

# 비디오 영상에서 wipe 장면전환 검출

백열민<sup>0\*</sup>, 김형준<sup>\*</sup>, 서병락<sup>\*\*</sup>, 김희율<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>한양대학교 전자통신컴퓨터공학과, <sup>\*\*</sup>코난테크놀로지

ymback@vision.hanyang.ac.kr, wykim@hanyang.ac.kr

## Wipe Effect Detection in Video Sequence

Yeul-Min Baek<sup>\*</sup>, Hyoung-Joon Kim<sup>\*</sup>, Byeong-Rak Seo<sup>\*\*</sup>, Whoi-Yul Kim<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>Division of Electrical and Computer Engineering, Hanyang University,

<sup>\*\*</sup>Konan Technology Inc.

### 요약

비디오 데이터의 장면전환 검출은 동영상 검색, 색인 등의 응용을 위한 첫 단계로서 매우 중요한 기술이다. 본 논문에서는 점진적 장면전환의 하나인 wipe 장면전환의 검출 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 wipe 구간 내에서 현재 장면과 이전 장면의 경계선의 이동 궤적을 이용하여 wipe 장면전환을 검출하는 기존의 방법에 허프 변환을 추가하는 것을 기반으로 한다. 이 방법은 보다 정확한 wipe 경계선의 이동 궤적을 구함으로써 기존의 방법에 비해 보다 높은 검출 성능을 보여준다.

### 1. 서론

비디오 데이터의 장면전환 검출은 내용기반 동영상 검색, 색인 등의 응용을 위한 첫 단계로서 매우 중요한 기술이다. Wipe 장면전환은 새로운 장면이 현재의 장면에 미끄러져 들어오는 점진적 장면전환의 하나로 다양한 비디오 데이터에서 널리 사용되어진다. 지금까지 제안된 wipe 장면전환 검출 방법들에는 wipe 구간 내에서 통계적 수치의 선형적인 변화를 이용한 방법 [1], 픽셀 값들의 차이를 영상의 한 축으로 투영하여 얻은 값들의 표준편차를 이용한 방법 [2], MPEG 비디오 데이터에서 매크로블록 정보를 이용한 방법 [3] 등이 있다.

특히 Campisi는 wipe 구간에서 현재 장면과 이전 장면의 경계선의 이동 궤적을 이용하였다 [4]. 이 방법은 wipe 구간에서 현재 장면과 이전 장면의 경계에서 픽셀 값의 큰 차이를 이용한 것으로 연속한 두 프레임의 차 영상을 0과 1로 이진화한 후 1의 값을 가진 픽셀들의 무게중심 좌표의 궤적을 wipe 경계선의 이동 궤적으로 간주하였다.

이 방법의 장점은 수행 속도가 빠르고 wipe의 진행 방향에 대한 사전 정보가 없어도 된다는 것이다. 하지만 연속한 두 프레임의 이진화된 차 영상은 영상 내 객체의 움직임에 민감하여 wipe 경계선만을 추출하기가 어렵다. 이로 인해 이진화

된 차 영상의 무게중심 좌표가 wipe 경계선과 일치하지 않게 되어 wipe 장면전환 검출의 실패로 이어진다.

본 논문에서는 위에서 언급한 Campisi의 방법을 기반으로 하여 보다 강인한 검출 기법을 제안한다. 제안하는 방법은 연속한 두 프레임의 이진화된 차 영상에 허프 변환 [5]을 사용한다. 이를 통해 wipe 경계선의 이동 궤적을 구함으로써 영상 내 객체의 움직임에 둔감하고 보다 높은 검출 성능을 보여준다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에서 wipe 장면전환 검출을 위해 제안한 방법을 소개하며 3장에서는 실험 결과를 보이고 4장에서는 결론을 맺는다.

### 2. 제안된 방법

Wipe 장면전환의 주요 특징 중 하나는 그림 1과 같이 현재 장면과 이전 장면의 경계선이 wipe 장면전환 구간 내에서 wipe 진행 방향을 따라 이동한다는 것이다. 즉 wipe 진행 방향이 좌에서 우로 수평 이동 하는 경우 wipe 경계선의 중심의 x 좌표는 선형 증가하게 되며 이를 이용하여 wipe 장면전환을 검출할 수 있다.



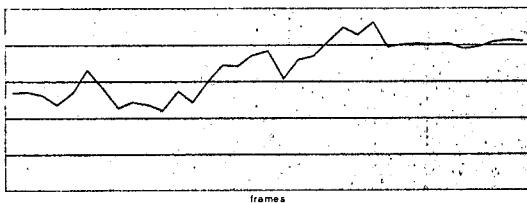
(a) k-1 프레임 (b) k 프레임 (c) k+1 프레임

그림 1. 좌에서 우로 수평 이동하는 wipe 장면전환

Campisi [4]는 wipe 경계선의 이동 궤적을 구하기 위해 연속한 두 프레임에서 얻은 차 영상을 0과 1로 이진화한 후 1의 값을 가진 픽셀들의 무게중심의 좌표 궤적을 이용한다. 이 방법은 wipe 경계선 부근에서 픽셀 값들의 큰 차이를 이용한 것으로 구해진 무게중심의 좌표 궤적은 wipe 경계선의 이동 궤적으로 간주되며 선형적인 증가 패턴을 가지는지 여부에 따라 wipe 장면전환을 검출한다. 그림 2 (a)는 wipe 구간에서 이진화된 차 영상의 무게중심을 표시한 영상이며 그림 2 (b)는 구해진 무게중심의 x 좌표 궤적이다. 이 방법의 단점은 그림 2 (a)와 같이 영상 내 객체의 움직임들로 인하여 이진화된 차 영상의 무게중심이 wipe 경계선과 일치하지 않는 경우가 발생하며 이 경우 그림 2 (b)와 같이 무게중심의 좌표 궤적이 선형적인 증가 패턴을 가지지 않아 wipe 검출에 실패하게 된다.



(a) 이진화된 차 영상과 무게중심(원 표시)



(b)무게중심 x 좌표 궤적

그림 2. 이진화된 차 이미지를 이용한 Wipe 경계선 추적

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 연속한 두 프레임의 이진화된 차 영상에 허프 변환을 사용한다. 허프 변환을 통해 이진화된 차 영상에서 wipe 경계선만을 추출함으로써 정확한 wipe 경계선의 이동 궤적을 얻고 그 좌표의 선형

증가 패턴을 이용하여 wipe 장면전환을 검출한다.

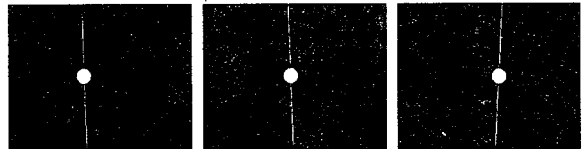
총 K개의 프레임이 존재하는 비디오 데이터를 가정하면 각 프레임들의 픽셀 값에 관한 함수는  $\{f_k(x, y), k=1, \dots, K\}$ 과 같이 정의할 수 있다. 프레임의 크기가  $M \times N$ 이라면  $x=0, \dots, N-1, y=0, \dots, M-1$ 이 되며 연속한 두 프레임의 차 영상은 식 (1)과 같은 방법으로 구해진다.

$$\delta_k(x, y) = |f_k(x, y) - f_{k-1}(x, y)| \quad (1)$$

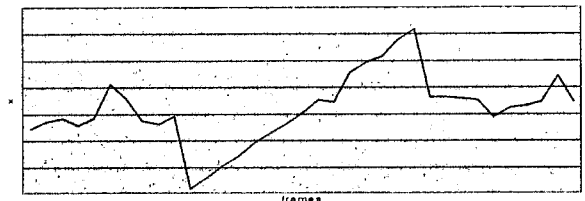
식 (1)로부터 얻어진 차 영상을 임계값  $T_k$ 를 가지고 식 (2)와 같은 방법으로 이진화를 수행한다.

$$d_k(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } \delta_k(x, y) \geq T_k \\ 0, & \text{if } \delta_k(x, y) < T_k \end{cases} \quad (2)$$

식 (2)의 방법으로 얻어진 이진화된 차 영상에서 wipe 경계선은 직선의 형태를 가지고 있으므로 허프 변환을 통하여 가장 강한 성분의 직선만을 추출하여 그 직선의 무게중심 좌표 궤적을 wipe 경계선의 이동 궤적으로 간주한다. 그림 3 (a)는 그림 2 (a)와 동일한 프레임을 가지고 허프 변환을 통하여 wipe 경계선을 추출한 후 무게중심을 표시한 영상이며 그림 3 (b)는 구해진 무게중심의 x 좌표 궤적이다. 그림 2와는 대조적으로 허프 변환을 통해 추출한 직선의 무게중심은 wipe 경계선과 잘 일치하며 무게중심의 x 좌표 궤적이 뚜렷한 선형 증가 패턴을 가지고 있다.



(a) 허프 변환을 이용한 무게중심 (원 표시)



(b) 무게중심 x 좌표 궤적

그림 3. 허프 변환을 이용한 Wipe 경계선 추적

표 1. Wipe 장면전환 검출 결과

	Correct	Missed	False positive	Recall	Precision
제안한 방법	45	5	2	0.9	0.96
Campisi 방법	39	11	28	0.78	0.58

F개의 프레임에 걸쳐 좌에서 우로 수평 이동하는 이상적인 wipe 장면전환을 가정할 경우 wipe 경계선은 좌에서 우로 N/F의 크기씩 이동한다. 이는 앞에서 구한 무게중심의 x 좌표가 N/F의 크기로 선형 증가 한다는 것을 의미하므로 이를 이용하여 식 (3)과 같은 결정함수를 구성한다. 이 때 크기가  $2n_w+1$ 인 윈도우를 사용하고 j번째 프레임은 윈도우의 중앙에 위치하며  $c_x^k$ 는 k 프레임의 무게중심 x 좌표를 나타낸다.

$$D_j = \frac{1}{2n_w + 1} \sum_{k=j-n_w}^{k=j+n_w} (c_x^k - c_x^{k-1}) \quad (3)$$

$D_j$ 는 이상적인 경우 N/F이지만 wipe 장면전환의 구간 길이를 알 수 없으므로 최중적인 wipe 장면전환 여부의 결정은 식 (4)를 만족하고 추가로 불규칙한 무게중심 좌표 궤적이 포함되는 것을 막기 위해 식 (5)를 동시에 만족하는 경우에만 윈도우 중앙의 j번째 프레임을 wipe 장면전환으로 검출한다. 식 (4)의  $F_{min}$ ,  $F_{max}$ 는 wipe 장면전환 구간길이의 최소값과 최대값이며 식 (5)의  $m_j$ ,  $\sigma_j^2$ 는 각각 윈도우 내의  $\{c_x^k - c_x^{k-1}\}$ 의 평균과 분산이다.

$$\frac{N}{F_{min}} \leq D_j \leq \frac{N}{F_{max}} \quad (4)$$

$$\sigma_j^2 < \eta m_j \quad (5)$$

수직 방향으로 이동하는 wipe 장면전환의 검출은 무게중심의 y 좌표를 이용하여 동일한 과정으로 검출할 수 있으며 사선 방향으로 이동하는 wipe 장면전환 검출은 무게중심의 x 좌표와 y 좌표를 조합하여 동일한 과정으로 검출할 수 있다.

3. 실험 및 결과

실험에 사용된 비디오 데이터는 드라마 13,499 프레임, 축구와 농구 경기의 스포츠 55,046 프레임으로 구성된 것을 사용하였고 총 50개의 wipe 장면전환을 포함하고 있었다. 표 1은 제안한 방법과 Campisi의 방법으로 wipe 장면전환을 검출한 결과를 보여준다. 이 때 차 영상을 이진화하기 위한 임계치  $T_n$ 는 두 방법 다 차 영상의 평균 픽셀 값의 3배를 사용하였다.

실험 결과 본 논문에서 제안한 허프 변환을 사용한 방법이 더 우수한 성능을 보였다. 이는 Campisi가 제안한 이진화된 차 영상으로부터 wipe 경계선의 이동 궤적을 구하는 방법이 영상 내 객체의 움직임에 민감하여 정확한 wipe 경계선의 이동 궤적을 구하지 못하는데 반해 본 논문에서 제안한 방법이 영상 내 객체의 움직임으로 인한 영향을 최소화하여 보다 정확한 wipe 경계선의 이동 궤적을 얻어내기 때문이다.

4. 결론

본 논문에서는 Campisi가 제안한 wipe 장면전환 검출 방법에 허프 변환을 추가한 검출 방법을 제안한다. 제안한 방법은 연속한 두 프레임의 이진화된 차 영상에 허프 변환을 이용하여 보다 정확한 wipe 경계선의 이동 궤적을 구함으로써 영상 내 객체의 움직임에 둔감하고 더 높은 wipe 장면전환 검출 성능을 보인다. 실험을 통해서 제안한 방법이 연속한 두 프레임의 이진화된 차 영상만으로 wipe 경계선의 이동 궤적을 구한 방법에 비해 더 우수함을 확인하였다.

참고문헌

[1] A. M. Alattar "Wipe scene change detector for use with video compressed algorithms and MPEG-7," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 44, No. 1, pp. 43-51, Feb. 1998.  
 [2] M. Wu, W. wolf, and B. Liu, "An algorithm for wipe detection," ICIP, Vol. 1, pp.893-897, Oct. 1998.  
 [3] S. C. Pei, and Y. Z. chou, "Effectiveness wipe detection in MPEG compressed video using macro block type information," IEEE Transaction on Multimedia, Vol. 4, No. 3, pp. 309-319, Sep. 2002.  
 [4] P. Campisi, A. Neri, and L. Sorgi, "Wipe effect detection for video sequences," 2002 IEEE Workshop on Multimedia Signal Processing, pp. 161-164, Dec. 2002.  
 [5] R. D. Duda, and P. E. Hart, "Use of the hough transform to detect lines and curves in pictures," Communication of the ACM, Vol. 15, pp.11-15, Jan. 1972.