

비디오 분할을 위한 자동 임계치 결정 알고리즘

고경철*, 이양원**

Video Segmentation using the Automated Threshold Decision Algorithm

Kyong-Cheol Ko*, Yang-Won Rhee**

요약

본 논문에서는 비디오의 자동분류를 지원하기 위한 기반기술로서, 변형된 χ^2 -테스트와 자동 임계치 결정 알고리즘을 이용한 장면전환 검출 방법을 제안하였다. 변형된 χ^2 -테스트는 기존의 컬러 히스토그램과 각 채널 공간(RGB)에 NTSC표준에 따른 명암도 등급을 따로 계산하여 채널의 차이 값을 보다 세분화할 수 있으며, 두 프레임사이의 상대적인 컬러 값 차이를 강조하는 기존의 χ^2 -테스트를 결합하여 보다 강한 장면전환을 검출할 수 있다. 자동 임계치 결정 알고리즘은 연속된 프레임들로부터 변형된 χ^2 -테스트를 이용하여 추출된 차이 값을 이용한다. 먼저, 주어진 전체 차이 값들로부터 평균과 표준편차를 구하며, 이 평균값을 만족하는 차이 값들로부터 다시 평균과 표준편차를 계산하며, 이러한 연속적인 평균값 및 표준편차의 계산으로부터 표준편차가 가장 큰 시점에서의 평균값을 기준으로 임계치를 결정하는 방법이다. 제안된 방법은 다양한 비디오 데이터에서 실험되었으며, 실험결과 제안된 방법은 자동 임계치 결정에 효율적이며, 신뢰할만한 장면들을 검출하였다.

Abstract

This paper propose a robust scene change detection technique that use the weighted chi-square test and the automated threshold-decision algorithm. The weighted chi-test can subdivide the difference values of individual color channels by calculating the color intensities according to NTSC standard, and it can detect the scene change by joining the weighted color intensities to the predefined chi-test which emphasize the comparative color difference values. The automated decision algorithm uses the difference values of frame-to-frame that was obtained by the weighted chi-test. In the first step, The average of total difference value and standard deviation value is calculated and then, subtract the mean value from the each difference values. In the next step, the same process is performed on the remained difference value. The propose method is tested on various sources and in the experimental results, it is shown that the proposed method is efficiently estimates the thresholds and reliably detects scene changes.

▶ Keyword : 비디오 분할(Video Segmentation), 임계치 결정(Threshold Decision), 차이 값(Difference Values), 평균(Average), 표준편차(Standard Deviation),

• 제1저자 : 고경철

• 접수일 : 2005.10.13, 심사완료일 : 2005.10.26

* 군산대학교 컴퓨터정보과학과

** 본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음

1. 서론

장면전환 검출은 비디오 데이터베이스의 구축을 위한 첫 번째 단계로서 비디오 데이터를 보다 계층적이고 구조적인 형태로 재구성하기 위하여 필요한 필수적인 기초 작업이다. 따라서 비디오 시퀀스를 구성하는 연속되는 프레임들로부터 비디오의 기본구성단위인 장면을 분할하고, 분할된 장면으로부터 장면을 대표하는 대표프레임을 추출하는 작업들이 이루어진다. 이러한 장면전환 검출은 비디오 데이터의 분할 및 색인, 검색, 브라우징, 요약과 같은 작업을 수행하기 위한 기반기술이다[1][2].

장면을 추출하기 위한 기존의 연구방법에는 히스토그램, 픽셀간의 차이, 에지 등의 연속된 프레임간의 차이 값을 이용한 비 압축영역에서의 방법과 DCT 계수, 움직임 벡터 등을 이용한 압축영역에서의 방법 등으로 크게 나눌 수 있다 [3]. 이러한 방법 중 컬러 값의 분포를 이용한 컬러 히스토그램기반 장면전환 검출은 가장 일반적으로 널리 사용되어 지는 방법 중의 하나이다.

히스토그램기반 장면전환검출은 두 인접한 프레임사이의 차이 값에 따른 임계값을 이용하여 검출되며, 크게 급진적 장면전환과 점진적 장면전환으로 구분할 수 있다. 급진적 장면전환은 프레임 사이의 차이 값 변화가 매우 심하게 나타나는 프레임이나 장면들의 갑작스런 변화가 발생하는 프레임들을 말하며, 점진적 장면전환은 페이드인/아웃, 디졸브와 같은 카메라의 특수효과에 의해 발생하는 현상으로 장면들의 변화가 점차적으로 발생하는 프레임들을 이야기 한다. 급진적 장면전환이나 점진적인 장면전환 모두 두 인접한 프레임들의 차이 값에 의해 검출될 수 있으며, 차이 값들로부터 장면전환을 추출하기 위하여 차이 값에 대한 임계치를 설정하는 것이 가장 중요하다. 특히 급진적 장면전환은 임계치가 작을 경우에는 너무 많은 장면전환의 검출이 발생하며, 너무 클 경우에는 장면전환이 발생했음에도 검출하지 못하는 문제점을 가질 수 있다. 따라서 적절한 임계치를 설정하여 효율적인 장면전환을 추출할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다[3,4,5].

임계치를 결정하기 위한 방법에는 프레임간의 변화 형태나 컷이 발생하는 통계적 간격에 기반을 둔 컷 검출 기법이

나, 동영상 전체를 작은 구간들로 나누어 각 구간마다 프레임간의 평균 변화율에 대한 다음 프레임의 차를 이용하는 적응적 임계값 방법이 제안되었다[12,13]. 또한 프레임간의 특징 값의 차이를 2차미분하여 변화율의 차이가 없는 경우 이들을 컷으로 검출하지 않는 방법을 통해 연속적인 오 검출을 방지할 수 있는 기법도 제안되었으며, 프레임들의 평균 컬러를 구하고 이를 임계 값 설정에 반영하는 방법을 통해 고정된 임계값의 단점을 해결하는 방법도 제안되었다 [14,15]. 그러나 기존의 방법들은 고정된 컷 간격을 사용하여 프레임간의 특징 값 변화 형태를 반영할 수 없거나, 관측을 통해 얻어진 값들을 기준으로 임계값을 결정하고 각기 다른 동영상에 계속적으로 적용하는 문제점을 가지고 있다.

본 논문에서는 전체 차이 값들로부터 얻어진 평균값들의 연속적인 제거를 통한 차이 값들의 분포로부터 가장 일반적인 임계값을 자동으로 추출하여 장면전환 검출에 활용하고자 하였다. 이것은 중복된 유사한 차이 값들의 제거를 통하여 프레임간의 차이 값에 대한 특징의 변화를 보다 쉽게 발견할 수 있으며, 동영상의 종류에 따라 추출된 차이 값들의 분포로부터 동영상의 특성에 맞는 임계값을 자동으로 추출하여 적용할 수 있는 장점이 있다.

먼저, 보다 강건한 차이 값 추출을 위하여 기존의 컬러 히스토그램과 χ^2 -테스트를 결합한 변형된 χ^2 -테스트 방법을 이용하였다. 변형된 χ^2 -테스트는 각 컬러 공간(RGB)에 명암도 등급(NTSC 표준)에 따른 가중치를 따로 계산하여 값들을 보다 세분화 할 수 있다. 제안된 자동 임계치-결정 알고리즘은 추출된 차이 값들로부터 평균과 표준편차를 주어진 절차에 따라 연속적으로 계산하여 표준편차가 가장 큰 시점에서의 평균값을 기준으로 동영상의 임계치를 결정하는 방법이다. 제안된 방법은 주어진 동영상 데이터로부터 보다 강건한 차이 값 추출 및 차이 값들의 분포로부터 연속적 평균 값 제거를 통하여 비디오 특성에 맞는 적응적인 임계치를 자동으로 결정할 수 있는 방법이다.

$$d_i(f_i, f_j) = \sum_{k=0}^{N-1} \begin{cases} \frac{(H_i(k) - H_j(k))^2}{\max(H_i(k), H_j(k))} & \text{if } (H_i(k) \neq 0 \cup H_j(k) \neq 0) \dots (2) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

II. 제안된 장면전환 검출 방법

2.1 연속된 프레임에서의 차이 값 추출방법

장면전환을 추출하기 위한 기존의 연구방법에는 컬러 히스토그램을 이용하는 방법, 객체의 이동을 계산하여 사용하는 방법, 에지를 추출하여 이용하는 방법, 전체적인 웨이블릿을 측정하여 이용하는 방법 등 많은 방법들이 사용되어지고 있다[2],[6],[7]. 이러한 방법 중 히스토그램 기반 장면전환 검출은 가장 일반적으로 널리 사용되어지는 방법이다.

본 논문에서도 기존의 컬러히스토그램과 카이스퀘어 히스토그램을 병합한 변형된 카이-스퀘어 테스트를 제안하여 장면전환 추출에 필요한 인접한 프레임들 사이의 차이 값들을 검출하고자 하였다.

2.1.1 기존의 히스토그램-기반 알고리즘

2.1.1.1 컬러 히스토그램

두 인접한 프레임사이(f_i, f_{i+1})에서의 컬러 히스토그램의 차이($d_{RGB}(f_i, f_{i+1})$)는 다음과 같이 계산되어진다[8].

$$d_{r,g,b}(f_i, f_j) = \sum_{k=0}^{N-1} (|H_i^r(k) - H_j^r(k)| + |H_i^g(k) - H_j^g(k)| + |H_i^b(k) - H_j^b(k)|) \cdot (1)$$

$H_i^r(k), H_i^g(k), H_i^b(k)$ 은 i 번째 프레임(f_i)에서의 컬러 공간(r, g, b)에 대한 빈(N)의 수를 나타낸다.

장면전환 검출은 차이 값($d_{RGB}(f_i, f_{i+1})$)이 임의의 정해진 임계치를 만족할 때 발생되어지게 된다.

2.1.1.1 χ^2 -테스트

χ^2 -테스트는 두 인접한 프레임 사이의 히스토그램에 대한 차이 값을 강조하는 식이다[6].

χ^2 -테스트는 급진적 장면전환 검출에 널리 사용되어지는 방법으로, 프레임간의 상대적인 차이를 고려하기 때문에 명암 도에 덜 민감함 장면전환을 추출할 수 있다. 특히 상대적인 고려 차에 의하여 임계치를 결정할 때 보다 자유로운 방법이다.

2.1.2 변형된 χ^2 -테스트 알고리즘

일반적인 컬러 히스토그램은 식(1)의 방법을 많이 사용되지만 각 컬러공간을 따로 계산하여 식(3)과 같이 가중치를 적용하여 사용할 수도 있다.

$$d_{ur,ug,ub}(f_i, f_j) = \sum_{k=0}^{N-1} (|H_i^r(k) - H_j^r(k)| * \alpha + |H_i^g(k) - H_j^g(k)| * \beta + |H_i^b(k) - H_j^b(k)| * \gamma) \dots (3)$$

본 논문에서는 기존의 컬러 히스토그램(식(3))과 χ^2 -테스트(식(2))를 결합하여 각 컬러공간에 대한 차이 값을 따로 계산하고자 하였으며, NTSC 표준에 따른 명암도 등급 변환을 위한 가중치($\alpha = 0.299, \beta = 0.587, \gamma = 0.114$)를 적용하여 보다 차이 값을 세분화하기 위한 방법을 다음과 같이 제안하였다.

$$d_{ux}(f_i, f_j) = \frac{1}{3N} \sum_{k=0}^{N-1} \left(\frac{(H_i^r(k) - H_j^r(k))^2}{\max(H_i^r(k), H_j^r(k))} * \alpha + \frac{(H_i^g(k) - H_j^g(k))^2}{\max(H_i^g(k), H_j^g(k))} * \beta + \frac{(H_i^b(k) - H_j^b(k))^2}{\max(H_i^b(k), H_j^b(k))} * \gamma \right) \dots (4)$$

변형된 χ^2 -테스트는 기존의 카이 스퀘어 히스토그램이 가지는 장점들을 그대로 살리고 있으며, 또한 가중치에 따른 컬러공간의 세분화 작업을 포함하여 더욱 개선된 장면전환 추출 알고리즘으로 제안되어 질 수 있다.

(그림 1)에서는 임의의 비디오 시퀀스로부터 기존의 χ^2 -테스트와 변형된 χ^2 -테스트에 의해 추출된 차이 값의 누

적 분포를 보여주고 있다. (그림 1)에서 알 수 있는 것처럼 변형된 χ^2 -테스트는 기존의 방법보다 각 차이 값들에 대하여 보다 많은 빈도수를 보여주고 있다. 따라서 더욱 세분화된 차이 값들을 추출할 수 있으며, 장면전환 추출을 위한 임계치 계산에 더욱 효율적으로 적용될 수 있다.

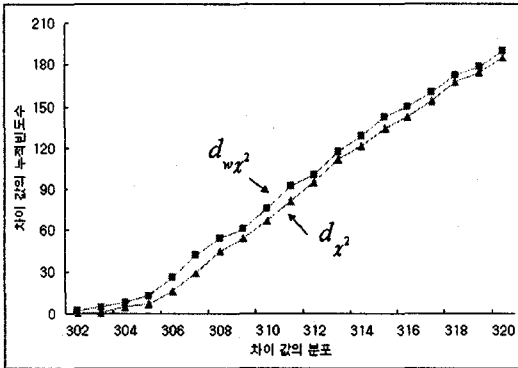


그림 1. 기존방법과 변형된 χ^2 -테스트의 차이 값 누적 분포 그래프
Fig1. Comparison graph of the χ^2 -test and the weighted χ^2 -test

2.2 평균과 표준편차를 이용한 자동 임계치 결정 알고리즘

변형된 χ^2 -테스트를 이용하여 획득된 차이 값들의 정보는 장면전환이 발생한 시점의 후보 키 프레임 설정하기 위한 기초자료이다. 따라서 획득된 차이 값들로부터 특징들을 찾아내고 이를 이용하여 장면전환 추출에 활용하는 방법에 대한 연구가 진행되어 왔다.[6,7,14].

연속된 프레임들로부터 얻어진 차이 값들은 그 분포가 다양하게 이루어지며, 장면의 변화가 발생하는 지점에서 급변하게 변하는 특징이 있다. 따라서 이러한 급변하는 지점의 프레임을 장면의 변화가 발생한 후보지점으로 설정하여 장면전환 추출에 이용할 수 있는 방법들에 대한 연구가 필요하다. 그러나 장면의 변화가 발생하는 후보지점의 정확한 차이 값들을 획득하여 임계치를 결정하는 것은 어려운 문제 중의 하나이다.

의사코드 1은 제안된 식(4)에 의하여 추출된 차이 값들로부터 평균과 표준편차를 계산하여 주어진 비디오 시퀀스에 가장 적합한 임계치를 설정하기 위한 절차적인 과정을 단계별로 보여준다.

의사코드 1. 자동 임계치 결정 알고리즘

(Step 1) 주어진 비디오로부터 전체 차이 값 계산 및 첫 번째 평균과 표준편차 계산

```
for(i=1; i(<=n; i++) { // n = 전체 프레임의 수
// 식(4)를 이용하여 차이 값 획득
차이 값  $X = x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ 
```

첫 번째 평균 $m = 1/n \times \sum_{i=1}^n x_i$

첫 번째 표준편차 $\sigma^2 = 1/n \times \sum_{i=1}^n (x_i - m)^2$

(Step 2) t번째 평균과 표준편차 계산

```
for(i=1; i(<=n; i++) {
if(  $x_i > m^{t-1}$  )
 $X^t = x_i$  //  $X^t = x_1, \dots, x_p, i \leq p \leq n$ 
else  $x_i$  제거 }
```

t번째 평균 $m^t = 1/p \times \sum_{i=1}^p x_p$

t번째 표준편차 값 $\sigma^2 = 1/k \times \sum_{i=1}^p (x_p - m^t)^2$

```
if(  $\sigma^t > \sigma^{t-1}$  ) goto step 2
else goto step 3:
```

(Step 3) 임계치 자동 결정

$th = m^t$ // 임계치 대표 값

$f_n = p$ // 대표 프레임의 수

// 신뢰도 구간은 결정된 임계값의 민감도를 측정하기 위해 계산, 예) α (95%) = 1.96

$val = \alpha \times \sigma^t / \sqrt{f_n}$ // 신뢰도 계산

// 평균 m^t 을 이용한 최대, 최소 신뢰도 구간 계산

$th_{MAX} = m^t + val$ // 최대 임계치 신뢰도 구간

$th_{MIN} = m^t - val$ // 최소 임계치 신뢰도 구간

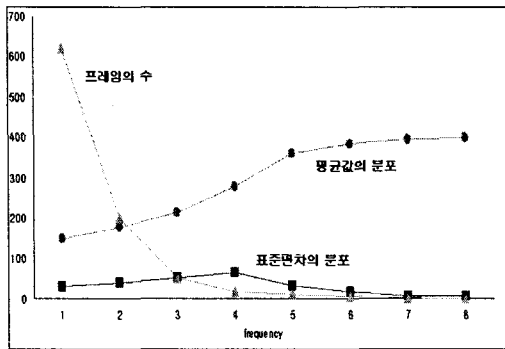
// 최대 임계치, 최소 임계치가 가질 수 있는 프레임 수

```
for(i=1; i(<=n; i++) {
if(  $x_i > th_{MAX}$  )  $f_{max}++$ 
if(  $x_i > th_{MIN}$  )  $f_{min}++$ 
}
```

제안된 자동 임계치 결정 알고리즘에서 step1은 인접한 프레임들로부터 추출된 차이 값들의 분산정보에 따른 1차 평균값과 표준편차를 계산한다. step2에서는 이들을 다시 차이 값들에 적용함으로써 연속적인 평균 및 표준편차를 구한다. 이로부터 표준편차가 가장 큰 시점에서 step3으로 진행되며, step3에서는 표준편차가 가장 큰 시점을 기준으로 평균값을 임계치로 설정한다. 제안된 방법은 정확한 장면추출을 위한 목적보다는 가장 일반적이고 표준화된 방법으로 장면추출을 하기 위한 일반적 임계치 결정을 목적으로 하고 있다. 또한 이러한 임계치로부터 평균값과 표준편차를 이용한 신뢰도 기반의 평균을 따로 생성하여 임계치 결정에 보다 적극적으로 활용할 수 있는 장점도 있다.

신뢰도 기반의 평균값들은 결정되어진 임계치의 민감도와 정확성을 평가하기 위한 목적으로 추출하고 있다.

(그림 2)는 임의의 비디오 시퀀스에서 제안된 평균과 표준편차의 계산 알고리즘에 따라 순차적으로 계산된 평균, 표준편차와 프레임 수의 분포곡선을 보여주고 있다.



빈도수	1	2	3	4	5	6	7	8
평균값의 분포	149.1	177.0	212.4	277.4	359.7	383.1	394.6	396.7
표준편차의 분포	30.5	38.5	51.0	64.4	32.6	16.4	5.9	6.2
프레임의 수	621	201	52	18	10	6	3	1

그림 2. 의사코드 1에 의해 추출된 평균, 표준편차 및 프레임의 수에 대한 분포곡선
Fig2. Distribution graph of the mean, standard deviation value and number of frames

(그림 3)에서는 (그림 1)에서 추출된 평균과 표준편차에 따른 차이 값들의 정규분포곡선을 나타내고 있다. 전체 차이 값들의 분포로부터 의사코드 1에 따른 순차적인 평균값 제거를 통하여 표준편차의 최대지점(σ_4)에서의 평균값(m_4)이 주어진 비디오의 일반적이고 적절한 임계치를 설정하기 위한 목적에 효율적으로 적용될 수 있음을 분포곡선을 통해 확인할 수 있다.

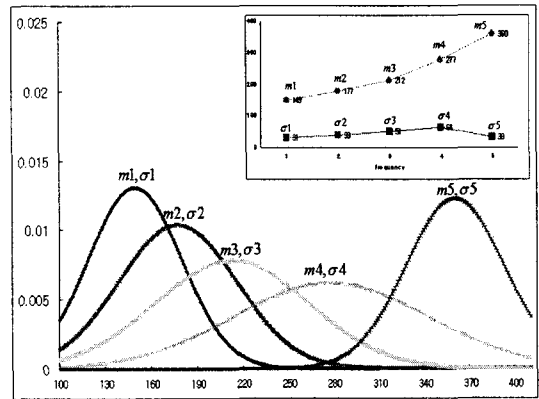


그림 3. 추출된 평균과 표준편차를 이용한 정규분포곡선
Fig3. Normal distribution graph using the extracted mean and standard deviation values

(그림 4)에서는 의사코드 1에 따른 순차적인 평균값 제거를 통하여 남겨진 후보 키 프레임들의 전체 분포곡선을 나타내고 있다.

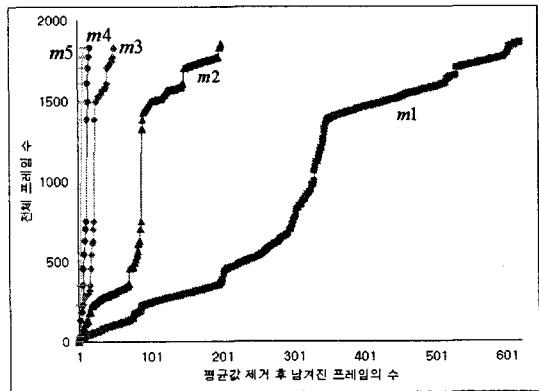


그림 4. 평균 값 제거 후 남겨진 프레임들의 분포곡선
Fig4. Distribution graph of the remained frames after the means extraction from the difference values

(그림 4)에서처럼 의사코드 1에 따른 평균 값 제거는 중복되어지는 유사한 차이 값들의 제거를 통하여 적절한 후보 키 프레임들에 대한 수를 추출 할 수 있으며, 이때 적용되어지는 평균값(m_4)의 영역이 임계치로 적절하게 적용될 수 있음을 알 수 있다.

III. 실험결과

본 논문에서는 제안 알고리즘의 실험평가를 위하여 윈도우 환경의 운영체제에서 MS-Visual C++ 6.0과 DirectX 8.1을 이용하였다. 실험에 사용된 비디오 데이터는 TV 수신카드를 이용하여 저장된 AVI파일을 대상으로 하였으며, 각 데이터는 20f/s의 비율과 320×240의 해상도를 갖는다.

실험결과에 대한 평가는 일반적으로 가장 많이 사용되는 Recall과 Precision을 이용한 방법을 사용 하였으며 정의는 다음과 같다.

$$Recall = \frac{N_c}{N_c + N_m} \times 100\%$$

$$Precision = \frac{N_c}{N_c + N_f} \times 100\%$$

N_c 는 검출된 프레임의 수, N_m 는 검출되지 못한 프레임의 수를 나타내며, N_f 는 잘못 검출된 프레임의 수를 나타낸다.

〈표 1〉에서는 실험에 사용된 비디오의 종류와 프레임의 전체 수 및 사전 정의된 키 프레임의 수를 나타낸다.

표 1. 비디오의 종류 및 사전 정의된 키 프레임의 수

사원스	전체 프레임 수	사전 정의된 장면전환의 수(A)		
		금진적	점진적	합계
News1	397	5	0	5
News2	1857	17	0	17
News3	898	10	1	11
News4	670	10	0	10
News5	1871	12	2	14

〈표 2〉에서는 자동 임계치-결정 알고리즘을 통하여 결정되어진 임계치 및 신뢰도기반의 평균과, 이러한 후보 임계치를 통하여 실제 추출되어진 키 프레임의 수를 나타낸다.

표 2. 자동 정의된 임계값 및 검출된 프레임의 수

비디오	자동 정의된 임계값			검출된 키 프레임의 수(B)		
	95% (-)	임계치 (m)	95% (+)	95% (-)	임계치 (m)	95% (+)
news1	203.73	228.19	252.64	14	12	7
news2	259.88	277.41	294.94	20	18	18
news3	271.54	302.04	332.54	11	10	10
news4	247.31	261.07	274.84	27	16	11
news5	233.07	254.03	274.99	19	18	14

신뢰도 기반의 평균값(95%(-), 95%(+))은 임계치로 설정된 평균값(m)의 민감성을 측정하기 위해 계산한다. 검출된 후보 키 프레임의 편차가 작을수록 후보 키 프레임의 수로 적정하며, 커질수록 장면의 변화가 많거나, 프레임 사이에 점진적인 장면의 변화가 많이 검출될 수 있음을 실험을 통하여 확인하였다.

〈표 3〉에서는 실험을 통하여 키 프레임으로 검출될 수 있는 최소(Min), 최대(Max) 임계치의 설정과 이를 통하여 비디오의 차이 값으로부터 검출할 수 있는 키 프레임의 수를 보여주고 있다[4,16].

표 3. 실험으로 정의된 임계값 및 키 프레임의 수

비디오	실험에 의해 정의된 임계값		검출된 키 프레임의 수(B)	
	Min	Max	Min	Max
news1	220	300	13	5
news2	280	320	18	16
news3	250	300	13	10
news4	245	300	28	10
news5	250	350	17	10

최소 임계치(Min)는 검출가능한 모든 키 프레임을 추출하기 위하여 최소의 범위로 설정된 값이며, 최대 임계치(Max)는 전체 차이 값으로부터 큰 거리는 갖는 값들을 기

준으로 설정하였다. 최소 임계치로부터 최대 임계치까지의 범위를 이용하여 검출가능한 모든 장면전환의 키 프레임들을 검출할 수 있다.

〈표 4〉에서는 〈표 2〉에서 자동으로 정의된 임계치(ADT)와 〈표 3〉에서 실험을 통하여 정의된 최대, 최소 임계치(PDT)의 검출 비율과 정확성을 보여주고 있다.

표 4. 임계치에 따른 검출 비율과 정확성

비 디 오	검출 비율 (B/A)		recall			precision			
	ADT	PDT		ADT	PDT		ADT	PDT	
		Min	Max		Min	Max		Min	Max
news1	2.4	2.6	1	100	100	100	63	38	100
news2	1.1	1.1	0.9	100	100	94	95	94	100
news3	0.9	1.2	0.9	91	100	91	100	85	100
news4	1.6	2.8	1	100	100	100	73	35	100
news5	1.3	1.2	0.7	100	100	71	86	82	100

〈표 4〉로부터 recall과 precision의 결과를 통하여 알 수 있는 것처럼 제안된 방법은 실험을 통하여 정의된 임계치(PDT)와 비교하였을 때, 적절한 임계치를 자동으로 설정함으로써 비디오 시퀀스가 가질 수 있는 장면의 변화들 거의 모두 검출하고 있다. 특히 급진적인 장면변화와 같은 경우는 모든 프레임들에 대하여 정확한 검출을 보여주었다. 그러나 점진적인 장면변화와 같은 경우는 차이 값들에 대한 분포가 연속적으로 이어져 평균값들에 의한 계가 원활하게 이루어지지 못해 중복 검출되는 문제점이 발견되고 있다. 이러한 문제점은 점진적인 장면변환이 발생하는 시점과 끝나는 시점에 대한 프레임의 정보를 결정가능하기 때문에 지역적인 임계값을 2차로 적용하여 장면전환을 할 경우 점진적인 장면변환에 대한 검출의 효율성을 높일 수 있다(5).

제안된 방법은 기존의 실험을 통한 관찰자 접근방법보다 일반적이고 적응적으로 임계치를 자동 결정하여 효율적으로 장면전환을 검출할 수 있는 방법이다. 특히 기존의 방법 [14,15,16]에서처럼 임계값을 자동으로 결정하기 위하여 또 다른 특정한 임계치를 설정하여 사용하거나, 하나의 비디오로부터 정의된 임계값을 다른 비디오에 적용하는 등의 문제점은 없다. 즉 다양한 비디오로부터 주어진 차이 값의 분포를 이용하여 직접적이고 적응적으로 임계값을 결정하기

때문에 자동 장면분할을 위한 자동 임계치 결정에 많은 장점을 가지고 있다.

(그림5, 6)에서는 뉴스와 관련된 비디오로부터 변형된 χ^2 -테스트를 통하여 추출되어진 전체적인 차이 값들의 분포 곡선과 자동 결정된 임계치에 의해 추출된 후보 키 프레임들을 보여주고 있다. 또한 제안된 평균과 표준편차 계산 및 자동 임계치-결정 알고리즘을 통하여 계산된 값들의 분포를 도표로 보여주고 있다.

(그림 5)에서는 자동 임계치-결정 알고리즘에 의해 4차에서 이루어진 표준편차($\sigma_4=64.5$)가 최대지점이므로 이 시점의 평균($m_3=277.4$)이 자동으로 임계치로 설정되어 장면전환 추출에 활용되어 진다.

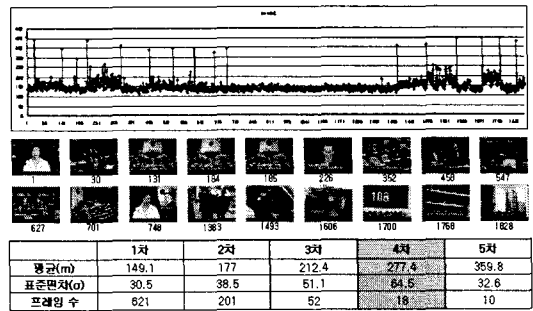


그림 5. 뉴스비디오의 차이 값들에 대한 평균, 표준편차 및 후보 키 프레임

Fig5. Means, standard deviations and candidate key frames for the difference values of News video

(그림 6)에서도 또한 자동 임계치-결정 알고리즘에 의해 4차에서 계산된 표준편차($\sigma_4=72.9$)가 최대지점이므로 이 시점의 평균($m_4=262.1$)이 자동으로 임계치로 설정되어 장면전환 추출에 활용되어 진다.

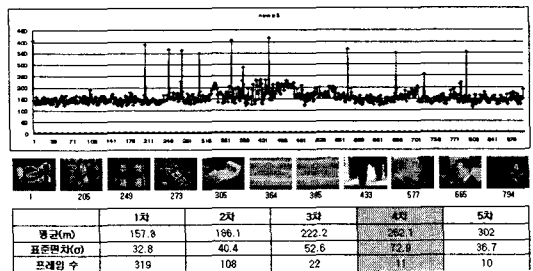


그림 6. 뉴스비디오의 차이 값들에 대한 평균, 표준편차 및 후보 키 프레임의 분포

Fig6. Means, standard deviations and candidate key frames for the difference values of News video

VI. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 다양한 장면의 변화를 검출하기 위하여 기존의 컬러 히스토그램과 χ^2 -테스트를 병합한 변형된 방법을 이용하였으며, 변형된 χ^2 -테스트에 의해 추출된 전체 차이 값들로부터 평균과 표준편차를 구하여, 평균을 만족하는 차이 값들의 부분 집합에 대한 평균과 표준편차를 순차적으로 제안된 방법에 의하여 계산함으로써, 표준편차가 최대지점에서 작아지는 시점의 평균을 기준으로 임계치를 결정하는 방법을 제안하였다.

제안된 방법은 자동으로 비디오를 분류하기 위한 방법 중 가장 기본이 되는 방법을 시도하고 있다. 즉 각 프레임들이 가지는 컬러 값들에 대한 특징을 보다 강건하게 계산하여 적용한 후, 이를 이용하여 연속된 프레임사이에서 차이 값을 생성하고, 이로부터 적당한 임계값을 자동으로 설정하여 장면전환 추출을 하고 있다. 이러한 접근 방법은 정규분포에 따른 각 평균값들과 표준편차, 신뢰도 정보 등을 바탕으로 하여 차이 값들의 분산정도에 따른 가장 최적의 임계치를 유도하기 위한 방법으로 확장하여 연구될 수 있다.

실험결과 제안된 방법은 기존의 χ^2 -테스트와 비교하여 세분화된 차이 값 추출에 좋은 성능을 보여주었으며, 장면전환의 검출을 위한 임계값의 자동결정을 지원함으로써 비디오 자동분류를 위한 기반작업의 효율성을 높여주고 있다. 또한 비디오의 일반적 특성을 통한 색인기술을 지원함으로써 다양한 검색을 요구하는 사용자의 의도에 보다 적절한 대응을 시도할 수 있는 시스템 개발에 적극적으로 활용될 수 있다.

그러나 본 논문에서 제안된 방법은 급진적 장면전환만을 모델로 하고 있으며, 점진적인 장면에서의 다양한 변화를 수용하지 못하고 있다. 또한 명암도가 급변하는 장면을 가지는 비디오 데이터에는 적절하게 임계치가 적용되지 못하는 문제점을 가지고 있다. 따라서 다양한 환경을 가지는 비디오 데이터에서의 보다 많은 실험이 요구된다.

참고문헌

- [1] C. L. Huang and B. Y. Liao, "A Robust Scene Change Detection Method for Video Segmentation," IEEE Trans on CSVT, Vol. 11, No. 12, pp. 1281-1288, December 2001.
- [2] U. Gargi, R. Kasturi, and S. H. Strayer, "Performance Characterization of Video Shot Change Detection Methods," IEEE Trans on CSVT, Vol. 10, No. 1, pp. 0001-0013, February 2000.
- [3] R. Brunelli, O. Mich, and C. M. Modena, "A Survey on the Automatic Indexing of Video Data," Journal of Visual Communication and Image Representation 10, pp. 78-112, 1999.
- [4] H. Zhang, A. Kankamhalli, and S. Smoliar, "Automatic partitioning of full-motion video," ACM Multimedia Systems, New York: ACM Press, Vol. 1 1993, pp. 10-28.
- [5] A. Dailianas, R. B. Allen, P. England: "Comparison of Automatic Video Segmentation Algorithms," In Integration Issues in Large Commercial Media Delivery Systems, Proc. SPIE 2615, pp. 2-16, Oct. 1995.
- [6] Rainer Lienhart, "Comparison of Automatic Shot Boundary Detection Algorithms," Storage and Retrieval for Still Image and Video Databases VII 1999, Proc. SPIE 3656-29, Jan, 1999.
- [7] A. Nagasaka and Y. Tanaka, "Automatic video indexing and full-video search for object appearances," Visual Database Syst. II, pp. 113-127, 1992.
- [8] I. K. Sethi and N. Patel, "A statistical approach to scene change detection," SPIE, vol. 2420, pp. 329-338, 1995.
- [9] U. Gargi, S. Oswald, D. Kosiba, S. Devadiga, R. Kasturi, "Evaluation of video sequence indexing and hierarchical video indexing," In:

- Proc. SPIE'95, Storage Retrieval Image Video Databases III, (1995) 144-151.
- [10] P. Browne, A. F. Smeaton, N. Murphy, N. O'Connor, "Evaluation and Combining digital video shot boundary detection algorithms," in Proc. of the 4th Irish Machine Vision and Information Processing Conference, Queens University Belfast, 2000.
- [11] Z. Cernekova, C. Nikou, I. Pitas, "Shot Detection in Video Sequences using Entropy-Based Metrics," ICIP 2002, Vol. 3, pp. 421-424, 2002.
- [12] Alan Hanjalic, "Shot-boundary detection: unraveled and resolved," IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 12, No. 2, pp. 90-105, February. 2002.
- [13] Lu Tong, P.N. Suganthan, "An Adaptive Cumulation Algorithm for Video Shot Detection," Proceedings of 2001 International Symposium on Intelligent Multimedia, Video and Speech Processing, pp. 296-299, May, 2001
- [13] Jianhao Meng, Yujen Juan, Shih-Fu Chang, "Scene Change Detection in a MPEG Compressed Video Sequence.", IS&T/SPIE Symposium Proceedings, Vol. 2419, February 1995
- [14] Xinying Wang, Zhengke Weng, "Scene Abrupt Change Detection," Electrical and Computer Engineering, 2000 Canadian Conference on, Vol. 2, pp880-883, 2000
- [15] Y. Yusoff, W. Christmas and J. Kittler, "Video Shot Cut Detection Using Adaptive Thresholding," BMVC2000 The Eleventh British Machine Vision Conference University of Bristol, 11-14 September 2000.
- [16] Dong Zhang, Wei Qi, Hong Jiang Zhang, "A New Shot Boundary Detection Algorithm," IEEE Pacific Rim Conference on Multimedia, pp. 63-70 2001.
- [17] 표성배, "비디오 데이터베이스 구축을 위하여 장면 전환 검출과 tit 클러스터링을 이용한 비디오 개요 추출," 한국컴퓨터정보학회논문지, Vol. 007, n.004, pp. 75-82, 2002.
- [18] 최내원, "동영상 이미지의 특징정보 분석 시스템 설계 및 구현," 한국컴퓨터정보학회논문지, Vol. 007, n.003, pp.1-8, 2002.

저자 소개



고 경 철

2001년 2월 군산대학교 컴퓨터과학
이학사

2003년 2월 군산대학교 컴퓨터과학
박사수료

〈관심분야〉 비디오 처리, 컴퓨터
비전, 지능형 에이전트



이 양 원

1994년 2월 숭실대학교 전자계산학과
이학박사

1979년~1986년 한국국방연구원
정보관리위원회 연구원

1986년~현재 군산대학교
컴퓨터정보학과 교수

〈관심분야〉 멀티미디어, 컴퓨터비전,
인공지능, 가상현실