

## 가변 참조 구간의 평균 특징값을 이용한 적응적인 장면 전환 검출 기법

### Adaptive Shot Change Detection Technique Using Mean of Feature Value on Variable Reference Block

김원희, 문광석, 김종남

Won-Hee Kim, Kwang-Seok Moon, Jong-Nam Kim

#### 요약

장면 전환 검출은 비디오 데이터의 효율적인 관리를 위한 주요 기술로서 다양한 영상에 실제적으로 적용하기 위해서 적응적인 검출 기술이 요구된다. 본 논문에서는 가변 참조 구간의 평균 특징값을 이용한 적응적인 장면 전환 검출 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 비디오 프레임에서 추출한 특징값들 중에서 가변 구간 동안의 평균 특징값을 참조하여 적응적 임계값을 정의하고, 특징값과 임계값을 비교하여 장면 전환 유무를 판단한다. 동일한 비디오 데이터를 사용한 실험을 통해서 제안한 방법이 기존의 방법들보다 검출 결과가 최대 15% 이상 향상되었음을 확인하였다. 제안한 방법은 여러 가지 특징 추출 방법에 대해서도 좋은 성능을 나타내었으며, 홈캐스트사의 TVUS 모델에서 구현함으로써 하드웨어 성능이 낮은 플랫폼에서 실시간 장면 전환 검출이 가능한 것을 확인하였다. 따라서 제안하는 방법은 휴대용 미디어 장치나 유사 휴대형기기에서 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

#### Abstract

Shot change detection is an important technique for effective management of video data, so detection scheme requires adaptive detection techniques to be used actually in various video. In this paper, we propose an adaptive shot change detection algorithm using the mean of feature value on variable reference blocks. Our algorithm determines shot change detection by defining adaptive threshold values with the feature value extracted from video frames and comparing the feature value and the threshold value. We obtained better detection ratio than the conventional methods maximally by 15% in the experiment with the same test sequence. We also had good detection ratio for other several methods of feature extraction and could see realtime operation of shot change detection in the hardware platform with low performance was possible by implementing it in TVUS model of HOMECASST company. Thus, our algorithm in the paper can be useful in PMP(portable multimedia player) or other portable players.

**Keywords** : Shot Change Detection, Adaptive Threshold, Variable Reference Block, Real-time, PMP

#### I. 서론

장면 전환 검출(shot change detection) 기술은 대용량 비디오 데이터의 효율적 관리를 위한 주요 기술로써 사용된다[1]. 시간적으로 연속적인 비디오 데이터를 계층적 구조의 재구성을 통하여 고속의 데이터 검색과 브라우징이 가능하게 하며, 대표프레임이나 색인 작업에 필수적으로 사용되는 기반 기술이다[2].

장면 전환 검출의 정의를 위해서는 장면의 정의가 선행되어야 한다. 장면은 비디오가 녹화되는 과정 중에서 카메라의 한 번의 시작과 정지까지의 프레임들의 집합으로 특별히 샷(shot)으로 정의된다. 보다 큰 의미의 장면은 하나의 의미적인 단위로 구분되는 신(scene)으로 정의되는데 이것은 샷의 집합으로 구성된다. 이런 장면과 장면의 경계를 검출하는 기술을 장면 전환 검출로 정의한다. 장면의 경계는 급진적이거나 점진적인 형태를 보이는데, 급진적(abrupt) 변화는 그 경계가 명확하여 검출이 용이하고, 점진적(gradual) 변화는 경계가 여러 프레임에 걸쳐 나타나며 그 검출이 비교적 어렵다.

장면 전환 검출은 여러 분야에서 연구되어 왔지만, 다양한 영상으로부터 모두 좋은 검출을 해내는 방법의 연구는 아직도 진행 중이다. 대부분의 알고리즘은 임계값과의 비교를 통하여 장면 전환의 유·무를 판단하기 때문에 이 문제

\* 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부

접수 일자 : 2008. 6. 16 수정 완료 : 2008. 10. 18

게재확정일자 : 2008. 10. 29

※ 본 연구는 중소기업청의 산학연공동기술개발지원사업(선도형)과 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업의 지원으로 수행되었음

는 결국 적응적 임계값 설정의 정확성과 직결된다. 다양한 영상에서도 정확하게 장면 전환을 검출 할 수 있는 알고리즘의 연구가 필요하다. 다음으로는 실시간으로 장면 전환 검출이 가능해야 한다는 점이다. 웹이나 미디어 플레이어, 미디어 재생 장치 등 실제 응용 환경에서 사용되기 위해서 대용량의 데이터를 고속의 실시간 검출이 가능한 계산복잡도가 낮은 장면 전환 검출 알고리즘의 연구가 필요하다. 마지막으로 PC이외의 장치에서의 연구가 필요하다. 현재 PC이외의 장치에서는 장면 전환 검출에 대한 연구가 거의 이루어지지 않고 있다. PMP를 비롯한 휴대용 장치에서 미디어 재생을 지원하기 때문에 차후 기술의 응용분야를 고려하여 PC 이외의 장치에서의 장면 전환 검출 연구는 반드시 필요하다.

본 논문은 다양한 영상으로부터 강인하게 검출이 가능한 장면 전환 검출 알고리즘 개발을 목표로 한다. 가변 참조 구간 동안의 평균 특징값을 이용해서 적응적인 임계값을 설정하였고, 이 임계값이 장면 전환의 기준으로 적합한 것을 검증하였다. 동일한 영상에 대한 실험을 통해서 기존의 방법들보다 검출 결과가 향상되었음을 검증하였고, PMP에 삽입하여 실시간 검출이 가능한 것을 확인하였다.

본 논문의 구성은 2장에서 기존 연구에 대하여 기술하였고, 3장에서는 제안하는 방법에 대하여 설명한다. 4장에서는 실험결과 및 분석을 기술하였고, 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

## II. 관련 연구

본 장에서는 다양한 장면 전환 검출의 분야 중에서 장면 전환 지점의 특징 추출 방법과 임계값 설정 방법에 대하여 기존의 연구들을 알아본다.

### 2.1 장면 전환 지점의 특징 추출 방법들

장면 전환 지점의 특징을 추출하는 방법은 장면 전환 검출 알고리즘의 이름으로 대표되기도 한다.

1991년에 Nagasaka는 연속되는 프레임의 히스토그램 차이를 이용한 히스토그램비교법, 히스토그램의 차이를 보다 강하게 나타내는  $\chi^2$ -test를 소개하였다[3]. 1993년에 Zhang은 연속되는 프레임의 대응되는 화소의 밝기값 차이를 이용하는 화소단위비교법, 연속되는 프레임의 대응되는 블록의 유사도를 이용하는 유사율비교법을 소개하였다[4].

이 외에도 장면 전환 지점의 특징을 추출하기 위한 방법으로는 다음과 같은 것들이 있다. 히스토그램비교법을 기반으로 하는 컬러히스토그램비교법, 블록히스토그램비교법, 누적히스토그램비교법, 히스토그램교차법 등이 있고, 연속되는 프레임의 대응되는 화소의 MSE를 이용하는 방법, 연속되는 프레임의 대응되는 화소들의 국부 분산값을 이용하는 방법, 차분프레임이나 차분히스토그램의 특징값을 이용하는 방법 등이 있다[5-6]. 위에 언급한 방법 외에도 많이 사용되는 방법들은 다음과 같다. 프레임의 DC 계수만을 모

아서 비교하는 DC계수비교법, 에지의 생성과 소멸 정도를 이용하는 에지변화비교법, 움직임 벡터를 이용하는 방법 등이 있다[7]. 또한 프레임의 평균과 분산등 통계적 수치를 이용한 Snedecor's F 기반의 방법이나 T-Student 기반의 방법이 있고, 주파수 영역의 변환을 통한 방법으로 DCT나 DFT, DWT 등을 이용한 방법들이 있다[8].

이 외에도 정규화된 벡터의 내적을 이용하는 방법, 영상 분할에 기반을 둔 방법, 클러스터링에 기반을 둔 방법 등이 있다[9]. 이와 같이 장면 전환 지점에서의 특징값을 찾기 위한 방법으로 굉장히 다양한 기법들이 사용되고 있다.

추출된 특징값들은 임계값과의 비교를 통해서 장면 전환을 판단하는데 사용된다. 다음 절에서 임계값의 설정방법과 적응적 임계값의 필요성을 알아본다.

### 2.2 임계값 설정 방법과 적응적 임계값의 필요성

추출된 특징값들을 임계값과의 비교를 통해서 장면 전환을 판단하므로 적절한 임계값의 설정은 검출 성능을 결정짓는 중요한 요소이다.

임계값을 결정하는 방법은 경험적인 방법과 적응적인 방법으로 분류된다. 경험적인 방법은 고정 임계값을 이용해서 반복적인 실험을 통해서 최적의 검출 결과가 나올 때까지 임계값을 변경하는 방법이다. 최적의 임계값을 구할 수 있지만, 많은 실험 횟수를 요구하며 한정된 비디오에만 적용이 가능하다. 적응적인 방법은 비디오 데이터 자체의 정보를 이용하여 임계값을 가변적으로 결정하는 방법이다. 만약 최적의 적응적 임계값 설정이 가능하다면 이 방법은 다양한 비디오 데이터에 적용해도 항상 최적의 검출 결과를 나타낸다.

그림 1에서는 서로 다른 비디오 시퀀스의 1000 프레임 동안의 특징값의 분포를 나타내었다. 특징값의 분포로부터 장면 전환을 판단하기 위한 임계값은 그림 1.a에서는 0.5, 그림 1.b에서는 1.2가 적절한 것을 알 수 있다. 즉, 서로 다른 비디오 시퀀스는 정확한 장면 전환 검출을 위해서 서로 다른 임계값을 필요로한다. 이런 특성은 하나의 비디오 시퀀스 내에서도 발생하는데, 구간에 따라서 다른 임계값을 적용해야 정확한 장면 전환 검출이 가능해진다. 따라서 임계값으로 고정된 하나의 값만 사용한다면 장면 전환 검출이 어렵다. 그러므로 정확한 검출을 위해서는 가변적이고 적응적인 임계값이 설정되어야 한다.

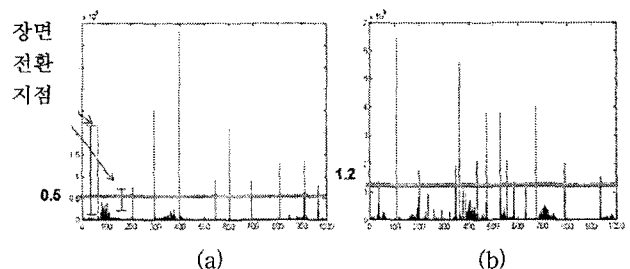


그림 1. 영상에 따른 임계값 분포((a)임계값=0.5, (b)임계값=1.2)  
Fig. 1. Distribution of fixed threshold according video sequence ((a)threshold=0.5, (b)threshold=1.2)

기존에 연구된 적응적인 임계값 설정 방법들은 다음과 같다. 2002년에 Cheng은 차분 히스토그램의 분산과 블록 기반의 히스토그램의 평균을 이용한 장면 전환 검출 방법을 제안했다 [10]. 이 방법은 일정 구간 내에서 분산값과 평균값 각각의 평균을 이용해서 장면 전환을 결정한다. 2005년에 Ko는  $\chi^2$ -테스트를 이용하여 추출된 값들의 평균과 표준편차를 이용한 장면 전환 검출 방법을 제안했다 [11]. 이 방법은  $\chi^2$ -테스트 결과 전체 시퀀스 중에서 평균값 보다 큰 프레임들에 대해서만 반복적으로 평균과 표준편차를 계산하고, 최종적으로 표준편차가 가장 큰 값일 때의 평균값을 임계값으로 설정하는 방법이다.

### III. 가변 참조 구간의 평균 특징값을 이용한 장면 전환 검출 방법

본 논문에서는 가변 참조 구간의 평균 특징값을 이용한 적응적인 장면 전환 검출 기술을 제안한다. 본 장에서는 히스토그램을 이용하여 특징값을 구하고 가변 참조 구간 동안의 평균 특징값을 이용하여 적응적 임계값을 구하는 방법을 알아본다.

#### 3.1 히스토그램 평균값

제안하는 방법에서는 장면간 전환점을 찾기 위한 요소로써 차분 히스토그램의 평균값을 이용한다. 연속된 두 프레임의 히스토그램의 차이를 구하고, 이 차분 히스토그램으로부터 평균값을 구하는 과정을 식 (1)에 나타내었다.

$$M_i = \frac{\sum_{j=0}^{255} |H_i(j) - H_{i-1}(j)|}{256} \quad (1)$$

여기서  $M_i$ 는 차분 히스토그램의 평균값,  $H_i$ 는 현재프레임의 히스토그램,  $H_{i-1}$ 은 이전프레임의 히스토그램을 각각 나타낸다. 일반적으로  $M_i$ 의 값이 임의의 임계값보다 클 경우에 장면 전환이 일어난 것으로 판정한다.

#### 3.2 적응적 임계값 설정 방법

임계값은 장면 전환 검출에서 기술의 성능을 결정하는 중요한 요소이다. 제안하는 적응적인 임계값 설정 방법은 가변 구간 동안의 평균 특징값을 이용한다. 프레임의 특징값으로는 히스토그램의 평균값, 프레임의 평균이나 분산, 컬러히스토그램이나  $\chi^2$ -테스트 등의 척도를 이용할 수 있으며, 식 (2)에서는 대표적으로 차분 히스토그램의 평균값을 이용한 임계값 설정 방법을 나타내었다.

$$T_i = \frac{\sum_{j=p+1}^{c-1} M_j}{c-p+1} \times W_i \quad (2)$$

여기에서  $T_i$ 는  $i$ 번째 프레임의 적응적 임계값,  $c$ 는 현재

프레임,  $p$ 는 이전의 장면 전환 프레임,  $W_i$ 는  $i$ 번째 프레임의 임계값 가중치를 각각 나타낸다. 즉,  $i$ 번째 프레임의 적응적 임계값  $T_i$ 는 이전의 장면 전환 프레임의 다음 프레임부터 현재 프레임의 이전 프레임까지의  $M_j$ 값의 평균에 임계값 가중치  $W_i$ 를 곱한값으로 정의할 수 있다.

제안하는 방법은 한 프레임씩 비교 프레임이 증가하면 특징값을 참조하는 구간도 변화시킨다. 장면 전환이 발생하면 이전의 참조구간들은 모두 제거하고, 새로운 참조 구간을 시작한다. 따라서 현재의 장면과 유사한 장면들의 특징값만 참조할 수 있으므로 정확한 장면 전환 검출을 유도할 수 있다.

#### 3.3 임계값 가중치 설정방법

가중치를 적용하지 않은 임계값은 장면 전환이 없는 프레임의 값과 유사하다. 따라서 그대로 사용하면 많은 오검출이 발생한다. 결과적으로 가중치를 적용하여 임계값을 증가시키고 오검출을 제거한다. 이 가중치는 일정한 상수를 곱하여 사용할 수 있다. 프레임의 크기에 따라서 어느 정도 신뢰성 있는 상수값을 얻을 수 있지만, 이런 방법은 완전 자동적 임계값 설정이 불가능하다.

따라서 제안하는 가중치 설정방법은 본 실험에서 사용된 176×144 크기의 프레임에서 히스토그램의 빈도수에 따라서 수식화하여 결정한다. 이 과정은 식 (3)과 식 (4)에 나타내었다.

$$N_i = \frac{\sum_{j=p+1}^{c-1} Z_j}{c-p+1} \quad (3)$$

$$W_i = 512/N_i \quad (4)$$

여기에서  $N_i$ 는 가변 구간 동안의  $Z_j$ 의 평균값,  $Z_j$ 는  $j$ 번째 차분히스토그램에서 빈도수가 0이 아닌 개별 구간의 개수를 각각 나타낸다. 즉, 차분히스토그램에서 빈도수가 0이 아닌 빈들의 개수를 누적 평균한 값을 512에 나누어준 값을 임계값 가중치로 정의한다. 512로 설정한 것은 하나의 히스토그램의 빈이 256개이고 한 번의 비교에서 두 개의 프레임의 히스토그램이 사용되기 때문이다. 특징값 참조 구간에 따라 가중치 역시 변화한다. 제안한 방법을 통해서 완전 자동적인 임계값 설정이 가능해지고, 영상이 바뀔 때 따라서 추가적인 사용자의 개입은 필요 없다.

#### 3.4 그림을 통한 제안한 방법의 설명

본 절에서는 예제를 통해서 제안한 방법을 설명한다. 그림 2에서는 비교 프레임의 이동과 이에 따른 참조 구간의 변경을 나타내었다. 그림 2를 바탕으로 제안한 방법을 설명하면 다음과 같다. 1단계에서는 두 프레임을 비교하여 차분 히스토그램의 평균값  $M_i$ 을 계산하고, 초기 임계값  $T_i = M_i$ 을 생성한다. 이 과정에서는 장면 전환 판단 과정은 생략된다. 2단계에서는 먼저  $M_j$ 를 계산하고,  $T_i$ 과  $M_j$ 를 비교하여

장면 전환을 판단하게 된다. 여기서는  $M_2 < T_1$  이므로 장면 전환이 발생하지 않으며, 따라서  $T_2 = (M_1 + M_2)/2$ 가 된다. 3단계에도 먼저  $M_3$ 를 계산하고,  $T_2$ 와  $M_3$ 을 비교한다. 여기서 역시  $M_3 < T_2$ 가 되므로 장면 전환이 발생하지 않으며  $T_3 = (M_1 + M_2 + M_3)/3$ 이 된다. 다음으로 4단계에서도 먼저  $M_4$ 를 계산하고,  $T_3$ 과  $M_4$ 를 비교하게 된다. 여기서는 장면이 바뀌는 부분으로  $M_4 > T_3$ 이 되고, 장면 전환 프레임의 번호가 저장된다. 그리고 임계값  $T$ 는 0으로 초기화된다. 이후의 장면 전환 검출의 진행은 위의 1-4단계를 반복하게 된다.

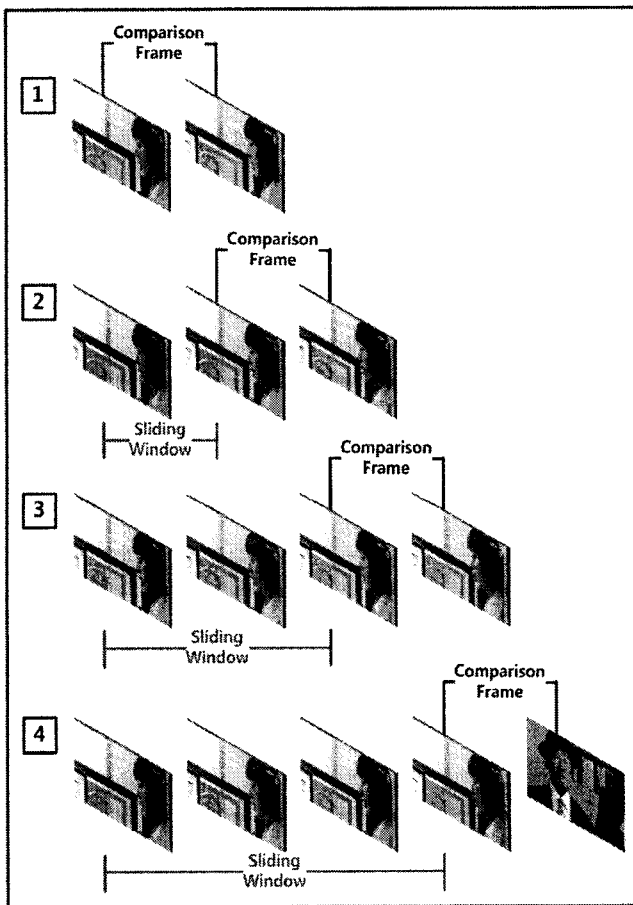


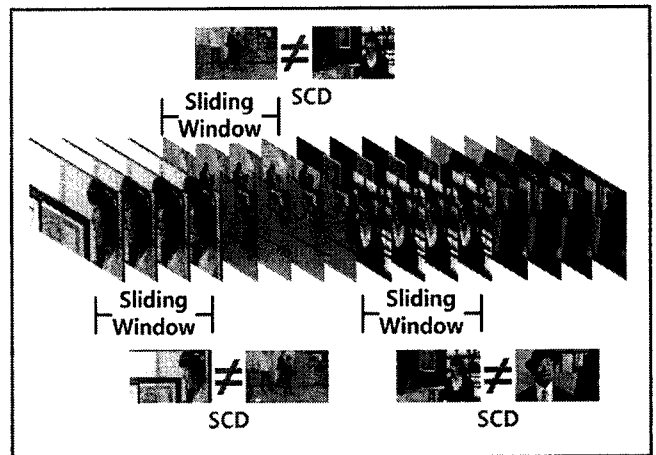
그림 2. 프레임 이동과 가변 참조 구간

Fig. 2. Frame move and variable reference block

그림 3에서는 참조 구간 설정에 따른 장면 전환 검출 결과를 비교하였다. 그림 3.a에서는 제안하는 가변 참조 구간을 이용한 경우를 나타내었다. 가변 참조 구간 방법을 사용하면 장면 전환이 발생하는 부분에서 유사한 프레임들의 특징들만을 모아서 다음 장면과 비교할 수 있으므로 보다 정확한 장면 전환 검출이 가능해진다. 반면 그림 3.b와 같이 고정된 참조 구간을 사용하게 되면, 여러 장면의 특징들이 섞이게 되므로 특정한 한 장면의 성질을 소실시킬 수 있다. 따라서 장면 비교에서 오검출이나 미검출이 발생할

수 있다.

그림 4에서는 가중치 사용의 필요성을 나타내었다. 제안한 임계값 설정 방법에서 가중치가 적용된 경우와 적용되지 않은 경우에 대한 프레임의 특징값과 임계값을 각각 나타내었다. 가중치가 적용된 좌측 표를 살펴보면 28번 프레임에서 장면 전환을 검출하였다. 이것은 실제로도 장면 전환이 발생한 프레임의 번호로써 정확하게 장면 전환을 찾아낸 것을 확인할 수 있다. 반면 가중치를 적용하지 않은 우측 표에서는 많은 오검출이 발생하게 되어 장면 전환 검출을 제대로 수행할 수 없음을 알 수 있다. 임계값이 차분 히스토그램의 평균값을 평균해서 계산되므로 이와 같은 현상이 발생하게 된다. 따라서 가중치를 적용하지 않은 경우에는 임계값의 신뢰도가 상대적으로 낮아지므로 가중치의 역할이 중요한 것을 확인할 수 있다.



(a)

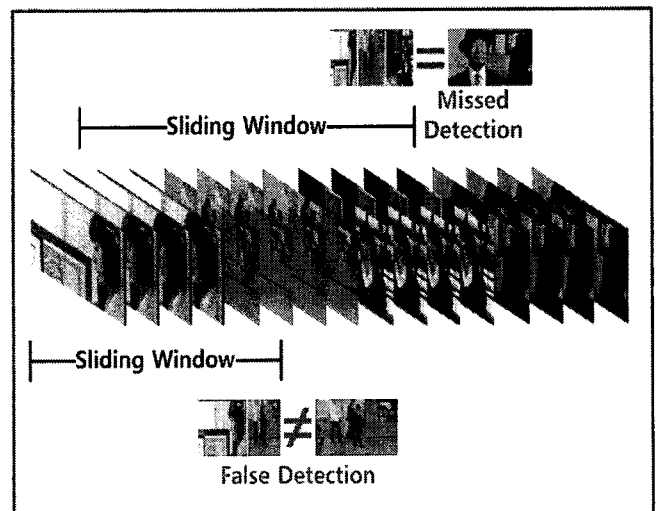


그림 3. 참조 구간에 따른 장면 전환 검출 비교  
((a) 가변 참조 구간, (b) 고정 참조 구간)

Fig. 3. Comparison of shot change detection according reference block  
((a) variable reference block, (b) fixed reference block)

3.5 제안한 방법의 전체 흐름도

연속된 두 프레임의 입력으로부터 차분 히스토그램의 평균값을 계산하고 이전 프레임까지 누적 평균값에 임계값 가중치  $W$ 를 곱한 적응적 임계값  $T$ 와 비교하여 장면 전환을 판단한다. 장면 전환일 경우에는 해당 프레임을 저장 또는 출력하고 사용한 임계값을 초기화 시킨다. 장면 전환이 없을 경우에는 히스토그램의 평균값을 임계값  $T$ 에 누적해서 평균을 구한다. 장면 전환이 발생한 다음 입력 프레임은 장면 전환 비교를 생략하고 임계값만 생성한다. 그림 4에서는 제안한 방법의 흐름도를 나타내었다.

표 1. 임계값 가중치 필요성  
Table 1. Necessity of threshold weighting

	Weighting applied			Weighting not applied		
	M	T×W	State	M	T	State
1	8.210938	0.000000	Start	8.210938	0.000000	Start
2	11.414063	11.581267	None	11.414063	8.210938	None
3	8.859375	18.335766		8.859375	0.000000	False
4	12.132813	19.923497		12.132813	4.429688	None
5	7.921875	22.703057		7.921875	0.000000	False
6	8.625000	22.592727		8.625000	3.960938	None
7	8.960938	22.794393		8.960938	0.000000	False
8	9.492188	23.031293		9.492188	4.480469	None
9	9.164063	23.379227		9.164063	0.000000	False
10	11.015625	23.527371		11.015625	4.582031	None
11	10.414063	24.161576		10.414063	0.000000	False
12	7.984375	24.595206		7.984375	5.207031	None
13	8.351563	24.361667		8.351563	0.000000	False
14	15.031250	24.253576		15.031250	4.175781	None
15	11.101563	25.411255		11.101563	0.000000	False
16	10.046875	25.761083		10.046875	5.550781	None
17	7.593750	25.914541		7.593750	0.000000	False
18	9.406250	25.557023		9.406250	3.796875	None
19	11.015625	25.633048		11.015625	0.000000	False
20	7.726563	25.939230		7.726563	5.507813	None
21	10.218750	25.661856		10.218750	0.000000	False
22	11.164063	25.724104		11.164063	5.109375	None
23	12.492188	26.028262		12.492188	0.000000	False
24	9.445313	26.337463		9.445313	6.246094	None
25	12.679688	26.421007		12.679688	0.000000	False
26	8.851563	26.716667		8.851563	6.339844	None
27	9.726563	26.596955		9.726563	0.000000	False
28	39.039063	26.572531	SCD	39.039063	4.863281	None
29	11.632813	0.000000	Start	11.632813	0.000000	False

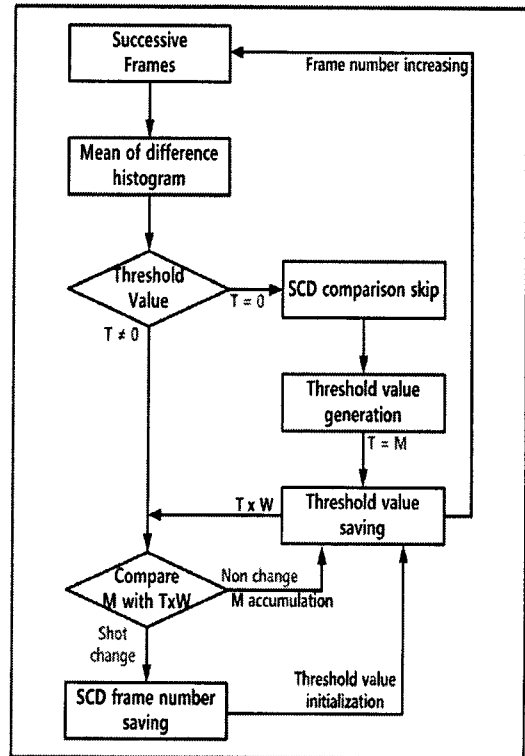


그림 4. 제안한 방법의 흐름도  
Fig. 4. Flow of proposed method

IV. 실험 및 결과

4.1 실험 환경

제안한 방법의 성능을 평가하기 위하여 다음 조건에서 실험을 하였다. PC의 환경은 CPU Core Duo 2.4GHz, RAM 2G이다. VC++ .net 7.1과 MATLAB 7.3에서 검출 프로그램을 구현하였다. 실험에 사용한 영상은 176×144 크기의 YUV(4:2:0) 포맷의 9000프레임 비디오 데이터 10개를 사용하였다. 표 2에서는 실험에 사용된 영상의 종류와 각 영상별 장면 전환 개수를 나타내었다. 총 장면 전환 개수는 736개이다.

표 2. 실험에 사용된 영상의 종류와 장면 전환개수  
Table 2. video title and a number of shot change frame

Genre	Title(The number of shot change frame)
Drama	War of money(52), Coffee prince(93), Prison break(88)
Movie	Freedom writers(111), Highway star(32), Oldmiss diary(52)
News	KBS news(69), SBS news tracking(63)
Show	Infinite challenge(98), Gag concert(78)

4.2 실험 내용

제안한 방법의 성능을 검증하기 위하여 4가지 실험을 수행하였다. 첫 번째 실험은 전통적으로 사용되는 장면 전환 검출 알고리즘들(T0~T9)과 비교하였다. 전통적인 알고리즘들은 고정 임계값을 사용하여 반복적인 실험을 통해서 최적의 결과를 구현하였다. 두 번째 실험은 적응적인 임계값을 사용하는 방법들(A1~A2)과 비교하였다. 세 번째 실험에서는 히스토그램의 평균값 외에 다른 특징값에 가변 참조 구간을 적용한 방법들(P2~P4)의 검출 결과를 나타내었다[12].

네 번째 실험은 고정적인 구간 참조를 사용한 방법들(F1~F2)과 비교하였다. 고정 참조 구간은 120프레임을 사용하였다. 120프레임은 실험에 사용된 전체 영상의 평균 장면 전환 검출 구간으로 계산된 값이다.

표에 나타나는 RS는 실제 장면전환수, FS는 검출한 장면전환수, CD는 정확하게 검출한 장면전환수, FD는 잘못 검출한 장면전환수, MD는 검출하지 못한 장면전환수, RT는 실행시간, P는 precision, R은 recall을 각각 의미한다. 표의 결과값들은 10개의 영상에 대한 결과를 평균한 것이다.

제안한 방법의 성능 평가 척도로서 precision과 recall, F1을 사용하였다[13]. precision은 정확하게 검출한 장면 전환 개수의 비율을 의미하고, recall은 검출하지 못한 장면 전환 개수의 비율을 나타낸다. F1은 precision과 recall의 조화 평균(harmonic mean)을 의미하며, 각각을 다음의 식 (5)~(7)에 나타내었다.

$$precision = \frac{N_c}{N_c + N_f} \tag{5}$$

$$recall = \frac{N_c}{N_c + N_m} \tag{6}$$

$$F1 = \frac{2 \times precision \times recall}{precision + recall} \tag{7}$$

여기에서  $N_c$ 는 정확하게 검출한 장면 전환 개수,  $N_f$ 는 잘못 검출한 장면 전환 개수,  $N_m$ 은 검출하지 못한 장면 전환 개수를 각각 나타낸다. 표의 실험결과에서는 precision과 recall에 각각 100을 곱해서 나타내었다.

4.3 실험 결과 및 분석

표 3에서는 첫 번째 실험 결과를 나타내었다. 비교방법에 따라 차이는 있지만 precision 2.5~23.9%, recall 0.6~21.3%, F1 1.2~22.6% 향상된 것을 알 수 있다. 고정된 임계값을 사용한 기존의 알고리즘들보다 효과적인 검출방법임을 검증하였다. 참고로 제안한 방법은 비교 방법 중에 가장 우수한 T4의 경우보다 계산량 관점에서 60%이상 감소되었다. T4의 경우 장면 전환 검출 프로그램의 실행시간이 74초인 것과 비교하여 제안하는 방법은 24초가 나온 것을 표에서 확인할 수 있다. 따라서 제안하는 방법이 상대적으로 빠른 시간에 정확한 검출을 하는 것을 알 수 있다.

표 3. 기존방법들과의 성능비교(실험 1)

Table 3. Performance comparison with conventional methods(experiment 1)

Methods	RS	FS	CD	FD	MD	P	R	F1	RT
T0 Pixel wise comparison[4]	736	736	622	114	114	84.5	84.5	84.5	21
T1 Likelihood ratio comparison[4]	736	735	705	30	31	95.9	95.8	95.9	28
T2 MSE comparison[6]	736	738	664	74	72	90.0	90.2	90.1	22
T3 Intensity histogram comparison[3]	736	734	686	48	50	93.5	93.2	93.3	23
T4 Color histogram comparison[5]	736	733	707	26	25	96.5	96.6	96.5	74
T5 Chi square test comparison[3]	736	737	704	33	32	95.5	95.7	95.6	23
T6 Variance comparison[1]	736	733	648	85	88	88.4	88.0	88.2	22
T7 Variance of different histogram comparison[13]	736	736	614	122	122	83.4	83.4	83.4	27
T8 Variance of different frame comparison[13]	736	736	640	96	96	87.0	87.0	87.0	26
T9 DC coefficient comparison[7]	736	735	552	183	184	75.1	75.0	75.1	28
P1 Proposed method	736	716	709	7	27	99.0	96.3	97.7	24

표 4에서는 두 번째 실험 결과를 나타내었다. 비교방법들은 recall에서 비교적 높은 결과가 나왔지만 precision이 현저히 떨어진다. 종합적인 검출결과인 F1을 비교하면 제안한 방법이 6.6%이상 향상되어 효과적인 검출을 수행하는 것을 알 수 있다. 표에서 나타난 것과 같이 비교 방법들은 최대 3배 이상의 검출 시간이 소요되는 것을 알 수 있다. 또한 비교 방법들은 시퀀스 전체의 특성을 분석해서 반복적으로 연산을 수행하게 되므로 실시간을 요구하는 응용 환경에는 적합하지 못하다.

표 4. 적응적 임계값 방법들과의 성능비교(실험 2)

Table 4. Performance comparison with adaptive threshold based methods(experiment 2)

Methods	RS	FS	CD	FD	MD	P	R	F1	RT
A1 Cheng's method[10]	736	806	694	112	42	86.1	94.3	90.0	37
A2 Ko's method[11]	736	864	729	135	7	84.4	99.0	91.1	78
P1 Proposed method	736	716	709	7	27	99.0	96.3	97.7	24

표 5에서는 세 번째 실험 결과를 나타내었다. 다른 3가지 특징값을 이용해도 검출결과에 크게 영향을 주지 않는 것을 확인할 수 있다. 따라서 제안한 임계값 설정 방법이 다른 특징값 추출 방법을 적용해도 그 신뢰성이 유지되는 것을 알 수 있다.

표 5. 다른 방법에 가변 참조 구간을 적용시킨 결과(실험 3)  
Table 5. Results applied variable reference block in other methods(experiment 3)

Methods		RS	FS	CD	FD	MD	P	R	F1
P1	Proposed method (Histogram)	736	716	709	7	27	99.0	96.3	97.7
P2	Weighting Variance[12]	736	718	686	32	50	95.5	93.2	94.4
P3	Chi square test comparison[3]	736	743	721	24	15	96.8	98.0	97.4
P4	Color histogram comparison[5]	736	710	698	10	29	98.6	96.0	97.3

표 6. 고정 참조 구간 방법들과의 성능비교(실험 4)  
Table 6. Performance comparison with fixed reference block based methods(experiment 4)

Methods		RS	FS	CD	FD	MD	P	R	F1
F1	Intensity histogram comparison[3]	736	722	689	31	45	95.7	93.9	94.8
F2	Color histogram comparison[5]	736	695	670	23	64	96.7	91.3	93.9
P1	Proposed method	736	716	709	7	27	99.0	96.3	97.7

표 6에서는 네 번째 실험 결과를 나타내었다. 비교 방법에 따라 차이는 있지만 제안한 방법이 Precision 2.3~3.3%, Recall 2.1~5.0%, F1 2.9~3.8% 향상되었다. 다른 실험 방법들은 그 결과가 현저하게 저하되어 결과에 포함하지 않았다. 가변적인 참조 구간이 고정 길이의 참조 보다 효과적으로 장면을 검출하는 것을 알 수 있다. 고정 참조의 경우 참조 길이의 결정 방법, 시작프레임부터 참조 길이를 만족할 프레임까지의 예외 처리 등 선 결되어야 할 문제점들이 있다.

제안한 방법의 성능을 4가지 실험을 통해서 검증하였다. 고정 임계값을 사용하여 최적의 결과를 보인 알고리즘들(실험1) 보다도 향상된 결과를 얻었으며, 적응적인 임계값을 사용한 방법들(실험2) 보다 빠르며 실시간에 적용 가능한 개선된 결과를 검증했다. 고정 참조를 이용한 방법들(실험4) 보다 참조 구간이 신뢰적임을 확인할 수 있었다. 또한 제안한 방법이 특징 추출 방법에 종속적으로 동작하는 것이 아님을 실험 3를 통해서 검증하였다.

결과적으로 제안한 방법은 비디오 데이터의 장면 전환 검출에 효과적으로 적용될 수 있다. 실험 환경과 동일한 제약 조건에서는 추가적인 사용자의 개입이 필요 없이 완전 자동적으로 동작할 수 있는 알고리즘이다.

#### 4.4 PMP 적용

제안한 방법은 PMP에서도 실시간 장면 전환 검출이 가능하다. 재생 중에 장면 전환을 검출하고, 로그파일에 프레임 시간을 기록한다. 이후 로그파일을 재생하면 장면 전환된 부분만 볼 수 있다. 위와 같은 방법으로 제안한 방법이 PMP에서 실시간 장면

전환 검출이 가능한 것을 확인했다. 그림 5에서는 PMP에서 검출한 장면 전환 프레임들을 나타내었다. 실험에 사용된 PMP는 Homecast사의 TVUS HM-900 PLUS 모델이다. 이 기기의 중앙처리장치는 Texas Instrument사의 DM320으로서 100Mhz의 DSP를 내장하고 있고, 내부적으로 5개의 스레드 (Gui, Bsi, Bso, Maf, Dsp) 간의 이벤트 처리를 통해서 비디오 데이터 처리가 이루어진다. PMP에서의 장면 전환 검출 프로그램은 WinCE5.0 운영체제에서 Embedded Visual C++ 4.0을 통해서 구현하였다.

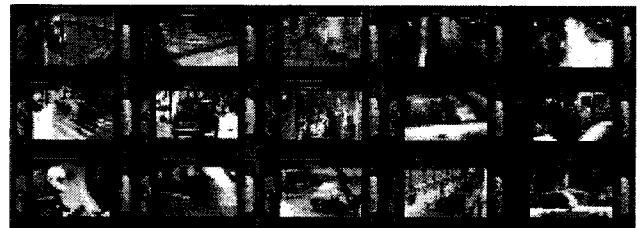


그림 5. 제안한 방법을 실제 PMP에 적용한 결과  
Fig. 5. Results of shot change detection on actual PMP

### V. 결론

본 논문에서는 가변 참조 구간의 평균 특징값을 이용한 적응적인 장면 전환 검출 알고리즘을 제안하였다. 비디오 데이터에서 추출한 특징값들 중에서 가변 구간 동안의 평균 특징값을 참조하여 적응적 임계값을 정의하고, 이 임계값을 통해서 장면 전환 유무를 판단하였다.

실험을 통해서 동일한 영상에 대해서 기존에 연구방법들보다 성능이 개선된 것을 알 수 있었다. 제안한 방법은 여러 가지 특징 추출 방법에서도 좋은 성능을 나타내었으며, 최대 15% 이상 장면 전환 검출률이 향상되었다. 또한 PMP에 적용하여 구현함으로써 하드웨어 성능이 낮은 플랫폼에서 실제 실시간 장면 전환 검출이 가능한 것을 확인하였다. 따라서 본 논문의 제안 방법은 일반 컴퓨터와는 달리 하드웨어 성능이 낮은 PMP와 같은 휴대용 미디어 재생 장치나 미디어 플레이어에서 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

### 참고 문헌

- [1] C. Cotsaces, N. Nikolaidis and I. Pitas, "Video Shot Detection and Condensed Representation," *IEEE Signal Processing Magazine*, Vol. 23, pp. 28-37, 2006.
- [2] S. W. Smoliar and H. J. Zhang, "Content-Based Video Indexing and Retrieval," *IEEE Multimedia*, Vol. 1, no. 2, pp. 62-72, 2006.
- [3] A. Nagasaka and Y. Tanaka, "Automatic Video Indexing and Full Video Search For Object Appearances," *Proceedings of the IFIP TC2/WG 2.6 Second Working Conference on Visual Database*

*Systems II*, pp. 113-127, 1991.

- [4] H. J. Zhang, A. Kankamhalli and S. W. Smoliar, *Automatic partitioning of full-motion video*, ACM Multimedia Systems, New York, 1993.
- [5] U. C. Morshed, R. Rezwanur, S. Joydip and K. Raiyan, "Fast Scene Change Detection Based Histogram," *ICIS 2007*, pp. 229-233, 2007.
- [6] 최우진, 김단환, 정기봉, 오무송, "MSE를 이용한 동영상의 장면전환검색에 관한 연구," *한국정보과학회 춘계학술발표논문집*, 제28권, 제1호(b), pp. 171-179, 2001.
- [7] U. Gargi, R. Kasturi and S. H. Strayer, "Performance Characterization of Video-Shot-Change Detection Methods," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 10, No. 1, pp. 1-13, 2000.
- [8] J. Bescos, G. Cisneros, J. M. Martinez, J. M. Menendez and J. Cabrera, "A unified model for techniques on video-shot transition detection," *IEEE transaction on Multimedia*, Vol. 7, pp. 293-307, 2005.
- [9] J. Bescos, G. Cisneros and J. M. Menendez, "Multidimensional Comparison of Shot Detection Algorithms," *Proceedings of International Conference on Image Processing*, Vol. 2, pp. II-401-II-404, 2002.
- [10] Y. Cheng, X. Yang and D. Xu, "A Method for Shot Boundary Detection With Automatic Threshold," *Proceedings of IEEE TENCON*, Vol. 1, pp. 582-585, 2002.
- [11] 고경철, 이양원, "비디오 분할을 위한 자동 임계치 결정 알고리즘," *한국컴퓨터정보학회논문지*, 제10권, 제6호, pp. 65-73, 2005.
- [12] 김원희, 정용재, 유태경, 문광석, 김종남, "가중치 분산을 이용한 적응적 장면 전환 검출," *한국멀티미디어학회 추계학술발표대회논문집*, 제10권, 제2호, pp. 275-278, 2007.
- [13] G. Boccignone, A. Chinaese, V. Moscato and A. Picariello, "Foveated Shot Detection for Video Segmentation," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 15, pp. 365-377, 2005.



**김 원 희(Won-Hee Kim)**

2007년 2월 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부(공학사)  
2007년 3월 ~ 현재 부경대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사과정 재학

※주관심분야 : 장면전환검출, 워터마킹, 영상처리



**문 광 석(Kwang-Seok Moon)**

1979년 2월 경북대학교 전자공학과(공학사)  
1981년 2월 경북대학교 전자공학과(공학석사)  
1989년 2월 경북대학교 전자공학과(공학박사)  
1988년 1월 ~ 12월 일본 동경대학교 학부 연구원  
1997년 8월 ~ 1998년 7월 미국 Jackson State University 객원교수

1990년 3월 ~ 현재 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 교수  
※주관심분야 : 영상신호처리, 적응신호처리



**김 종 남(Jong-Nam Kim)**

1995년 2월 금오공과대학 전자공학과(공학사)  
1997년 2월 광주과학기술원 정보통신공학과(공학석사)  
2001년 8월 광주과학기술원 기전공학과(공학박사)  
2001년 8월 ~ 2004년 2월 KBS 기술연구소 선임연구원  
2003년 4월 ~ 현재 (주)홈캐스트 사외이사  
2004년 4월 ~ 현재 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 교수

※주관심분야 : 영상신호처리, 멀티미디어 보안