

가변 길이 프레임 생략 방법을 이용한

장면 전환 검출

권오덕^U 최창규 장용석 김승호

경북대학교 컴퓨터공학과

{odkwon, cgchoi, ysjang}@borami.knu.ac.kr

shkim@knu.ac.kr

Shot Change Detection

using Variable Length Frame Skip Method

Oh-Duck Kwon^U Chang-Gyu Choi Yong-Seok Chang Sung-Ho Kim

Department of Computer Engineering, Kyungpook National University

요 약

히스토그램을 이용한 장면 전환 검출 기법은 순차적으로 접근하여 모든 프레임의 히스토그램을 구하고 각 히스토그램의 차를 이용하여 장면 전환을 검출한다. 하지만, 장면 전환이 비교적 적게 나타나는 부분에서는 모든 프레임을 비교한다는 것은 비효율적이다. 본 논문에서는 모든 프레임을 순차적으로 비교하지 않고 가중치를 조절하여 장면 전환이 거의 발생하지 않는 경우는 많은 프레임, 장면 전환이 많은 곳에서는 적은 프레임을 생략하여 히스토그램을 비교하는 방법을 제안한다. 이 방법은 생략하는 프레임 수를 조절하기 때문에 순차적으로 처리하는 것보다 빠른 처리 시간을 보일 수 있다.

1. 서론

비디오는 멀티미디어 정보를 쉽게 전달할 수 있는 데이터로서 영상 매체의 발달과 함께 중요성이 한층 더 증가되었다. 그럼에도 불구하고 비디오가 갖는 순차적인 접근방식과 대용량적 특성 때문에 효율적인 비디오 데이터의 처리가 곤란하다. 그러므로 원하는 비디오 데이터의 정보를 빠르게 얻기 위해서는 효율적인 검색이 필요하다.

현재 많이 사용되는 비디오 검색방법은 순차적인(sequential) 방법과 슬라이드 바(slide bar)를 조작하는 방법이 이용되고 있다. 그러나 이러한 검색 방법은 검색시간이 오래 걸릴 뿐만 아니라 특정 부분에 접근하기 위해서는 순 방향 감기와 역 방향 감기를 반복적으로 사용해야 하는 문제점을 가지고 있다[1]. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 비디오 데이터를 내용에 기반(content-based)하여 검색할 수 있는 방법이 제안되어야 한다[2].

비디오 데이터는 프레임(frame)이라는 정지 영상으로 구성되어 있으며, 한 번의 카메라 촬영으로 생성되어 유사한 내용을 가지는 연속적인 프레임들을 샷(shot)이라고 한다. 그러므로 샷들 사이의 경계에서 장면 전환(scene change)이 발생하고, 그 경계에 있는 프레임을 장면 전환 프레임, 혹은 컷(cut)이라 한다[3]. 장면 전환 프레임을 멀티미디어 데이터베이스의 색인으로

로 구성하면 반복적인 검색 작업을 하지 않고도 원하는 부분으로 바로 이동 및 재생을 할 수 있으므로 비디오 인덱싱이나 데이터 모델 구축에 대한 많은 연구가 진행되고 있다[4]. 연속적인 프레임들로 구성되어 있는 샷의 경계 프레임들 검출하기 위한 방법으로는 연속적인 두 프레임에서 각 화소(pixel)의 차를 비교하는 방법과 히스토그램 값의 차이를 비교하는 방법, 일정한 수의 블록으로 나눈 후 각 블록에 있는 화소들의 평균값과 분산값에 의한 비교 방법[5], 그리고 DC 영상을 만들어서 컬러 히스토그램(Histogram)과 이미지의 상관관계(correlation)를 이용한 방법 등이 있다[6].

이러한 방법들 중에서 컬러 히스토그램을 이용한 방법은 순차적으로 모든 프레임들의 히스토그램의 차를 구해서, 장면 전환인지를 판명하는 것이다. 하지만 장면 전환이 검출되면 몇 프레임은 다시 장면 전환이 일어나지 않는다. 만약 연속적으로 검출된다면 컷보다는 순간 불빛이나 검출오류라고 판단할 수 있다. 따라서, 몇 프레임 내에 장면 전환이 여러 번 나타나지 않는 특징을 이용하여 순간 불빛 및 검출오류를 제거하고, 모든 프레임의 컬러 히스토그램을 비교하는 것보다 몇 프레임을 생략하여 비교하면 비디오를 처리하는데 소요되는 시간을 상당히 줄일 수 있고 효율적이다.

뉴스나 드라마와 같이 특정한 비디오 데이터에서는 장면 전

환이 많이 발생하지만, 뉴스 앵커가 나오는 뉴스의 내용을 간략히 소개하는 부분에서는 장면 전환이 발생하지 않는 점을 이용하여 본 논문에서는 장면 전환의 발생 빈도에 따라 생략하는 프레임 수를 적절하게 조절하는 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 장면전환을 검출하는 기존의 방법을 기술하고, 3장에서는 가변 길이 프레임 생략하는 방법을 제안한다. 4장에서는 실험결과를 토대로 성능 분석 및 평가를 하고, 마지막으로 5장에서는 결론을 내린다.

2. 관련 연구

본 장에서는 장면 전환을 검출하기 위한 관련 연구[5]에 대해 기술한다. 장면 전환을 검출하기 위한 기존의 방법으로 대응되는 화소 단위 비교하는 방법과 유사율 측정, 그리고 히스토그램 비교 방법등을 살펴본다.

2.1 대응되는 화소 단위 비교(Pair-wise comparison)

대응되는 화소 단위 비교법은 두 프레임 사이에서 대응되는 화소의 세기(intensity value)를 비교하는 방법이다. 이 방법은 두 프레임에서 같은 위치에 있는 화소들의 세기 차를 비교하여 임계치 이상이면 화소가 변화되었다고 판단한다. 이런 방법은 구현이 간단하다는 장점이 있지만, 카메라나 물체의 움직임에 민감하다는 문제점을 가지고 있다.

2.2 유사율 측정(Likelihood ratio)

유사율 측정 방법은 연속한 프레임간의 대응되는 화소들을 비교하는 것이 아니라, 대응되는 블록간의 통계값인 평균과 분산을 이용하여 비교하는 방법이다.

이 방법은 화소 단위 방법에 비해서 천천히 움직이는 물체나 카메라의 움직임에 대해서는 좋은 결과를 나타낸다. 그러나, 유사율을 계산하는 데 많은 시간이 소요되고, 평균과 분산이 비슷하더라도 전혀 다른 확률 밀도 함수를 가진다면 장면전환을 검출하지 못하는 단점이 있다.

2.3 히스토그램 비교(Histogram comparison)

변하지 않는 배경이나 물체가 있는 두 프레임에서는 히스토그램의 차가 거의 없다. 히스토그램 비교법은 이러한 특징을 이용하여 두 프레임의 히스토그램 유사도를 측정한다.

히스토그램 비교 방법은 두 프레임 사이의 내용이 달라도 색의 분포가 비슷하면 히스토그램도 비슷하기 때문에 장면 전환 검출을 하지 못한다. 하지만 이런 경우는 거의 발생하지 않기 때문에 화소 단위의 비교 보다 카메라나 객체의 움직임에 보다 좋은 결과를 나타낸다.

3. 가변 길이 프레임 생략 방법

기존의 히스토그램 검출 방법은 모든 프레임의 히스토그램을 순차적으로 비교하는 방법이다. 하지만, 장면 전환이 거의 발생하지 않는 비디오 데이터의 경우는 모든 프레임의 히스토그램을 구하여 처리하기보다는 일정 프레임을 생략하여 처리하는 것이 보다 효율적이고 빠르게 장면 전환을 검출할 수 있다.

제안하는 장면 전환 검출 방법을 간략하게 나타내면 그림 1과 같다.

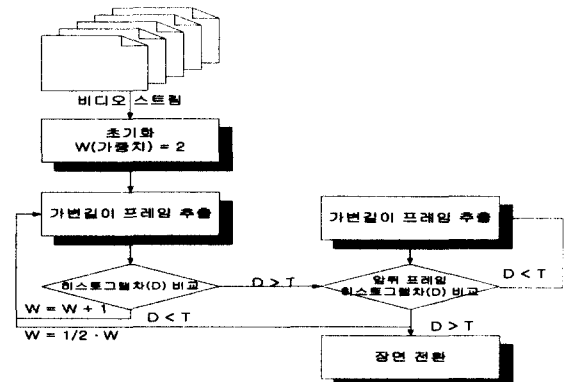


그림 1. 장면 전환 검출 기법 개요

장면 경계를 검출하기 위해서 먼저, 비디오 스트림을 입력으로 받아 초기화를 한다. 여기서 초기화하는 값은 가중치 변수 W 로, 장면 전환이 자주 일어나는 경우 가중치를 조절하여 프레임을 얼마만큼 생략할지를 결정하는 값이다. 장면 전환이 거의 발생하지 않는 경우는 생략하는 프레임 수를 많이 해서 히스토그램의 비교횟수를 줄일 수 있다. 가중치를 사용하여 생략하는 프레임 수를 산출하는 것은 식(1)과 같다.

$$Length = W \cdot Min_unit \cdot Frame_per_sec \quad (1)$$

여기서 $Length$ 는 가변 길이 변수로서 생략하는 프레임 수를 나타내고, Min_unit 은 장면 전환이 검출 가능한 최소 프레임 수로 설정할 수 있게 하는 변수이다. 뉴스나 스포츠 중계와 같은 비디오 데이터는 장면 전환이 비교적 많이 발생한다. 이렇게 장면 전환이 많이 발생하는 비디오 데이터와 같은 경우는 Min_unit 값을 작게 해서 생략하는 프레임 수를 조절하게 된다. 장면 전환이 검출되지 않는 경우는 가중치 변수의 값을 증가시키고, 장면 전환이 검출된 경우는 가중치 변수의 1/2값으로 감소시킨다. $Frame_per_sec$ 은 초당 재생되는 프레임 수를 말하는데, 30프레임으로 설정한다.

이렇게 산출된 가변 길이 변수($Length$)를 가지고 비교할 프레임을 추출해 내고, 기존의 프레임(i)과 추출해낸 프레임($i+Length$)의 히스토그램의 차(D)를 구한다. 차 값이 임계값(T)보다 작다면 장면 전환이 아닌 경우이므로, 가중치를 조절한다. 그리고, 주어진 식(1)에서 $Length$ 를 산출한 후, 프레임을 추출하게 된다. 가중치의 초기값이 2이고, 나머지 값들인 $Frame_per_sec$ 와 Min_unit 이 1일 때, 가중치를 이용한 가변 길이 프레임 추출하는 것을 그림 2에서 보여 주고 있다.

가중치가 너무 크게 되면 생략하는 프레임 속에 여러 번의

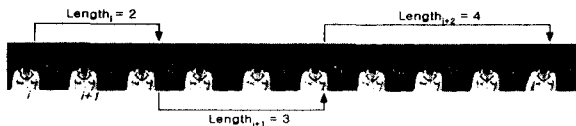


그림 2 가중치를 이용한 가변 길이 프레임 추출

장면 전환이 발생할 수 있으므로 일정한 값 이상은 넘지 못하게 한다. 만약 히스토그램의 차 값이 임계값보다 큰 경우는 $i+Length$ 번째 프레임의 앞 뒤 프레임과 히스토그램의 차를 비교한다. 임계값보다 작은 경우는 그림 3 (a)처럼 가변 길이 변수의 1/2 만큼 이전 프레임으로 이동하여 앞 뒤 프레임을 비교하고, 임계값보다 작으면, 가변 길이 변수의 1/4 만큼 이전 프레임으로 이동하여 앞 뒤 프레임을 비교하게 된다. 그림 3 (b)는 i 번째와 $i+Length$ 번째의 히스토그램 차가 많을 때, 가변 길이 변수의 1/2 이전 프레임의 앞 뒤 프레임과 비교한다. 히스토그램의 차가 작을 때는 가변 길이 변수의 1/4 프레임 뒤로 이동하여 앞 뒤 프레임과 히스토그램을 비교하게 된다. 임계값보다 큰 경우는 장면 전환으로 판단하고, 가중치를 1/2로 줄인다.

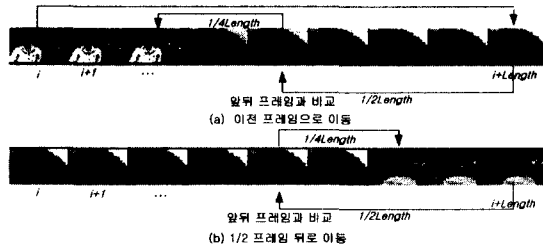


그림 3. 장면 전환 검출을 위한 1/2 프레임으로 이동

4. 실험

본 논문에서 Visual C++ 6.0으로 구현하였으며, 비디오 데이터는 뉴스와 드라마 영상을 사용하여 실험하였다. 실험 결과를 비교하기 위해서 기존의 순차적인 히스토그램 비교 방법과 고정 길이 프레임 생략 방법, 그리고 본 논문에서 제안하는 가중치를 이용한 가변 길이 프레임 생략 방법을 비교하였다. 고정 길이 프레임 방법은 10프레임씩 생략하는 방법을 사용하여 실험하였다.

장면 전환 검출 결과는 고정 길이 프레임 생략 방법과 유사하게 나왔지만, 순차적인 히스토그램 비교 방법보다 비교 횟수는 고정 길이를 사용하면 15%정도였지만, 제안한 방법은 6%로 절반 이상을 감소 시켰다. 실험 결과는 표 1에 나타나 있다.

실험 결과에서 컷은 올바르게 검출한 컷 수를 말하며, 비교수는 히스토그램 비교 횟수를 나타내고, e는 각각의 방법들이 컷이 아닌데도 컷이라고 잘못 검출한 개수이다. 그리고 비율은 컷에 대한 비율과 비교수에 대한 비율이 있는데, 컷에 대한 비율은 올바르게 검출한 비율을 나타내며, 비교수에 대한 비율은

식(2)에 표현되어 있는 것처럼 순차적으로 한 프레임씩 비교하는 방법에 대한 각 방법들의 상대적인 비율을 나타낸다.

$$\text{비율} = \frac{\text{히스토그램 비교수}}{\text{한 프레임 비교수}} \quad (2)$$

표 1. 실험 결과

데이터 종류	데이터		한 프레임		고정 길이		가변 길이	
	컷	프레임	컷/e	비교수	컷/e	비교수	컷/e	비교수
뉴스1	16	3081	14/1	3080	11/0	410	11/0	212
뉴스2	11	2838	8/0	2837	7/0	340	7/0	193
뉴스3	16	2287	13/1	2286	12/1	365	13/1	197
드라마	24	2637	22/0	2636	24/2	526	24/2	52
합계	67	10843	57/2	10839	54/3	1641	55/3	654
비율	-	-	0.85	-	0.80	0.15	0.82	0.06

5. 결론

본 논문에서는 장면 전환이 검출되는 정도에 따라서 가중치를 조절하고, 가중치를 사용하여 생략하는 프레임 수를 가변적으로 하여 장면 전환을 검출하는 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 장면 전환이 비교적 적은 드라마와 같은 비디오 데이터에서 순차적으로 히스토그램을 비교하는 방법과 일정한 간격으로 프레임을 생략하는 방법보다 히스토그램 비교횟수를 감소시켜 보다 빠른 장면 전환을 검출할 수 있었다.

하지만, 가변 길이로 프레임을 생략하는 방법은 가중치에 따라서 컷을 검출하는 결과가 많은 차이를 보였다. 앞으로 가중치를 장면 전환의 빈도 수에 따라 확실적인 방법을 사용하여 보다 효율적으로 산출하는 방법을 고려해야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] 이종구, 양명섭, 이정열, 정찬근, 장옥배, "뉴스 비디오 검색을 위한 자동 인덱스 모델의 설계 및 구현," 정보과학회 97 봄학술발표논문집(B), 제24권, 제1호, pp. 543-546, 1997.
- [2] H. Zhang, S. Tan, S. Smoliar, and Y. Gong, "Automatic Parsing and Indexing of News Video," *Multimedia Systems*, Vol.2, No.6, pp. 256-266, 1997.
- [3] 이재현, 장옥배, "움직임 벡터를 사용한 점진적 장면 전환 검출," 한국정보과학회논문지, Vol.3, No.2, pp. 207-215, 1997.
- [4] S. Smoliar and H. Zhang, "Content-based video indexing and retrieval," *IEEE Multimedia*, pp. 62-72, 1994.
- [5] H. Zhang, A. Kankanhalli, and S. Smoliar, "Automatic partitioning of full-motion video," *Proc. of ACM Multimedia System*, Vol.1, pp. 10-28, 1993.
- [6] A. Nagasaka and Y. Tanaka, "Automatic Video Indexing and Full-Video Search for Object Appearances," *Visual Database System*, Vol.11, pp. 113-127, 1992.