

# 장면전환검출을 위한 Hybrid 알고리즘에 관한 연구

## (A Study on the Hybrid Algorithm for Scene Change Detection)

이 문 우\*      박 중 운\*\*      장 중 환\*\*\*  
(Moon-WooLee) (Jong-Woon Park) (Jong-whan Jang)

### 요 약

압축된 동영상에서 인덱싱을 위한 장면전환 검출기법에서 기존의 방법들은 순차검색, 비순차검색, 모션벡터 등을 이용한다. 본 논문에서는 동영상의 장면전환 검출 속도 및 성능을 개선하기 위해 비순차적 검색 방법을 이용한 Hybrid 기법을 제안하였다. 비순차적 검색방법만으로는 영상의 급격한 변화에는 좋은 결과를 보이지만 점진적으로 변화하는 구간에서는 검출성능이 우수하지 못한 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 급진적인 장면전환검색에는 이진검색기법을 사용하고 점진적인 장면전환검색에서는 분산을 이용하는 Hybrid 알고리즘을 제안하여 검색속도 및 검색성능을 개선하였다. 검색속도는 기존의 순차검색 방법에 비해 10배 정도 향상되었다.

### ABSTRACT

In this paper, a hybrid algorithm for well detecting both abrupt and gradual scene changes is proposed. This algorithm examines only the candidate intervals for speedup using the binary tree method and skips the intervals that are not candidate. For accuracy, the temporal difference of variance is used to detect the gradual scene changes while the temporal difference of histogram is used to detect the abrupt scene changes. Experimental results show that the proposed hybrid algorithm using the binary tree method works up about 10 times faster than the sequential method and is effective in detecting abrupt scene change and gradual transitions including dissolving and fading.

### 1. 서론

동영상은 인간에게 많은 정보를 매우 자연스럽게 제공해 줌으로써 많은 관심의 대상이 되고 있으며 최근 들어 컴퓨터와 통신기술의 발달로 멀티미디어 데이터를 생성, 저장 및 처리하는 기술이 급속히 발달함에 따라 인터넷 방송, 주문형 비디오(VOD), 의료 비디오 시스템, 동영상 편집, 무인 카메라에 의한 물체 인식 등 멀티미디어 서비스 요구가 증대되었고, 이러한 요구를 충족시키기 위해서 빠른 시간 내에 정확히 필요한 정보를 검색, 처리 할 수 있는 방법의

개발이 매우 중요하여 이에 대한 많은 연구가 수행되고 있다. 일반적으로 동영상 검색 시스템에서는 사용자가 전체 동영상 정보를 한 눈에 파악하고 필요한 경우 동영상의 원하는 지점부터 직접 재생할 수 있도록 하기 위하여 전체 동영상의 내용을 요약해 놓은 대표 프레임 리스트를 제공하며 대표 프레임 리스트를 작성하기 위하여 장면전환을 정확하게 검출할 필요성이 발생한다. 이러한 기능을 구현하기 위해서 비디오의 각 장면별로 색인과 특징을 부여하는

\* 종신회원 : 서울정수기능대학 정보통신과 전임강사  
\*\* 종신회원 : 육군 전술 C4I 개발단 검증장교  
\*\*\* 종신회원 : 배재대학교 컴퓨터전자정보공학과 교수

논문접수 : 2001. 4. 25.  
심사완료 : 2001. 5. 10.

비디오 분할 작업이 선행되어야 한다. 동영상의 장면을 분할하는 방법에는 순차검색 방법과 비 순차검색 방법으로 나눌 수 있는데, 기존에 존재하는 대부분의 방법은 매 프레임을 조사하는 순차검색 방법이다. 순차검색 방법으로 Nagasaka와 Tanaka[1]는 두 영상의 픽셀 및 히스토그램차를 이용한 장면전환방법을 제안하였는데 이 방법은 구현하기 간단하고 널리 사용되는 방법으로 급진적으로 변하는 장면은 잘 검출하지만 움직이는 물체가 존재하거나 두 프레임사이의 섬광이나 선명한 조명이 있을 경우 오검출이 많은 단점이 있다. 이 문제를 해결하기 위해 Hampapur[2] 및 Shahraray[3] 등은 모델기반 장면변환기법을 제안하였다. 그러나 이 방법들은 압축된 영상에 적용할 수 없기 때문에 압축된 동영상을 먼저 디코딩한 다음 이 방법들을 적용함으로써 시간이 오래 걸리는 문제점 있다. 최근 이러한 단점들을 해결하기 위해 압축된 비트스트림이 갖고 있는 내용을 직접 분석하여 특징 정보를 추출한 후 압축 도메인 상에서 동영상의 장면전환 및 검색에 활용하려고 노력하고 있다 [5][6]. 순차검색 방법들은 비 압축영역이던 압축영역이든 방대한 영상자료를 매 프레임마다 비교해야 하므로 계산량이 매우 많으며 검색 속도 또한 아주 느리게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 프레임을 일정간격으로 표본화하여 장면전환을 검출하는 비 순차검색 방법이 최근에 제안되었다. Zhang[7]은 첫 번째 단계에서 일정한 간격으로 장면전환 검출을 수행하고 두 번째 단계에서 장면전환이 검출된 후보구간에 대해서만 프레임단위로 정밀검색을 수행하여 정확한 장면전환 지점을 찾는 다중경로 방법을 제안하였다. 이 방법은 검출속도는 향상시키면서 매 프레임을 검색하는 것과 같은 성능을 주며 적절한 검출간격을 선택함으로써 검출시간을 최소화 할 수 있다. 그러나 검출시간을 최소화하기 위한 적절한 검출간격을 선택하는 어떠한 기준이나 방법도 제시되지 않았고 검출간격을 경험에 의해 선택할 수 밖에 없었다. 본 논문은 프레임의 비교 횟수를 최소화하는 프레임 간격을 구하여 프레임 비교횟수를 줄이므로 검출 속도를 높이고 급진적 장면전환과 점진적 장면전환의 검출성능을 개선한 알고리즘을 제안한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 1장은 문제의 정의와 관련연구를 설명하였고, 2장은 기존의 순차 검색방법에 대한 설명 3장에서는 기존의 순차

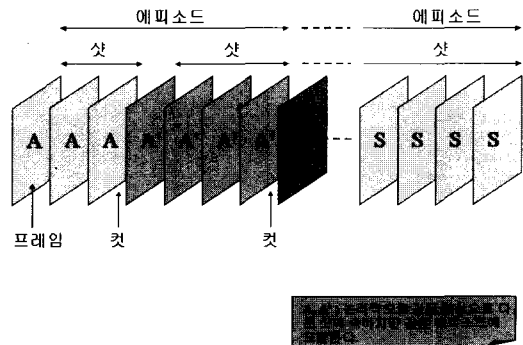
검색방법의 문제점을 해결하기 위한 비순차 검색방법을 설명한다. 4장에서는 제안한 비순차적 검색방법을 급진적 장면전환 검출 및 점진적 장면전환 검출 방법으로 나누어 자세히 설명하고 5장에는 제안한 검색방법을 실험을 통해 증명하고 기존 방법과 제안한 알고리즘을 비교 분석하였다.

## 2. 기존의 순차 검색 방법

### 2.1 동영상에서의 장면전환

동영상을 구성하는 최소단위는 하나의 영상을 나타내는 프레임이다. 동영상에서 장면의 전환이 이루어지는 부분을 컷(cut)이라고 하고, 컷으로 구분되며 하나의 카메라 동작에 의해 촬영된 작은 동영상 단위를 샷(shot)이라 한다. 샷 내에서는 동영상의 내용이 변하지 아니하고 연속적으로 연결되어 있다. 논리적인 내용이 같은 연속된 샷으로 이루어진 단위를 에피소드(episode)라 한다. 구조화된 동영상은 [그림 1]에서와 같이 연속된 에피소드로 구성되고 각 에피소드는 장면전환의 단위인 샷으로 구성된다.

동영상에서의 장면전환은 급진적 장면전환과 점진적 장면전환 두 가지로 분류된다. 급진적 장면전환은 하나의 샷이 끝난 후, 바로 다음 샷이 시작하는 것을 의미하고 점진적 장면전환은 끝과 시작이 뚜렷하게 구분되지 않는 장면의 전환을 의미한다.

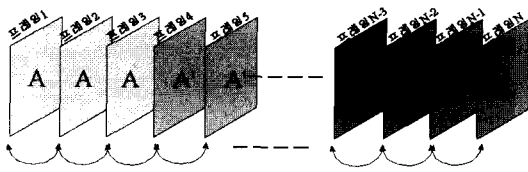


[그림 1] 동영상의 구조

[Fig. 1] Structure of MPEG Video

### 2.1 순차검색 방법

순차검색은 동영상의 첫 프레임부터 마지막 프레임까지 매 프레임을 각각 비교하여 장면전환을 검출하는 방법이다. 순차검색 방법으로 프레임간의 장면전환 검출을 알아내기 위해서 픽셀의 차를 이용한 방법과 히스토그램차를 이용한 방법 등이 있다. [그림 2]는 순차검색 방법을 보여주고 있다.



[그림 2] 순차 검색 방법

[Fig. 2] Sequential Search Method

### 2.2 픽셀의 차를 이용한 순차검색 방법

픽셀의 차를 이용하는 방법(SAD: Sum of an absolute difference of pixel by pixel)은 동일한 위치에 있는 두 프레임의 픽셀 값들의 차를 구하여 일정한 임계치를 초과할 경우 장면 전환으로 판단하는 비교 방법으로 간단하고 수행시간도 적게 드는 장점이 있다. 픽셀의 차를 이용한 장면전환 검색 알고리즘은 식(1)로 주어진다.

$$SAD_{i,j}(x,y) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} \Delta P_{i,j}(x,y) > Th_{pixel} \quad (1)$$

$M$ 은 수직방향의 픽셀 수,  $N$ 은 수평방향의 픽셀 수,  $P_i(x,y)$ 는  $i$ 번째 프레임의  $(x,y)$ 점의 픽셀의 휘도값,  $\Delta P_{i,j}(x,y)$ 는  $|P_i(x,y) - P_j(x,y)|$ 으로  $i$ 번째 프레임과  $j$ 번째 프레임의  $(x,y)$ 픽셀에 휘도값의 차의 절대값,  $SAD_{i,j}(x,y)$ 는  $i$ 번째 프레임과  $j$ 번째 프레임간의 휘도차의 절대값의 합,  $Th_{pixel}$ 은 장면전환 검출의 임계값이다.

동영상의 일련의 프레임들은 거의 유사한 장면들로 이루어져 있기 때문에 프레임간의 픽셀차이는 매우 낮은 값을 갖는다. 그러나 장면전환이 일어날 경우 서로 다른 샷 내의 프레임이 유사하지 않고 서로

다른 내용을 나타내기 때문에 이들 픽셀 값들의 차이는 크게 나타난다. 이를 이용하여 장면전환점을 찾아 낼 수 있다. 이러한 방법은 간단하고 수행시간이 적게 드는 장점이 있지만 객체의 이동이나 프레임의 잡음에 매우 민감하다는 단점을 가지고 있다.

### 2.3 히스토그램의 차를 이용한 순차검색 방법

픽셀의 차를 이용한 방법과 같이 구현하기 간단하고 널리 사용되고 있는 방법으로 프레임간의 히스토그램 차이를 이용하는 방법이 있다. 히스토그램의 차를 이용한 장면전환 검출 알고리즘은 식(2)로 주어진다.

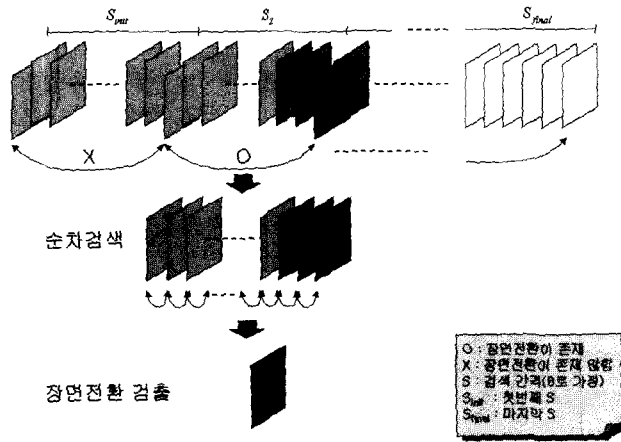
$$DH_i(k) = \sum_{k=0}^{K-1} |H_i(k) - H_{i+1}(k)| > Th_{hist} \quad (2)$$

$K$ 는 휘도 또는 컬러 레벨의 총 개수를 나타내고  $H_i(k)$ 는  $i$ 번째 프레임의  $k$  인텐시티 값을 갖는 히스토그램 함수이다.  $DH_i(k)$ 는  $i$ 번째 프레임과  $i+1$ 번째 프레임간의 히스토그램차의 절대값의 합을 나타내는 함수이며  $DH_i(k)$ 는  $i$ 번째 프레임과 이웃하는  $i+1$ 번째 프레임과의 유사성을 측정한다.  $Th_{hist}$ 는 장면전환 검출의 임계값이다. 유사한 프레임들이 많이 있는 곳에서는 히스토그램 분포가 유사하기 때문에  $DH_i(k)$ 의 값이 작게 나타나지만 장면전환이 일어나는 곳에서는 서로 다른 샷 내의 프레임으로 유사하지 않은 내용을 나타내기 때문에  $DH_i(k)$ 가 크게 나타나며, 이 값이 임계값  $Th_{hist}$ 보다 크면 장면전환이 있는 것으로 결정한다. 이 방법은 객체의 움직임에 대해 효과적이고 잡음에 덜 민감한 장점이 있지만 조명의 변화가 다양한 영상에서는 비 효율적이다.

## 3. 기존의 비순차 검색 방법

### 3.1 일반적인 비 순차검색 방법

비 순차검색 방법은 동영상을 일정간격으로 표본화 여 장면전환 여부를 검색하는 방법으로 장면전환이 존재하는 구간에서만 프레임을 비교하여 검색하

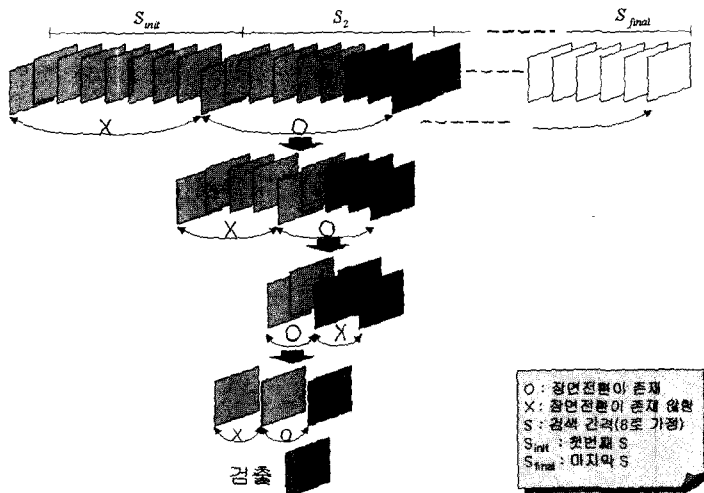


[그림 3] 일반적인 비순차 검색 방법  
 [Fig. 3] Non-Sequential Search Method

기 때문에 동영상 전체 프레임을 매 프레임마다 연속적으로 비교하는 순차검색 방법보다 비교횟수를 줄일 수 있기 때문에 검색시간 단축에 유리하다. [그림 3]은 일반적인 비 순차검색 방법을 나타낸 것으로 동영상을 일정간격으로 표본화하여 장면전환 유무를 파악하고 장면전환이 존재하는 구간에서만 프레임을 순차검색하여 장면전환 지점을 찾는 방법을 보여주고 있다.

### 3.2 제안한 비 순차검색 방법

[그림 4]는 제안한 이진검색 기술을 이용한 비 순차 검색 알고리즘을 보인 것으로 전체 동영상의 프레임의 비교 횟수를 최소화하는 최적 검출간격  $S$ 를 구하고 검색하려는 구간  $S$ 에 장면전환 존재 여부를 검사한다. 장면전환이 존재하지 않는  $S$  구간이라면 구간 내는 동일 샷의 장면들로 이루어진 것이라 판



[그림 4] 이진검색 기법  
 [Fig. 4] Binary Tree Search Method

단할 수 있기 때문에 더 이상 비교하지 않고 다음 S 구간으로 이동하여 장면전환 여부를 검사한다. 만약 장면전환이 존재하면 장면전환이 일어나는 프레임을 검출하기 위해 매 프레임을 비교하지 않고 이진 검색 기법을 적용하여 정확한 장면전환 프레임을 찾아낸다.

#### 4. 제안한 이진검색을 이용한 Hybrid 알고리즘

##### 4.1 최적 장면검색간격(S<sub>b</sub>)

최적 장면검색간격 S<sub>b</sub>란 프레임간의 비교횟수를 최소한으로 줄여 검색시간을 최소화할 수 있는 간격을 말한다. S<sub>b</sub> 간격 안에는 급진적 장면전환 지점 및 점진적 장면전환 구간이 존재할 수 있으며, 점진적 장면전환의 경우 점진적 장면전환 구간의 처음과 마지막 부분이 S<sub>b</sub> 간격 내에 포함된다고 가정하였다.

전체 프레임 수를 n, 장면전환 지점 수를 k, 평균 장면전환 거리를 d, 표본화 검색 간격을 S로 표시할 때 전체 동영상에 대한 프레임 비교 횟수 T는 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$T = \frac{n}{S} + 2km, \quad S < n \tag{3}$$

여기에서 평균 장면전환 거리는

$$d = \frac{n}{k} \tag{4}$$

식(3)과 식(4), 식(5)를 이용하여 T는 다음과 같이 고쳐 쓸 수 있다.

$$T = \frac{n}{S} + \frac{2nm}{d} = n\left(\frac{1}{S} + \frac{2m}{d}\right) \tag{5-1}$$

$$\frac{T}{n} = \frac{1}{S} + \frac{2m}{d} \tag{5-2}$$

본 논문에서 제안한 이진검색기법을 이용하여 장면전환을 검출하려면 먼저 이진검색기법에 적용할

검색간격 S를 설정해야 한다. S의 값은 이진검색기법을 위해 2의 제곱으로 표현한다.

$$S = 2^m \tag{6}$$

여기서 m은 양의 정수이다.

식(6)에서

$$m = \frac{\ln S}{\ln 2} = \alpha \ln S \quad (\alpha = \frac{1}{\ln 2}) \tag{7-1}$$

$$\frac{T}{n} = \frac{1}{S} + \frac{2\alpha \ln S}{d} \tag{7-2}$$

최적 장면검색간격을 얻기 위해 식(7-2)의 양변을 S에 대해 미분한다.

$$\frac{d}{dS} \left( \frac{T}{n} \right) = -\frac{1}{S^2} + \frac{2\alpha}{d} \frac{1}{S} = 0 \tag{7-3}$$

$$\frac{1}{S} = \frac{2\alpha}{d} \tag{7-4}$$

따라서 최적 장면검색 간격을 S<sub>b</sub>라 하면

$$S_b = \frac{d}{2\alpha} = \frac{\ln 2 \cdot d}{2} \cong 0.35d \tag{8}$$

로 나타낼 수 있다. 이는 식(5-1)에서의 프레임 비교 횟수를 최소화할 수 있다. 최적 장면검색 간격 S<sub>b</sub>를 가지고 최소 비교 횟수는 식(5-1)을 이용하여 다음과 같이 유도된다.

$$\begin{aligned} T_{\min} &= \frac{n}{S_b} + 2km = \frac{2n}{\ln 2 \cdot d} + 2 \frac{n \ln S}{d \ln 2} \\ &= \frac{2n}{\ln 2 \cdot d} + 2 \frac{n \ln(\ln 2 \cdot d)}{d \ln 2} \end{aligned} \tag{9}$$

이진검색기법을 이용한 장면전환검출은 식(8)을 통해 적절한 최적 검색간격을 설정하여 검출시간을 줄이므로 장면전환 검출 성능을 높일 수 있다.

### 4.2 최적 장면검색 간격을 이용한 급진적 장면전환 검출

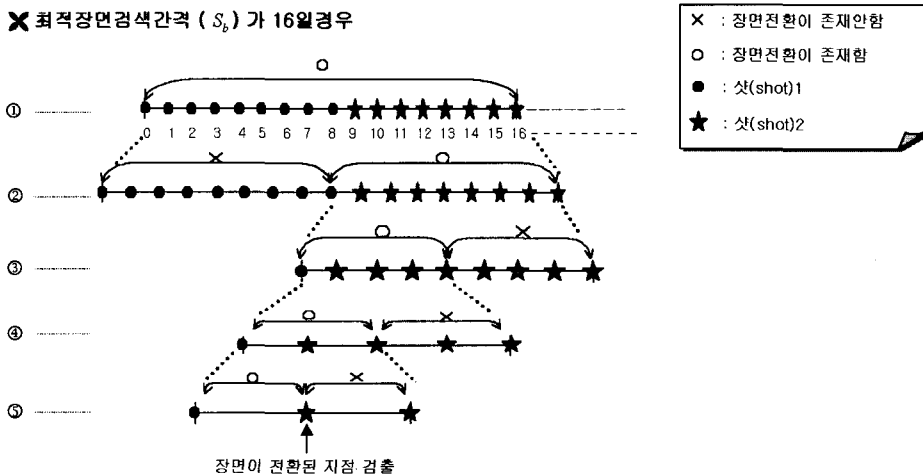
최적 장면검색 간격 내에는 급진적 및 점진적 장면전환이 있다. 이 절에서는 최적 장면검색 간격 내에 급진적 장면전환검출을 설명하고 다음절에서는 점진적 장면전환 검출을 설명한다. 급진적 장면전환 검출 방법은 이진검색을 통한 히스토그램 비교를 가지고 급진적 장면전환을 검출한다. 먼저 이진검색을 위한 최적의 검색 간격  $S_b$ 를 설정한다. [그림 5]에서 최적 검색간격  $S_b$ 를 16으로 설정하고 검색하는 예를 보인 것이다. 그림과 같이 검색간격  $S_b$  크기의 구간에서 0번째 프레임과 8번째 프레임 사이에서  $S_1$ 이 진행하다가 9번째 프레임에서  $S_2$ 가 진행한다고 하면 9번째 프레임에서 장면전환이 일어났음을 알 수 있다. 최적 장면검색 간격 내에 [그림 5]와 같이 급진적 장면전환이 1개 존재할 경우 이 일련의 프레임에서 이진검색을 이용해 장면전환을 찾는 방법은 먼저 1단계에서 구간의 첫 번째 프레임인 0번째 프레임과 마지막 프레임인 16번째 프레임을 비교한다. 이 두 프레임은 서로 다른 샷의 장면이기 때문에 임의 임계값 이상이 되어 장면전환이 존재한다고 판단할 수 있다. 이 경우 구간  $S_b$  내에 장면전환이 존재한다고 가정하고 2단계와 같이 구간을  $S_b/2$  크기로 2개

의 탐색 구간으로 분할한다. 분할된 각 구간의 시작과 끝 프레임을 비교하여 탐색구간 내에 장면전환이 존재하는지 여부를 판단한다. 2단계에서 왼쪽구간은 동일 샷의 장면들로 이루어져 있기 때문에 장면전환이 존재하지 않고 오른쪽 구간은  $S_1$ 과  $S_2$ 의 프레임이 같이 존재하므로 장면전환이 존재한다고 판단이 된다. 이 경우 왼쪽 구간은 검색을 하지 않고 오른쪽 구간만 3,4단계를 거쳐 마지막 단계에서 장면이 전환된 지점을 검출한다.

### 4.3 점진적 장면전환 검출

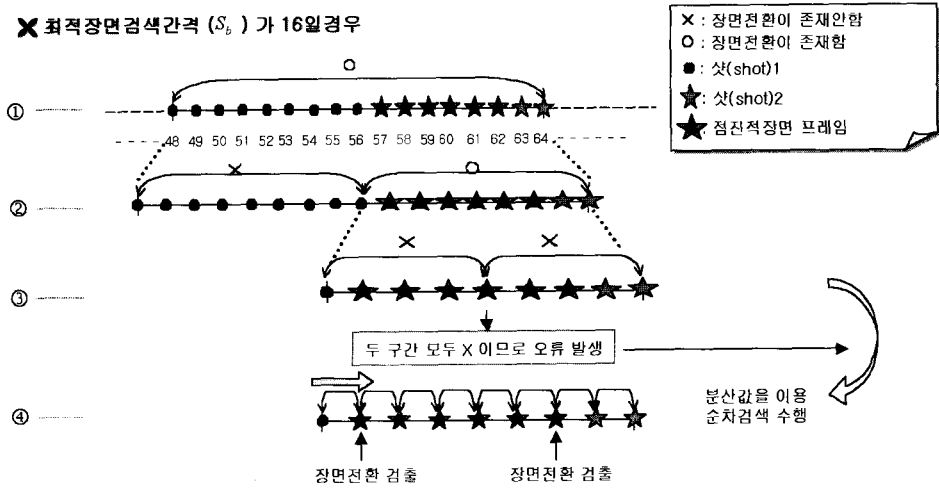
점진적 장면전환은 한 장면에서 다른 장면으로 급진적으로 바뀌는 것이 아니라 한 영상이 서서히 없어지면서 다른 영상은 서서히 나타나는 구간을 말하며 dissolve, fade in fade out과 같은 특수효과를 포함한다.

[그림 6]에서 최적 검색간격  $S_b$  내에 점진적 장면전환이 존재한다고 할 때 점진적 장면전환 검출을 하는 예를 설명한다. 그림과 같이 서로 다른 두 샷이 최적 검색간격 내에 57프레임으로부터 62프레임까지 점진적 장면전환이 존재할 경우 이를 검출하기 위해 먼저 1단계에서 최적 검색간격의 처음 48프레임과 마지막 64프레임의 히스토그램 비교를 통해 장면전환 존재를 확인한다. 두 프레임은 서로 다른  $S_1$ 과



[그림 5] 급진적 장면전환 검출

[Fig. 5] Abrupt Scene Change Detection.  $S$  is the temporal distance.



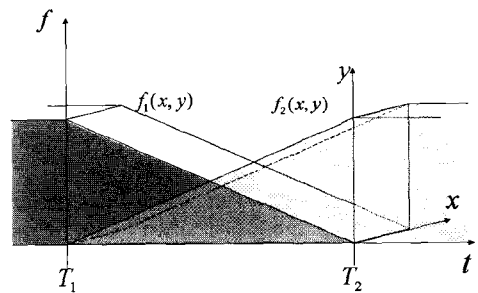
[그림 6] 점진적 장면전환 검출

[Fig. 6] Gradual Scene Change Detection.  $S$  is the temporal distance.

샷2의 장면이기 때문에 장면전환이 존재한다고 판단한다. 이 경우 2단계와 같이 구간을  $S_b/2$  크기로 2개의 탐색 구간으로 분할하여 탐색구간 내에 장면전환이 존재하는지 여부를 판단한다. 2단계의 왼쪽 구간은 동일 샷 내의 장면들로 이루어져 있기 때문에 장면전환이 존재하지 않고 오른쪽 구간은 서로 다른 샷 내의 장면을 비교하기 때문에 장면전환이 존재한다고 판단한다. 장면전환이 존재한다고 판단이 된 오른쪽 구간을 3단계에서 2개의 탐색구간으로 다시 분할하여 각 구간의 처음 프레임과 마지막 프레임을 비교함으로써 장면전환이 존재하는지 판단한다. 그러나 점진적 장면전환구간에서의 일련의 프레임들은 샷1에서 샷2로 점진적으로 변화하기 때문에 거의 유사한 장면들로 이루어져 히스토그램값의 변화가 작다. 이렇게 되면 3단계에서 보듯이 두 탐색구간에선 장면전환이 존재하지 않는 것으로 판단이 되며 이 경우 2단계에서 오른쪽 구간에 장면전환이 존재한다는 가정에 위배가 됨으로 오류를 발생한다. 이렇게 오류가 발생하면 오류가 발생한 전 단계의 구간에 점진적 장면전환구간이 존재한다고 판단하고 4단계와 같이 전 단계의 구간 내에만 분산을 이용한 순차검색을 수행하여 점진적 장면전환구간을 찾는다.

분산을 이용한 점진적 장면전환 검출에 있어 점진적 장면전환의 특성과 분산을 이용했을 때의 특성을

수학적으로 알아보면 다음과 같다. 점진적 장면전환은  $t < T_1$  구간에서는 영상  $f_1(x,y)$ 가 존재하고  $T_1 \leq t \leq T_2$  구간에서는 영상  $f_1(x,y)$ 이 선형적으로 감소하는 반면  $f_2(x,y)$ 가 선형적으로 증가한 것으로 나타낼 수 있다.  $t > T_2$  구간에선  $f_2(x,y)$  영상만 존재다. 점진적 장면전환은 [그림 7]로 나타낼 수 있고 수학적으로 식(10)과 같이 정의 할 수 있다.



[그림 7]점진적 장면전환 그래프

[Fig. 7] Gradual Scene Change

[그림 7]과 같이  $t$ 시간구간 안에서 두 영상이 다출브를 수행한다고 할 때 프레임들의 순서는 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$f(x,y,t) = \begin{cases} f_1(x,y) & t < T_1 \\ f_1(x,y) \cdot (1-\alpha(t)) + f_2(x,y) \cdot \alpha(t) & T_1 \leq t \leq T_2 \\ f_2(x,y) & t > T_2 \end{cases} \quad (10)$$

$$E\{f_1(x,y) + f_2(x,y)\} = E\{f_1(x,y)\} + E\{f_2(x,y)\} \quad (13-2)$$

$f(x,y,t)$ 는  $t$  시간에서의 영상의 인텐시티 값이다.  $\alpha(t)$ 는 시간  $t$ 에 따른 투명도의 벡터량으로  $0 \leq \alpha(t) \leq 1$ 의 값을 갖는다. 분산은 편차의 제곱의 합의 평균으로 영상의 평균에서 각 픽셀값들의 흩어진 정도를 수치값으로 나타낸 것으로 각기 다른 영상에 따라 분산값이 다르기 때문에 영상검색에 있어 자주 사용되고 있으며 식(11)과 같이 나타낼 수 있다.  $f(x,y,t)$ 의 분산을  $\sigma_{f(x,y,t)}^2$ 라고 할 때 점진적 장면전환 구간에서의 분산식을 유도해 보면 식(12)와 같다.

$$\sigma_{f(x,y,t)}^2 = E\{(f(x,y,t) - E\{f(x,y,t)\})^2\} \quad (11)$$

$$\sigma_{f(x,y,t)}^2 = E\{(f_1(x,y)(1-\alpha(t)) + f_2(x,y)\alpha(t) - E\{f_1(x,y)(1-\alpha(t)) + f_2(x,y)\alpha(t)\})^2\} \quad (12)$$

식(12)에서  $f_1(x,y)$ 와  $f_2(x,y)$ 가 독립적이라고 할 때

$$E\{f_1(x,y)\} \cdot E\{f_2(x,y)\} = E\{f_1(x,y) \cdot f_2(x,y)\} \quad (13-1)$$

로 표현할 수 있고 식(12)를 전개하면 다음과 같은 식을 얻을 수 있다.

$$\sigma_{f(x,y,t)}^2 = \sigma_{f_1}^2(1-\alpha(t))^2 + \sigma_{f_2}^2(\alpha(t))^2 \quad (14)$$

식(14)에서

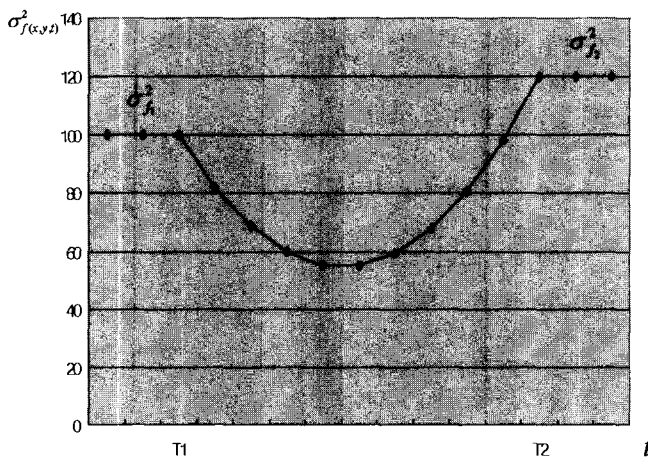
$$\sigma_{f_1}^2 = E\{f_1(x,y)^2\} - (E\{f_1(x,y)\})^2 \quad (15-1)$$

$$\sigma_{f_2}^2 = E\{f_2(x,y)^2\} - (E\{f_2(x,y)\})^2 \quad (15-2)$$

이다.

따라서  $t$  구간 안에서 점진적 장면전환의 분산  $\sigma_{f(x,y,t)}^2$ 의 식을 다음과 같이 얻을 수 있다.

$$\sigma_{f(x,y,t)}^2 = \begin{cases} \sigma_{f_1}^2 & t < T_1 \\ \sigma_{f_1}^2(1-\alpha(t))^2 + \sigma_{f_2}^2(\alpha(t))^2 & T_1 \leq t \leq T_2 \\ \sigma_{f_2}^2 & t > T_2 \end{cases} \quad (16)$$



[그림 8] 점진적 장면전환구간에서의 분산값의 변화

[Fig. 8] Convergence of Variance Value in Gradual Scene Change



식(16)를 임의 값을 이용해 그래프로 나타내면 [그림 8]과 같다.

점진적 장면전환이 일어나는 구간의 영상의 분산값은 [그림 8]과 같이 포물선 형태의 그래프를 보이게 된다. 이는 식(16)에 정의된  $T_1 \leq t \leq T_2$  구간에서의 식을 보면 fade out이 되는  $f_1(x,y)$ 과 fade in이 되는  $f_2(x,y)$ 의 서로 다른 2차 방정식의 합으로 되어 있고  $f_1(x,y)$ 의 방정식은  $f_2(x,y)$ 보다  $T_2 - T_1$  크기만큼 양(+)의 방향으로 이동한 상태이므로 [그림 8]과 같은 결과가 나오게 된다. 2차 방정식의 특성에 의해 극소점에서 떨어질수록 값이 크게 변하는 것을 알 수 있다. 따라서 점진적 장면전환이 일어나는 구간의 특징은 포물선의 양단에서의 분산값의 변화율이 크다는 성질을 이용한다. 변화율을 구하기 위해 식(16)을 식(17)과 같이 시간  $t$ 에 관하여 미분의 절대값을 취한다.

$$\left| \frac{d}{dt} \sigma_{f(x,y,t)}^2 \right| = \left| \frac{2}{T} \left[ (\sigma_{f_1}^2 + \sigma_{f_2}^2) \frac{t}{T} - \sigma_{f_1}^2 \right] \right|$$

단,  $T = (T_2 - T_1)$  (17)

식(17)에서 구한  $\left| \frac{d}{dt} \sigma_{f(x,y,t)}^2 \right|$ 를 그래프로 나타내면 [그림 9]와 같이 나타낼 수 있다.

[그림 9]를 보면 점진적 장면전환의 시작과 끝에서의  $\left| \frac{d}{dt} \sigma_{f(t)}^2 \right|$  값이 크게 나타난다. 이 특성을 이용하여 임의 임계값을 적용하여 다음과 같이 정의할 수 있다.

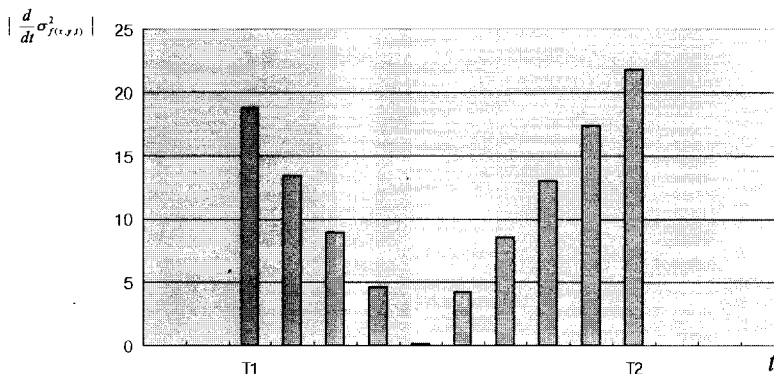
$$\left| \frac{d}{dt} \sigma_{f(t)}^2 \right| > Th_{dissolve}$$

$$Th_{dissolve} = \text{임의 임계값} \quad (18)$$

[그림 6]의 4단계에서 식(18)을 이용해 탐색구간의 시작지점부터 순차 검색을 하여 임의 임계값 보다 큰 프레임을 검출하여 점진적 장면전환구간의 처음 및 마지막프레임을 검출 할 수 있다.

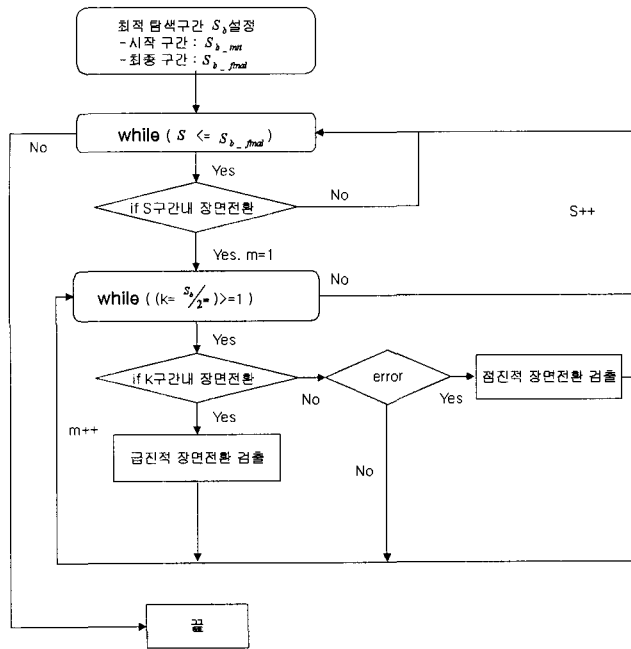
#### 4.4 장면전환 검출 알고리즘

제안된 알고리즘은 동영상의 프레임 비교횟수를 최소화하는 최적탐색구간을 구해 전체 동영상을 최적 탐색 구간으로 분할하여 탐색구간 내에 장면전환이 없으면 그 구간은 검색하지 않고 구간 내에 장면



[그림 9] 점진적 장면전환구간에서의  $\left| \frac{d}{dt} \sigma_{f(x,y,t)}^2 \right|$

[Fig. 9] Value of  $\left| \frac{d}{dt} \sigma_{f(x,y,t)}^2 \right|$  in Gradual Scene Change



[그림 10] 제안한 알고리즘

[Fig. 10] Flowchart of Proposed Algorithm

전환이 있으면 이진검색기법을 이용해 프레임을 비교하면서 급진적 장면전환과 점진적 장면전환구간인지를 확인하고 급진적 장면전환인 경우 이진검색기법을 통해 급진적 장면전환지점을 찾아내고 점진적 장면전환구간인 경우엔 분산을 이용한 순차검색방법을 이용해 점진적 장면전환 구간을 검출하는 방법이다. [그림 10]에 제안한 알고리즘을 나타내었다.

검출 기법을 사용하였다. 히스토그램 컷 검출 기법은 연속적인 두 영상 사이의 히스토그램 변화를 측정하여 변화 값이 주어진 임계값보다 큰 경우 컷으로 판단하는 방법으로 잡음이나 밝기의 미세한 변화와 카메라 움직임 등에 비교적 강한 장점을 갖고 있으며 가장 보편적인 방법이라서 선택하였다. 점진적인 장면전환 검출은 분산차를 이용하였다.

## 5. 실험 및 성능 분석

### 5.1 실험 환경

실험 환경은 윈도우2000, Visual C++, 개발된 MPEG라이브러리(배재대학) 사용하였다. 실험대상 동영상은 352x240, 30frame/sec의 MPEG 영상이다. 15 초 가량의 광고 영상, 3분 정도의 드라마, 뉴스를 선정하였다. 동적 임계값 기법을 조사하기 위해 본 연구에서는 급변하는 장면전환 검출은 히스토그램 컷

### 5.2 순차검색과 제안한 알고리즘의 성능분석

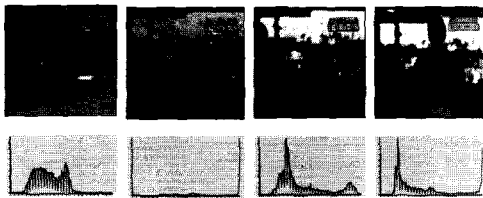
기존의 방식인 히스토그램을 사용한 순차검색 방법은 급변하는 장면이 안난 경우에 오검출이나 미검출이 증가한다. [그림 11]은 순차검색방법에서의 오검출 장면을 보여준다. 이웃한 프레임과의 히스토그램차가 빛에 의해 값이 크게 나타나므로 장면이 전환된 것으로 오검출을 한다. 제안한 이진검색 방법은 비순차검색이기 때문에 오검출을 줄일 수 있다.



[그림 11] 순차검색에서 오검출

[Fig. 11] False Detection of Sequential Method

[그림 12]는 순차검색방법에서의 미검출 장면을 보여준다. 이 장면은 점진적 장면전환구간을 미검출한 예이다. 이웃한 프레임과의 히스토그램차가 적기 때문에 검출하지 못했다. 그러나 제안한 이진검색 방법은 분산을 이용하여 장면전환 구간을 검출할 수가 있었다.



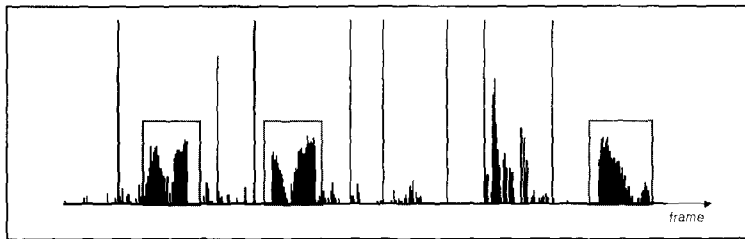
[그림 12] 순차검색에서 미검출

[Fig. 12] Miss Detection of Sequential Method

따라서 본 논문에서는 동영상의 장면전환검출에 있어서 순차검색과 제안한 알고리즘의 성능을 분석하였다. [그림 13]은 임의의 광고 동영상의 분산값을 나타낸 모습이며 포물선 모양을 하고 있는 사각형의 블록 부분이 점진적 장면전환이 일어나는 구간이다. 포물선 모양을 보면 각기 시작과 끝의 크기가 동일하지 않다. 이는 점진적 장면전환이 일어나는 두 샷 내 영상의 분산값이 다르기 때문이다. 분산값이 작은 영상쪽이 분산값이 큰 영상쪽 보다 포물선의 극소점에서 간격이 더 짧은 특성을 보인다.

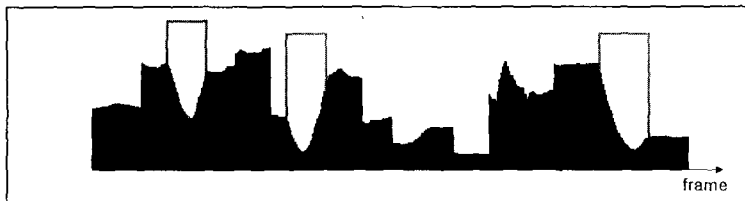
[그림 13]의 결과에서 식(17)을 통해 분산값의 미분의 절대값을 나타낸 것은 [그림 14]와 같다.

[그림 14]를 보면 큰 값들은 급진적 장면전환을 나타내고 사각형의 블록으로 표시한 구간이 점진적 장면전환 구간이다. 장면전환의 시작값과 끝값이 인접한 값들 보다 두드러지게 급변하는 것을 볼 수 있다.



[그림 14] 분산값의 미분의 절대값

[Fig. 14] Absolute Value of Difference of Variance Value



[그림 13] 분산값

[Fig. 13] Distribution of Variance Value

<표 1>과 같은 점진적 장면전환이 포함된 드라마, 광고 동영상에 특성을 보인 것이다.

<표 1> 실험 대상 동영상의 특성

<Table 1> Features of Example MPEG Video

		드라마	광고
총 프레임수		10254	440
장면전환개수	급진적	31	8
	점진적	5	3
d [평균거리]		284	40
S [최적검색간격]		64	16

<표 2>, <표 3>는 장면전환검출 실험결과를 보인 것이다.

<표 2> 드라마 영상에 대한 검색 결과

<Table 2> Evaluation Results of Drama

드라마		순차검색	제한한 방법
급진적	검출	35	31
	미검출	2	1
	오검출	6	1
점진적	검출	1	5
	미검출	5	1
	오검출	1	1
비교회수		10254	648

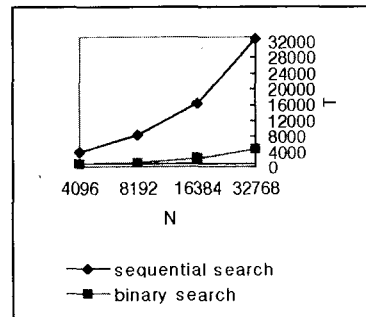
<표 3> 광고 영상에 대한 검색 결과

<Table 3> Evaluation Results of Commercial

광 고		순차검색	제한한 방법
급진적	검출	10	8
	미검출	0	0
	오검출	2	0
점진적	검출	0	4
	미검출	3	0
	오검출	0	1
비교회수		440	141

동영상에 대한 비교표를 보듯이 순차검색과, 이진 검색에 비해 Hybrid방식이 점진적 장면전환 검출에 있어서 미 검출이 현저히 줄어들음을 알 수 있다. 급진적 장면변환 영상에서는 오검출에 강건하고, 점진적 장면전환 영상에서는 미검출에 강건함을 나타내었다. 드라마 동영상의 경우 비교회수 평가에서는 93%(약 10배)가량 비교 회수가 줄어 검색시간이 단축되었으며, 광고영상은 68%(4배)가량 비교회수가 줄어 검색 시간이 단축됨을 알 수 있었다.

[그림 15]는 드라마 영상에서 순차검색과 제한한 방법으로 비교회수를 성능 평가하였다. 사용된 드라마 동영상의 총프레임은 4096프레임, 8192프레임, 16383프레임, 32768프레임 4개의 동영상을 사용하였다. 비교 그림에서 제한한 방법이 순차검색 방법보다 10배 이상 빠르다는 것을 알 수 있고, 프레임이 길수록 성능이 우수하다.



[그림 13] 순차검색과 이진검색과의 성능평가

[Fig. 3] The performance comparison of the sequential search method and the binary search method

## 6. 결론

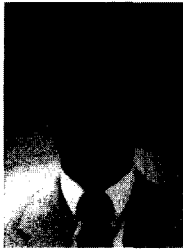
본 논문에서는 장면전환 검출에 있어서 계산량 및 검출속도를 향상시키고, 급진적 장면전환과 점진적 장면전환검출에 있어서도 성능이 우수한 알고리즘을 제시했다. 순차검색방법에 비해 제안한 방법이 연산량을 많이 감소시키는 것을 알 수 있었고 급진적인 장면전환검출에 있어서 제안한 알고리즘이 움직임에 의한 오 검출을 많이 줄일 수 있었다. 점진적인 장면전환검출 비교에서도 제안한 알고리즘을 적용한 검색방법이 점진적인 장면도 잘 검출하는 것을 보여 주었다. 그러나 움직임에 의한 오 검출에 대해선 연구가 필요할 것 같다. 실험은 이상적인 경우를 고려하여 사전 검색 간격 안에 점진적 장면전환 구간이 존재한다는 가정 하에 최적 사전검색 간격은 32로 했으며 점진적 장면전환이 일어나는 구간이 사전검색 간격 보다 작은 동영상을 사용했다.

앞으로 물체의 움직임이나, 카메라 움직임 등을 찾을 수 있는 방법과 디코딩으로 인한 시간소요를 줄이기 위해 압축 도메인에서 직접 장면전환검출을 위해 영상의 특성을 이용한 유사 분산값을 추후 유도하는 연구가 되어야겠다.

## ※ 참고문헌

- [1] A. Nagasaka and Y. Tanaka, "Automatic Video Indexing and Full Motion Search for Object Appearance," Proc. of IFIP on Visual Database System, pp. 113-127, Sep. 1991.
- [2] A. Hampapur, R. Jain, and T. Weymouth, "Production Model Based Digital Video Sequen-tation," Multimedia Tools and Applications, Vol. 1, No. 1, pp. 9-46, Mar. 1995.
- [3] B. Shaharay, "Scene Chang Detection and Content-Based Sampling of Video Sequences," Proc. of SPIE, Vol. 2419, pp. 2-13, Feb. 1995.
- [4] I. K. Sethi and N. Patel, "A statistical approach to scene change detection," Proc. SPIE, vol. 2420, pp.329-338, Mar. 1995.
- [5] B. L. Yeo and B. Lie, "Rapid scene analysis on compressed video," IEEE Trans. On Circuits and Systems for Video Technology, vol. 5, no. 6, pp. 533-544, Dec. 1995
- [6] H. J. Zhang, A. Kankanhalli and S. W. Smoliar, "Automatic partitioning of full-motion video," Proc. ACM Multimedia System, vol. 1, no. 1, pp. 10-28, 1993.
- [7] Yasuyuki Nakajima, "A Video Browsing Using Fast Scene Cut Detection for an Efficient Net-worked Video Database Access," IEICE TRANS. INF. & SYST., vol. E77-D, NO12, Dec 1994.
- [8] H. Zhang, C. Y. Low, and S. W. Smoliar, "Video parsing and browsing using compressed data," Multimedia Tools Applicat., vol. 1, pp.89-111, 1995
- [9] F. Arman, A. Hsu, and M. Y. Chiu, "Image processing on encoded video sequences," Multi-media System, vol. 1, pp. 211-219, 1994
- [10] V. Kobla, D. S. Doermann, and K. I. Lin, "Archiving, indexing, and retrieval of video in the compressed domain," Proc. SPIE: Multi-media Storage and Archiving Systems, vol. 2916, pp. 78-89, 1996.

이문우



1989년 대전산업대학교  
전자공학과 졸업 (학사)  
1993년 숭실대학교 대학원  
전자공학과 졸업 (공학석사)  
1999년~현재 배재대학교  
정보통신공학과 박사과정  
1983년~1998  
한국전자통신연구원  
선임기술원  
1998년~2000년 가톨릭상지대학  
전기전자계열 초빙전임강사  
2000년~현재 서울정수기능대학  
정보통신과 전임강사  
관심분야 : 멀티미디어검색,  
영상처리, 컴퓨터네트워크

박종운



1998년 우송대학교  
컴퓨터과학과 졸 (학사)  
2000년 배재대학교 정보통신  
대학원 정보통신학과 (석사)  
2001년 배재대학교 대학원  
정보통신공학과 박사과정  
2000년~현재 육군 전술 C4I  
개발단 검증장교  
1996년~1999년 육군전산소  
제도분석 장교 및  
전산망운영과장  
관심분야 : 멀티미디어 콘텐츠,  
멀티미디어정보처리

장중환



1979년 한양대학교 공과대학  
전자통신공학과 졸 (학사)  
1986년 미국 North Carolina  
주립대학, 전기 및  
컴퓨터공학과 졸 (석사)  
1990년 미국 North Carolina  
주립대학, 전기 및  
컴퓨터공학과 졸 (박사)  
1990년~현재 배재대학교  
컴퓨터전자정보공학과 교수  
2001년~현재 한국소프트웨어  
진흥원 전문위원  
2000년~현재 배재대학교  
공과대학장  
2000년~현재 한국컴퓨터산업  
교육학회 부회장  
2000년~현재 과학기술특허포럼  
이사  
2000년~현재 충청체신청  
고객대표자 운영위원회 의장  
2000년~현재 대덕실무기획단  
의원  
1999년~현재 대전광역시  
최고정보화 책임관 (CIO)  
1999년~현재 대전광역시  
과학기술위원회 전문위원  
1998년~현재 정보통신부 지정  
정보통신창업지원센터 소장  
1992년~1995년 배재대학교  
전자계산소 소장  
관심분야 : 멀티미디어 콘텐츠,  
멀티미디어정보처리