

# 전역적 에지의 중점 및 방향성을 이용한 장면 전환 검출

이정봉\*, 윤필영\*, 박장춘\*  
\*건국대학교 컴퓨터.정보통신공학과  
email:jblee@cse.konkuk.ac.kr

## Scene Change Detection Using Global Direction & Center of Edge

Jeong-Bong Lee\*, Pil-Young Yoon\*, Jang-chun Park\*  
\*Department of Computer & Information COMM. ENG.  
, Konkuk University

### 요 약

장면 전환 검출(Scene Change Detction)수행 방법으로 객체 인식에 의한 검출이 아닌 전체 영상의 전역적인 형태 흐름을 기반으로 한 검출 시스템을 제안한다. 형태흐름의 변하는 영상의 전체적 모양에 관한 전역적 특징을 이용하여 영상내에 존재하는 에지, 에지의 중심, 표준 편차 및 에너지의 분포 변환에서 추출할 수 있다.

본 논문에서는 효율적인 에지 검출을 위하여 미디언 필터와 개량형 라플라시안 필터를 사용한다. 일반적으로 이용되는 라플라시안 필터를 사용하였을 때 획득할 수 있는 에지 정보보다 우수한 정보를 얻을 수 있었고 보다 정확한 장면 전환을 검출하기 위해 이 에지 정보를 수평(0°), 수직(90°), 대각선(45°, 135°) 방향으로 세분화한 뒤에 프레임간에 각도 방향별 에지 정보를 파악하여 방향별 에지 에너지(Energy of edge)의 상대적인 성분 분포의 비교를 수행함으로써 정확성을 높였다.

### 1. 서 론

장면 전환 검출 기술은 효과적인 비디오 해석·처리를 위한 매우 중요한 기반 기술이다. 효과적인 내용 기반 비디오 검색을 위해서는 대용량의 비디오 데이터를 샷(shot)단위 분할하기 위한 장면 전환 검출 기법이 필요하다. 이러한 장면 전환에는 크게 연속한 프레임에서 급격하게 장면이 바뀌는 컷(cut)에 의한 급격한 장면 전환과 여러 프레임 걸쳐서 장면이 서서히 바뀌는 점진적 장면 전환이 있다. 일반적인 장면 전환 검출 기법은 히스토그램을 이용해서 장면 전환 검출을 시도하는데 이 방법은 명도나 색상의 변화가 큰 데이터나 영상의 움직임이 많을 경우 잘못 검출할 요소가 많다.

사람은 장면 전환 검출을 할 때 주로 에지 정보를 가지고 인지를 한다. 사물의 명도 색상의 변화가 커도 에지에 대한 정보를 가진 사람은 장면 변화가 일어났다고 하는 오인식을 하지 않는다. 본 논문에서는 효율적 에지의 추출을 통해 영상의 정보를 획득하여 이를 비교, 분석하여 장면 전환 검출을 시도하고 있다. 효율적인 에지 추출과 비교를 하기 위해 개량형 라플라시안 마스크를 사용하였고 원 에지 영상의 공간 영역상으로 세부적인 영상의 인식 특성을 나타내기 위해서 간단하면서도 효율적인 에지 정보의 특징 추출 방법에 대하여 연구하

고자 한다. 이를 위해 1차로 에지의 분산 정보 분석과 2차로 수평 수직, 그리고 대각선 방향 에지 에너지의 성분 분포 비교를 통해 장면 전환 검출의 정확성을 높이는 CDA(Center point, Standard deviation, angle)알고리즘(그림1에서 ①②③④ 과정)방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에는 본 논문이 제안하는 접근 방법을 설명하고 3절에서는 실제 실험 결과를 살펴보며 4절에서는 결론 및 향후 방향을 언급한다.

### 2. 제안된 장면 전환 검출 방법

#### 2.1. 전처리 단계

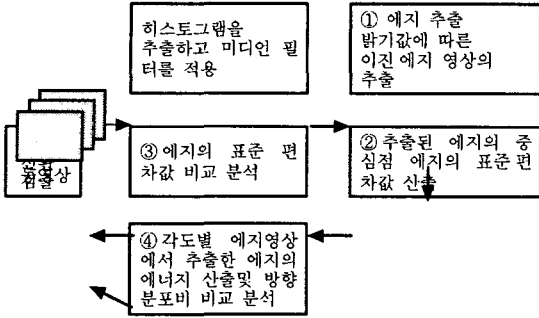
영상의 RGB 입력으로부터 YIQ 칼라 모델로 변환한 후에 밝기(Y)를 추출해서 미디언 필터를 적용한다. 미디언 필터는 영상의 평활화(smoothing)와 에지 보존성이 있으므로 노이즈 감소 효과와 에지 영역의 질을 보존하면서 급격한 밝기 변화를 완화시킨다.

#### 2.2. 에지 추출

##### 2.2.1. 개량형 라플라시안 마스크

본 논문에서는 기존의 라플라시안(Laplacian) 마스크를 사용할 때에는 에지의 정보가 적게 나와서 이를 보완하고자 개량형 라플라시안 마스크를 사용하였고 결국

보다 많은 에지의 정보를 수집할 수 있었다.



<그림 1> 논문의 전체 구성도

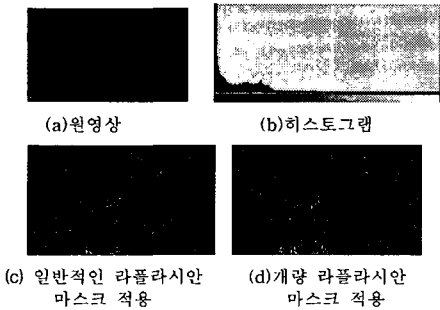
-1	-1	-1	-3	-3	-3
-1	8	-1	-3	24	-3
-1	-1	-1	-3	-3	-3

(a) 라플라시안 마스크 (b) 개량형 라플라시안 마스크  
<표 1> 라플라시안 마스크

그림 2처럼 개량 라플라시안 마스크를 사용하면 밝기가 낮은 영상과 높은 영상에서도 좀더 많은 에지를 검출할 수 있다.

### 2.2.2. 밝기에 따른 라플라시안 임계치 적용

영상의 밝기의 분포를 계산하여 평균 밝기값을 임계치로 적용하여 이보다 높은 값만 255, 낮은 값은 0으로 하여 에지를 강조하는데 이 방법은 gray-scale 영상에 비해 계산량을 감소시킬 수 있다.



<그림 2> 어두운 영상에서의 에지 추출

### 2.3. 1차 정보 추출 및 분석

에지를 추출한 뒤에 에지 중심, 분산, 표준편차를 영상의 인식 특징으로 사용하여 에지의 위치 분포 상태를 추적해서 1차적으로 영상간 장면전환을 검출한다.

#### 2.3.1. 에지의 중심, 분산, 표준 편차 추출

밝기값에 따라서 다른 임계치를 적용한 에지를 추출한 영상을 <식 1>, <식 2>, <식 3>의 공식을 이용하

여 에지의  $X_{center} = x$  좌표의 중심,  $Y_{center} = y$  좌표의 중심,  $V(X) = x$  좌표의 분산,  $V(Y) = y$  좌표의 분산,  $Sd(X) = x$  좌표의 표준 편차,  $Sd(Y) = y$  좌표의 표준 편차를 각각 구한다. 동영상의 프레임 크기는  $m \times n$  이다.

$$X_{center} = \frac{\sum_{i=0}^{m-1} x_i}{xnum}, Y_{center} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} y_i}{ynum}$$

xnum : 에지의 x좌표 개수 ynum : 에지의 y좌표 개수

#### < 식 1 > 에지의 중심점

$$V(X) = \frac{\sum_{i=0}^{m-1} (x_i - X_{center})^2}{xnum - 1}, V(Y) = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} (y_i - Y_{center})^2}{ynum - 1}$$

#### < 식 2 > 에지의 분산

$$Sd(X) = \sqrt{V(X)}, Sd(Y) = \sqrt{V(Y)}$$

#### < 식 3 > 에지의 표준 편차

### 2.3.2. 비교 분석

중심, 분산 및 표준 편차의 정보들중 상대적 중점에 대한 표준편차의 비교에서 장면 전환 여부를 확인할 수 있었다.<식 4>와 <식 5>과 같이 인접한 두 프레임간 표준편차의 Euclidean 거리를 계산하여 임계값과 비교함으로써 장면 전환을 검출하거나 보류(hold)하여 2차 검사로 진입하도록 하게 하였다. 임계값들  $T_a, T_b$  는 반복 실험을 통해 장면 전환 검출 실패율이 최소화하는 적절한 값들을 결정하였다.

$$d(f_i, f_{i+1}) = |Sd(f_i, X) - Sd(f_{i+1}, X)| + |Sd(f_i, Y) - Sd(f_{i+1}, Y)| \quad \text{<식 4>}$$

$$\begin{pmatrix} \text{detection} & \text{if } |d(f_i, f_{i+1})| > T_a \\ \text{second examination} & \text{if } T_b < |d(f_i, f_{i+1})| \leq T_a \\ \text{no detection} & \text{otherwise} \end{pmatrix} \quad \text{<식 5>}$$

### 2.4. 2차 정보 추출 및 분석

에지를 추출·분석하는 연구로서 입력된 영상을 정방형의 일정한 크기로 변환 후 픽셀 단위의 에지를 검출하고 에지의 방향성 정보를 이용하여 4가지 종류의 에지를 추출, 분석하였고 이와 유사하게 주파수에서 스펙트럼 분석으로 조직 스펙트럼이나 질감(texture) 패턴의 주파수 방향 성분을 추출하는 연구가 있었다.[4][5] 본 논문의 2차 정보 추출의 접근 방식은 일관성 있는 알고리즘을 적용시킬 수 있도록 주파수 영역 변환 과정이 필요 없는 전자의 방식에 기반을 둔다.

#### 2.4.1. 특징 추출

2차 검사에서는 장면 전환 분별력을 높이기 위해 방향성이 섞여 있는 전체 에지 영상을 세분화하여 45도

간격으로 나누어 영상내에서 시각적으로 눈에 띄게 변하는 수평(0°), 수직(90°), 그리고 대각선(45°, 135°) 방향의 에지 방향 성분을 추출해서 에지의 표준 편차와 병행해 사용하여 유사도 기준을 높였다.

이렇게 구한 에지 성분들은 영상마다 자기 다른 고유한 정보를 갖게 되는데 <식 6>을 이용해 각 에지 성분이 갖고 있는 에너지(energy)를 구해 <식 7>에 적용해 수직 에너지에 대한 수평 에너지의 성분 분포비  $E_{hv}$ 와 45도 에너지와 135도 대각선 에너지의 성분 분포비  $E_d$ 와 그리고  $E_{hv}$ 와  $E_d$ 의 성분 분포비  $E_{hvd}$ 를 구해 각도 방향별 에지 영상의 특징으로 사용하고자 한다.

성분 분포비는 나누어진 각도 방향중에 어느 방향 성분이 많이 있는가와 두 방향간 에너지의 상대적인 변화율을 나타내는데 예를 들어  $E_{hv}$  분포비는 나누어진 0도와 90도 각도 방향중 어느 각도로 에너지가 좀 더 집중되어 있는 가를 나타내는 것으로 90도 에너지가 많을수록 양수이고 그 반대의 경우에는 음수로 나타나며 0도와 90도간 에너지 차이가 커질 수록 분포비의 값은 커진다.

$$E = \sum_{g=0}^{M-1} [P(g)]^2 \quad P(g) = \frac{N(g)}{M}, 0 \leq P(g) \leq 1$$

(M : 영상의 픽셀 수

N(g) : 그레이 레벨(gray level) g에서의 픽셀수) <식 6>

$$E_{hv} = \frac{E(t)_{90} - E(t)_0}{E(t)_0 + E(t)_{90}} \times 100 \quad E_d = \frac{E(t)_{135} - E(t)_{45}}{E(t)_{45} + E(t)_{135}} \times 100$$

$$E_{hvd} = \frac{(E(t)_{45} + E(t)_{135}) - (E(t)_0 + E(t)_{90})}{E(t)_0 + E(t)_{90} + E(t)_{45} + E(t)_{135}} \times 100$$

<식 7> 에너지 성분 분포 비율

각도별 에지 성분 검출은 *template matching* 방식을 사용하는데 그림 3의 각 마스크 응답을 R1, R2, R3, R4라고 할 때, 모든  $j \neq i$ 에 대하여  $|R_i| > |R_j|$  이면 이 픽셀은 마스크  $i^\circ$  방향으로 된 에지에 속한다고 간주한다.

계산량을 감소시키기 위해 필터링의 중앙값이 0일때는 연산을 수행하지 않았고 인접한 블록과는 상관성이 크므로 중복된 블록 연산이 있으면 이를 재 사용하는 알고리즘을 사용했다. 단, 에지 추적 과정에서 필요한 불연속된 에지에 대한 연결 작업은 영상의 전역적인 에지 성분을 필요로 하기 때문에 수행하지 않는다. 그림 4는 각도별 에지 이진 영상의 한 예이다.

-1	-1	-1	-1	-1	2	-1	2	-1	2	-1	-1
2	2	2	-1	2	-1	-1	2	-1	-1	2	-1
-1	-1	-1	2	-1	-1	-1	2	-1	-1	-1	2

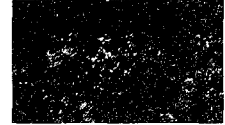
<그림 3> 각도별 선 검출 마스크



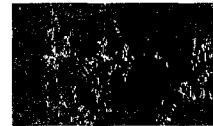
(a) 원영상



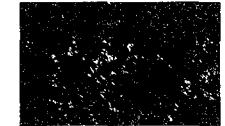
(b) 0도 에지 추출 결과



(b) 45도 에지 추출 결과



(c) 90도 에지 추출 결과



(d) 135도 에지 추출 결과

<그림 4> 각도 방향별 에지 추출 결과

### 2.4.2. 비교 분석

2차 검사에서 사용한 유사성 척도는 <식8>를 사용하여 인접한 두 영상 프레임의 각도 에지 성분 분포비들의 *Euclidean* 거리의 합을 구하여 비교하게 된다.

$$d(t, t+1) = \sum_i |E(t)_i - E(t+1)_i| \quad i = E_{hvd}, E_{hv}, E_{hd} \quad \text{<식 8>}$$

### 2.4.3. 점진적인 장면 구간 검출 방법

본 논문에서는 점진적인 장면 전환의 종류를 디졸브(dissolve)와 페이드(fade), 그리고 줌(zoom)으로 제한한다. 기존의 디졸브 구간을 찾는 대표적인 방법은 연속하는 두 프레임간 픽셀 밝기의 *Euclidean* 거리들의 합이 디졸브 구간에서 비디졸브 구간에 비해 크게 나타날 때 해당 부분을 디졸브 구간으로 간주한다. 그러나 이 방법은 물체나 카메라의 움직임이 있을 때도 프레임간 차이가 크게 나타난다.

이를 보완하기 위해 픽셀 대신에 에너지 성분 분포비를 사용하고 페이드와 줌 구간검출에도 적용한다. 또한 점진적인 전환은 일정 주기동안 서서히 변한다는 특성을 이용하여 1차 분석 단계에서 2차 진입이 연속적으로 발생했을 때 점진적인 장면 구간 검출을 시도했다. 검출 과정은 2차 진입이 발생하는 동안 프레임간의  $d(t-1, t)$  값을 계속 더한 후 이 값을 프레임 개수로 나누어 구간 평균을 구해서 실험에 의해 결정된 임계치와 비교하여 점진적인 장면 구간을 검출한다.

## 3. 실험 환경, 결과 및 성능 분석

### 3.1. 실험 환경

제한한 CDA 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 Windows 98 환경에서 Pentium III-450MHz PC를 사용하였고,

프로그램은 visual C++ 6.0을 이용하여 구현하였다.

### 3.2. 실험 결과

실험에는 영화 예고편 MOV 파일을 사용하였고 영화 예고편은 특징상 주로 급격한 장면 변화가 많았다. 프레임의 크기는 260x150이며 그림 5는 1499 프레임으로 구성된 트루먼 쇼의 163 부터 177 프레임의 화면이다.

< 그림 5> 트루먼쇼 영화 예고편 163 - 177 프레임

표 2와 표 3은 CDA 장면 전환 검출 알고리즘으로 영



상 에지의 중심, 표준 편차 수치와 각도별 에지의 에너지 성분 분포비를 구하여 이웃 프레임의 수치 정보를 비교하여 장면 변환 여부를 확인한 표이다. 175프레임은 카메라가 TV 화면을 zoom-in한 프레임으로 174 프레임부터 2차 검사를 수행한 결과, 에너지 성분 분포비의 변화가 일어나고 173, 174, 175 프레임 구간에 걸쳐 점진적인 장면 전환이 발생함을 확인할 수 있었다. 디졸브와 페이드 검출은 부드러운(soft) 장면 전환일 경우는 비교적 검출이 잘 이루어졌으나 그렇지 못할 경우에는 잘못된 장면 검출의 결과를 얻었다.

frame	X	Y	Sd(X)	Sd(Y)	2차 검사	장면 전환 결과
167	130.1	77.3	73.8	41.6		
168	129.3	77.0	73.8	41.3		
169	129.0	77.3	73.5	41.5		
170	126.8	68.9	58.9	45.8		검출
171	126.8	68.5	58.9	45.4		
172	126.6	69.4	58.5	45.6		
173	126.8	69.2	58.4	45.6		
174	128.0	70.8	57.9	43.6	진입	
175	134.2	76.7	65.9	43.8	진입	
176	139.8	75.8	69.7	45.7		
177	141.4	75.5	70.5	44.0		

<표 2> 1차 장면 전환 검출 테이블

표 4에는 여러 동영상에서의 실험 결과가 제시된다. 제안한 방법으로 장면 전환을 검출한 결과, 평균적으로 약 92 %의 장면 전환 검출률을 보였다. 영상의 움직임이 명확하지 않고 복잡한 경우나 연속하는 프레임간의 특징값의 차이가 매우 작은 변화인 경우에는 정확한 장면 검출이 어려웠다.

frame	$E_{hw}$	$E_d$	$E_{hwd}$
173	3.91	2.34	7.30
174	4.93	2.03	6.24
175	2.93	1.41	4.05
176	3.43	1.44	3.89

<표 3> 프레임당 에너지 성분 분포비 검출 테이블

영상종류	프레임수	컷 검출 수	점진적인 전환 검출 수
영 화	1499	93	4
영 화	1487	89	3
영 화	490	14	0

<표 4> 여러 동영상에서 장면 전환 검출 결과

### 4. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 제안한 CDA 알고리즘으로 전역적인 에지와 방향성 정보를 가지고 장면 전환 검출을 실험하였다. 에지의 정보를 효율적으로 추출하기 위해서 영상의 밝기를 고려하였고 보다 많은 에지의 정보를 추출하기 위해 개량된 라플라시안 마스크를 사용하였다. 이렇게 얻어진 에지영상의 분산값과 각도 방향성의 적용이 조명등 밝기가 다양한 영상이나 움직임이 비교적 적은 영상과 그리고 객체의 회전(기울기) 및 스케일 변화에도 적용적임을 확인하였다. 향후 연구과제로는 무엇보다도 정확한 에지를 추출하는 효과적인 알고리즘과 좀더 정확한 점진적인 변화의 장면 전환을 검출할 수 있는 방법에 대한 연구가 과제이다.

### 참고 문헌

- [1] 컴퓨터 畫像處理入門 - 日本工業奇術
- [2] 윤석중, 김운경, 고성제, "MPEG 비디오에서의 디졸브 구간 검출기법", 한국통신학회 추계학술발표논문집(下) pp1345-1348, 1998
- [3] M.-S. Lee and S.-W. Lee, "Automatic Video Parsing Using Shot Boundary Detection and Camera Operation Analysis, "Pattern Recognition, Vol. 33,2000
- [4] D. C. He and L. Wang, " Unsupervised Texture Classification of Images Using The Texture Spectrum, Pattern"Recognition, no. 25 pp 247-255, 1992
- [5] 배희정,이우선,정성환, "DCT 기반의 질감 특징을 이용한 내용기반 검색시스템" 원광대학교 정보통신연구소 논문집, 제1권 pp81-90, 1997
- [6] 권영호,이정문, "이산 웨이블릿 변환을 이용한 지문의 계층적 분류" 강원대학교 산업기술연구소 논문집 제19집 pp403-408, 1999