

MPEG의 다차원 분석을 통한 디졸브 구간 검출 : I, P프레임의 DCT-R값을 이용

Detecting Dissolve Cut for Multidimensional Analysis in an MPEG compressed domain : Using DCT-R of I, P Frames

허 정* · 박상성* · 장동식*

Jeong Hur, Sang-Sung Park and Dong-Sik Jang

요 약

본 논문에서는 비디오 장면전환 효과 중 디졸브(dissolve)에 의한 점진적인 장면전환 구간을 검출하는 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 처리의 효율성과 MPEG Sequence의 최소한의 복원과정을 위해 I, P 프레임의 Color-R값에 대한 DCT계수를 사용하였다. 인간의 시각으로는 비디오의 장면전환점을 쉽게 구분해 낼 수 있듯이 컴퓨터가 인식하기 쉽도록 영상을 3차원으로 시각화하고 분석하여 장면전환 구간을 검출하였다. 우선 각각의 영상에서 Color-R에 대한 DCT계수를 추출하고 블록단위인 8*8단위 열의 합을 구해 다시 프레임에 대한 행을 4단계로 분할하여 특징치를 분석하고 4단계의 샷 특징치를 통합하여 샷을 검출한다. 실험결과 제안한 방법이 영상의 단일 특징치를 사용한 방법보다 4단계의 특징치 분석을 사용함으로써 더 좋은 성능을 나타내었다. 또한 I, P 프레임의 Color-R값의 부분적 복원과정으로 계산시간을 절약할 수 있었다.

Abstract

The paper presents a method to detect dissolve shots of video scene change detections in an MPEG compressed domain. The proposed algorithm uses color-R DCT coefficients of I, P-frames for a fast operation and accurate detection and a minimum decoding process in MPEG sequences. The paper presents a method to detect dissolve shot for three-dimensional visualization and analysis of image in order to recognize easily in computer as a human detects accurately shots of scene change. First, Color-R DCT coefficients for 8*8 units are obtained and the features are summed in a row. Second, Four-step analysis are performed for differences of the sum in the frame sequences.

The experimental results showed that the algorithm has better detection performance, such as precision and recall rate, than the existing method using an average for all DC image by performing four step analysis. The algorithm has the advantage of speed, simplicity and accuracy. In addition, it requires less amount of storage.

Key Words : MPEG-compressed video, Scene Change Detection, Dissolve, DCT-R, Multidimensional Analysis

1. 서 론

최근 양방향TV(interactive TV)의 급속한 발달로 기존의 단 방향 TV의 일방성은 점차 사라지고 다양한 멀티미디어 서비스에서 사용자가 필요한 정보를 직접 검색, 색인, 구조화하는 양방향성의 기능이 강조되면서 뉴스, 영화, TV프로그램 등에서 필요한 장면의 검색 및 색인의 중요성이 증가되고 있다.

이러한 다양한 멀티미디어 영상의 검색 및 색인의 대상

은 MPEG2(moving picture expert group)이며 MPEG2에서 색인 및 검색을 하기 위해서는 비디오 시퀀스를 시간적 공간적으로 동일한 성질을 갖는 부분 즉 샷(shot)으로 분할해야 한다. 분할된 샷에서 대표가 되는 키 프레임(key frame)을 뽑아내 키 프레임의 유사성을 이용하여 샷의 클러스터링(clustering)이나 구조화(organization)를 수행하게 된다.[1][2]

이러한 장면전환 검출 기법은 비 압축 영역에서의 검출과 압축영역에서의 검출의 두 가지 방법이 있는데 비 압축영역에서의 검출은 실제 영상이 가지는 모든 정보를 이용할 수 있기 때문에 비교적 정확한 장면전환 검출을

*고려대학교 산업시스템정보공학과

접수 일자 : 2003. 4. 29 수정 완료 : 2003. 7. 25

논문 번호 : 2003-2-15

할 수가 있지만 영상을 디코딩(Decoding)하는 데 많은 시간이 소요되며 디코딩 후 장면전환 검출을 위한 비교 정보를 얻는 데는 상당한 시간과 계산량이 요구된다. [3][4] 이러한 단점을 보완하기 위해 최근 연구되고 있는 장면전환 검출 방법은 처리의 고속화를 위해서 압축된 데이터의 정보를 직접 이용하여 검출하는 방법이 활발히 연구되고 있다.[5][6]

이렇게 MPEG으로 압축된 영역에서의 장면전환 검출 알고리즘은 Zhang[7]의 DCT 계수를 이용한 방법, Liu[8]의 MV(Motion Vector)를 이용한 방법, Shen[9]의 DCT계수와 MV(Motion Vector)를 이용한 방법, Yeo[10]의 DC영상을 이용한 방법 등 다양하게 제안되었다.

또한 장면전환은 순간적으로 다른 장면으로 변하는 급격한 장면전환과 점진적으로 다른 장면으로 교체되는 점진적인 장면전환으로 구분된다. 현재까지 급격한 장면전환 검출을 위한 알고리즘은 활발하게 연구되어 왔으며 일반적인 영상에서 95%이상의 높은 검출율을 나타내고 있다.[11][12] 그에 반하여 점진적인 장면전환 검출 방법은 효과적인 특징 요소의 추출이 어렵기 때문에 아직까지도 연구 진행이 미비한 상태에 있다. 또한 대부분의 기존 검출기법들은 비 압축 상태의 비디오 영상에 적용이 많이 되었기 때문에 처리 속도 면에서도 비효율적이다.[13][14] 이러한 점진적인 장면전환으로는 비디오 편집과정에서 삽입되는 fade-in/out, 디졸브(dissolve), wipe 등 다양한데 본 논문에서는 압축영역에서 점진적인 장면전환 효과 중 디졸브 구간의 검출을 다루었다.

기존의 알고리즘은 한 영상의 평균 특징치를 사용하기 때문에 장면전환이 이루어져도 영상의 특징치를 구분할 수 없는 경우가 발생한다. 본 논문에서는 영상의 다양한 특징을 고려해 장면전환점을 찾기 위해서 B프레임을 제외한 I, P 프레임의 Color-R값에 대한 DCT계수를 이용한다. DCT-R값의 다차원 분석을 통해 3차원 상에서 존재하는 특징치를 2차원 그래프로 변환함으로써 장면전환점을 쉽게 찾을 수 있다. I, P프레임으로부터 8*8단위 Color-R값에 대한 DCT계수에 대한 대표치를 구하고 영상의 정확한 분석을 위해 모든 열의 8*8단위 열의 합을 구한다. 구해진 값을 4단계에 걸쳐 샷의 특성을 분석한다.

본 논문에서 제시한 알고리즘은 영상의 다차원적 분석을 통해 기존의 알고리즘인 영상의 단일 특징치 분석 방식보다 디졸브와 같은 응용 장면전환에도 상당한 효율성과 효과성을 보여준다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 I,P프레임에서 DCT-R을 이용한 4단계 장면전환 검출 알고리즘을 기술하였고 III장에서는 실험 환경 및 실험결과를 기술하였다. 마지막으로 IV장에서는 결론과 향후연구 과제에 대해 기술을 하며 결론을 맺는다.

II. 제안된 장면전환 검출

MPEG의 프레임은 I, P, B프레임으로 구성되어 있으며 I프레임과 P프레임 사이에는 B프레임이 삽입되는데 B프레임은 I와 P프레임 사이에서 발생하는 움직임의 열화를 방지하기 위한 프레임으로 본 논문에서는 샷 검출에는 사용하지 않는다.

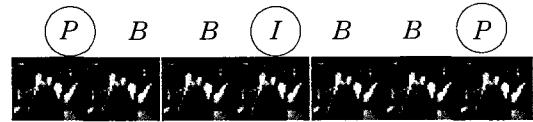


그림 1. I, P프레임 선택
Fig. 1. Selection of I, P frames

그림 1과 같이 I프레임과 P프레임사이의 B프레임의 생략은 장면전환검출에 큰 영향을 주지 않으며 오히려 B프레임의 생략은 I, P프레임 사이의 B프레임의 삭제로 두 영상간의 변화도가 점진적인 장면전환의 특징치 변화도를 증가시킬 수 있다는 점에서 유용하다. 또한 복호화 과정에서 I, P프레임만 복호화하기 때문에 시간을 절약할 수 있고 계산량도 감소하게 된다.

1. P프레임의 DCT계수 추정

DCT계수는 I프레임에서는 쉽게 접근할 수 있지만, P와 B프레임이 예측이나 보간 후 오차 에러에 의해 표현되기 때문에, P와 B프레임의 DCT계수는 추정되어야 한다. 그림 2는 MB_{Ref} 에 의해 정의된 16*16 영역으로부터 예측되어진 P프레임에서 MB_{Cur} 를 보여주고 있다.

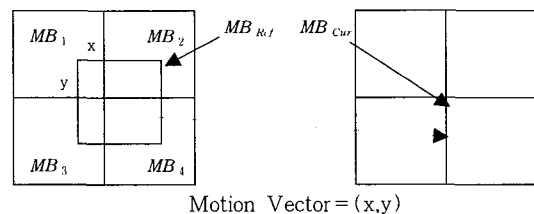


그림 2. MB_{Ref} 에서 P프레임의 MB_{Cur} 예측
Fig. 2. MB_{Cur} prediction of P frame in MB_{Ref}

P프레임을 인코딩하는 동안, MB_{Ref} 를 고려한 MB_{Cur} 의 오차 에러만이 저장된다. MB_{Ref} 의 DC계수는 MB_1, MB_2, MB_3, MB_4 의 DC계수들로부터 계산되어진다. 높은 비용의 계산을 피하기 위해, 단지 DC계수만이 네 개의 MB들의 DC계수들의 가중된 합에 의해 추측되어진다. 여기서 가중치는 참조 MB를 덮고 있는 이 MB들의 영역의 한 부분이 된다. 즉,

$$DC(MB_{Ref}) = \sum_{i=1}^4 w_i \times DC(MB_i) \quad (1)$$

여기서 w_i 는 그 모든 영역에 MB_i 의 빗금 쳐진 지역의 영역의 비율로 주어진다.

2. DCT계수 Y, Cb, Cr에서의 R값으로의 변환

MPEG에서 8*8 DCT(discrete cosine Transform) 블록의 계수들은 공간영역에서 8*8블록의 휘도와 색차 성분과 관련이 있다. 그러므로 압축영역에서 DCT계수는 두 프레임 간 휘도와 색차 신호의 차이를 나타내는 이상적인 파라미터이다. 이러한 공간영역에서 Y, Cb, Cr표현은 YUV표현의 디지털 표현으로 아날로그 신호인 YUV표현을 컴퓨터가 처리할 수 있게 디지털로 변환해준 것이 Y, Cb, Cr이다. Y, Cb, Cr은 컬러 정보로부터 밝기를 분리한 또 하나의 컬러 공간으로 밝기는 Y로 기호화되고 푸른 색차정보와 붉은 색차정보는 Cb와 Cr로 기호화된다. 이렇게 부호화된 Y, Cb, Cr은 복호화시 R, G, B의 값으로 변환되는데 (2)에 의해 복호화가 이루어진다.

$$\begin{aligned} R &= 1.00000Y + 1.40200Cr \\ G &= 1.00000Y - 0.34414Cb - 0.71414Cr \\ B &= 1.00000Y + 1.77200Cb \end{aligned} \quad (2)$$

DCT계수의 전체 복호화 대신 R, G, B값의 영상에 가장 많이 존재하고 계산량을 줄이기 위해 R, G, B값 중 R값의 DCT계수만을 이용하여 특징치로 사용한다. 실험결과 R, G, B값의 DCT 계수의 변화는 비례하는 특성을 가지고 있지만 영상의 종류에 따라 G값이나 B값의 분포가 상당히 많은 특정 영상에서는 R값 외에 G, B값을 사용 추가로 사용하면 더 정확한 결과를 검색할 수 있다. 하지만 본 논문에서는 R값만을 이용하였으며 R값만을 이용하여도 높은 정확도를 보인다.

3. Color-R값에 대한 DCT계수 열의 합 계산

I프레임과 P프레임에서 Color-R값에 대한 DCT계수를 그림 3와 같이 8*8단위 R에 대한 DCT계수의 열에 대해 (3)를 이용하여 RS_n 을 구한다. 그림 3에서 DC(m,n)은 영상 8*8단위의 m*n행열의 Color-R값에 대한 DCT계수를 의미한다.

8	DC (0,0)	DC (0,1)	DC (0,2)	.....	DC (0,n)	.....	DC (0,N-1)	DC (0,N)
	DC (1,0)	DC (1,1)	DC (1,2)	.....	DC (1,n)	.....	DC (1,N-1)	DC (1,N)

	...	...	...	.....	DC (m,n)	.....	...	...

	DC (M,0)	DC (M,1)	DC (M,2)	.....	DC (M,n)	.....	DC (M,N-1)	DC (M,N)

RS_n

그림 3. Color-R에 대한 DCT계수 합
Fig. 3. Sum of DCT for Color-R

$$RS_n = \sum_{m=0}^M DC(m, n) \text{ where } n=0, 1, \dots, N \quad (3)$$

여기서 n은 한 영상에서 n 번째 열을 의미하며 행이 아닌 열에 대한 합을 구하는 이유는 카메라의 이동은 상하 이동보다는 좌우 이동의 성향이 강하기 때문이다.

Color-R값에 대한 DCT계수 열의 합 RS_n 를 각각의 프레임 $f(x)$, $x=0, 1, 2, \dots, X$ 에 대해 RS_n 를 Plotting한 결과는 그림 4와 같다.

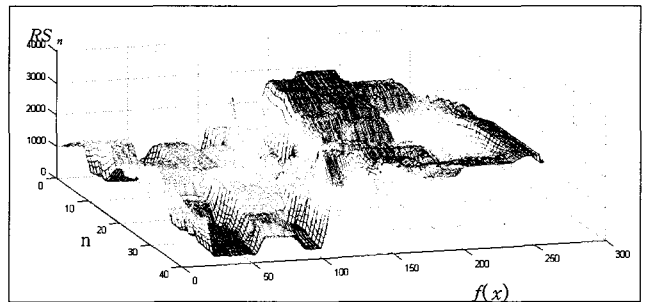


그림 4. Color-R에 대한 DCT계수 열의 합
Fig. 4. Row sum of Color-R DCT

$f(x)$ 은 MPEG에서의 B프레임을 제외한 I, P프레임의 재정의된 프레임을 의미한다. 그림 4와 같이 동일 샷에서의 Color-R값의 DCT계수에 대한 3차원 공간에서의 샷 차이는 확연한 특징을 나타내며 디졸브 구간에서는 일정한 규칙에 따라 증가와 감소의 성향을 띄는 것을 알 수 있다.

4. 2차원 변환 및 정규화

(4)를 이용해 프레임 간의 절대 차 $Diff_{xn}$ 를 구한다.

$f(x)$ 는 B프레임을 제외한 I, P프레임의 x 번째 프레임을 의미한다.

$$Diff_{xn} = |RS(f(x+1), n) - RS(f(x), n)| \quad (4)$$

where $x=0, 1, 2, \dots, X$ $n=0, 1, 2, \dots, N$

$Diff_{xn}$ 를 모든 프레임에 적용하여 나온 결과는 그림 5와 같다.

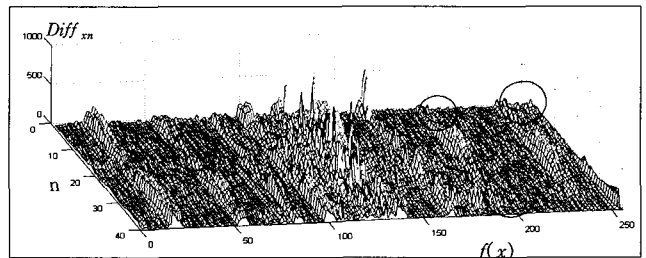


그림 5. 모든 $Diff_{xn}$ 에 대한 결과
Fig. 5. Result for all $Diff_{xn}$

그림 5에서와 같이 동일 샷이 존재하는 프레임에서는 균일한 차이를 보이지만 점진적인 장면전환점에서는 확연한 차이를 보이는 것을 알 수 있다.

그림 5에서처럼 한 영상의 특징치 즉 평균을 한 개로 설정할 경우 마킹 된 부분들은 특징치를 감쇄시키는 좋지 않은 영향을 준다. 이러한 단점을 보완하고 샷 검출의 정확도를 향상시키기 위해 $Diff_{xn}$ 를 4단계로 분할하여 각 분할 단위 값들의 총합을 구해 4차례에 걸쳐 정확도를 향상시킨다. 또한 각각의 비디오에 대한 임계 값의 균일성과 임계 값 설정을 위해 정규화를 수행한다.

j 는 $Diff_{xn}$ 의 4분할된 변수를 의미하며 N 은 $Diff_{xn}$ 의 총 열의 수이다. PS_{xj} 는 j 번째 분할의 $Diff_{xn}$ 의 총합을 의미한다.

$$PS_{xj} = \sum_{n=p(x-1)}^{px} Diff_{xn} \quad \text{where } x=0,1,2,\dots,X.$$

$$j=1,2,3,4 \quad p=N/4 \quad (5)$$

평균값이 아닌 합을 사용하는 이유는 그림 5에서 보는 것과 같이 샷이 존재하는 곳에서 합을 해줄 경우 평균보다 더욱 두드러진 특징 값을 산출할 수 있기 때문이다. 모든 프레임 $f(x)$, $x=0,1,2,\dots,X$ 에 대한 j 번째 분할 총합 PS_{xj} 의 2차원 그래프는 그림 6과 같다.

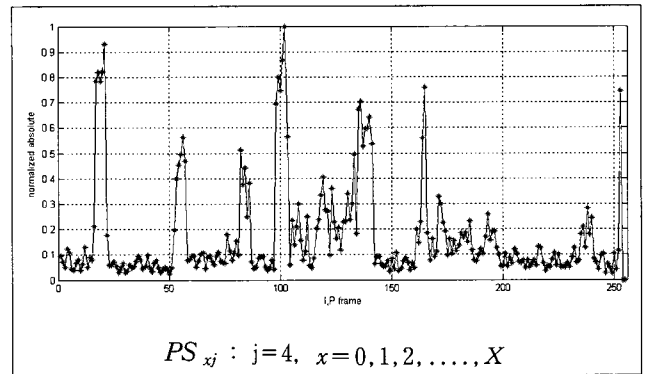
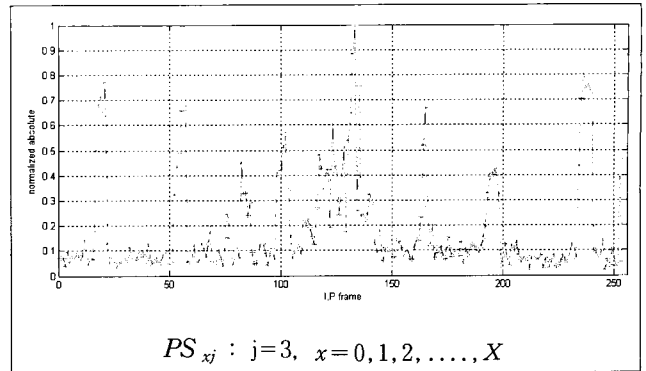
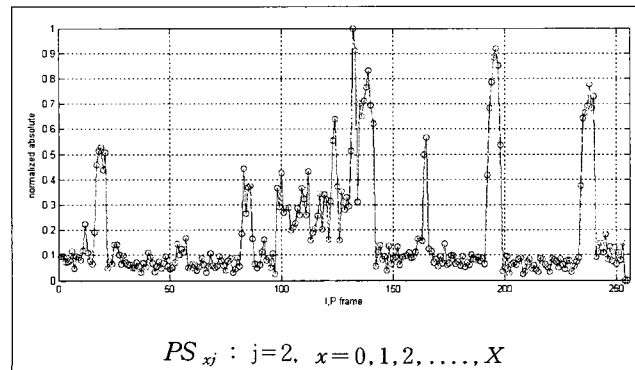
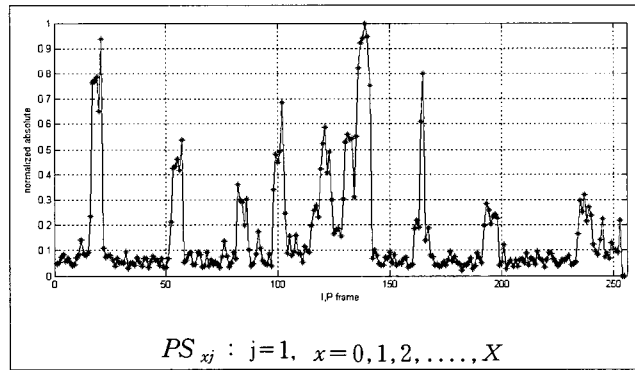


그림 6. $Diff_{xn}$ 의 4단계 분석 결과

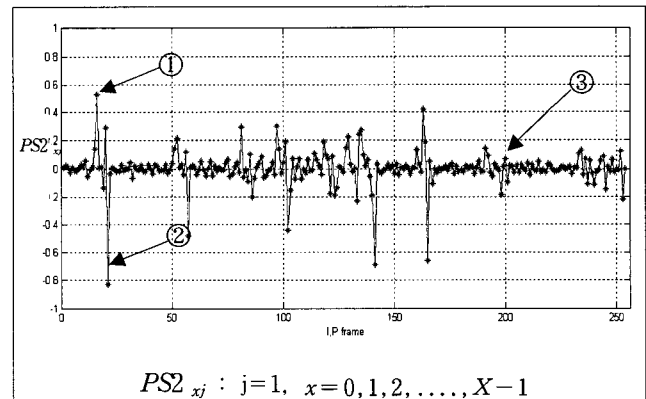
Fig. 6. Result for 4-step analysis of $Diff_{xn}$



새로운 샷이 시작되는 점과 끝나는 점을 찾기 위해서 한 번 더 (6)를 이용하여 PS^2_{xj} 구하면 그림 7과 같이 디졸브 구간에서 새로운 샷의 시작점은 급격한 음의 값을 갖게 된다.

$$PS^2_{xj} = PS_{(x+1)j} - PS_{xj} \quad (6)$$

where $j=1,2,3,4, x=0,1,2,\dots,X-1$



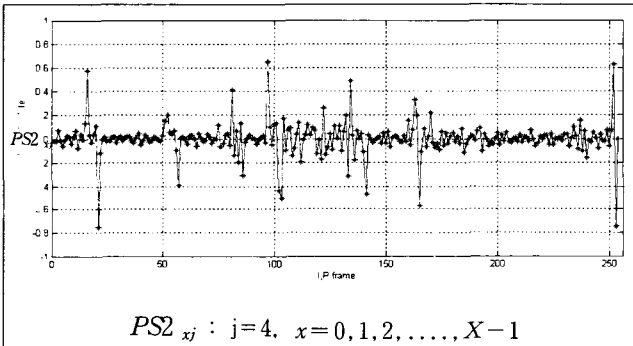
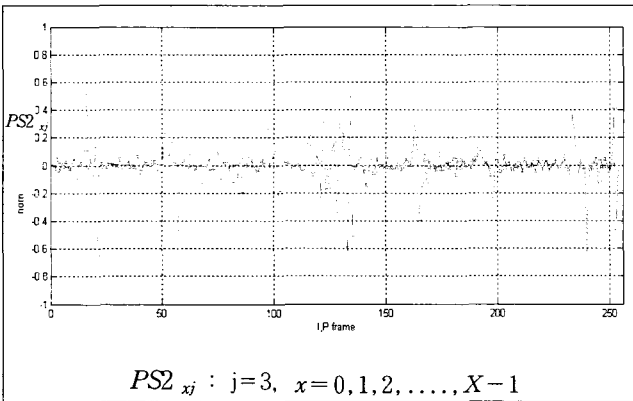
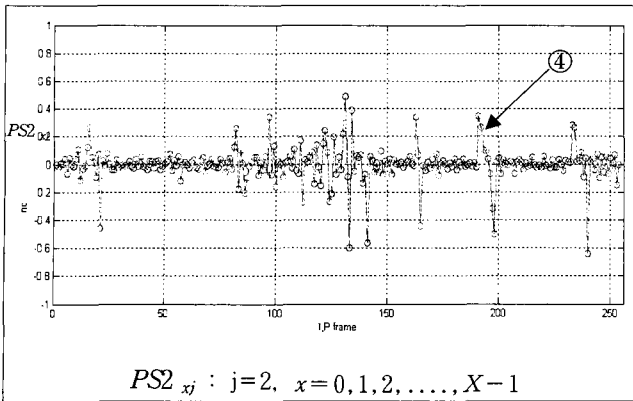


그림 7. $PS2_{xj}$ 의 4단계 분석 결과

Fig. 7. Result for 4-step analysis of $PS2_{xj}$

그림 7의 분석결과에서처럼 ①번은 디졸브가 시작되는 부분을 나타내며 ②번은 디졸브 구간이 끝나고 새로운 샷이 시작되는 부분을 의미한다. 그러나 ③번에서 보여지는 것처럼 $j=1$ 에서는 샷임에도 불구하고 검출을 하지 못하지만 ④번에서처럼 $j=2$ 에서는 샷을 정확하게 검출하게 된다. 이러한 점을 이용하여 1단계부터 4단계에 대한 결과를 합하게 되면 그림 8과 같은 결과가 나오게 된다.

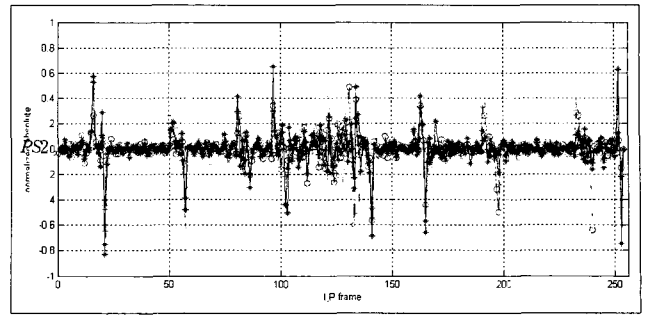


그림 8. 4단계 분석의 총합

Fig. 8. Results for 4-step analysis

5. 임계값 설정 및 디졸브 장면전환 검출

샷의 임계 값은 다양한 데이터를 이용한 실험 결과 대부분 -0.4이하에서 샷이 검출되어 경험적 임계값인 -0.4로 설정했다.

$$PS2_{xj} \leq -0.4 \tag{7}$$

제안된 방법의 장점은 한 영상에서의 대표 특징치를 추출하는 기존 방식보다 4단계에 걸친 비교로 샷의 정확도를 향상한다는 장점이 있다. 또한 전체 프레임에 복호화 할 필요 없이 I프레임과 P프레임의 Color-R에 대한 DCT계수만을 사용하기 때문에 복호화 시간을 단축할 수 있는 장점이 있다.

III. 실험 및 결과

1. 실험 환경

본 연구의 장면전환 검출 성능평가를 위해 Windows XP 환경에서 P-IV 1.7G PC를 사용하여 실험을 하였다. 영상의 패턴분석에는 Matlab 6.0을 사용하고 실제 장면전환 검출 알고리즘 구현은 VC++을 사용하였다.

실험에 대한 사용자 인터페이스 환경(GUI)는 그림 9와 같다.

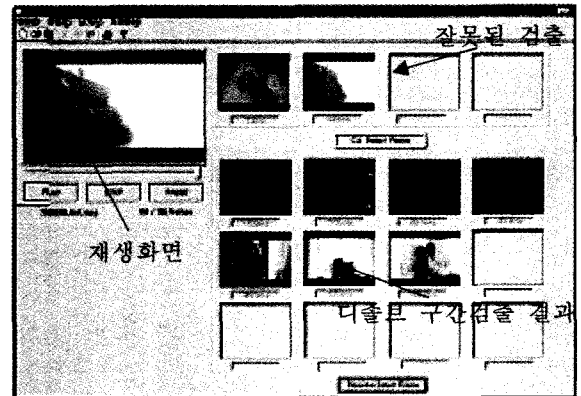


그림 9. 사용자 인터페이스 구조

Fig. 9. GUI (Graphic User Interface)

2. 실험결과 및 성능 분석

실험에 사용된 데이터는 실제 동영상 검색의 활용도가 높은 드라마, 광고, 영화 동영상을 사용하였으며, 알고리즘의 성능 측정을 위해 정확도(Precision)와 회수율(Recall)을 (8), (9)과 같이 계산하였다.

$$\text{정확도(Precision)} = \frac{N_{Correct}}{N_{Correct} + N_{False}} \quad (8)$$

$$\text{회수율(Recall)} = \frac{N_{Correct}}{N_{SCD} = (N_{Correct} + N_{Missed})} \quad (9)$$

여기서 N_{Total} 은 동영상 전체 프레임 수, N_{SCD} 는 디졸브 장면변화가 있는 프레임 수, $N_{Correct}$ 는 정확히 장면전환을 검출한 프레임 수, N_{Missed} 는 장면전환을 찾지 못하고 놓친 프레임 수, N_{False} 는 잘못 검출한 프레임 수이다. 실험 결과는 표 1과 같으며 정확도와 회수율은 평균 95%, 92%를 나타내었다.

표 1. 실험데이터와 실험결과: (P:R)은 정확도(Precision)와 회수율(Recall)을 나타낸다.

Table 1. Experimental results with video sources : (P:R) are precision and recall.

구분	점진적(디졸브) 장면전환 검출		
	드라마 (가을동화)	광고 (Hite)	영화 (화이트발렌타인)
N_{Total}	1686 frames	930 frames	567 frames
N_{SCD}	19	5	8
$N_{Correct}$	18	4	8
N_{Missed}	1	1	0
N_{False}	1	0	1
(P : R)	(95 : 95)	(100 : 80)	(89 : 100)

실험결과 장면전환을 검출하지 못한 프레임(N_{Missed})들은 실제 장면전환이 일어났지만 장면과 장면사이의 DCT 계수의 차이가 유사하여 임계값을 만족하지 못하여 검출하지 못하였으며, 잘못 검출된 프레임(N_{False})들은 부호화와 복호화 과정에서 화질의 열화현상으로 인해 정확한 Color-R에 대한 DCT계수를 계산하지 못해 검출하지 못하였다.

IV. 결론

본 논문에서는 디졸브에 의한 점진적인 장면전환 검출 방법을 제안하였다. 시간적 검출 효율성과 정확성을 높이기 위해 B 프레임을 제외한 I, P 프레임을 사용하였고 I, P 프레임에서의 Color-R값의 DCT계수를 이용하여 특징치로 사용하였다. Color-R값의 DCT계수에 대한 8*8단위 열의 합을 이용해 4단계 비교를 통해 디졸브 구간의 장면전환 점을 검출함으로써 영상 전체의 대표 값을 이용

해 검출하는 방식보다 정확한 디졸브 구간을 검출하였다.

더 정확한 장면전환점을 검출하기 위해 Color-G값과 Color-B값을 이용하고 4단계 비교가 아닌 더 많은 단계를 수행함으로써 정확도를 높일 수 있을 것이며 인간의 시각과 동등한 다차원적 검출 알고리즘 개발이 연구과제로 남아있다.

참고 문헌

[1] M. K. Mandal, F. IDRIS, and S.Panchanathan, "Image and video indexing in Compressed Domain : A critical review," VCCL Lab., Dep. of Elec. Eng., Univ of Ottawa, Paper submitted to Image and Vision Computing Journal.

[2] M.M.Yeung and B.Liu, "Efficient matching and clustering of video shots," IEEE International Conference on Image Processing , Vol.1, pp.338-341, 1995.

[3] A. Nagasaka and Y. Tanaka, "Automatic video indexing and full-motion search for object appearances," in Proc. IFIP TC2 / WG2.6 Second Working Conf. on Visual Database System, pp.113-127, September, 1991

[4] K. Otsuji, Y. Tonomura and Y. Ohba, "Video browsing using brightness data," Visual Communication and Image Processing, vol. SPIE-1606, pp. 980-989, 1991

[5] J. Meng, Y. Juan and S. F. Chang, "Scene Change Detection in a MPEG Compressed Video Sequence," Digital Video Compression: Algorithms and Technologies, vol. SPIE-2419, pp. 14-25, February, 1995

[6] S. W. Lee, Y. M. Kim and S. W. Choi, "Fast Scene Change Detection Using Direct Feature Extraction from MPEG Compressed Videos," IEEE Trans. on Multimedia, Vol. 2, No. 4, pp. 240-254, 2000.

[7] H. J.. Zhang, C. Y. Low, and S.W.Smoliar, "Video parsing and browsing using compressed data", Multimedia Tools and Application, Vol.1, No.1, pp.89-111, Mar., 1995.

[8] H.C. Liu, and G.L.Zick, "Scene decomposition of

MPEG compressed video," SPIE Proceeding: Digital Video Compression: Algorithms and Technol. Vol.2419, pp.26-37, Feb., 1995.

[9] K. Shen and E.J. Delp, "A Fast Algorithm for Video Parsing Using Compressed Sequences," ICIP 95, pp.252-255, Oct. 1995.

[10] B.-L. Yeo and B. Liu, "Rapid Scene Analysis on Compressed Video," IEEE Tras. on Circuit and System for Video Technology, Vol. 5, No.6, pp.533-544, Dec. 1995.

[11] Tony C. T. Kuo, Y. B lin, Arbee L. P. Chen, Shu-Chin Chen and C. Y. Ni, "Efficient Shot Change Detection on Compressed Video Data". Proc. of IEEE Workshop on Multimedia Database Management System, August 1996

[12] I. K. Sethi and N. Patel, "A Statistical Approach to Scene Change Detection" Storage and Retrieval for Image and Video Database III. vol. SPIE-2420, pp. 329-338, Feb. 1995.

[13] A.M. Alattar. "Detecting and Compression Dissolve Regions in Video Sequences with DVI Multimedia Image Compression Algorithm." ISCAS, pp.13-16 1993.

[14] F. Arman, A. Hsu, and M-Y. Chui. "Image Processing on Compressed Data for Large Video Databases." Proceedings of ACM Multimedia 93, pp.267_272. June 1993.



박 상 성(Sang-Sung Park)

準會員

2001년 동양대학교 산업공학과 졸업

2003년 고려대학교 산업공학 석사

2003~현재 고려대학교 산업시스템정보 공학과 박사과정

관심분야 : 이미지 프로세싱, 패턴 인식, 뉴럴 네트워크, 컴퓨터 비전



장 동 식(Dong-Sik Jang)

正會員

1979년 고려대학교 산업공학과 졸업

1985년 텍사스 주립대 산업공학 석사

1988년 텍사스 A&M 산업공학 박사

1989~현재 고려대학교 산업시스템정보

공학과 교수

관심분야는 컴퓨터 비전, 멀티미디어시스템, 로보틱스



허 정(Jeong-Hur)

準會員

2002년 중앙대학교 산업정보학과 졸업

2002~현재 고려대학교 산업시스템정보

공학과 석사과정

관심분야 : 영상검색 시스템, 컴퓨터 비전, 로보틱스, 뉴럴 네트워크, 이미지 프로세싱