

MPEG 시퀀스의 장면 변화 검출을 위한 하이브리드 알고리즘

(Hybrid Algorithm for Scene Change Detection of MPEG Sequence)

崔潤植*, 李俊珩*

(Yoonsik Choe and Joon-Hyoung Lee)

요 약

본 논문에서는 MPEG 기반 압축 영상데이터의 장면 변화를 검출하기 위한 하이브리드 알고리즘을 제안한다. MPEG이나 Motion JPEG으로 압축된 영상의 장면 변화를 검출하기 위해 사용된 알고리즘은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 한가지 방법은 압축된 상태의 영상에 직접 처리를 하는 방법으로서 수행시간을 줄일 수 있는 장점이 있지만 정확성이 떨어지는 문제점이 있고, 다른 방법은 복원된 영상에 처리를 하는 방법으로 보다 정확한 검출이 가능하나 속도가 느린 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 두 가지 알고리즘을 혼합하여, 우선 빠른 검출을 위하여 압축된 시퀀스로부터 DC값에 의한 영상에 의해 컷을 검출하고, 이 결과에서 적절한 영역을 선택한 뒤, 그 영역에 대해서만 영상을 복원하여 윤곽선 정보에 의해 점진적인 장면 변화를 검출한다. 실험결과 수행시간의 단축과 정확한 검출에 있어서 매우 효율적임을 확인하였다.

Abstract

In this paper, the hybrid algorithm for the scene change detection of MPEG-based compressed video data is proposed. There have been two methods to detect scene changes of video data compressed using algorithms such as MPEG or motion-JPEG: analyzing the compressed data directly, and analyzing from the retrieved data. The former has the advantage of taking less time, while the latter can obtain detail results at the expense of time and memory. Thus by combining each algorithm we detect cuts from compressed sequence, retrieve data for some selected region, and detect gradual scene changes. Simulation results verify the superiorities of the proposed algorithm in analyzing time and accuracy.

I. 서 론

최근 디지털 비디오의 사용이 급격히 증가함에 따라 비디오 인덱싱에 의한 다양한 기능을 제공할 수 있는 멀티미디어 시스템의 개발이 중요한 요소가 되고 있다. 기존의 비디오에 의한 멀티미디어 서비스는 단순한 FF나 RE 정도의 간단한 검색 기능만을 제공하지만 사

용자의 요구가 다양해짐에 따라 비디오 내의 장면단위로 접근 할 수 있도록 하는 등의 다양한 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 또한 MPEG-4와 MPEG-7의 등장으로 객체의 조작에 의해 멀티미디어 데이터를 처리할 수 있는 기술이 필요하게 되었다. 따라서 이러한 멀티미디어 서비스를 위한 기반기술로서 여러 가지 장면 변화(컷, 페이드 인, 페이드 아웃, 디졸브 등)를 검출할 수 있는 알고리즘의 개발이 필요하게 되었다.

MPEG이나 Motion JPEG으로 압축된 영상의 장면변화를 검출하기 위해 사용된 알고리즘은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 한가지 방법은 압축된 상태의

* 正會員, 延世大學校 電氣工學科

(Dept. of Elec. Engineering, Yonsei University)

接受日字: 1998年1月8日, 수정완료일: 1998年7月1日

영상에 직접 처리를 하는 방법^{[1] [2]}으로서 수행시간을 줄일 수 있는 장점이 있지만 정확성이 떨어지는 문제점이 있고, 다른 방법은 영상을 완전히 복원함으로써 보다 정확한 검출이 가능하나 속도가 느린 단점이 있다.^{[3] [4] [5] [6] [7]}.

본 논문에서는 이러한 두 가지 알고리즘의 혼합형 알고리즘을 제안한다. 제II장의 1절에서는 MPEG으로 압축된 영상의 DCT 계수와 움직임 벡터를 이용하여 컷을 검출한다. 2절에서는 보다 정확한 장면 변화의 검출을 위해 복원된 영상을 사용한 방법을 적용하기 위한 기준을 제시하며, 3절에서는 복원된 영상의 윤곽선 변화를 이용하여 점진적인 장면 변화(디졸브, 페이드 인, 페이드 아웃)를 검출한다. 제III장에서는 제II장에서의 알고리즘을 이용한 실험결과는 나타내고, 제IV장에서 결론을 맺는다.

II. 장면 변화 검출을 위한 하이브리드 알고리즘

본 논문에서는 압축된 상태에서의 장면 변화 검출 방법과 복원된 영상에 의한 장면 변화 검출 방법의 장단점을 보완하여 장면 변화를 검출함에 있어서 수행시간을 줄임과 동시에 보다 정확한 검출을 위해 이 둘을 혼합한 하이브리드 알고리즘을 사용하여 장면 변화를 검출한다. 그림 1은 검출 알고리즘의 블록 다이어그램을 나타낸다.

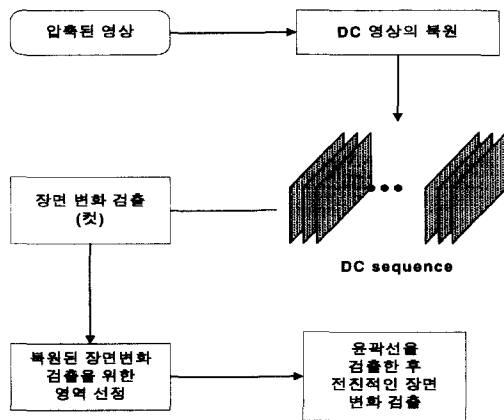


그림 1. 장면 변화 검출을 위한 블록 다이어그램
Fig. 1. Block diagram for detection of scene change.

1. 압축된 상태에서의 컷 검출

압축된 상태에서의 장면 변화 검출은 MPEG이나 Motion JPEG의 경우에 있어서 블록마다 DCT 변환 기법을 사용한다는 특성을 이용한다. 각 블록마다 DC 값을 취하여 연속적인 영상에 대해 보다 적은 양으로 표현될 수 있는 DC 영상을 복원한 후 이들의 화소값의 차에 의해 급격한 장면 변화인 컷을 검출한다^[2].

1) DC 영상의 복원

MPEG이나 Motion JPEG의 경우 8×8 블록의 크기에 대해서 2차원 DCT 변환(Discrete-Cosine Transform)을 사용한다. 이 블록을 $B(i, j)$ 라 표시할 때, DC 값은 $B(0, 0)$ 으로서 영상 $X(i, j)$ 의 평균적인 밝기의 8배에 해당하는 값을 가지고 있다.

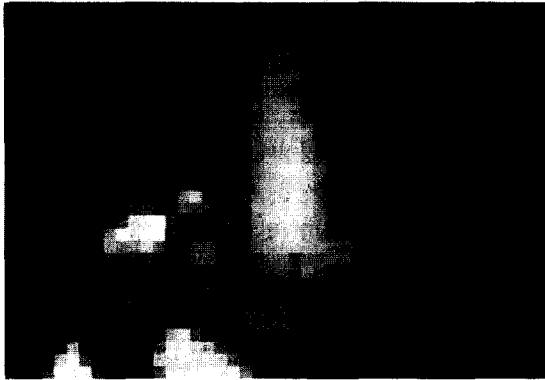
$$B(0, 0) = \frac{1}{8} \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 X(i, j) \quad (1)$$

DC 값은 화면 전체에 대한 정보를 담고 있으므로 이러한 DC 값을 이용하여 복원한 DC 영상 역시 원래 화면과 거의 비슷하게 나타난다. DC 값만을 이용하여 원래의 영상을 나타내면 8×8 블록을 DC 값 하나로만 나타내므로 원래의 영상이 $M \times N$ 이었다면 DC 영상의 크기는 $M/8 \times N/8$ 의 크기를 갖는다. 그림 2는 352×240 크기의 원래의 영상과 44×30의 DC 영상을 보여준다.

연속적인 영상에 대해 DC 영상을 복원함으로써 DC 시퀀스를 얻을 수 있는데, DC 영상과 DC 시퀀스를 사용할 경우 두 가지의 장점이 있다. 첫째, 압축된 상태의 데이터로부터 직접 정보를 얻어내므로 복호화하는데 소요되는 시간과 메모리를 절약할 수 있다. 둘째, 원래의 영상보다 훨씬 적은 양만으로 영상을 나타내므로 이 데이터를 이용하여 여러 가지 연산을 수행함에 있어서 훨씬 간단히 처리할 수 있다.



(a) 원래 영상(352×240)



(b) DC 영상(43×30)

그림 2. 원래의 영상과 DC 영상
Fig. 2. Original image and DC image.

Motion JPEG의 경우나 MPEG의 I-프레임의 경우에 있어서 DC 영상을 복원하는 것은 각 블록의 $B(0,0)$ 값을 취해 8로 나누어주기만 하면 되므로 매우 간단하다. 그러나 P-프레임과 B-프레임의 경우 $B(0,0)$ 값은 이전 프레임과의 화소값의 차를 DCT한 값이므로 원래 영상의 DC 값을 나타내지 않는다. 따라서 P-프레임과 B-프레임의 경우에는 움직임 벡터에 의해 보상된 DC 값을 찾아줄 필요가 있다.

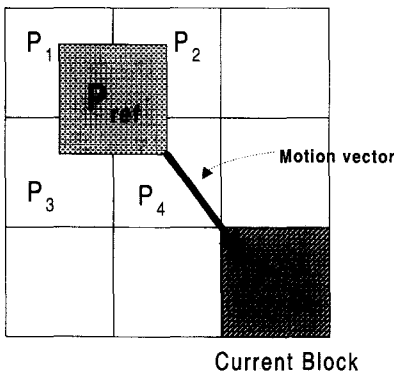


그림 3. 움직임 벡터를 이용하여 이전 영상으로부터 DC 값을 복원
Fig. 3. Extraction of DC value from previous frame using motion vector.

움직임 벡터에 의해 이전 영상을 복원하지 않고 현재 블록의 DC 계수를 복원하기 위해 이전 영상과 겹쳐진 블록들에 대해서 다음과 같이 구한다. 움직임 벡터가 8의 배수의 형태를 갖는다면 현재 블록은 이전

영상의 임의의 블록과 정확히 일치하여 이전 영상에서 일치하는 블록의 DC 값을 그대로 사용하면 되지만 움직임 벡터는 임의의 값을 가지므로 그림 3과 같이 4개의 블록과 겹치게 된다. 따라서 현재 영상의 블록은 이전 영상의 겹치는 네 개의 블록을 이용하여 근사화시킬 수 있다^[8].

DC 영상은 DCT 계수중 DC값만을 사용하므로, 겹치는 네 개의 블록으로부터 DC값만을 근사화시키면 된다. DC 값은 움직임 벡터에 의한 이전 블록들의 DC 값과 거의 비슷한 값을 나타내므로 다음과 같이 근사화시킬 수 있다^[8].

$$(DCT(P_{ref}))_{00} = \frac{1}{64} \sum_{i,j} h_i \cdot w_j \cdot (DCT(P_{ij}))_{00} \quad (2)$$

여기서 h_i 와 w_j 는 이전 블록과 겹치는 부분의 세로와 가로 크기 화소단위로 나타낸 값과, $(DCT(P_{ref}))_{00}$ 는 근사화하려는 블록의 DC 값, $(DCT(P_{ij}))_{00}$ 는 이전영상에서 겹치는 블록의 DC 값을 나타낸다.

2) DC 영상을 이용한 컷 검출

압축된 영상을 복원하지 않고 직접 얻은 DC 시퀀스는 컷을 검출하는데 사용된다. 컷은 급격한 장면 변화이므로 여러 프레임에 걸쳐서 장면 변화가 발생하는 것이 아니라 연속된 두 프레임간에서 장면 변화가 발생한다. 따라서 연속된 프레임들간의 화소값의 차를 이용하여 컷을 검출한다.

우선 DC 영상간의 화소값의 차이는 연속적인 영상간의 화소값 차이의 절대값을 더하여 얻는다. 두 개의 DC 영상을 X, Y라 하면 그들의 차는 다음과 같이 구한다.

$$d(X, Y) = \sum_{i,j} |X(i, j) - Y(i, j)| \quad (3)$$

$X_i, i=1,2,3 \dots, N$ 을 DC 시퀀스라 하고 연속적인 DC 영상들간의 차값의 시퀀스를 E_i 라 하면 E_i 는 다음과 같다.

$$E_i = d(X_i, X_{i+1}) \quad (4)$$

그러면 다음의 두 조건을 만족하면 X_i 에서 X_{i+1} 로 장면 변화로 검출한다.

1) 차이 값이 앞으로 m개 뒤로 m개의 2m+1개의 차

이값들 중에서 최대값을 갖는 경우

2) 최대값이 두 번째로 큰 값보다 n배 이상 큰 경우

m 값은 두 개의 컷이 발생하는 간격보다 작은 값을 취해야 한다. 예를 들어 15 프레임/초의 영상 데이터에서 m값을 15로 정할 경우 1초내에 두 개의 컷이 발생한다면 감지하지 못한다. 또한 n의 값이 클수록 부정확한 검출의 수가 줄어들게 되는데 움직임이 많은 데이터의 경우 차값의 시퀀스가 매우 불안정한 형태를 가지므로 n값이 너무 크게 되면 실제의 장면 변화를 검출하지 못하는 경우가 발생하므로 적절한 값을 취해 주어야 한다. 두 번째 조건은 장면 변화가 발생하지 않았지만 카메라의 플래쉬가 터지는 등의 경우에 있어서 잘못된 검출 결과가 나오는 것은 막아주기도 한다. 플래쉬가 터지는 순간에는 바로 이전 영상과의 차값이 매우 크게 나타날 뿐만아니라, 바로 다음 영상과의 차값도 크게 나타나기 때문에 큰 차값이 연속적으로 두 개가 나타나기 때문이다.

2. 하이브리드 알고리즘을 위한 영역 선택

압축된 영상으로부터 원래의 영상을 복원하지 않고 압축된 상태의 데이터에 처리를 하여 장면 변화를 검출하는 방법은 컷의 검출에 있어서는 아주 정확한 결과를 나타내었다. DC 영상이 단순한 화소값의 차에 의해서만 검출을 하므로 점진적인 장면 변화의 경우는 차값의 변화가 장면 변화가 없는 경우보다 약간 크다는 특징은 있지만 움직임이 많은 영상 데이터의 경우에 있어서도 장면 변화가 없는 경우 차값이 크게 변하므로 정확한 검출이 어려운 단점이 있다. 따라서 점진적인 장면 변화의 경우는 보다 정확한 검출을 위해 복원된 영상을 이용하여 검출하였다.

그런데 모든 영상에 대하여 복원된 상태에서의 검출 방법을 사용한다면 상당한 계산량과 시간의 소모를 가져올 뿐만 아니라, 압축된 상태에서의 컷 검출 방법이 아무런 의미가 없게 되므로 DC 영상간의 차값의 시퀀스에서 점진적인 변화가 있으리라 예상되는 영역을 선택하여 그 부분에 대해서만 영상을 복원하여 장면 변화를 검출한다.

DC 영상을 이용한 컷의 검출에서 점진적인 장면 변화를 가지는 부분은 연속적인 DC 영상간의 차값이 거의 일정하게 나타나고, 컷과는 달리 특정 영역에서 주위 값들보다 특별히 큰 값을 갖지 않으므로 고른 분포를 나타낸다. 따라서 특정 영역에 대해 차값을 적당

한 값으로 나누어 준 뒤 분산값을 계산하여 분산값이 작은 영역을 선택하는데, 장면 변화가 없는 영역과는 달리 약간의 변화는 존재하므로 분산값이 어떤 범위내의 값을 갖는 영역(w)만을 선택한다. 이러한 영역에서 차값이 갑자기 큰 값을 나타낸다면 컷을 갖는 경우일 수도 있기 때문에 영역 내에서의 최대값이 두 번째 큰 값과의 차가 적어야 한다.

1) $l < Var(n) < h$. 단,

$$Var(n) = \frac{1}{n} \sum_i \left(\frac{E_i}{N} \right)^2 - \left(\frac{1}{n} \sum_i \left(\frac{E_i}{N} \right) \right)^2$$

2) $\max(E_i) < p \times second_max(E_i)$

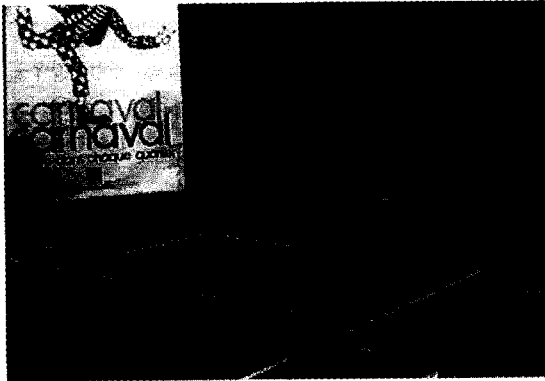
3. 복원된 상태에서의 장면 변화 검출

복원된 상태에서의 장면 변화 검출은 선택된 영역에 대해서 영상을 완전히 복원하여 윤곽선을 검출한다. 컷의 경우는 압축된 상태에서의 검출 방법에 의해 정확히 찾아낼 수 있으므로 이번의 방법에서는 점진적인 장면 변화만을 검출한다. 윤곽선이 검출된 연속적인 시퀀스에 대해서 점진적인 장면 변화가 있는 경우에는 이전 영상과 다음 영상간의 윤곽선의 차이가 많이 발생하게 된다. 앞 영상에서 소멸되는 윤곽선의 비율과 다음 영상에서 생성되는 윤곽선의 비율의 차에 의해 점진적인 장면 변화(디졸브, 페이드 인, 페이드 아웃 등)를 검출한다^[2].

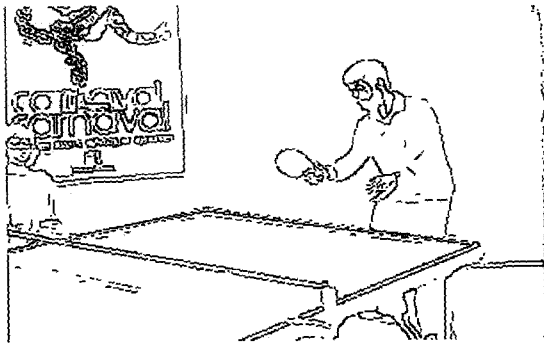
윤곽선 검출은 Canny 윤곽선 검출 방법^[13]을 이용한다. 윤곽선이 검출된 영상에 대해서 윤곽선을 나타내는 각 화소값들을 반지름 r의 크기를 같도록 팽창시킨다. 점진적인 장면 변화의 경우 연속적인 영상간에는 약간의 움직임을 나타내기 때문에 변화가 적은 윤곽선에 대해서는 팽창시킨 윤곽선의 위치에서 벗어나는 정도가 작기 때문에 윤곽선의 변화로 감지되지 않도록 하기 위해 반지름 r로 팽창시킨다. 그림 4는 원래의 영상을 Canny 윤곽선 검출 방법을 이용하여 윤곽선을 검출하고 이를 반지름 r로 팽창시킨 영상이다.

점진적인 장면 변화의 검출은 연속적인 영상간의 윤곽선 정보의 변화량에 의해서 검출한다. 점진적인 장면 변화에서는 프레임이 진행됨에 따라 새로운 윤곽선이 나타남과 동시에 원래의 윤곽선이 차츰 사라진다. 여기서 새롭게 나타나는 윤곽선 정보를 진입 윤곽선 화소, 사라지는 윤곽선 정보를 소멸 윤곽선 화소라 정의한다. 진입 윤곽선 화소와 소멸 윤곽선 화소를 계산

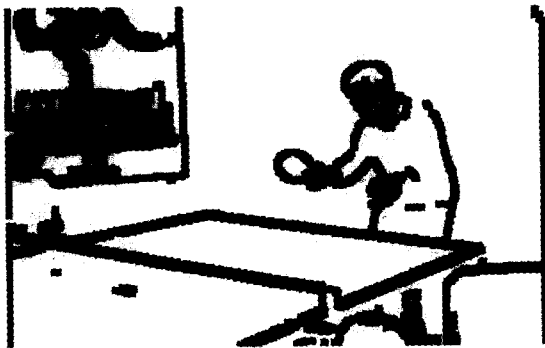
하여 디졸브와 페이드인·아웃과 같은 점진적인 장면 변화를 각각 검출할 수 있다.



(a)



(b)



(c)

그림 4. 점진적인 장면 변화 검출을 위해 윤곽선을 검출(b)하고 팽창시킨 영상(c)

Fig. 4. The edge detected(b) and dilated image(c) to detect the gradual scene change.

두 개의 연속적인 영상에 대해서 우선 Canny 윤곽선 검출 알고리즘을 사용하여 두 개의 이전 영상 X_i 와 X_{i+1} 을 만든 뒤, 이를 반지름 r 로 팽창시켜 X'_i

와 X'_{i+1} 을 얻는다. X_i 와 X'_{i+1} , X_{i+1} 와 X'_i 를 이용하여 진입 윤곽선 화소와 소멸 윤곽선 화소의 비율을 구한다. 진입 윤곽선 화소의 비율을 ρ_{in} 이라 하고 소멸 윤곽선 화소의 비율을 ρ_{out} 이라 하면 이들의 값은 다음의 식을 이용하여 구한다.

$$\rho_{out} = 1 - \frac{\sum_{i,j} X_i(i,j)X'_{i+1}(i,j)}{\sum_{i,j} X_i(i,j)} \quad (5)$$

$$\rho_{in} = 1 - \frac{\sum_{i,j} X'_i(i,j)X_{i+1}(i,j)}{\sum_{i,j} X_{i+1}(i,j)} \quad (6)$$

(5)에서는 이전 영상의 윤곽선 중 다음 영상의 팽창된 영상과 겹치는 부분의 비율을 1에서 빼버림으로써 이전 영상으로부터 다음 영상으로 사라지는 윤곽선의 비율을 나타내고 마찬가지로 (6)은 다음 영상에서 나타나는 윤곽선의 비율을 나타내게 된다.

컷은 $p = \max(\rho_{in}, \rho_{out})$ 을 구하여 ρ 값이 클 경우에 해당하므로 이를 이용하여 컷을 검출할 수도 있다. 점진적인 장면 변화를 다음의 알고리즘을 이용하여 검출한다.

- 1) $X_i(\rho_{in} - \rho_{out}) > \text{Threshold}$
- 2) X_i 가 점진적인 장면 변화로 검출되기 위해서는 앞이나 뒤로 t -프레임 이내에 1)을 만족하는 프레임이 존재할 것

점진적인 장면 변화는 ρ_{in} 이나 ρ_{out} 값이 특별히 큰 값을 나타내지는 않지만 두 값의 차이가 매우 크게 나타난다. 이 값들은 페이드 인과 아웃, 디졸브에 대해서 각각 다른 특성을 나타내므로 이들을 구분하여 점진적인 장면 변화를 검출할 수 있다. 페이드 인의 경우에는 영상이 차차 밝아지므로 윤곽선 정보가 밝아짐에 따라 차츰 나타나게 된다. 따라서 소멸되는 윤곽선은 거의 없고 대부분이 발생되는 윤곽선이므로 ρ_{in} 값이 크게 나타난다. 반대로 페이드 아웃의 경우는 ρ_{out} 값이 크게 나타난다. 디졸브의 경우는 ρ_{in} 값이 크게 나타난다. 디졸브의 경우는 ρ_{in} 값이 크다가 차츰 ρ_{out} 값이 커지게 된다.

III. 실험결과

본 논문에서는 MPEG 압축 영상 데이터로 게임용

대모 시퀀스인 'Lair', 'Entity'와 점진적인 장면변화만 가진 'Exotic' 시퀀스를 이용하여 실험하였다. 'Lair' 시퀀스는 아주 많은 컷을 포함하여 DC 영상을 이용하여 컷을 검출하는 경우 적당한 파라미터 값을 찾기에 충분하였다. 'Entity' 시퀀스는 컷뿐만 아니라 페이드 인과 아웃, 디졸브와 같은 점진적인 장면 변화를 많이 포함하였다.

1. DC 영상을 이용한 컷의 검출

'Lair' 시퀀스의 경우 점진적인 장면 변화는 포함하지 않고 많은 수의 컷만을 포함한다. 영상은 352×240의 크기이므로 DC 영상은 44×30의 크기를 갖는다. 이 DC 시퀀스를 이용하여 1200개의 연속된 영상간의 차값을 이용하여 차값을 얻는데 이 차값의 시퀀스는 그림 5와 같다.

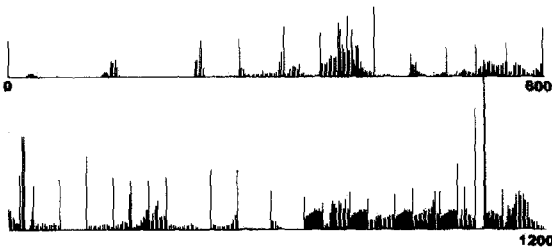


그림 5. 'Lair' 시퀀스에서 DC 시퀀스의 차이값
Fig. 5. Difference value of DC sequence in 'Lair' sequence.

DC 영상을 이용하여 차값을 구한 경우에 원래 영상을 사용한 경우보다 더 좋은 결과를 나타낸다. 즉 변화가 없는 영역에서의 화소값의 차가 더 크게 분포되어 더 정확한 검출을 할 수 있다. 이는 알고리즘이 화소값의 차를 이용하는데 DC 영상의 화소값들은 각 블록마다의 평균적인 밝기 값만을 갖고 있으므로 변화가 없는 영역에서는 인접한 영상간의 화소값의 차가 더 적게 나오기 때문이다. 따라서 DC 영상을 이용하는 경우가 수행시간의 향상은 물론 더욱 정확한 컷 검출을 하게 됨을 알 수 있다.

DC 영상을 이용한 컷의 검출에서 사용되는 파라미터로는 일정 영역에서의 최대값을 구하기 위한 윈도우의 크기 m 과, 윈도우내에서 최대값이 두 번째 최대값의 n 배 이상일 경우에 컷으로 검출하므로 n 값의 두

가지가 있다. 'Lair' 시퀀스는 모두 28개의 컷을 포함한다. 표 1은 n 값에 따른 검출 결과를 나타낸다.

표 1. 'Lair' 시퀀스에서 m 과 n 에 따른 경우 컷의 검출 결과

Table 1. Results of cut detection for m and n in 'Lair' sequence.

m	n	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
10	놓친 검출	4	5	6	6	8	10	11	11
	잘못된 검출	6	5	3	3	3	2	1	1
9	놓친 검출	0	2	4	4	6	8	8	8
	잘못된 검출	8	5	3	3	3	3	2	2
8	놓친 검출	0	2	4	4	6	8	8	8
	잘못된 검출	8	5	3	3	3	3	2	2
7	놓친 검출	0	1	4	4	5	7	7	7
	잘못된 검출	9	6	5	5	5	5	5	3

놓친 검출은 실제로는 컷이 발생했는데 파라미터값을 고정시킨 후 측정했을 때 컷으로 검출하지 못한 경우이고 잘못된 검출은 실제로는 컷의 검출이 없는데 컷으로 검출한 경우이다. 위의 결과를 살펴보면 m 값이 8, 9인 경우는 $n = 1.3 \sim 1.5$ 일때 가장 좋은 결과를 나타내었고, m 값이 7인 경우는 n 이 1.3일때의 값이 가장 적당하였다. 우선 파라미터 m 값이 실험 결과에 미치는 영향을 살펴보자. m 값에 대해서 $2m+1$ 인 크기의 영역에서 최대값을 찾아 이 값이 두 번째 최대값보다 n 배 이상일 경우 컷으로 검출된다. m 의 값이 매우 크다면 $2m+1$ 크기의 영역 내에서 두 번의 컷이 발생할 수도 있는데 두 컷에서의 차값이 비슷하다면 두 컷은 실제로는 장면 변화가 있지만 검출은 되지 않는다. m 값이 매우 작은 경우, 영상 내에 움직임이 많아서 차값의 변화가 짧은 시간 내에 변화가 클 경우 실제로 컷이 발생하지 않은 경우가 컷으로 검출될 수도 있다. 따라서 이 두 경우를 고려하여 적절한 값을 취할 필요가 있다.

2. 하이브리드 알고리즘을 위한 영역 선택

분산값은 w 크기의 영역에서 계산하여 특정 범위 사이의 값이 나온다면 복원하여 윤곽선 정보를 이용한 점진적인 장면 변화를 검출하는 대상이 된다. 이때 사용되는 파라미터로는 분산값을 계산하는 윈도우의 크기(w)와 계산된 분산값중 점진적인 장면 변화 검출의 대상이 되도록 하는 경계값(l, h), 그리고 컷이 있는 영역을 제외하기 위한 파라미터 p 의 네 가지가 있다.

분산값을 계산할 때 DC 영상간의 차값을 나누어주는 값으로는 5000을 사용하였고, p값으로는 1.1, 분산값의 경계값으로는 $l=0.00001$, $h=0.3$ 을 사용하였다. l 값을 사용하는 이유는 분산값이 l 값보다 작은 경우는 영상간의 변화가 아주 적은 경우이므로 이때는 아무런 장면 변화도 없는 영역이 된다. 점진적인 장면 변화의 경우에는 변화가 없는 영역에 비해 차값이 약간의 변화를 더 갖게 되기 때문이다. 여기서 DC 영상만을 이용해 점진적인 장면 변화를 검출할 수 없는 이유는 변화가 없는 영역에서 움직임이 많은 경우에도 DC 영상간의 차값이 점진적인 장면 변화와 비슷한 분포를 가지기 때문이다. w를 제외한 파라미터 값은 적당한 값을 취하였다.

w값은 점진적인 장면 변화 검출을 위한 영역의 크기를 결정짓는 파라미터이므로 실험에 의해서 최적의 값을 찾았다. 여기서 선택된 영역에 대해서만 영상을 복원하여 윤곽선 정보에 의해 점진적인 장면 변화를 검출한다.

표 2. 분산값을 계산하는 영상의 수에 따른 선택된 영상의 수

Table 2. Number of selected image with respect to the number of image in which variance is calculated.

w	20	21	22	23	24	25	26
선택된 영역의 수	18	18	18	16	14	13	11
선택된 영상의 수	360	378	396	368	336	325	286
w	27	28	29	30	31	32	33
선택된 영역의 수	10	9	8	8	8	8	8
선택된 영상의 수	270	252	232	240	248	256	264

표 2의 결과를 보면 w 값이 29일 때 선택된 영상의 수가 232로 가장 적었다. 실제 영상 시퀀스에서 점진적인 장면 변화를 나타내는 영역이 이 부분에 포함되었으므로 이 값을 사용하여 영역을 선택하였다.

그림 6은 'Entity' 시퀀스의 경우 분산값이 앞에서의 조건을 만족하는 영역을 표시한 것이다. 그림에서도 알 수 있듯이 선택된 영역은 차값의 변화가 아주 적은 비교적 평탄한 영역임을 알 수 있다. 또한 영역 내에 컷을 나타내는 값이 없다.

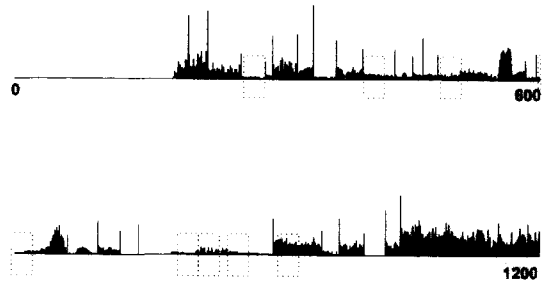


그림 6. 'Entity' 시퀀스에서 점진적인 장면 변화 검출을 위해 선택된 영역
Fig. 6. The selected area for detecting gradual scene changes in the 'Entity' sequence.

3. 윤곽선 정보를 이용한 점진적인 장면 변화 검출

분산을 이용하여 선택된 영역에 대해서 윤곽선 정보를 검출하여 점진적인 장면 변화를 검출한다. Canny 알고리즘에서는 우선 표준편차값이 2이고 5x5 크기의 가우시안 필터를 사용하여 영상을 평탄화 시킨 뒤 윤곽선 정보를 검출하였다. 다음 반지름 r값으로 팽창을 시키는데 r 값은 2를 사용할 때가 가장 좋은 결과를 나타내었다. 그림 7은 'Entity' 시퀀스에서 선택된 영역에 대해서만 점진적인 장면 변화를 검출했을 때 ρ_{in} 과 ρ_{out} 값을 나타낸다.

페이드 인의 경우에는 ρ_{in} 값이 더 크게 나왔고 디졸브의 경우는 ρ_{out} 의 값과 ρ_{in} 의 값이 골고루 분포됨을 알 수 있다. 그림 7에서 592~618 프레임에서는 페이드 인이 검출되었고, 780~835 프레임에서는 디졸브가 검출되었다.

윤곽선 정보를 이용한 점진적인 장면 변화 검출에서 ρ_{in} 과 ρ_{out} 은 연속된 영상간의 생성되고 소멸되는 영상간의 윤곽선의 전체 윤곽선에 대한 비율을 나타내는 값이다. 변하는 윤곽선 정보를 화소단위로 수를 세어 생성되고 소멸되는 윤곽선의 수를 사용하지 않고 전체 윤곽선에 대한 비율을 사용한 이유는 영상 자체에 윤곽선 정보가 아주 적은 영상이 점진적인 장면 변화를 나타낼 경우는 실제 변하는 윤곽선의 수는 적을 지라도 전체 윤곽선 화소의 수에 대한 변하는 윤곽선 화소의 비율은 큰 값을 나타낼 수 있기 때문이다. 반대로 윤곽선 정보가 아주 많은 영상에서 점진적인 장면 변화가 발생하지 않더라도 약간의 움직임에 의해서 전체적인 영상의 윤곽선 정보의 양에 비해서는 아주 적은 양이지만 수는 큰 값을 나타낼 수도 있기 때문이다.

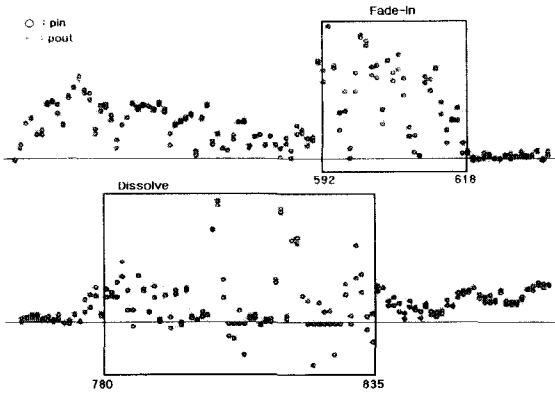


그림 7. 'Entity' 시퀀스에서 ρ_{in} 과 ρ_{out} 의 값에 의해 검출된 점진적인 장면변화 검출
 Fig. 7. Gradual scene change detection by the value of ρ_{in} and ρ_{out} in the 'Entity' sequence.

복원된 영상을 이용한 점진적인 장면 변화 검출에서 사용되는 파라미터 값으로는 문턱값과 t 값이 있다. 장면 변화는 여러 프레임에 걸쳐서 발생되므로 점진적인 장면 변화로 검출된 영상 주위로 t 프레임 내에서 점진적인 장면 변화로 검출된 부분이 없다면 그 영상은 점진적인 장면 변화에 속한다고 할 수 없다. 또한 점진적인 장면 변화로 검출되지 않았지만 양쪽으로 t 프레임 이내에 점진적인 장면 변화로 검출된 영상이 있다면 그 영상 역시 점진적인 장면 변화에 속하게 된다.

표 3. 'Entity' 시퀀스에서 t = 5인 경우 문턱값에 따른 장면 변화 검출 결과

Table 3. Result of gradual scene change detection at t = 5 with respect to threshold in 'Entity' sequence.

문턱값	0.04	0.045	0.05	0.051	0.052	0.053
놓친 검출	11	11	11	11	11	11
잘못된 검출	29	25	21	21	21	16
문턱값	0.054	0.055	0.056	0.057	0.58	0.059
놓친 검출	11	11	11	11	11	11
잘못된 검출	4	0	0	0	0	0

표 3은 t = 5인 경우에 문턱값을 변화시키면서 검출 결과를 살펴본 것이다. 문턱값이 0.059 이상일 경

우는 실제 점진적인 장면 변화를 나타내지만 검출하지 못하는 영상의 수가 증가하였다.

표 4. t 값에 따른 점진적인 장면 변화 검출 결과

Table 4. Result of gradual scene change detection with respect to t.

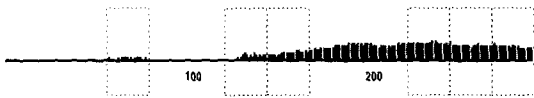
t	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
놓친 검출	20	20	11	11	0	0	0	0	0	0	0
잘못된 검출	0	0	0	0	8	8	8	8	8	8	9

다음에 t 값에 따른 검출 결과를 살펴보자. 이때 문턱값은 0.055~0.059 중에 아무런 값을 사용하더라도 상관이 없다. 하지만 이 문턱값은 영상에 따라서 달라질 수 있다. 예를 들어 윤곽선 정보가 영상 전체에 걸쳐서 분포되어 있을 경우 점진적인 장면변화가 발생하여도 실제 변화하는 윤곽선의 비율은 작을 수 있다. 표 4을 살펴보면 t 값이 5와 6일 경우는 잘못된 검출은 없지만 놓친 결과가 11개가 나왔고, t 값이 7부터 12까지의 값을 가질 경우에는 검출을 못하는 영상은 없지만 8개의 잘못된 검출 결과를 나타내었다. 가장 적당한 t값으로는 5나 6이 적당한데 이는 검출을 못한 영상이 점진적인 장면 변화를 나타낸 영상의 사이에 위치하고 둘간의 간격이 상대적으로 가까이 있다면 점진적인 장면 변화로 포함시키면 되기 때문이다.

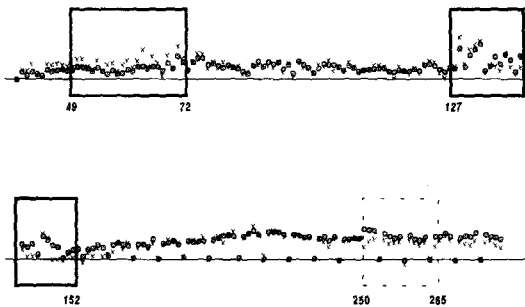
위에서 얻은 값을 이용하여 'Exotic' 시퀀스에서 점진적인 장면 변화를 검출한 결과가 그림 8에 나타나 있다. 49~72, 127~152 프레임에서의 점진적인 장면 변화는 제대로 검출하였지만 250~265 프레임에서는 잘못된 검출결과를 나타내었다. 시퀀스내에서 카메라의 움직임에 의해 전체적인 화면이 움직일 경우 윤곽선의 변화가 심하기 때문에 잘못된 검출을 하게 되었다.

지금까지 하이브리드 알고리즘에 의한 결과를 살펴 보았다. 우선 압축된 영상에서 DC 영상만을 추출한 장면 변화검출 방법은 컷에서는 아주 정확한 검색 결과를 나타내지만 점진적인 점진적인 장면 변화에 대해서는 영상내의 움직임에 의한 변화와 구별되는 특징을 전혀 발견할 수 없다^[2]. 보다 정확한 검색을 위해 영상을 복원하여 윤곽선의 변화를 검출하는 알고리즘은 MPEG 시퀀스에서 모든 영상을 복원하고 윤곽선 정보를 추출하는데 걸리는 시간이 매우 오래 걸린다는 단점이 있는데, 그림 6을 보면 영상을 전체 시퀀스에

서 아주 일부분만을 복원함으로써 상당한 검색시간을 단축할 수 있었다. 'Entity' 시퀀스 1200 프레임의 모든 영상을 복원하여 장면 변화를 검출할 경우에는 Spare-20 환경에서 657.258초가 소요되나, 본 논문에 의해 제안된 알고리즘의 경우에는 358.526초로 상당한 수행시간의 감소를 가져왔다. 그러나 두 번째 방법이 있어서 카메라의 움직임에 의해 발생하는 잘못된 검출을 시정할 수 있는 연구가 필요하다.



(a) 'Exotic' 시퀀스에서 점진적인 장면 변화 검출을 위해 선택된 영역



(b) 'Exotic' 시퀀스의 점진적인 장면변화

그림 8. 'Exotic' 시퀀스의 점진적인 장면 변화 검출
Fig. 8. Gradual scene change detection in 'Exotic' sequence.

값만을 이용함으로써 상당한 계산량의 감소를 가져왔다. 그러나 MPEG 표준의 압축 방법 중에서 움직임 벡터를 복원하여야 이전 영상으로부터 DC 값을 예측할 수 있는데 이 과정에서 상당한 시간의 소모를 가져왔다.

압축된 상태에서의 검색 방법은 점진적인 장면 변화를 검출하는데 있어서 부정확한 결과를 나타낸다. 따라서 컷을 검출하고 난 후의 결과를 이용해 선택된 영역에서만 윤곽선 정보를 추출하여 연속된 영상간의 생성되고 소멸되는 윤곽선의 비율을 이용하여 여러 가지 점진적인 장면 변화를 정확히 검출할 수 있었다. 따라서 본 논문에서는 장면 변화 검출을 위한 알고리즘을 수행함에 있어서 수행시간의 향상과 함께 정확한 검출을 할 수 있었다. 컷의 검출은 변화가 애매한 영역을 제외하고는 상당히 정확한 검출 결과는 나타내었고 점진적인 장면 변화 역시 디졸브나 페이드 인에 있어서 생성되고 소멸되는 윤곽선의 비율이 이론대로 정확히 나왔다.

최근 시작되는 MPEG-7에서는 멀티미디어 데이터들을 위한 데이터 베이스의 구축에 있어서 데이터들에 대한 스크립트를 정의하는데, 이러한 정보를 기술할 수 있는 기반기술로서 장면 변화의 검출은 필수적이라 할 수 있다. 따라서 장면 변화뿐 아니라 영상을 구성하는 객체들의 정보를 추출하여 객체 각각에 대해서 인덱싱을 하기 위한 방법에 대한 연구와 추출된 정보를 이용하여 효율적인 데이터 베이스의 접근과 관리를 위한 인덱싱에 관한 연구가 필수적이라고 할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Arman, F., Hsu, A., and Chiu, M-Y., "Image Processing on Encoded Video Sequences", Multimedia Systems (1994) Vol. 1, No. 5, pp. 211-219.
- [2] B. L. Yeo and B. Liu, "A Unified Approach to Temporal Segmentation of Motion JPEG and MPEG Compressed Video", Internal Conf. on Multimedia Computing and Systems, May. 1995.
- [3] R. Zabih, J. Miller, K. Mai, "A Feature-Based Algorithm for Detecting and Classifying Scene Breaks", ACM

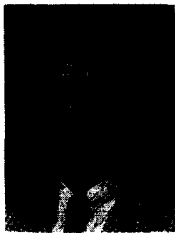
IV. 결 론

본 논문에서는 MPEG 압축 영상 데이터에서 장면 변화를 검출하기 위해 하이브리드 알고리즘을 사용하였다. MPEG 데이터가 DCT 변환을 기본으로 한다는 점을 이용하여 각 블록에서 움직임 벡터에 의해 얻은 DC 값으로부터 DC 영상을 복원한 뒤, 화소값의 차에 의해 컷을 검출하고 이 차값중에서 분산값이 작은 영역에 대해서만 영상을 원래의 크기로 복원하여 윤곽선 정보의 변화량에 의해 디졸브와 페이드인, 아웃과 같은 점진적인 장면 변화를 검출하였다.

압축된 영상에서 IDCT 과정을 거치지 않고 DC

- Multimedia 95, San Francisco, CA, Nov. 1995.
- [4] Zhang, H.J., Kankanhalli, A., and Smoliar, S.W., "Automatic Partitioning of Full-motion Video", *Multimedia Systems (1993)* Vol. 1, No. 1, pp. 10-28.
- [5] Shahraray, B., "Scene Change Detection and Content-Based Sampling of Video Sequences", *Digital Video Compression: Algorithms and Technologies*, Arturo Rodriguez, Robert Safranek, Edward Delp, Editors, Proc. SPIE 2419, February, 1995, pp. 2-13.
- [6] Hampapur, A., Jain, R., and Weymouth, T., "Digital Video Segmentation", *Proc. ACM Multimedia 94*, San Francisco, CA, October, 1994, pp. 357-364.
- [7] Nagasaka, A. and Tanaka, Y., "Automatic Video Indexing and Full-Video Search for Object Appearances", *Visual Database Systems II*, Knuth, E., Wegner, L., Editors, Elsevier Science Publishers, 1992, pp. 113-127.
- [8] S. F. Chang and D. G. Messerschmitt, "Manipulation and Compositing of MC-DCT Compressed Video", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications: Special Issue on Intelligent Signal Processing*, vol. 13, no. 1, Jan. 1995.
- [9] J. Canny, "A Computational Approach to Edge Detection", *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 8(6)679-698, 1986.
- [10] Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, Brian G. Schunk, "Machine Vision", McGraw-Hill International Editions, 1995.

 저 자 소 개



崔 潤 植(正會員)

1957년 2월 12일 생. 1979년 연세대학교 공과대학 전기공학과 졸업. 1984년 Case Western Reserve대학 대학원 시스템 공학과 졸업(석사). 1987년 Pennsylvania State University, Univ. Park, 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1990년 Purdue University, West Lafayette, 대학원 전기공학부 졸업(박사). 1990년~1993년 (주)현대전자산업 산업전자연구소 책임연구원, 1993년~현재 연세대학교 공과대학 기계전자공학부 부교수. 주관심분야는 영상신호처리, 컴퓨터시각, 멀티미디어 통신



李 俊 玠(正會員)

1973년 12월 31일생. 1996년 연세대학교 공과대학 전기공학과 졸업. 1998년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 동 대학원 전기공학과 박사과정. 주관심 분야는 영상신호 처리