

# 장면 전환 검출을 위한 가변길이 프레임 생략법에 대한 연구

이상화\*, 김영봉\*\*

\*부경대학교 교육대학원 전산교육전공

\*\*부경대학교 전자계산학과

e-mail:essel@hanmail.net

## A study on the variable length frame skip method for shot change detection

Sang-Hwa Lee\*, Young-Bong Kim\*\*

\*Graduate School of Education, Pukyong National University

\*\*Dept. of Computer Science, Pukyong National University

### 요약

히스토그램을 이용한 장면 전환 검출 기법은 순차적으로 접근하여 모든 프레임의 히스토그램을 구하고 각 히스토그램의 차를 이용하여 장면 전환 지점을 검출한다. 그러나, 이 방법은 장면 전환이 비교적 적게 일어나는 동영상 데이터에는 비효율적이며 고정된 간격으로 프레임을 생략하거나, 가중치를 조절하여 가변적으로 프레임을 생략하는 히스토그램 비교법이 개발되어 왔다. 본 논문에서는 교육용 비디오를 위한 개선된 가변길이 프레임 생략법을 제안할 것이다. 이를 위해서 여러 가지 가중치를 사용하여 실험을 통한 좋은 가중치를 제시하고자 한다.

### 1. 서론

데이터 압축 기술과 통신 기술의 발달은 동영상 데이터를 활용한 다양한 서비스를 가능하게 하였다. 그러나 일반적으로 동영상 데이터는 시간적, 비정형적, 대용량적 특성을 지니고 있어 사용자가 필요로 하는 정보를 신속히 찾기 위한 효율적인 처리와 이용이 매우 어렵다. 이에 따라 동영상 데이터를 효율적으로 저장, 관리할 수 있는 내용 기반 검색(content-based retrieval)에 대한 연구가 활발하게 이루어져오고 있다[1].

동영상 데이터를 구성하는 최소 단위는 필름 한 장에 해당하는 하나의 정지영상을 보여주는 프레임(frame)이다. 동영상은 시간적으로 연속된 프레임의 집합이므로 연속된 장면에서는 인접한 프레임 사이의 유사성이 강하고 장면의 전환이 이루어지는 부분에서는 프레임 사이의 유사성이 상대적으로 약하다. 따라서 장면 전환 지점을 추출하기 위해서는 동영상 요소인 프레임간의 특징값의 차이를 이용하여 그 연속성을 계산하고 불연속 지점을 장면 전환 지점으로 간주한다[2].

장면 전환 프레임을 멀티미디어 데이터베이스의 색인(indexing)으로 구성하면 원하는 부분으로 바로 이동 및 재생을 할 수 있으므로 비디오 인덱싱이나 데이터 모델 구축을 위해 많은 연구가 진행되어 오고 있다[3].

기존의 샷 경계 검출 방법으로는 연속된 프레임의 대응되는 픽셀(pixel)값을 이용하는 픽셀간 차이 비교법, 각 프레임의 명도값이나 색상값의 분포를 이용하는 히스토그램 비교법[4], 카메라 또는 물체의 움직임을 이용하는 움직임 벡터 이용법[5], 압축된 동영상 데이터의 상관 계수를 이용하는 압축 상관계수 이용법[7] 등이 있다.

이 중 히스토그램 비교법(histogram comparison)은 다른 검출기법에 비해 비교적 정확하고 적은 시간을 소요하는 것으로 평가되나 동일한 샷내에서 두 프레임 사이의 강한 빛이 있을 경우 장면 전환으로 판단하는 오류를 발생시킬 수 있고, 장면이 점진적으로 변하는 경우에도 장면 전환 지점으로 찾지 못하는 단점을 가진다[6].

본 논문에서는 히스토그램 비교법의 개선 방법인

고정길이 프레임 생략법과 가변길이 프레임 생략법을 알아 보고, 가변길이 프레임 생략법을 개선한 새로운 방법을 제시하고자 한다.

## 2. 관련 연구

지금까지 연구되어진 장면 전환 검출 기법들을 분류하면 다음과 같다.

### 2.1 기존의 검출 방법

#### A. 픽셀(Pixel)간 차이 비교법

연속된 한 쌍의 프레임에서 대응되는 픽셀값의 차이(pixel differences) 비교법은 대응되는 픽셀 사이의 절대 차를 누적시키는 방법으로 그 값이 특정한 임계값을 초과할 때 장면전환이 발생했다고 가정한다. 이 방법은 주로 픽셀의 밝기값을 사용하는데, 움직임에 매우 민감한 단점이 있다.

#### B. 히스토그램 비교법

물체의 움직임에 둔감한 히스토그램 비교법(Histogram comparison)은 동영상의 각 프레임에 대해서 명도값이나 색상값을 특징값으로 추출하여 히스토그램으로 표현하고 그 차이로 유사도를 측정하는 방법이다[4]. 현재 가장 많이 사용되는 방법중의 하나로 프레임 사이에 강한 빛이 있을 경우에 장면 전환으로 판단하는 오류를 발생시킬 수 있으며, 또한 유사한 히스토그램을 가지는 다른 두 장면을 구분하지 못하는 단점을 가진다[6].

#### C. 움직임 벡터 이용법

카메라 또는 물체의 상대적인 움직임에 의해 방향과 크기로 이루어지는 움직임 벡터(motion vector)가 만들어진다. 인접한 프레임들 사이의 움직임 벡터를 검출해 뱀으로써 카메라 패닝(panning)이나 줌잉(zooming)과 같은 카메라 동작도 분석이 가능하다[5]. 움직임 벡터를 계산하기 위해서 MAD(Mean Absolute Difference)나 MSE(Mean Square Error) 방법이 주로 사용되고 있다. 그러나 카메라의 움직임이나 물체의 움직임이 많을 경우에는 비효율적이다.

#### D. 압축 상관 계수 이용법

압축된 상태의 동영상 데이터에서 장면 전환을 검출하기 위해서 압축 정보를 활용한다[7]. 즉 MPEG으로 압축된 비디오는 압축정보로 DCT계수와 움직임 벡터 등을 가지고 있다. 따라서 DCT계수를 사용한 방법, 움직임 벡터를 사용한 방법, DCT계수와 움직임 벡터 둘을 함께 사용한 방법 등이 개발되었다. DCT계수는 영상의 픽셀값과 색차에 해당하는 정보를 갖고 있기 때문에 장면 분할에 효율적으로

사용될 수 있다. 연속된 프레임의 DCT계수를 구하여 그 차가 임계값 이상이 되면 컷으로 판단한다. 이때 임계값으로는 전체 영상의 통계적 특성을 사용하여 평균, 표준편차, 또는 분산값에 가중치를 적용하여 사용한다[7].

### 2.2 히스토그램 비교법

기존의 히스토그램 검출 방법은 모든 프레임의 히스토그램을 순차적으로 비교하는 방법이다. 하지만 장면 전환이 거의 발생하지 않는 비디오 데이터의 경우는 모든 프레임의 히스토그램을 구하여 처리하기 보다는 일정 프레임을 생략하여 처리하는 것이 효율적이고 빠르게 장면 전환을 검출할 수 있다. 일정 프레임을 생략하는 방법에는 고정된 간격으로 생략하는 고정길이 프레임 생략법과 가변길이 프레임 생략법이 있다.

#### A. 고정길이 프레임 생략법

고정된 길이의 프레임을 생략하며 히스토그램을 비교하는 방법이다. 교육용 비디오나 영화, 드라마 같이 장면 전환이 자주 발생하지 않는 동영상 데이터의 경우 비교횟수가 줄어들고 빠른 검색이 가능하다. 그러나 고정길이를 너무 크게하면 장면 전환지점을 놓치게 되고, 너무 작게 하면 비교횟수가 증가하므로 동영상 데이터의 성격에 따라 다른 고정길이를 적용해야 하는 단점이 있다.

#### B. 가변길이 프레임 생략법

가변길이 프레임 생략법은 가중치를 조절하여 장면전환이 자주 일어나는 경우 생략하는 프레임 수를 줄이고 장면전환이 거의 발생하지 않으면 생략하는 프레임 수를 많이 해서 히스토그램의 비교횟수를 줄이는 방법이다. 가중치를 사용하여 생략하는 프레임 수를 산출하는 식은 식(1)과 같다.

$$Length = W \cdot Min\_Unit \cdot Frame\_per\_sec - (1)$$

Length : 생략하는 프레임 수

Min\_unit : 장면 전환검출이 가능한 최소 프레임 수

Frame\_per\_sec : 초당 재생 프레임 수

W : 가중치

장면전환 미검출 :  $W = W + 1$

장면전환 검출 :  $W = W \cdot 1/2$

가변길이 프레임 생략법은 장면이 비교적 적은 드라마와 같은 비디오 데이터에서 순차적으로 히스토그램을 비교하는 방법과 고정길이 프레임 생략법보다 히스토그램 비교횟수를 감소시켜 보다 빠른 장면 전환을 검출할 수 있다[8].

3. 제안된 가변길이 프레임 생략법

기존의 가변길이 프레임 생략법에서 장면전환을 검출하기 전까지는 가중치를 증가시켜 프레임의 수를 늘리다가 장면전환이 검출되면 가중치를 1/2로 감소시켜 프레임의 수를 줄여서 검색하는 방법을 쓴다[8]. 본 장에서는 가변길이의 결정에 대한 새로운 방법을 제시하고자 한다.

3.1 가변길이 프레임 생략법의 설계

제안하는 장면 검출 방법을 간략하게 나타내면 그림 1과 같다.

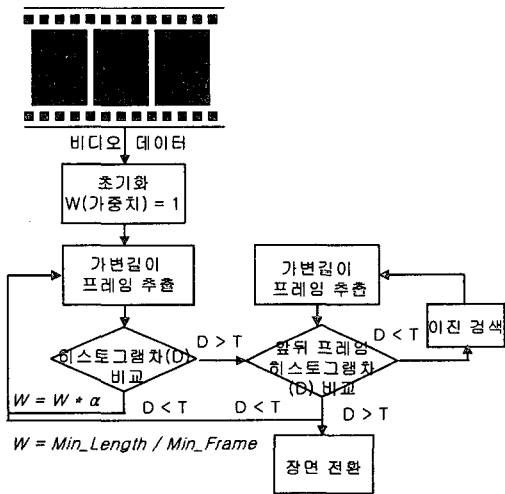


그림 1. 장면 검출 기법 개요

장면 전환 지점을 검출하기 위해 W의 값을 초기화(W = 1)하고, 생략할 프레임 수(가변길이 프레임)를 구한다. 생략하는 프레임 수를 산출하는 식은 식 2와 같다.

$$Length = W \cdot Min\_Frame - (2)$$

Length : 생략할 프레임 수

Min\_Frame : 생략 가능한 최소 프레임 수

W : 생략할 프레임 수를 결정할 가중치

장면전환 미검출 :  $W = W \cdot \alpha$

장면전환 검출 :  $W = Min\_Length / Min\_Frame$

Min\_Frame은 장면 전환과 장면 전환 사이의 최소 프레임 수를 설정하는 변수로 여러 가지 동영상 데이터를 실험하여 통계적으로 수치를 구한다. 장면 전환이 빈번한 동영상 데이터일 경우 작은 수치를 적용하고, 장면 전환이 비교적 적게 발생하는 동영상 데이터일 경우 큰 수치를 적용한다. 본 논문에서

는 긴 동영상 데이터인 TV영어회화 비디오의 최소 프레임 수인 38프레임 보다 작은 30 프레임으로 결정했다.

W는 생략할 프레임 수를 결정할 가중치 변수로 장면 전환이 검출되지 않으면 다음 범위에서 장면 전환 지점이 나타날 확률이 높으므로  $\alpha$ 배만큼 감소시키고, 장면 전환이 검출되면 현재까지 발견된 장면 전환 지점 간의 길이의 최소값(Min\_Length)을 구하여 적용한다.

구하여진 Length를 이용하여 비교할 처음 프레임(t)과 두 번째 프레임(t + Length)의 히스토그램 차(D)를 구한다. D가 장면 전환이라고 판단되는 임계값(T)보다 작으면 장면 전환이 아닌 경우이므로 가중치(W)를  $\alpha$ 배만큼 감소시켜 새로운 Length를 구해 히스토그램 비교를 반복한다. D가 임계값(T)보다 크다면 장면 전환이 있을 거라 판단되므로 이진 검색법을 이용하여 [t, t + Length]구간에서 장면 전환 지점을 검출한다. 장면 전환 지점이 검출되면 현재까지 발견된 장면 전환 지점간 길이의 최소값을 이용하여 새로운 가중치 값을 결정하게 된다. 장면 전환 지점이 검출되지 않았다면 원래 W값을  $\alpha$ 배만큼 감소시켜 Length를 구한 후 히스토그램 비교를 계속 수행한다.

4. 실험결과

제안된 장면 전환 검출 프로그램은 Visual Basic 6.0으로 구현하였으며, 동영상 데이터는 짧은 데이터로 Baseball 과 긴 데이터인 TV 영어회화 동영상을 사용하였다. 실험 결과를 비교하기 위해서 기존의 순차적인 히스토그램 비교 방법과 고정길이 프레임 생략법, 그리고 본 논문에서 제안하는 여러 가지  $\alpha$  값을 적용하여 가중치를 이용한 가변 길이 프레임 생략법을 사용하여 실험한 결과는 아래 표 1과 그림 1, 2, 3과 같다.

장면 전환 검출 결과는 가중치  $\alpha$ 의 값이 0.5일 때 상대적으로 오검출이 적었을 뿐만 아니라 장면 전환 검출의 정확성도 높은 편이었다. 비슷한 값을 보이는 고정길이 30의 값을 갖는 프레임 생략법보다 총비교횟수가 약 24%정도의 감소하는 효과가 있었다.

5. 결론

본 논문에서는 장면 전환 지점을 비교적 빠르게 검출하기 위한 새로운 가변길이 프레임 생략법을 제

표 1. 실험 결과

검색방법	Baseball(Mpeg) 95 Frame 2 Cut				영어회화1(mpeg) 16298 Frame 62 Cut				영어회화2(mpeg) 15356 Frame 57 Cut			
	비교 횟수	컷수	오검출	미검출	비교 횟수	컷수	오검출	미검출	비교 횟수	컷수	오검출	미검출
고정1	94	2	0	0	16297	63	2	1	15355	55	2	4
고정10	20	2	0	0	1954	57	2	7	1855	50	2	9
고정15	15	2	0	0	1409	61	2	3	1391	54	2	5
고정20	21	2	0	0	1194	59	2	5	1154	50	2	9
고정30	20	2	0	0	936	60	2	4	907	52	2	7
고정40	-	-	-	-	837	59	2	5	82	50	2	9
고정50	-	-	-	-	778	59	1	4	744	50	2	9
고정60	-	-	-	-	711	57	2	7	670	50	2	9
고정70	-	-	-	-	707	56	2	8	717	50	2	9
고정80	-	-	-	-	677	55	2	9	653	46	2	14
고정90	-	-	-	-	669	57	1	6	625	49	2	10
고정100	-	-	-	-	648	58	1	4	600	45	2	13
가변0.1	19	2	0	0	781	57	2	7	787	50	2	9
가변0.2	15	2	0	0	757	57	1	6	744	50	2	9
가변0.3	16	2	0	0	726	56	1	7	712	47	2	12
가변0.4	16	2	0	0	723	56	2	8	689	48	2	11
가변0.5	15	2	0	0	726	60	2	4	699	51	2	8
가변0.6	14	2	0	0	700	59	2	5	625	45	2	14
가변0.7	15	2	0	0	673	56	3	9	581	41	2	18
가변0.8	14	2	0	0	602	52	2	12	621	46	2	13
가변0.9	18	2	0	0	536	46	1	17	588	43	2	16

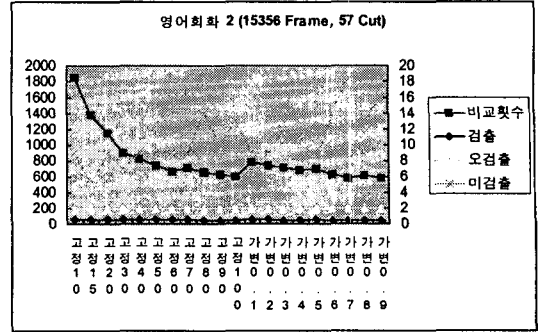


그림 3. 영어회화 2의 실험 결과 차트

안하였다. 이 방법은 장면 전환 지점이 주어진 길 이 내에서 검출되지 않으면 다음 구간에서 검출될 확률이 높다는 사실에 기인한다. 가변길이를 정하기 위해 0과 1사이의 값을 갖는 가중치( $\alpha$ )를 사용하였다. 장면 전환이 비교적 적은 교육용 비디오에 대해 실험한 결과 가중치가 0.5일 때 순차적인 히스토그램 비교법이나 고정길이 프레임 생략법에 비해 비교 횟수를 줄이면서 상대적으로 비슷한 오검출과 미검출 그리고 정확성을 보였다.

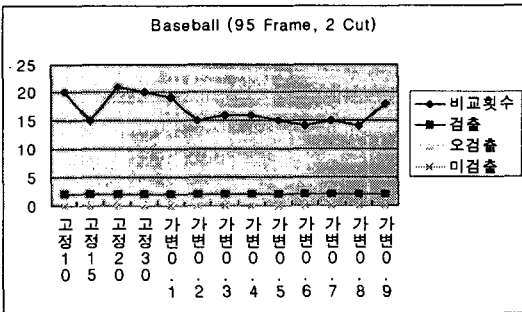


그림 1. Baseball의 실험 결과 차트

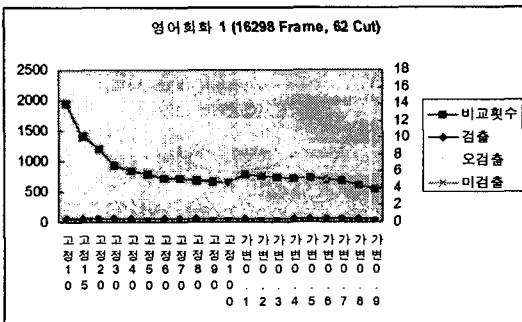


그림 2. 영어회화 1의 실험 결과 차트

참고문헌

- [1] John S.Boreczky and Lawrence A. Rowe, "Comparison of video shot boundary detection techniques", in Storage & Retrieval for Image and Video Databases IV, Proc. of SPIE 2670, pp.170-179, 1996
- [2] 홍기진, "시공간 영상을 이용한 계층적인 장면 전환 검출", 부경대학교 교육대학원 석사학위논문, pp. 1-7, 2000
- [3] 김가현, 문영식, "MPEG 압축된 비디오의 자동 분할 기법", 한국정보처리학회 논문지, 제6권 제4호, pp 1-2, 1999
- [4] H. J. Zhang, C. Y. Low, S. W. Smoliar, and J. H. Wu, "Video parsing, retrieval and browsing: an integrated and content-based solution", in Proc. of ACM Multimedia 95, pp. 15-24, 1995
- [5] 이재현, 장옥배, "움직임 벡터를 사용한 점진적 장면 전환 검출", 한국정보과학회 논문지(C), 제3권 제2호, pp. 221-230, 1997
- [6] 이미숙, 황본우, 이성환, "내용 기반 영상 및 비디오 검색 기술의 연구현황", 한국정보처리학회지, 제15권, 제9호, pp. 10-18, 1997
- [7] 김영민, 이성환, "MPEG 압축 비디오로부터 특징 정보의 직접 추출을 통한 빠른 장면 전환 검출 알고리즘", 한국정보과학회 가을 학술 발표 논문집, 제26권 2호, 1999
- [8] 권오덕, 최창규, 장용석, 김승호, "가변길이 프레임 생략 방법을 이용한 장면 전환 검출", 한국정보처리학회 가을 학술발표논문집 Vol 28, No.2, pp. 268-270