2001年度 第14回 信號處理合同學術大會 論文集 第14卷 1號

강한 에지 블록의 비교에의한 장면 전환 검출

송한새, 김일구, 조남익
서울대학교 전기컴퓨터공학부

Scene Change Detection by the Comparison of Strong Edge Blocks

Han Sae Song, Il Koo Kim and Nam Ik Cho
School of Electrical Engineering, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea
E-mail : {merlin, lit2eng}@ispl.snu.ac.kr, nicho@snu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 비디오 영상에서 장면 전환을 검출하는 알고리듬을 제안한다. 장면 전환 검출은 비디오 프레임 사이의 유사도를 측정하여 이루어 진다. 유사도는 비디오 영상의 특성을 나타내는 지표를 추출하고 이를 비교함으로써 얻어진다. 비디오 영상의 특성 지표는 비디오 영상 전체에서 추출하는 것이 일반적이나 제안하는 알고리듬에서는 비디오 영상에서 강한 에지 부분을 포함하는 여러개의 블록에서만 추출된다. 이렇게 함으로써 배경보다 더 중요한 정보를 가진 에지 주변의 칼라 변화에 집중하는 효과를 얻게된다. 실험 결과는 강한 에지 블록에서 얻은 지표가 점진적 장면 전환(dissolve,wipe) 검출에 효과적임을 보여준다. 제안하는 알고리듬은 또한 Cut탐지에도 비교적 좋은 성능을 보인다. 그리고 Fade-in/out을 간단하면서 효과적으로 탐지할 수 있는 방법을 제시한다.

1 서론

정보의 압축, 전송 및 저장 기술의 발전에 힘입어 디지털 멀티미디어가 급속히 증가하고 있다. 이에 따라, 멀티미디어 데이터의 내용기반 검색에 대한 요구가 증가하고 있다. 비디오 영상의 경우 많은 정지영상들로 이루어져 있기 때문에 사용자의 검색 질의에 대하여 비디오내의 모든 영상을 탐색하는 것은 시간을 많이 소모하는 작업이다. 이에 따라 보다 효과적인 내용 기반 비디오 검색을 위한 연구가 활발히 진행되어 왔다 [1, 2, 3]. 비디오 영상을 분류하고 검색하는데는 비디오의 내용을 효과적으로 표현할 수 있는 방법이 필수적이다. 내용기반 비디오 검색에서 비디오의 내용을 표현하는 특징으로는 주로 키 프레임과 움직임 기술자가 이용된다. 키 프레임을 추출하기 위해서는 비디오가 먼저 비슷한 내용을 담고있는 장면의 단위로 구분되어야 한다. 따라서, 효과적인 장면 전환 검출은 내용 기반 비디오 검색에서 가장 중요한 요소이며, 본 논문에서는 이 장면 전환 검출 문제에 집중하고 있다.

장면 전환은 크게 두가지 부류로 나뉘어 진다. 하나는 갑작이 화면이 변하는 Cut이고 다른 하나는 점진적인 장면 전환이다. 점진적인 전환은 dissolve, wipe, fade-in/out으로 크게 4가지로 다시 나뉘어 진다. Dissolve는 한 장면이 서서히 사라지면서 동시에 새로운 장면이 나타나는 효과이고, Wipe는 선 혹은 면이 화면을 쓸고 지나가면서 새로운 장면이 나타나는 것이다. Fade-in은 검은 화면에서 장면이 서서히 나타나는 것이고, Fade-out은 화면이 서서히 검게 되는 것이다. 이들을 검출하기 위하여 많은 장면 전환검출 알고리듬이 제안되었다 [4, 5, 6, 8, 9]. Cut 탐지에는 칼라 히스토그램이 널리 사용되는데 계산량이 적은데 비해 정확성이 좋다 [1, 3]. 점진적 장면 전환 검출은 일반적으로 Cut 탐지보다 어렵다. 인접 프레임사이에 변화가 적어 탐지하기 어렵기 때문인데 이를 극복하기위한 방법의 한가지로 인접한 프레임을 비교하지않고 일정 간격 떨어진 프레임을 비교하여 뚜렷한 차이를 얻는 방법이 있다 [3]. 또 다른 흥미로운 방법은 특징 기반 검출 방법 [5]으로 인접 프레임간의 에지의 변화율을 사용하여 장면 전환을 찾는다. 이 에지 기반 방법은 Cut과 점진적 전환 검출에서 히스토그램 방법에 비해 매우 높은 정확성을 보인다. 그러나 화면이 어두운 경우 같이 에지를 찾기가 힘든 상황에서는 적용하기가 어려우며, 에지사이의 움직임 보상을 위해 계산량이 많다.

본 논문에서는 Cut, Dissolve, Wipe, Fade-in/out을 검출하는 알고리듬을 제안한다. 장면 전환 검출에 사용되는 지표는 전체 화면에서 추출되는 것이 일반적이다. 그러나 제안하는 알고리듬에서는 화면에서 강한 에지를 가지는 부분에 블록을 설정하고 이 블록들 내의 색깔 정보를 이용하여 장면 전환 검출 지표를 추출하게 된다. 에지 부분에 집중함으로써 장면 전환의 경계에서 검출 지표들 사이에 더 뚜렷한 차이를 얻을 수 있고, 또한 에지의 특성을 반영하기 때문에 Dissolve와 Wipe를 효과적으로 검출할 수 있다. Fade-in/out은 일정한 강도 이상의 에지를 가지는 블록의 갯수를 세는 방법으로 간단하면서 효과적으로 검출될 수 있다.

2 장면 전환 검출 알고리듬

2.1. 알고리듬 개요

기존의 알고리듬에서 칼라와 에지는 장면 전환을 검출하는데 핵심적인 지표의 역할을 한다 [2, 3, 4, 5, 8]. 영상의 칼라 특성을 표현하는 방법 중에서는 칼라 히스토그램이 움직임에 강인하기 때문에 널리 사용된다. 칼라 히스토그램은 영상의 거시적인 정보을 제공해 주며 작은 색의 변화에는 민감하지 않다. 이런 특성이 움직임에 강인하게 한다. 그러나 영상에서 배경과 같은 떳떳 지배적인 색깔들이 다른 중요한 색깔들의 변화를 가려버리는 단점이 있다. 에지는 영상내의 물체의 윤곽을 표현할 수 있다는 점에서 칼라가 표현할 수 없는 부분의 정보를 제공한다. 에지 기반의 방법 [5]에서 보인 것처럼 에지는 Cut은 물론이고 점진적 장면 전환에도 매우 효과적이다. 그러나 에지 기반 방법은 에지간에 움직임을 보상해 주어야 비교가 가능하다는 점에서 계산량이 많다. 또한 에지를 잘 찾을 수 없는 경우에는 잘못된 결과를 내게 된다.

제안하는 알고리듬은 에지 주변의 색깔이 다른 색들보다 시각적으로 중요하며 더 대조되어있다는 생각에 기초한다. 에지 주변에 집중하기 위해서 영상에서 강한 에지가 있는 부분에 서로 겹치지 않는 블록들을 설정한다. 이 블록들을 *강한 에지 블록*이라고 정의한다. 그리고 이 블록들내의 화소만을 이용하여 장면 전환 검출 지표를 추출함으로써 배경과 같은 색깔이 지배적으로 나타나는 것을 막을 수 있다. 또한 에지의 특성을 반영하여 점진적인 장면 전환을 효과적으로 검출할 수 있다. Cut 검출을 위해서는 각각의 강한 에지 블록들과 인접프레임

사이의 최소 SAD[1]를 구하고 이들의 합을 검출 지표로 사용한다. 점진적인 장면 전환 검출을 위해서는 강한 에지 블록내의 화소만으로 구한 칼라 히스토그램이 비교되는데, 뚜렷한 차이를 얻기위해 n번째 프레임의 히스토그램과 $(n-k)$번째 프레임의 히스토그램이 교집합 연산된다. 이렇게 구한 칼라 히스토그램 교집합 값은 Dissolve와 Wipe에 해당하는 정점을 찾기 위해 약간의 신호처리 과정을 거친다.

강한 에지 블록의 갯수는 실험 결과 20에서 40개 정도면 적당하다. 그리고 각 블록의 크기는 강한 에지 블록들에 속하는 전체 화소의 갯수가 전체 영상이 가지는 화소 갯수의 5%에서 10%정도가 되도록 정하면 충분하다. 위의 조건을 만족하는 경우 강한 에지 블록에서 추출된 칼라 히스토그램은 같은 장면내에서 변화가 크지않다.

다음 장에서는 강한 에지블록을 설정하는 방법과 장면 전환 검출에 대해 자세히 기술한다.

2.2. 강한 에지 블록의 설정

강한 에지 블록을 만들기 위해 우선 비디오 프레임 내에에 일정 간격으로 위치한 초기 블록들의 집합을 정의한다. 프레임에서 에지를 찾은 후, 강한 에지가 있는 위치에 서로 겹치지 않게 블록을 설정한다. 즉, 각 초기 블록을 초기위치에서 강한 에지가 있는 곳으로 이동시킨다. 만약 어두운 화면과 같이 강한 에지가 충분하지 않을 때는 모든 초기 블록이 강한 에지의 위치에 설정 되지 못하고 초기위치에 그대로 머물러 있는 블록이 생긴다. 강한 에지에 설정된 블록을 *활성 블록*이라 정의하고, 그렇지 못한 블록은 *비활성 블록*으로 정의한다. 활성 블록과 비활성 블록은 강한 에지 블록이 가질 수 있는 두가지 상태이다. 에지의 강도는 3 × 3 소벨 연산자 (Sobel operator)를 비디오 프레임에 적용하여 얻은 기울기 벡터 (gradient vector)의 크기로 정의한다.

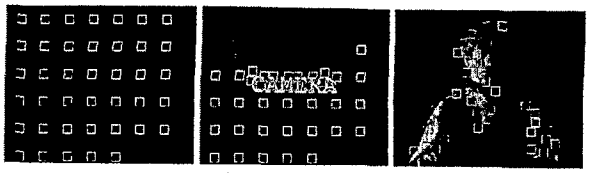
강한 에지 블록을 설정하는 방법은 다음과 같다. 우선 각 화소 위치에서 기울기 벡터 크기를 구하고 기울기 지도를 만든다. 기울기 지도는 2차원 배열로 각 화소의 위치에 기울기 벡터의 크기를 저장하고 있다. 기울기 지도를 순차적으로 읽어가면서 N_{max} 개의 강한 에지 블록을 찾게 된다. 강한 에지 블록이 겹치지 않는다는 조건을 만족시키는 범위안에서, 기울기 지도에서 가장 큰 기울기 위치부터 N_{max} 번째 큰 기울기 위치가 강한 에지 블록의 중심위치가 된다. 실제로는 강한 에지 블록을 점차 갱신하는 방법을 사용하는데, 현재까지 찾은 강한 에지 블록들 중 가장 작은 기울기 벡터 크기를 가지는 블록보다 더 큰 기울기 벡터 크기가 기울기 지도에서 발견되고 그 위치가 다른 블록과 겹치지 않으면 가장 작은 기울기 벡터를 가지는 블록에 새로 발견된 위치와 기울기 벡터 크기를 설정한다.

잡음 화소나 잡음 영역이 있다면, 이들은 큰 에지 강도를 갖게되며 강한 에지로 오인되 성능을 저하시킨다. 이런 잡음이 활성 블록으로 설정되지 않도록하기 위해, 각 블록를 상하로 이등분 하여 상하의 평균 밝기의 차이를 구하고 마찬가지로 좌우를 이등분하여 각각의 평균 밝기의 차이를 구한다. 위의 두 차이가 모두 임계값 이하이면 이 블록의 중심 화소가 "salt and pepper" 잡음일 가능성이 매우 높다. 따라서 이런 곳은 블록 설정에서 제외된다. 또한 블록내에서 밝기 차이가 임계값이하인 경우를 제외함으로써 일정 에지 강도 이상의 블록만 활성 블록이 되도록 조절하는 역할도 한다. 그림 1 은 비활성 블록과 활성 블록의 예를 보여준다. 강한 에지 블록을 얻는 알고리듬은 다음과 같이 요약된다.

STEP 1. 기울기 지도를 만들기 위해 밝기(luminance) 영상에 3 × 3 소벨 연산자를 적용한다.

$$G_{map}(x,y) = \sqrt{{G_x}^2(x,y) + {G_y}^2(x,y)} \qquad (1)$$

[1]Sum of Absolute Difference



(a) (b) (c)

그림 1: 강한 에지 블록의 예 (a) 모든 블록이 비활성 블록일 때, (b) 활성 블록과 비활성 블록이 섞여 있을 때, (c) 모든 블록이 활성 블록일 때

$G_{map}(x,y)$: 기울기 지도.
$G_x(x,y)$: x 방향 기울기.
$G_y(x,y)$: y 방향 기울기.

STEP 2. 주어진 최대 블록 갯수 (N_{max})와 블록 크기 ($L \times M$)로 부터, N_{max}개의 초기 블록을 만들고 블록의 중심위치를 프레임에 고르게 분포하도록 정한다.

$$Col = \left\lceil \sqrt{N_{max} \times Width/Height} \right\rceil \qquad (2)$$

$$Row = \lceil N_{max}/Col \rceil \qquad (3)$$

$$P_{center}(i) = (P_x(i), P_y(i)) \quad i = 0, 1, 2, \cdots, N-1 \qquad (4)$$

$$P_x(i) = (i \bmod Col) \times (Width)/Col + L/2 \qquad (5)$$

$$P_y(i) = \lfloor i/Col \rfloor \times (Height)/Row + N/2 \qquad (6)$$

N_{max} : 강한 에지 블록의 최대 갯수
$Width$: 비디오 프레임 너비
$Height$: 비디오 프레임 높이
Col : 초기 블록이 정렬될 열의 수
Row : 초기 블록이 정렬될 행의 수
$P_{center}(i)$: i 번째 블록의 중심 위치
L : 각 블록의 너비
M : 각 블록의 높이

그림 1에서 사용된 값은 다음과 같다: $N_{max} = 40$, $Width = 350$, $Height = 288$, $L = M = 16$, 수식 (2), 수식 (3)로 부터 $Col = 7$, $Row = 6$.

STEP 3. 초기 블록을 갱신하여 일정 조건을 만족하면서 강한 에지에 위치하도록 한다. 이 단계에서 얻게되는 N_a 개의 블록은 활성 블록이 된다. 만약 활성 블록의 갯수 N_a가 N_{max}보다 작으면, $(N_{max} - N_a)$ 개의 블록이 초기 위치에 남아있게 되며, 비활성 블록이 된다.

$M_{center}(i) = 0, \quad i = 0, \cdots, N_{max} - 1,$
FOR $x := L/2$ TO $Width - L/2$
FOR $y := M/2$ TO $Height - M/2$
IF 아래 조건을 모두 만족하면

$$\begin{cases} G_{map}(x,y) > \min_{i=0,1,2,\cdots,N_{max}-1}(M_{center}(i)) \\ \text{중심의 위치가}(x,y)\text{인 블록이 기존의 블록들과 겹치지 않으면)} \\ |I^{avg}_{x,y}(\text{upper half pixels}) - I^{avg}_{x,y}(\text{lower half pixels})| > T \\ |I^{avg}_{x,y}(\text{right half pixels}) - I^{avg}_{x,y}(\text{left half pixels})| > T. \end{cases}$$

THEN

$$minindex := \underset{i=0,1,2,\cdots,N_{max}-1}{\arg\min} (M_{center}(i))$$

$$P_{center}(minindex) := (x, y)$$
$$M_{center}(minindex) := G_{map}(x, y).$$

$M_{center}(i)$: i번째 강한 에지 블록의 중심 위치에서 기울기 벡터의 크기
$I^{avg}_{x,y}(\cdot)$: 중심위치가 (x, y)인 블록의 절반부분에서 평균 밝기
T : 임계값 (그림 1에서 $T = 20$)

2.3. 장면 전환 검출을 위한 지표

강한 에지 블록이 위에서 설명한 방법대로 정의된 후 블록들로 부터 장면 전환 검출을 위한 특징들이 추출된다.

A. Wipe 와 dissolve의 탐지

Wipe와 Dissove를 검출하기 위해 n번째 프레임과 $(n-k)$번째 프레임의 칼라히스토그램이 비교된다. 칼라히스토그램은 강한 에지 블록 내의 화소만으로 얻게 되며 칼라히스토그램 교집합은 다음과 같이 표현 된다.

$$HI(n, n-k) = \frac{1}{L \times M \times N_{max}} \sum_{i=0}^{255} \Big(\min\left(H^R_n(i), H^R_{n-k}(i)\right) + \min\left(H^G_n(i), H^G_{n-k}(i)\right) + \min\left(H^B_n(i), H^B_{n-k}(i)\right) \Big), \quad (7)$$

위의 식에서 $H^R_n(i), H^G_n(i), H^B_n(i)$은 n번째 비디오 프레임을 RGB로 분해한후 각 색깔의 히스토그램을 구한것이며 히스토그램에서 i번째 요소의 값을 나타낸다. 새로이 정의하는 수열 $M_{HI}(x)$은 $(x - k/2)$번째 프레임과 $(x + k/2)$번째 프레임 간의 칼라히스토그램 교집합 값이다. 즉,

$$M_{HI}(x) = HI(x + k/2, x - k/2) \quad (8)$$

이다. 만약 $(x - k/2)$번째 프레임과 $(x + k/2)$번째 프레임 사이에 장면 전환이 있다면, $M_{HI}(x)$ 값이 x번째 프레임 근처에서 정점을 갖는 언덕 모양이 될 것이다. 그림 2(a)는 $M_{HI}(x)$가 점진적 장면 전환에서 나타내는 전형적인 언덕 모양의 그래프를 보여준다. k만큼 떨어진 프레임 사이의 히스토그램 교집합 값인 $M_{HI}(x)$의 정점을 찾기 위해 먼저 다음과 같이 이동 평균을 취한다.

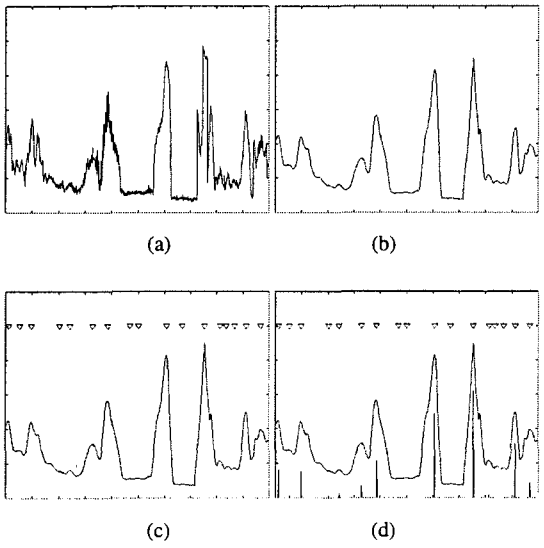


그림 2: 칼라 히스토그램 교집합에서 추출된 지표 (a) $M_{HI}(x)$, (b) $M_{HI}(x)$의 이동 평균, (c) (b)에서 찾은 정점들, (d) 완성된 장면 전환 검출 지표 (임펄스로 표현된 것).

$$M^{AVG}_{HI}(x) = \frac{1}{k+1} \sum_{n=-k/2}^{n=k/2} M_{HI}(x + n), \quad (9)$$

그림 2(b)는 이동 평균 후의 그래프를 보여준다. 그 다음, 장면 전환의 후보가 되는 정점 들을 찾는다. 정점의 위치는 그림 2(c)에서 작은 역삼각형으로 표시 되어있다. 그러나 작은 요동에서 나타나는 정점들은 장면 전환의 경계일 수 없으므로 이동 평균의 결과 값인 $M^{AVG}_{HI}(x)$을 p_i (i번째 정점의 위치)를 중심으로 다음과 같이 처리해 준다.

$$\text{For all } x,\ M^{FINAL}_{HI}(x) =$$
$$\begin{cases} \sum_{n=-k/2-10, n\neq 0}^{k/2+10} \left[M^{AVG}_{HI}(x) - M^{AVG}_{HI}(x+n) \right] & \text{if } x = p \\ 0 & \text{if } x \neq p \end{cases} \quad (10)$$

그러면 크고 뾰족한 정점들은 $M^{FINAL}_{HI}(x)$에서 큰 값을 가지게 되며 이 값이 임계값보다 크면 Wipe와 Dissolve로 탐지한다. $M^{FINAL}_{HI}(x)$값은 그림 2(d) 에서 임펄스 처럼 나타난다.

B. Cut의 탐지

Cut 탐지 지표는 최소 SAD들의 합을 기반으로 한다. 어떤 블록의 최소 SAD는 비디오 코딩에서 움직임 추정과 유사하게 인접한 프레임간에 블록 탐색을 통해 얻어진다. 각각의 강한 에지 블록에대해 다음 프레임에서 일정 범위를 탐색하여 가장 작은 SAD값을 가지는 영역을 찾는다. 그리고 각 블록의 최소 SAD를 모두 더한 최소 SAD 합을 구하고 이 값이 임계값보다 크면 장면 전환으로 검출한다. 그림 3은 최소 SAD들의 합을 시간에 대해 그린 그림이다.

C. Fade-in/out의 탐지

fade-in/out의 탐지에는 활성 블록의 갯수가 사용된다. Fade-in이 일어나기 바로 직전에는 화면이 단일색 (대개 검은색)으로 이루어진 영상이다. 따라서 모든 강한 에지 블록이 비활성 블록이다. 즉, $N_a = 0$이다. Fade-in이 진행되면 약간의 활성 블록들이 나타나기 시작한다. 그러므로 fade-in은 활성 블록의 갯수가 증가하면서 일정 임계값을 넘어서게 되면 탐지된다. Fade-out은 N_a가 점차 작아지다가 임계값 이하가 되면 탐지된다.

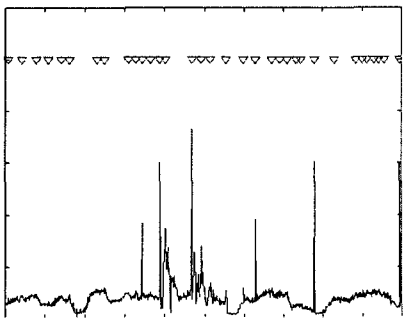


그림 3: 최소 SAD의 합

2.4. 장면 전환 검출을 위한 임계값의 자동 결정

위에서 설명한 두개의 지표인 $M_{HI}^{FINAL}(x)$ 와 최소 SAD 합을 사용하여 장면 전환을 검출하기 위해서는 각각의 지표에 대해 임계값이 필요하다. 임계값은 미리 정해진 전역 임계값이 사용될 수도 있다. 그러나 장면 전환 검출의 결과는 임계값에 따라 매우 의존적이므로 임계값을 자동으로 결정하는 연구도 많이 진행되고 있다 [7, 10]. 본 논문에서도 역시 다양한 특성을 가지는 비디오에 대응하기위해 자동으로 임계값을 결정하는 방법을 사용한다. $M_{HI}^{FINAL}(x)$값과 SAD 그래프를 클러스터링하여 각각의 임계값을 구하는 것이 핵심이다. 더 나은 클러스터링을 위해 매우 큰 값과 작은 값은 제외된다. 자세히 설명하면, 먼저 0과 1사이로 정규화한 후 0.5이상의 값과 0.3이하의 값은 제외한다. 그 다음 K 평균 클러스터링 방법을 사용하여 두개의 클러스터로 나누며 클러스터의 경계를 임계값으로 한다.

3 실험 결과

실험에 사용된 비디오는 9개의 MPEG 비디오이며 총 66,486장의 프레임으로 되어 있다. 실험 비디오에는 165개의 Cut, 74개의 Dissolve, 45개의 Wipe, 14개의 Fade-in/out이 있다. 실험에 쓰인 매개변수는 다음과 같다. 강한 에지 블록의 수 $N_{max} = 40$, 각 블록의 크기는 16 x 16으로 $L = M = 16$, 2.2.단락의 STEP 3에 나오는 평균 밝기의 임계값 $T = 20$, 히스토그램 교집합을 구할 때 프레임사이의 거리 $k = 20$, SAD값의 탐색 범위는 각 블록의 중심점에서 ± 10 화소이며, Fade 검출에서 사용되는 임계값 (활성 블록의 갯수 임계값)은 5이다.

표 1은 제안하는 알고리듬과 특징 기반 알고리듬 [5]의 실험 결과이며 precision과 recall이 계산되어 있다. precision은 탐지된 것 중 올바른 경우의 비율이며, recall은 전체 장면 전환 중 실제로 탐지한 것의 비율이다. 각각의 장면 전환의 종류에 따른 정확도는 나와 있지 않다. 이는 장면 전환이 아닌 곳을 잘못 검출 하였을 때 어떤 종류를 잘못 검출한 것인지는 알 수 없기 때문이다. 실험 결과는 제안하는 특징 기반 알고리듬보다 더 좋거나 비슷한 성능을 나타냄을 보여준다. 또한 제안하는 알고리듬은 간단한 에지 탐지기를 사용하며 전체 프레임의 5% 에서 10%의 정보만을 연산하므로 특징 기반 알고리듬보다 계산량이 적다. 그리고 특징 기반 알고리듬에서 대부분의 시간을 차지하는 에지의 움직임 보상이 필요치 않다. 실험 결과에서 볼 수 있듯이 강한 에지 블록에서 추출된 히스토그램 교집합 값과 활성 블록의 갯수는 각각 Dissolvw,wipe 그리고 Fade-in/out을 탐지하는데 효과적인 지표가 될 수 있다.

4 결론

비디오에서 장면 전환을 검출하기위한 알고리듬이 제안되었다. 배경보다 에지주변의 칼라 변화에 더 집중하기위해 비디오 프레임에서 강한 에지가 있는 곳에 블록을 설정하고 이 블록들에서만 장면 전환 검출 지표를 추출하였다. Dissolve와 Wipe는 n번째 프레임과 $(n-k)$번째 프레임의 칼라 히스토그램을 비교하여 탐지하며, Cut은 강한 에지 블록 각각에대해 다음 프레임에서 탐색하여 최소 SAD의 합을 구해 검출한다. Fade-in/out은 활성 블록의 수를 사용하여 검출한다. 에지 주변의 칼라들은 좀 더 대조적이고 일반적으로 더 많은 정보를 가지고 있기 때문에 제안된 알고리듬에서의 지표들이 프레임 전체에서 지표를 추출하는 방법보다 더 뚜렷한 값을 나타내게 된다. 제안된 알고리듬은 에지 기반 방법 [5]보다 더 좋은 결과를 보여주며 계산의 복잡성도 낮다. 또한 Fade-in/out을 간단하면서 효과적으로 탐지할 수 있는 방법을 제시하였다.

표 1: 제안하는 알고리듬과 특징 기반 알고리듬 [5]의 비교

제안하는 알고리듬					
	correct	miss	false	precision(%)	recall(%)
total	237	61	135	63.7	79.5
cut	154	11	N/A	N/A	93.3
dissolve	40	34	N/A	N/A	54.1
wipe	32	13	N/A	N/A	71.1
fade	11	3	3	78.6	78.6
특징 기반 알고리듬 [5]					
	correct	miss	false	precision(%)	recall(%)
total	216	94	179	54.7	69.5
cut	161	4	N/A	N/A	97.6
dissolve	14	60	N/A	N/A	18.9
wipe	33	12	N/A	N/A	73.3
fade	5	8	N/A	N/A	38.5

5 References

[1] G. Lupatini, C. Saraceno, R. Leonardi, "Scene break detection:a comparison," *Research Issues In Data Engineering,1998.'Continuous-Media Databases and Applications'. Proceedings., Eighth International Workshop on,* pp 34-41, 1998.

[2] H. Jiang, A. Helal, A. K. Elmagarmid, A. Joshi, "Scene change detection techniques for video database systems," *Multimedia Systems*, vol. 6, issue 3, pp 186-195, 1998.

[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*, vol. 10, pp 78-112, 1999.

[4] M. J. Swain and D. H. Ballard,"Indexing Via Color Histogram," *Computer Vision. Proceedings,Third International Conference on* pp 390-393, 1990.

[5] R. Zabih, J. Miller, K. Mai, "A feature-based algorithm for detecting and classifying production effects," *Multimedia Systems*, vol. 7, pp 119-128, 1999.

[6] I. Koprinska, S. Carrato, "Video segmentation of MPEG compressed data," *Electronics, Circuits and Systems, 1998 IEEE International Conference on* Vol. 2, pp 243-246,1998.

[7] A.K.C. Wong, P.K. Sahoo, "A gray-level threshold selection method based on maximum entropy principle," *Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on*, Vol. 19, Issue 4, July-Aug., pp 866-871, 1989.

[8] W.J. Heng, K.N. Ngan, "The implementation of object-based shot boundary detection using edge tracing and tracking," *Circuits and Systems, 1999. ISCAS '99. Proceedings of the 1999 IEEE International Symposium on*, Vol. 4, pp 439-442, 1999.

[9] H. H. Yu, W. Wolf, "Multi-resolution video segmentation using wavelet transformation," *Storage and Retrieval for Image and Video Databases, Proc. SPIE*, Vol. 3312, pp 176-187, Dec. 1997.

[10] G. Boccignone, M. De Santo, G. percannella, "Automated threshold selection for the detection of dissolves in MPEG video" *Multimedia and Expo, 2000. ICME 2000. 2000 IEEE international Conference on,* Vol 3, pp 1535-1539, 2000.