

# MPEG에서 B 프레임의 매크로 블록 타입을 이용한 디졸브 장면전환 검출에 관한 연구

김중헌, 장중환  
배재대학교 정보통신공학과  
e-mail : {joongheon, jangjw}@mail.pcu.ac.kr

## A Study of The Dissolve Scene Change Detection Using Macroblock Type of B Frame in The Compressed MPEG Sequences.

Joong-Heon Kim, Jong-Whan Jang  
Dept. Information and Communication Engineering, Pai-Chai University

### 요 약

본 논문에서는 MPEG 압축 비디오에서 매크로 블록 타입 정보를 이용하여 효과적인 점진적 장면전환 검출을 위한 알고리즘을 제안한다. MPEG 압축 영역에서 디졸브(Dissolve) 구간내의 B 프레임들의 매크로 블록 타입의 변화를 이용하여 디졸브 장면전환 구간을 빠르고 정확하게 검출할 수 있는 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 실험 결과를 통해 성능을 분석하였다

### 1. 서론

장면전환 지점 검출(scene change detection)은 동영상 데이터의 내용기반 검색을 위해 필요한 기초 작업으로써 동영상 데이터로부터 장면들을 구분하기 위해 컷(cut)이라 불리는 전환 지점들을 자동으로 찾아 내는 작업을 말하며 이를 바탕으로 동영상 데이터에 대한 색인과 검색이 이루어지게 되므로 효과적인 검출 방안이 반드시 필요하다. [1]-[5].

장면전환 종류에 따라 급격한 장면전환, 점진적인 장면전환 등으로 구분할 수 있다. 급격한 장면전환은 한 프레임만에 순간적으로 장면이 변하는 것이고, 점진적인 장면전환은 여러 프레임에 걸쳐 서서히 장면이 전환되는 것이다.

장면전환 검출에 있어 가장 일반적으로 널리 알려진 방법은 그레이레벨(gray-level) 히스토그램 차이를 비교하여 정해진 임계값을 초과하는 경우 이를 컷으로 검출하는 방법이다[2]. 히스토그램 기반의 방법들은 구현이 쉬우며 적은 연산량으로도 효과적인 검출을 하는 장점을 갖는 반면 장면내의 명암의 변화에 민감하기 때문에 컷이 아님에도 이를 컷으로 검출해 내는 오검출(fault cut)이 자주 발생하는 문제점을 갖는다. 이러한 문제점을 보완하기 위해 움직임 벡터(motion vector)를 이용하거나[3], 에지정보[4], 화소 값들간의 차이[5]등을 이용하는 방법들이 제안된 바 있다. 그러나 이

러한 기법들을 사용함으로써 급진적 변화는 비교적 쉽게 검출할 수 있으나 여러가지 영상 처리 효과를 통해 한 장면에서 다른 장면으로 서서히 변화하는 점진적 장면전환을 검출하는 것은 아직 미흡한 실정이다.

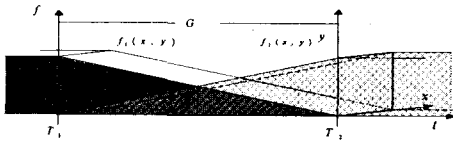
MPEG 으로 압축된 동영상은 모션 예측이라는 과정을 통하여 압축률을 높이는데 이 과정에서 I 또는 P 프레임, P 또는 P 프레임 사이에 존재하는 B 프레임들의 매크로 블록들은 참조할 영상을 가리키게 되고 이것은 매크로블록 타입 정보에 나타나게 된다. 본 논문에서는 이러한 특징을 이용하여 디졸브 장면전환 시 모션 예측하는 프레임들에 나타나는 매크로블록 타입의 변화를 이용하여 점진적 장면전환을 효과적으로 검출할 수 있는 알고리즘을 제안한다.

본 논문의 구성은 2장에서 MPEG 디졸브 장면전환의 특성을 설명하고 3장에서는 모션예측을 수행하는 매크로 블록들의 타입들을 분석하여 디졸브 장면전환을 검출하는 알고리즘을 제안한다. 4장은 제안한 알고리즘을 실험을 통해 성능을 분석하고, 5장에서 결론을 기술한다.

### 2. 디졸브 장면전환의 특성

디졸브 효과들은 전환 효과가 일어나는 동안 서로 다른 장면의 일부가 동시에 화면에 나타나는 특성을 갖는다. 먼저 일반적인 디졸브 효과의 장면전환 형태를 살펴보면 [그림 1]과 같다.

이 논문은 2003년도 두뇌한국 21 사업에 의하여 지원되었음



[그림 1] 동영상 내의 디졸브 장면전환의 예

[그림 1]은 디졸브의 점진적 장면전환을 포함한 경우를 보여준다. 구간  $t < T_1$  과  $t > T_2$  는 각기 다른 장면이며 구간  $G(T_1 \leq t \leq T_2)$  는 점진적인 전환이 일어나는 구간으로 가정한다. 점진적인 장면전환에 대한 수학적인 모델을 정의하기 위해 구간  $t < T_1$  에 있는 프레임을  $f_1(x, y)$ , 구간  $t > T_2$  에 있는 프레임은  $f_2(x, y)$  라 가정할 때 디졸브는 식(1)과 같이 표현할 수 있다. 이때  $\alpha(t)$  는 감소함수이고  $\alpha(T_1)=1$  과  $\alpha(T_2)=0$  의 값을 갖으며  $\beta(t)$  는 증가함수로써 각각  $\beta(T_1)=0$  과  $\beta(T_2)=1$  의 값을 갖는다. 또한 디졸브의 전환 조건으로  $\alpha(t)+\beta(t)=1$  의 조건을 가정한다.

$$f(x, y, t) = \begin{cases} f_1(x, y) & t < T_1 \\ \alpha(t) \cdot f_1(x, y) + \beta(t) \cdot f_2(x, y) & T_1 \leq t \leq T_2 \\ f_2(x, y) & t > T_2 \end{cases} \quad (1)$$

3. 제안한 알고리즘

일반적으로 디졸브 장면전환을 검출하기 위해 영상의 분산을 이용하는데 영상의 분산을 이용하여 디졸브 장면전환을 검출하기 위해선 디코딩 과정과 분산을 구하기 위해 많은 연산을 필요로 하게 된다. 그러므로 본 논문에서는 디졸브 장면전환 내에 있는 B 프레임의 매크로 블록의 타입 분포를 이용하여 연산량을 감소 시켜 점진적 장면전환을 검출하고자 한다. 먼저, 식(1)의  $f(x, y, t)$  의 영상에서  $(i, j)$  위치의 매크로 블록을  $f_{MB}^{i,j}(x, y, t)$ ,  $f_1(x, y)$  의  $(i, j)$  위치의 매크로 블록을  $f_{1MB}^{i,j}(x, y)$ ,  $f_2(x, y)$  의 매크로 블록을  $f_{2MB}^{i,j}(x, y)$  이라고 할 때 식(2)는  $16 \times 16$  의 크기로 구성된 매크로 블록들의 합으로 하나의 영상이 표현되는 MPEG 의 구조를 나타내고 있다. 이때  $M$  는  $x$  축 방향의 매크로 블록의 개수이고,  $N$  은  $y$  축 방향의 매크로 블록의 개수이다.

$$f(x, y, t) = \sum_{i=0}^{i=M-1} \sum_{j=0}^{j=N-1} f_{MB}^{i,j}(x, y, t) \quad (2-1)$$

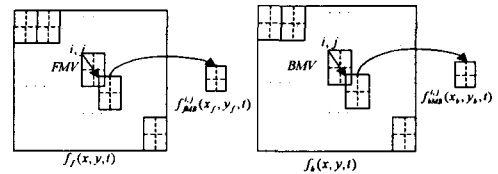
$$f_1(x, y) = \sum_{i=0}^{i=M-1} \sum_{j=0}^{j=N-1} f_{1MB}^{i,j}(x, y) \quad (2-2)$$

$$f_2(x, y) = \sum_{i=0}^{i=M-1} \sum_{j=0}^{j=N-1} f_{2MB}^{i,j}(x, y) \quad (2-3)$$

식(2)을 이용하여 점진적 장면전환 구간내의 매크로 블록에 대하여 다음과 같이 정의 할 수 있다.

$$\begin{aligned} & \sum_{i=0}^{i=M-1} \sum_{j=0}^{j=N-1} f_{MB}^{i,j}(x, y, t) \\ &= \sum_{i=0}^{i=M-1} \sum_{j=0}^{j=N-1} \alpha(t) f_{1MB}^{i,j}(x, y) + \sum_{i=0}^{i=M-1} \sum_{j=0}^{j=N-1} \beta(t) f_{2MB}^{i,j}(x, y) \quad T_1 \leq t \leq T_2 \quad (3) \\ &= \alpha(t) \sum_{i=0}^{i=M-1} \sum_{j=0}^{j=N-1} f_{1MB}^{i,j}(x, y) + \beta(t) \sum_{i=0}^{i=M-1} \sum_{j=0}^{j=N-1} f_{2MB}^{i,j}(x, y) \\ & f_{MB}^{i,j}(x, y, t) = \alpha(t) f_{1MB}^{i,j}(x, y) + \beta(t) f_{2MB}^{i,j}(x, y) \quad T_1 \leq t \leq T_2 \quad (4) \end{aligned}$$

일반적으로 MPEG 에션 I 또는 P 프레임들 사이에 2 개의 B 프레임이 존재하게 되는데 B 프레임들은 이전 또는 이후 프레임들을 참조하여 모션 예측을 통한 압축을 수행한다. 즉, 양쪽 방향에 걸쳐 모션 예측을 수행함으로써 양쪽 프레임들간의 연관성이 포함되어 있고 양쪽 프레임들간의 연관성이 매크로 블록 타입의 종류를 결정한다

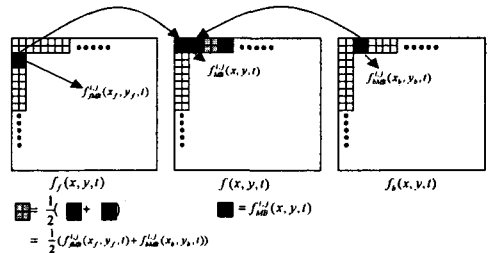


[그림 2]  $f_{fMB}^{i,j}(x_f, y_f, t)$ ,  $f_{bMB}^{i,j}(x_b, y_b, t)$  의 결정

[그림 2]에서 forward 방향의 참조 영상을  $f_f(x, y, t)$ ,  $f(x, y, t)$  영상이  $f_f(x, y, t)$  에서 참조한 매크로 블록을  $f_{fMB}^{i,j}(x_f, y_f, t)$  라고 정의한다. 또한 backward 방향의 참조 영상을  $f_b(x, y, t)$  라 할 때  $f_b(x, y, t)$  에서 참조한 매크로 블록을  $f_{bMB}^{i,j}(x_b, y_b, t)$  라고 정의한다.

I 또는 P 프레임 사이에 존재하는 B 프레임은 일반적으로 4 종류의 매크로 블록 타입이 존재하는데, 참조하는 영상의 방향에 따라서 매크로 블록 타입이 *F Type* ( $f_{fMB}^{i,j}(x_f, y_f, t)$  를 참조), *B Type* ( $f_{bMB}^{i,j}(x_b, y_b, t)$  를 참조), *Inter Type* ( $\frac{1}{2}(f_{fMB}^{i,j}(x_f, y_f, t) + f_{bMB}^{i,j}(x_b, y_b, t))$  를 참조) 타입과 마지막으로 *Intra Type* (자기 자신의 매크로 블록으로 인코딩 되는)으로 정의된다.

[그림 3]은 B 프레임인  $f(x, y, t)$  가 매크로 블록 타입을 결정할 후  $f(x, y, t)$  영상을 구성하게 되는 인코딩 과정을 설명한다. 첫번째, 두번째, 세번째 매크로 블록은 각각 *F Type*, *B Type* 그리고 *Inter Type* 이다.

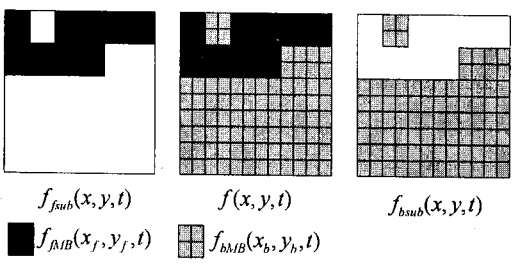


[그림 3] 모션예측을 통한 B 프레임의 구성

$$MBType(i, j, t) = \begin{cases} FType, & f_{MB}^{i,j}(x, y, t) = f_{\beta MB}^{i,j}(x_f, y_f, t) \text{ or} \\ BType, & f_{MB}^{i,j}(x, y, t) = f_{\beta MB}^{i,j}(x_b, y_b, t) \text{ or} \\ InterType, & f_{MB}^{i,j}(x, y, t) = f_{MB}^{i,j}(x, y, t) \text{ or} \\ IntraType, & f_{MB}^{i,j}(x, y, t) = f_{MB}^{i,j}(x, y, t) \end{cases} \quad (5)$$

식(5)에서  $MBType(i, j, t)$  는  $(i, j)$  위치의 매크로 블록 타입을 나타낸다. [그림 3]과 식(5)에서 알 수 있듯이  $f_{MB}^{i,j}(x, y, t)$  가 모션예측을 수행하여 forward 또는 backward 방향의 매크로 블록을 참조하게 되면,  $f_{MB}^{i,j}(x, y, t)$  가  $f_{MB}^{i,j}(x_f, y_f, t)$  또는  $f_{bMB}^{i,j}(x_b, y_b, t)$ ,  $f_{hMB}^{i,j}(x, y, t)$  그리고  $f_{MB}^{i,j}(x, y, t)$  로 대체된다. 제안한 알고리즘에서는  $f_f(x, y, t)$  의 비율과  $f_b(x, y, t)$  의 비율을 이용하여 디졸브 구간을 검출하므로 *IntraType* 은 가지는 매크로 블록은 매우 작다고 가정한다. 즉,  $f(x, y, t)$  에서  $f_f(x, y, t)$  와  $f_b(x, y, t)$  를 이용하여 타입을 결정하는 *FType* 과 *BType* 그리고 *InterType* 의 변화를 이용한다.

디졸브 장면전환 구간의 검출을 위해  $f(x, y, t)$  에서  $f_f(x, y, t)$  와  $f_b(x, y, t)$  가 차지하고 있는 비율을 알아보기 위해  $f_f(x, y, t)$  를 참조한 매크로 블록들로 이루어진 영상을  $f_{sub}(x, y, t)$ ,  $f_b(x, y, t)$  를 참조한 매크로 블록들을 이루어진 영상을  $f_{bsub}(x, y, t)$  라 할 때 식(5)와 그림[3]에 의하여 다음 그림과 같이 나타낼 수 있다.



[그림 4] 각 방향의 sub 영상의 정의

[그림 4]에서 보면  $f_{sub}(x, y, t)$  는  $f_{MB}^{i,j}(x_f, y_f, t)$  를 참조한 매크로 블록들로 이루어진 영상이고,  $f_{bsub}(x, y, t)$  는  $f_{bMB}^{i,j}(x_b, y_b, t)$  를 참조한 매크로 블록들로 이루어진 영상이다. 즉,  $f_{MB}^{i,j}(x_f, y_f, t)$  를 참조하는 매크로 블록의 타입은 *FType* 과 *InterType* 이 있고,  $f_{bMB}^{i,j}(x_b, y_b, t)$  를 참조하는 매크로 블록의 타입은 *BType* 과 역시 *InterType* 이 있다.

일반적으로 MPEG에서는 B 프레임이 참조하는 영상 사이에 2 개 이상의 열을 이루어 나타난다. 또한 B 프레임의 경우 이전 영상과 이후 영상과의 조합으로 이루어져 인코딩되므로 두 영상의 비율의 변화를 이용하면 디졸브 장면전환 구간을 검출할 수 있다. 임의의 B 프레임 열 중 첫 번째 B 프레임을  $f(x, y, t)$  이라 하였을 경우  $f(x, y, t)$  에서

$f_f(x, y, t)$  는  $t$  를 기준으로 하였을 때  $t-1$  에 존재하는 영상이고  $f_b(x, y, t)$  는  $t+2$  에 존재하는 영상이므로 디졸브 장면전환 내에 있는  $f_{\beta MB}^{i,j}(x_f, y_f, t)$  와  $f_{bMB}^{i,j}(x_b, y_b, t)$  를 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$f_{\beta MB}^{i,j}(x_f, y_f, t) = \alpha(t-1)f_{1MB}^{i,j}(x, y) + \beta(t-1)f_{2MB}^{i,j}(x, y) \quad (6-1)$$

$$f_{bMB}^{i,j}(x_b, y_b, t) = \alpha(t+2)f_{1MB}^{i,j}(x, y) + \beta(t+2)f_{2MB}^{i,j}(x, y) \quad (6-2)$$

식(6)은 디졸브 구간에서의 각 방향의 매크로 블록을 나타낸다. 식(6)을 이용하여 각방향의 sub 이미지를 구하여 보면 다음과 같다.

$$f_{sub}(x, y, t) = \sum \alpha(t-1)f_{1MB}^{i,j}(x, y) + \sum \beta(t-1)f_{2MB}^{i,j}(x, y) \quad (7-1)$$

$$f_{bsub}(x, y, t) = \sum \beta(t+2)f_{1MB}^{i,j}(x, y) + \sum \beta(t+2)f_{2MB}^{i,j}(x, y) \quad (7-1)$$

디졸브 구간의  $\alpha(t)$  는  $\alpha(T_1)=1$  과  $\alpha(T_2)=0$  의 값을 갖으며  $T_1 \leq t \leq T_2$  에서 선형적으로 감소하는 감소함수 이고,  $\beta(t)$  는  $\beta(T_1)=0$  과  $\beta(T_2)=1$  의 값을 갖으며  $T_1 \leq t \leq T_2$  에서 선형적으로 증가하는 증가함수 이다. 그러므로  $T_1 \leq t \leq T_2$  내에서  $\alpha(t)$  와  $\beta(t)$  는 각각 다음과 같은 특징을 갖는다.

$$\begin{cases} \alpha(t_1) < \alpha(t_2), & t_1 > t_2 \\ \beta(t_1) > \beta(t_2), & t_1 > t_2 \end{cases} \quad T_1 \leq t_1, t_2 \leq T_2 \quad (8)$$

식(8)은 디졸브 구간에서의 증가/감소함수의 특징을 나타내고 있다. 식(8)의 특징을 이용하여 식(7)의 각방향 sub 이미지의 특징을 알 수 있다.

$$\sum \alpha(t-1)f_{1MB}^{i,j}(x, y) > \sum \alpha(t+2)f_{1MB}^{i,j}(x, y) \quad (9-1)$$

$$\sum \beta(t-1)f_{2MB}^{i,j}(x, y) < \sum \beta(t+2)f_{2MB}^{i,j}(x, y) \quad (9-2)$$

식(9-1)에서 보여주고 있듯이 감소함수  $\alpha(t)$  에 의해  $f_{sub}(x, y, t)$  의  $f_{1MB}^{i,j}(x, y)$  가  $f_{bsub}(x, y, t)$  의  $f_{1MB}^{i,j}(x, y)$  보다 큰 것을 알 수 있고, 식(9-2)에서는 증가함수  $\beta(t)$  에 의해  $f_{sub}(x, y, t)$  의  $f_{2MB}^{i,j}(x, y)$  가  $f_{bsub}(x, y, t)$  의  $f_{2MB}^{i,j}(x, y)$  보다 작은 것을 알 수 있다.

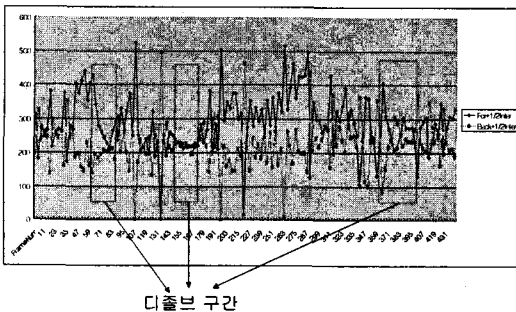
디졸브 구간의 임의의 B 프레임인  $f(x, y, t)$  를 구성하고 있는  $f_{sub}(x, y, t)$  에서는  $f_{bsub}(x, y, t)$  보다  $f_{1MB}^{i,j}(x, y)$  의 비율이 크기 때문에  $f(x, y, t)$  의 매크로 블록인  $f_{MB}^{i,j}(x, y, t)$  가  $f_{1MB}^{i,j}(x, y)$  의 성분은  $f_{sub}(x, y, t)$  에서 참조하게 되고,  $f_{bsub}(x, y, t)$  에서  $f_{sub}(x, y, t)$  보다  $f_{2MB}^{i,j}(x, y)$  의 비율이 크기 때문에  $f_{2MB}^{i,j}(x, y)$  의 성분은  $f_{bsub}(x, y, t)$  에서 참조하게 된다. 이때  $f_{1MB}^{i,j}(x, y)$  성분은  $t < T_1$  에 존재하는  $f_1(x, y)$  의 매크로 블록이므로,  $f(x, y, t)$  에서  $f_1(x, y)$  는 시간적으로 이전 시간에 존재하는 영상이다. 즉,  $f_{1MB}^{i,j}(x, y)$  을 참조한다는 것은 *FType*

으로 인코딩 된다고 말할 수 있으며,  $f_{2MB}^{i,j}(x, y)$  성분은  $t > T_2$  에 존재하는  $f_2(x, y)$  의 매크로 블록이므로,  $f_{2MB}^{i,j}(x, y)$  을 참조한다는 것은 *BType* 으로 인코딩 된다고 할 수 있다. 그러므로 디졸브 장면전환 구간에서는  $\alpha(t)$  에 의하여  $f_{1MB}^{i,j}(x, y)$  의 비율이 선형적인 감소를 나타내고,  $f_{2MB}^{i,j}(x, y)$  의 비율은  $\beta(t)$  에 의하여 선형적인 증가를 나타내므로, *FType* 은 감소를 나타내고 *BType* 은 증가를 나타낸다. 또한 *InterType* 의 경우는  $f_{1MB}^{i,j}(x, y)$  의 성분과  $f_{2MB}^{i,j}(x, y)$  의 성분을 사용하여 인코딩 하므로 *InterType* 개수의  $\frac{1}{2}$  은  $f_{1MB}^{i,j}(x, y)$  의 비율에, 나머지  $\frac{1}{2}$  은  $f_{2MB}^{i,j}(x, y)$  의 비율에 적용된다.

$f(x, y, t)$  에서 *FType* 의 개수를  $N_f$ , *BType* 의 개수를  $N_b$ , *InterType* 의 개수를  $N_i$  라고 했을 경우 디졸브 구간에서의 매크로 블록 타입 중  $N_f + \frac{1}{2}N_i$  는 선형적인 감소를  $N_b + \frac{1}{2}N_i$  는 선형적인 증가를 나타낸다.

4. 실험결과

본 연구에서 제안하는 점진적인 장면전환 검출 기법을 시험하기 위한 데이터는 30 frames/sec 의 프레임율과 352 × 240 해상도를 갖는다. 일반적으로 점진적인 장면전환이 일어나는 횟수는 급진적 장면전환에 비해 매우 적은 편이다. 따라서 본 논문에서는 점진적 장면전환이 삽입되어 있는 광고와 드라마를 통하여 실험하였다. 실험은 같은 동영상에 대하여, 기존에 많이 사용하는 분산을 이용한 점진적 장면전환 검출 방법과 제안한 방법인 B 프레임의 특성값을 사용했을 때의 결과 값인 장면전환 검출 수, 오검출 수, 미검출 수와 장면전환 검출 시 소요되는 시간을 비교 평가하고 제안한 알고리즘에 대한 성능을 분석하였다.



[그림 5] 실험 영상의 매크로 블록 타입별 분포

Video Data	광고 (1850 frame)		드라마 1 (10900 frame)		드라마 2 (30922 frame)	
	기존	제안	기존	제안	기존	제안
디졸브수	7		15		52	
검출방법	기존	제안	기존	제안	기존	제안
검출횟수	8	8	16	17	55	54
오검출	1	1	2	2	4	3
미검출	0	0	1	0	1	1
소요시간	2' 14"	56"	9' 34"	4' 59"	25' 21"	17' 57"

[표 1] 동영상 데이터에 대한 실험 결과

위의 표에서 보는 바와 같이 제안한 알고리즘은 기존의 분산을 이용한 검출방법과 비슷한 성능을 나타냈고 장면전환을 검출하는데 있어서 소요되는 시간이 단축됨을 볼 수 있다. 제대로 검출하지 못한 부분의 동영상을 직접 확인해보면 대부분 빠른 카메라 워크가 동반되거나 포맷과 같은 특수효과와 같이 전환 효과가 연이어 또는 함께 사용되는 경우가 대부분 이었다.

5. 결론 및 향후 과제

일반적으로 점진적인 장면전환은 급진적 장면전환에 비해 발생 빈도가 상대적으로 낮기 때문에 점진적인 전환 검출만을 위하여 특별히 복잡한 알고리즘을 사용하는 것은 비효율적이라 할 수 있다. 그러나 기존의 알고리즘의 대부분은 점진적인 장면전환 구간을 검출하기 위해 많은 연산이 필요하였다.

본 논문은 B 프레임의 매크로블록타입의 변화만을 가지고 점진적 장면전환 구간을 검출할 수 있는 기법을 제안하였다. 제안한 기법은 점진적인 장면전환을 검출하기 위한 부가적인 연산이 적기 때문에 구현이 쉽고 빠른 처리가 가능한 장점을 갖는다. 제안된 방법은 일반적인 PC 에서도 실시간으로 동작할 수 있어 내용기반 정보검색 시스템에 필요한 장면분할에 효율적으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

앞으로는 카메라 움직임에 의한 오검출 및 미검출을 줄이고 디졸브 계열의 구간뿐만 아니라 다른 종류의 점진적인 장면전환 구간을 검출하기 위한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] A. Nagasaka and Y. Tanaka, "Automatic video indexing and full motion search for object appearance," Proc. of 2<sup>nd</sup> Working Conf. on Visual Database System, pp. 113-127, Sep. 1991.
- [2] W.A.C. Fernando, C.N. Canagarajah, and D.R. Bull, "Fade-in and fade-out detection in video sequences using histograms," The 2000 IEEE International Symposium on Circuits and Systems, Proc. of ISCAS 2000 Geneva, Vol. 4, pp. 709-712, 2000.
- [3] Xinying Wang and Zhengke Weng, "Scene abrupt change detection," Electrical and Computer Engineering, 2000 Canadian Conference on, Vol. 2, pp. 880-883, 2000.
- [4] A. Hampapur, R. Jain, and T. Weymouth, "Production model based digital video sequestration," Multimedia Tools and Application, Vol. 1, No. 1, pp. 9-46, Mar. 1995.
- [5] B. Shaharay, "Scene change detection and content-based sampling of video sequences," Proc. of SPIE, Vol. 2419, pp. 2-13, Feb. 1995.
- [6] H. J. Zhang, A. Kankanhalli, and S. W. Smoliar, "Automatic partitioning of full-motion video," Proc. of ACM Multimedia System, Vol. 1, No. 1, pp. 10-28, 1993.