Automatic Video Indexing and Full-Video Search for Object Appearances," *Visual Database Systems II*, pp.113-127, 1992.
- [3] TOKLU, C., and LIOU, S. P. "Automatic key-frame selection for content-based video indexing and access," *Proc. SPIE-Int. Soc.* pp. 554-563, Opt. 2000.
- [4] H.J.Zhang, A.Kankanhalli and S.Wmoliar, "Automatic Partitioning of Full-Motion Video," *Mutimedia Systems* vol.1, pp.10-28, July, 1993.
- [5] R.Zabih, J.Miller and Kevin Mai, "A Feature-Based Algorithm for Detecting and Classifying Scene Breaks," in *ACM International Conference on Multimedia*, pp.189-200, 1995.
- [6] B.Shahraray, "Scene Change Detection and Content-Based Sampling of Video Sequences," *Digital Video Compression: Algorithms and Technologies*, vol.SPIE-2419, pp.2-13, Feb. 1995.