

선형 및 원형의 이동경계선을 가지는 점진적 장면경계 추출

장석우*, 조성윤*

Detection of Gradual Scene Boundaries with Linear and Circular Moving Borders

Seok-Woo Jang*, Sung-Youn Cho*

요약

본 논문에서는 여러 가지 와이프 장면전환 중에서 이동 경계선의 형태가 선형 라인의 모양을 가지는 수평 와이프, 수직 와이프, 반도어(Barn Doors), 그리고 이동 경계선이 원의 모양을 가지는 아이리스 라운드(Iris Round) 와이프를 강건하게 검출하는 방법을 제안한다. 제안된 방법에서는 디지털 비디오 데이터를 입력 받아 차영상을 추출한 후 차영상에 허프변환을 적용하여 영상에 존재하는 라인과 원형의 이동 경계선을 강건하게 추출한다. 그런 다음, 평가함수를 통해 이들의 진행 방향과 형태를 효과적으로 분석하여 와이프의 발생 유무와 그 종류를 결정한다. 실험에서는 본 논문에서 제안된 와이프 검출 방법이 기존의 다른 방법에 비해 보다 정확하게 와이프를 검출한다는 것을 성능 비교를 통해 보여준다.

▶ Keyword : 점진적 장면경계, 이동 경계선, 라인 검출, 허프 변환, 원 검출

Abstract

This paper proposes a detection method of wipes including horizontal wipes with linear moving borders, such as horizontal or vertical wipes, Barn Doors, and Iris Rounds with circular moving borders. The suggested method first obtains a difference image between two adjacent frames, and extracts lines and circles by applying Hough transformation to the extracted difference image. Then, we detect wipe transitions by employing an evaluation function that analyzes the number of moving trajectories of lines or circles, their moving direction and magnitude. To evaluate the performance of the suggested algorithm, experimental results show that the proposed method can

• 제1저자 : 장석우 • 교신저자 : 조성윤

• 투고일 : 2011. 11. 28, 심사일 : 2011. 12. 16, 게재확정일 : 2012. 01. 08.

* 안양대학교 디지털미디어학과(Dept. of Digital Media, Anyang University)

effectively detect wipe transitions with linear and circular moving borders rather than some existing methods.

▶ Keyword : Gradual Scene Boundary, Moving Border, Line Extraction, Hough Transform, Circle Detection

I. 서론

개인용 컴퓨터와 더불어 스마트 폰, 넷북, 그리고 태블릿(tablet) 컴퓨터와 같은 개인용 정보기기의 보급으로 인해 영화, 드라마, 뮤직 비디오, 애니메이션 등과 같은 비디오 데이터가 점점 더 확산되고 있다. 따라서 이와 같은 용량이 방대한 다양한 종류의 비디오 데이터를 효과적으로 관리하기 위해서는 비디오의 내용에 따라서 데이터를 브라우징하고 검색할 수 있는 비디오 처리 요소기술의 개발이 필요하다[1].

이런 비디오 처리 기술들 중에서 비디오 데이터를 장면 단위로 분할하는 비디오 파싱(parsing) 기술은 비디오의 인덱싱, 브라우징, 그리고 내용 검색을 위한 첫 번째 단계로서, 비디오 시퀀스를 구성하는 서로 다른 장면 사이의 경계를 검출하는 일이다. 그리고 이런 장면 사이의 경계를 자동으로 검출하는 작업은 매우 중요하다.

일반적으로, 장면전환은 장면 사이의 전이(transition)가 발생하는 부분으로 장면전환이 발생하기 이전과 이후의 영상은 서로 다른 장면으로 구성된다. 장면전환은 보통 급진적인 장면전환인 컷(cut)과 점진적인 장면전환인 페이드 인(fade in), 페이드 아웃(fade out), 디졸브(dissolve), 그리고 와이프(wipe) 등으로 구성된다. 일반적으로, 컷은 인접한 영상 사이에서 장면이 급변하는 전환이다. 페이드는 고정 영상이 점진적으로 장면화되는 전환인 페이드 인(fade in)과 장면이 점진적으로 고정 영상으로 변화하는 전환인 페이드 아웃(fade out)이 있다. 그리고 디졸브는 페이드 아웃과 페이드 인이 교차해서 발생하는 장면전환이다. 와이프는 새로운 장면이 현재의 장면으로 미끄러져 들어오는 점진적인 장면전환으로, 이 전환은 임의의 모양을 가지는 여러 개의 이동 경계선(moving border)을 포함할 수 있다. 일반적으로, 와이프 전환은 30가지 종류 이상이 있으며, 경계선의 모양, 이동하는 속도 및 방향에 따라 그 종류가 변경될 수 있다[2].

기존의 장면전환 검출 방법들은 대부분 급진적인 장면전환인 컷 검출을 위주로 수행되고 있으며, 페이드와 디졸브 같은 점진적인 장면전환 검출도 어느 정도는 연구가 진행되었다. 그러나 와이프 장면전환은 다른 종류에 비해 보다 복잡하고 다양한 변환 패턴 때문에 상대적으로 적은 관심을 받았으며,

기존 연구의 완성도도 상대적으로 낮다. 그럼에도 불구하고 비디오에 존재하는 장면 경계의 정확한 검출, 비디오 장르의 자동화된 인식, 그리고 다른 점진적인 장면전환의 검출 정확도를 저하시키지 않기 위해서는 와이프의 검출 역시 반드시 수행해야 할 과제이다.

와이프 장면전환 검출과 관련된 기존의 연구는 관련문헌에서 찾아볼 수 있다[3-8]. [3]은 비디오 동작의 활동성(motion activity)과 주요 컬러(dominant color)와 같은 묘사기(descriptor)를 사용하여 와이프를 검출하는 것을 제안하였으나, 이 방법에서는 수평과 수직 와이프만을 검출 대상으로 하였다. [4]는 각 영상으로부터 장면전환 영역을 발견하기 위해서 동작벡터를 사용하였다. 이 방법에서는 변화된 영역(change region)이 영상에서 일정 비율 이상을 차지할 때 와이프가 발생한다고 선언한다. 그러나 와이프 이외의 다른 변화도 많은 변화된 영역을 생성할 수 있다. [5]는 인접한 영상에서 차영상을 추출하고, 추출된 차영상으로부터 무게중심을 계산하여 와이프를 검출하였다. 이 방법에서는 이동 경계선이 하나의 라인으로 구성되는 와이프만을 검출 대상으로 하였다. [6]은 서로 다른 방향으로 투영되는 와이프 프레임의 선형성을 측정하기 위해 보간법을 사용하였는데, 이 방법은 선택된 방향으로 선형성을 산출하는 와이프만을 검출 대상으로 한다. 이런 방법들 이외에도 다른 와이프 검출 방법들이 있다[7,8].

본 논문에서는 여러 가지 와이프 장면전환 중에서 이동 경계선의 형태가 선형 라인(line)의 모양을 가지는 수평(horizontal) 와이프, 수직(vertical) 와이프, 반도어(Barn Doors), 그리고 이동 경계선이 원(circle)의 모양을 가지는 아이리스 라운드(iris round) 와이프를 강건하게 검출하는 새로운 방법을 제안한다. 제안된 방법에서는 디지털 비디오 데이터를 입력받아 영상에 존재하는 라인과 원형의 이동 경계선을 강건하게 추출하고, 이들의 진행 방향과 형태를 효과적으로 분석하여 와이프의 발생 유무와 그 종류를 결정한다.

1장에서는 본 연구를 수행하게 된 동기 및 배경을 기술하였다. 2장에서는 허프변환(hough transform)을 이용해 라인과 원 형태의 이동 경계선을 추출하는 방법에 대해 소개한다. 3장에서는 추출된 경계선의 이동 궤적을 분석하여 와이프의 발생 유무를 판단하고, 그 종류를 결정하는 방법에 대해 설명한다. 그리고 4장에서는 본 논문에서 제안된 와이프 검출

방법의 성능을 비교 평가하기 위해 수행한 실험결과를 보이며, 5장에서는 결론 및 향후 연구방향을 제시한다.

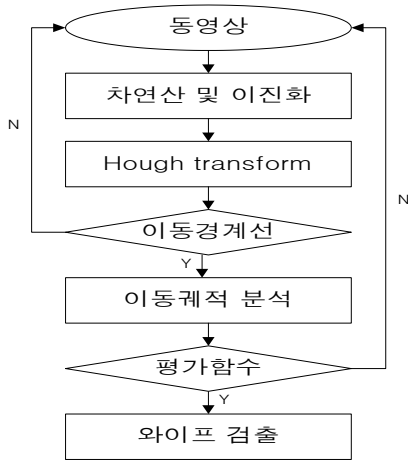


그림 1. 시스템 플로우차트
Fig. 1. System Flowchart

II. 선형과 원형의 이동 경계선 검출

그림 1은 본 논문에서 제안하는 선형과 원형의 이동 경계선을 가지는 와이프 장면전환을 검출하는 방법의 전체적인 개요도를 보여준다. 그림 1에서와 같이 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 먼저 연속적으로 입력되는 동영상을 받아들인 후 인접 영상 사이에 차연산을 적용하고, 이를 이진화하여 차영상(difference image)을 구한다. 그리고 이진화된 차영상에 허프 변환을 적용하여 선형 라인과 원을 강건하게 검출한다. 그런 다음, 검출한 이동 경계선의 이동 궤적을 분석한 후 이를 평가함수에 적용하여 최종적으로 와이프 장면전환의 발생 유무 및 그 종류를 결정한다.

제안된 와이프 검출 방법에서는 먼저 시점 t 와 $t-1$ 에서 입력된 두 영상 $I_t(x,y)$ 와 $I_{t-1}(x,y)$ 사이의 차영상을 식 (1)을 이용하여 구한다. 일반적으로, 차영상은 식 (1)과 같이 두 입력 영상에서 화소 대 화소 사이의 비교 연산을 수행하는 차연산과 이진화 작업에 의하여 구해진다.

$$D_{t,t-1}(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{IF } \delta_{t,t-1}(x,y) \geq TH \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

$$\delta_{t,t-1}(x,y) = |I_t(x,y) - I_{t-1}(x,y)|$$

식 (1)에서 TH 는 차연산을 통해 구한 영상을 이진화하기 위한 임계값이고, $D_{t,t-1}(x,y)$ 는 이진화를 통해 구한 차영상

을 나타낸다. 위와 같이 추출한 차영상에서 와이프의 이동 경계선은 라인과 원의 형태를 취하므로 2D 허프 변환을 적용하여 라인과 원의 성분을 추출한다. 일반적으로, 허프 변환은 디지털 영상에서 모양 형태를 검출하는 대표적인 방법으로 직선, 원, 타원 등의 형태를 검출하는 많은 방법들이 기존의 문헌에 소개되어 있다[7]. 허프 변환은 공간 영역의 이미지를 파라미터 공간으로 변환하는 방법으로 형태 분석에 유용한 도구이다. 허프 변환은 모양 형태로부터 전체적인 특징을 뽑아내고, 잡음이나 폐색이 존재하더라도 좋은 결과를 보여준다고 널리 알려져 있다.

일반적으로, 영상에서 라인을 검출할 때에는 기존의 허프 변환을 그대로 이용해도 큰 무리는 없다. 따라서 본 논문에서는 위에서 구한 차영상으로부터 캐니에지 연산을 통해 에지영상을 추출한다. 추출된 에지영상은 크기가 작은 에지는 사라지고 라인 성분이 강한 에지만 존재하게 되는데, 이 에지를 가지고 2D 허프 변환을 수행하여 가장 강한 성분의 직선들을 추출하고, 각 직선의 무게중심의 좌표 궤적이 선형 증가 형태를 취할 때에는 선형 와이프 장면전환이 존재한다고 판단한다.

그러나 원형의 이동 경계선을 검출할 때에는 문제가 발생할 수 있다. 즉, 아이리스 라운드의 이동 경계선은 보통 원형이나 이 경계선의 에지는 완전한 원형으로 표현되지 않고 일부만 나타나는 경우가 많기 때문에 보통의 허프변환을 사용해 아이리스 라운드를 검출하기가 어렵다. 따라서 본 논문에서는 원형의 에지가 일부만 나타나도 원의 형상을 검출할 수 있는 개선된 허프 변환 방법을 소개한다.

아이리스 라운드가 발생한 영상에서 에지 검출 후 생성된 에지영상에서 각 에지 포인트는 아이리스 라운드를 구성하는 원형 라인의 후보 화소가 된다. 후보 화소에서 직선을 구성하는 두 점을 결정하기 위해서는 각 에지 포인트 위에 11×11 마스크를 씌워 1번째 행, 열과 11번째 행, 열에 속한 에지 포인트를 두 점으로 하는 직선의 방정식을 계산한다. 1번째와 11번째 행, 열에 속한 에지 포인트의 두 점 $(x_a, y_a), (x_b, y_b)$ 을 지나 는 직선의 방정식을 구하기 위해서는 식 (2)를 사용한다.

$$y = ax + b_1 = \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a}x + \frac{x_b y_a - x_a y_b}{x_b - x_a} \quad (2)$$

그리고 위의 직선을 수직 이등분하는 직선의 방정식을 구하면 식 (3)과 같다.

$$y' = -\frac{1}{a}x' + b_2 = \frac{x_a - x_b}{y_a - y_b} + \frac{x_a^2 + y_a^2 - x_b^2 - y_b^2}{2(y_a - y_b)} \quad (3)$$

이때 에지 포인트로 이루어진 직선의 기울기 a 와 두 직선의 교차점과 에지 포인트를 사용하여 수직인 직선의 방향을 계산한다. 두 직선의 교차점을 (x_c, y_c) 라 하고, 후보 에지 포인트를 (x_e, y_e) , 원의 중심을 (x_o, y_o) 라 한다면 그림 2와 같은 수직인 직선의 방향 계산식은 식 (4) 및 식 (5)와 같다. 식 (4)와 (5)에서 DX 는 수직인 직선의 방향이다. DX 가 양수이면 x 좌표를 증가하면서 대응하는 y 좌표를 계산하고, DX 가 음수이면 x 좌표를 감소하면서 y 좌표를 계산한다.

$$\begin{cases} DX > 0, \text{ if } (a > 0 \ y_e < y_c), (a < 0 \ y_c > y_e) \\ DX < 0, \text{ if } (a > 0 \ y_e > y_c), (a < 0 \ y_e < y_c) \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} DX > 0, \text{ if } (a > 0 \ x_c > x_e), (a < 0 \ x_c > x_e) \\ DX < 0, \text{ if } (a > 0 \ x_c < x_e), (a < 0 \ x_c < x_e) \end{cases} \quad (5)$$

식 (4)는 11×11 마스크의 1열과 11열에 포함된 후보 에지 포인트에 대해 수직인 직선의 방정식의 방향성이고, 식 (5)는 11×11 마스크의 1행과 11행으로 계산된다.

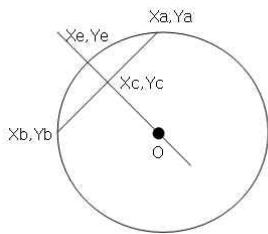


그림 2 방향 계산
Fig. 2 Direction Calculation

이와 같은 방식으로 각 에지 포인트에 대해 마스크의 양 옆에 위치한 두 포인트로 이루어진 직선에 수직인 직선은 그림 2와 같이 원의 중심을 향한다고 가정하고, 누적배열을 생성하여 히프 변환 공간을 구성한다. 본 논문에서는 기존의 히프 변환과 다르게 타원은 배제하고 원을 검출하기 위해 식 (6)과 같이 3개의 인수를 가지는 누적 배열을 생성한다. 식 (6)에서 (x, y) 는 이전 단계에서 계산한 수직선 상의 포인트이고, r 은 (x, y) 와 후보 에지 포인트와의 거리를 나타낸다.

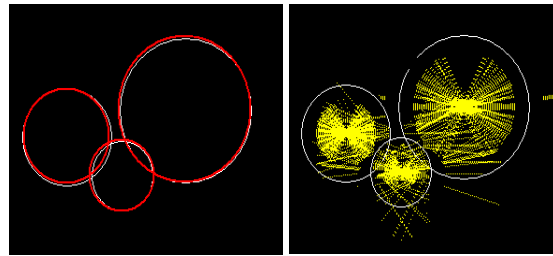
$$\begin{aligned} x &= x + DX \\ y &= a(x + DX) + b \\ r &= \sqrt{(x_e - x)^2 + (y_e - y)^2} \end{aligned} \quad (6)$$

식 (6)에서 구성된 누적 배열에서 가장 많이 투표(voting)

된 부분을 찾아 그 좌표를 원의 원점 (x_o, y_o) 으로 하고, 그 좌표에 해당하는 r 의 값을 가지고 식 (7)과 같은 원을 그린다.

$$r^2 = (x - x_o)^2 + (y - y_o)^2 \quad (7)$$

본 논문에서 제안하는 히프 변환을 수행하였을 때 원의 중심점은 실수로 계산되나, 영상 좌표는 정수이기 때문에 원의 중심은 그림 3 (b)와 같이 한 곳으로 집중되지 못하고 지역적인 분포를 형성한다. 따라서 본 논문에서는 분포의 군집화를 통해 정확한 원의 중심을 찾는다[9,10].

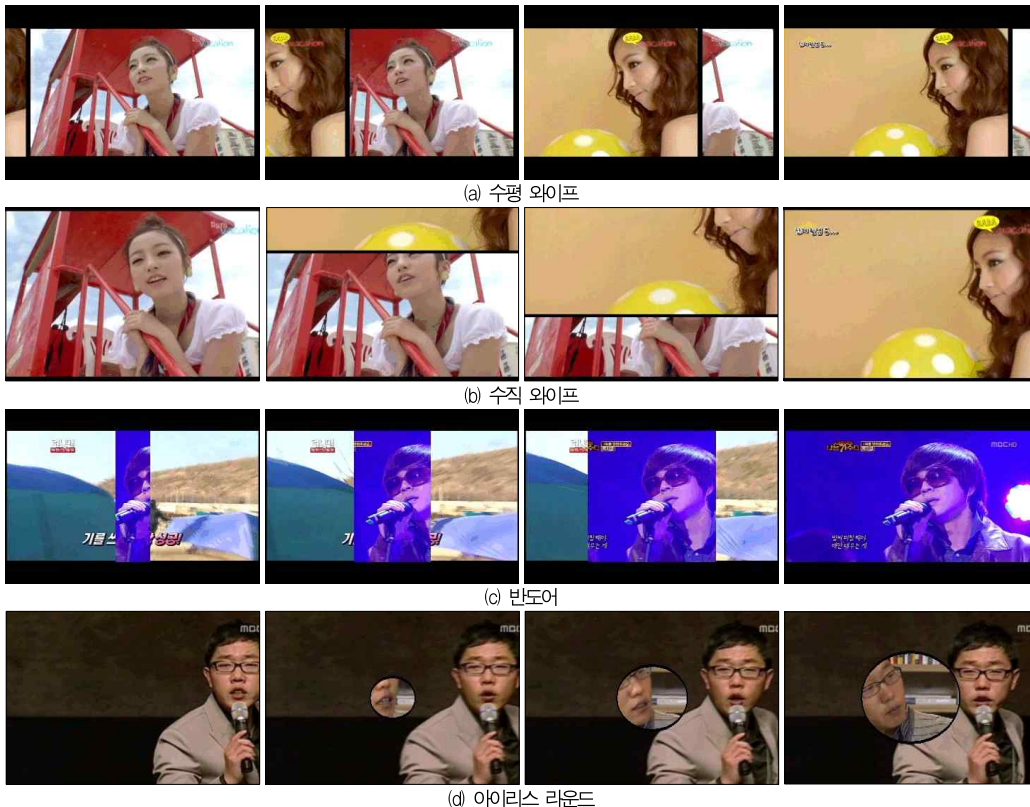


(a) 원 검출 (b) 누적배열 영상

그림 3. 원 추출의 예
Fig. 3. Example of Circle Extraction

III. 평가함수에 의한 장면경계 판단

와이프 장면전환의 주요 특징 중의 하나는 현재 장면과 이전 장면의 경계선이 와이프가 일어나는 구간 내에서 와이프의 진행 방향에 따라 이동한다는 것이다. 예를 들어, 와이프의 진행방향이 위에서 아래로 이동하는 수직 와이프의 경우 와이프 경계선의 y 좌표는 -에서 + 방향으로 선형 증가한다. 그리고 아이리스 라운드의 경우에는 이동 경계선이 원형이며, 원의 중심이 영상의 중앙 부분에 위치하고, 원의 반지름의 크기는 아이리스 라운드가 발생하는 동안 선형적으로 증가한다. 따라서 본 논문에서는 와이프의 이동 경계선을 나타내는 라인 또는 원형 경계선의 개수, 진행 방향, 그리고 이 경계선 무게 중심 좌표의 선형 증감 패턴을 이용하여 와이프를 검출한다. 표 1은 본 논문에서 검출하고자 하는 와이프의 종류 및 해당 와이프의 이동 경계선의 형태를 보여준다



(a) 수평 와이프
(b) 수직 와이프
(c) 반도어
(d) 아이리스 라운드
그림 4. 와이프 전환의 예
Fig. 4. Examples of Wipe Transitions

표 1. 와이프 이동 경계선의 형태
Table 1. Patterns of Moving Borders of Wipes

와이프 종류	경계선	경계선개 수	경계선 이동방향	경계선 이동 좌표
양의 방향 수평와이프	라인	1	CX: $- \rightarrow +$	선형 증가
			CY: $\pm TH_y$	범위 이내
음의 방향 수평와이프	라인	1	CX: $+ \rightarrow -$	선형 감소
			CY: $\pm TH_y$	범위 이내
양의 방향 수직와이프	라인	1	CX: $\pm TH_x$	범위 이내
			CY: $- \rightarrow +$	선형증가
음의 방향 수직와이프	라인	1	CX: $\pm TH_x$	범위 이내
			CY: $+ \rightarrow -$	선형감소
반 도어	라인	2	CX1: $- \rightarrow +$	선형 증가
			CY1: $\pm TH_y$	범위 이내
			CX2: $+ \rightarrow -$	선형 감소
			CY2: $\pm TH_y$	범위 이내
아이리스 라운드	원	1	CX: $\pm TH_x$	범위 이내
			CY: $\pm TH_y$	범위 이내
			R: $0 \rightarrow +$	선형 증가

표 1에서 CX와 CY는 이동 경계선의 무게중심 좌표를 의미하며, +와 -는 양과 음의 방향을 의미한다. 예를 들어, $+ \rightarrow -$ 는 음의 방향으로 값이 증가한다는 의미이다. 따라서 음의 방향 수평 와이프는 이동 경계선이 왼쪽으로 이동하는 와이프이며, 음의 방향 수직 와이프는 위 방향으로 이동하는 수직 와이프를 나타낸다. 그리고 TH_x 와 TH_y 는 X축 방향과 Y축 방향의 좌표 이동에 대한 임계치를 의미한다. 또한, R은 원형 이동경계선의 반지름을 의미한다.

보통 와이프는 한 프레임의 크기가 $M \times N$ 인 k 개의 프레임에 걸쳐 점진적으로 발생한다. 만일, k개의 프레임에서 검출된 이동 경계선의 무게중심의 좌표를 $\{(C_{x_1}, C_{y_1}), (C_{x_2}, C_{y_2}), \dots, (C_{x_k}, C_{y_k})\}$, 그리고 원형 이동 경계선이 존재할 경우 원의 반지름의 길이를 $\{r_1, r_2, r_3, \dots, r_k\}$ 라 할 때 본 논문에서는 식 (8)과 같은 평가함수를 이용해 와이프를 검출한다.

식 (8)에서 이동 경계선의 무게중심의 y 좌표에 대응하는 $sign(C_{dy}(i)), avg(C_{dy}(i)), var(C_{dy}(i)), C_{dx}(i)$ 와 원형 경계선의 반지름에 대응하는 $sign(r(i)), avg(r(i))$,

$var(r(i))$ 도 유사한 방식으로 계산된다. 예를 들어, 양의 방향 수평 와이프가 발생한 경우에는 라인 경계선의 x 방향의 이동 방향을 나타내는 $sign(C_{x_i} - C_{x_{i-1}})$ 값은 +1이어야 한다. 그리고 k개의 프레임에 걸쳐 발생하는 이상적인 양의 방향 수평 와이프의 경우 검출된 라인의 x 좌표가 시간에 따라 M/k만큼 이동해야 하므로, 라인 경계선의 x 방향의 평균적인 이동 크기를 나타내는 $avg(C_{dx}(i))$ 는 식 (9)를 만족해야 한다. 식 (9)에서 $var(C_{dx}(i))$ 는 라인 경계선의 x 방향의 이동 크기의 분산을 나타낸다.

$$\Phi_{x,y,r}(i) = \{ \{ sign(C_{dx}(i)), avg(C_{dx}(i)), var(C_{dx}(i)) \}, \{ sign(C_{dy}(i)), avg(C_{dy}(i)), var(C_{dy}(i)) \}, \{ sign(r(i)), avg(r(i)), var(r(i)) \} \} \quad (8)$$

$$sign(C_{dx}(i)) = \begin{cases} +1 & : IF(C_{dx}(i)) > 0 \\ 0 & : IF(C_{dx}(i)) = 0 \\ -1 & : IF(C_{dx}(i)) < 0 \end{cases}$$

$$avg(C_{dx}(i)) = \frac{1}{k} \times \sum_{i=1}^k |C_{dx}(i)|$$

$$var(C_{dx}(i)) = \frac{1}{k} \times \sum_{i=1}^k (|C_{dx}(i)| - avg(C_{dx}(i)))^2$$

$$C_{dx}(i) = C_{x_i} - C_{x_{i-1}}$$

만일, 아이리스 라운드가 발생한 경우에는 원 이동 경계선의 중심은 영상의 중앙에 위치해야 하므로, 인접 영상에서 원 이동 경계선의 중심좌표의 이동 크기를 나타내는 $C_{dx}(i)$ 와 $C_{dy}(i)$ 는 0에 근접한 값을 가진다. 그리고 원 이동 경계선의 반지름 r 이 시간에 따라 M/2k 크기씩 이동해야 하므로, 원 이동 경계선의 반지름의 평균 이동크기를 나타내는 $avg(r(i))$ 는 M/2k를 제외하면 식 (9)와 유사한 형태를 취한다.

$$\frac{M}{k} - \delta \sqrt{var(l_{dx}(i))} \leq avg(l_{dx}(i)) \leq \frac{M}{k} + \delta \sqrt{var(l_{dx}(i))} \quad (9)$$

또한, 다른 종류의 와이프의 경우에도 표 1을 기반으로 유사하게 진행될 수 있다. 즉, 음의 방향 수평 와이프의 경우에는 x 방향의 이동 방향이 반대이다. 그리고 수직 와이프의 경

우에는 검출된 라인의 y축 이동 좌표를 이용하여 검출할 수 있다. 그리고 반도어 와이프의 경우에는 검출된 라인이 2개이고, x축의 이동 좌표를 나타내는 평가함수를 좌우 방향으로 동시에 고려해야 한다.

IV. 실험결과

본 논문의 실험을 위해 사용한 컴퓨터는 인텔 Pentium Core 2 Duo의 CPU와 4GB의 메모리를 사용하였고, 운영체제는 마이크로소프트사의 윈도우 XP Professional을 사용하였다. 그리고 컴파일러는 Visual C++ 2003을 이용해 와이프 검출 알고리즘을 구현하였다. 또한 제안된 시스템의 입력 데이터로는 영화, 스포츠, 다큐멘터리, 뮤직비디오 등의 다양한 종류의 디지털 비디오 데이터를 활용하였으며, 총 120개의 와이프 변환이 포함되어 있다. 이 중에서 라인의 이동 경계선을 가지는 와이프는 60개이며, 원형의 이동 경계선을 가지는 아이리스 라운드도 60개가 포함되어 있다. 그림 4는 본 논문에서 사용한 비디오 데이터 중에서 와이프 장면전환이 발생한 영상의 예를 보여준다. 그림 4 (a)는 양의 방향 수평 와이프, (b)는 음의 방향 수직 와이프, (c)는 반 도어 와이프, 그리고 (d)는 아이리스 라운드 전환의 예이다.

그림 5는 라인 형태의 이동 경계선을 가지는 반도어 와이프가 발생한 인접한 두 영상으로부터 차영상과 라인을 추출한 결과를 보여준다. 그림 5의 (a)와 (b)는 인접한 시점 t와 t+1 시점의 영상을 보여주고, (c)는 두 영상으로부터 차영상을 구한 결과를 보여주며, (d)는 추출된 차영상에 허프 변환을 적용하여 라인을 검출한 결과를 보여준다. 그리고 그림 6은 아이리스 라운드 와이프가 발생한 경우에 입력영상, 차영상, 그리고 원 추출 결과를 보여준다. 그림 5와 그림 6에서 확인할 수 있듯이 추출된 차영상으로부터 와이프 전환의 이동 경계선에 해당하는 라인과 원을 비교적 정확하게 검출한다는 것을 확인할 수 있다.

라인 검출 시 허프 변환을 잘못 적용하면 라인을 올바르게 검출하지 못할 수도 있는데, 그림 7의 (a)와 (b)는 이러한 예를 보여준다. 그림 7의 (a)는 허프 변환의 임계치를 부적절하게 설정하여 너무 많은 라인을 검출한 예를 보여주며, 그림 7의 (b)는 시작점과 끝점을 가지는 분할된 라인을 검출할 수 있는 허프 변환을 적용하여 라인을 부정확하게 검출한 예를 보여준다. 그리고 그림 7의 (c)와 (d)는 원을 잘못 검출한 예를 보여준다. 그림 7의 (c)는 허프 변환의 임계치를 부적절하게 설정하여 너무 많은 라인을 검출한 예를 보여준다. 그리고 그림 7의 (d)는 원형 라인의 경계가 완전히 연결되어 있지 않

아 기존의 허프 변환이 원을 검출하지 못한 예를 보여준다.

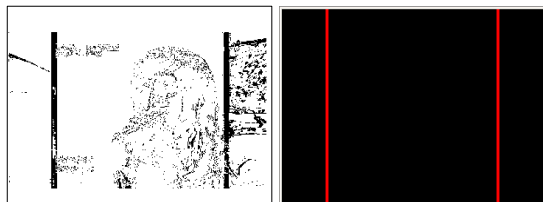
본 논문에서는 성능을 비교 평가하기 위해서 기존의 허프 변환[5]을 이용한 방법과 제안된 방법을 비교하였다. 식 (10)은 와이프 장면전환의 성능을 평가하기 위한 정확도 척도이다. 식 (10)에서 N_c 는 정확하게 검출한 와이프의 개수를 의미하고, N_f 는 잘못 검출한 와이프의 개수를 의미하며, N_m 은 검출하지 못한 와이프의 개수를 의미한다. 그리고 $R_{precision}$ 은 영상에서 검출된 전체 장면전환 중에서 정확하게 검출된 장면전환의 비율을 의미하고, R_{recall} 은 영상에 존재하는 전체 장면전환 중에서 정확하게 검출된 장면전환의 비율을 의미한다.

$$R_{precision} = \frac{N_c}{N_c + N_f} \quad (10)$$

$$R_{recall} = \frac{N_c}{N_c + N_m}$$



(a) 입력영상 t (b) 입력영상 t+1



(c) 차영상 (d) 추출된 라인

그림 5. 반도어 와이프의 라인 추출
Fig. 5. Line Extraction of Barn Doors

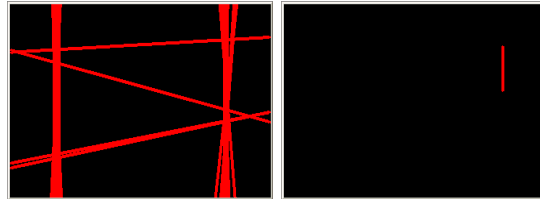


(a) 입력영상 t (b) 입력영상 t+1

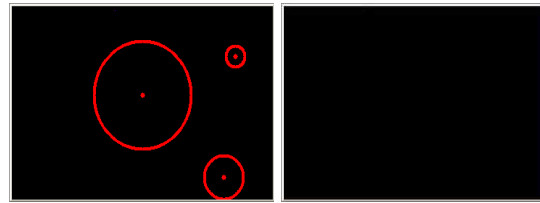


(c) 차영상 (d) 추출된 원

그림 6. 아이리스 라운드의 원 추출
Fig. 6. Circle Extraction of Iris Rounds



(a) (b)



(c) (d)

그림 7. 라인과 원 검출 오류
Fig. 7. Errors in Line and Circle Extraction

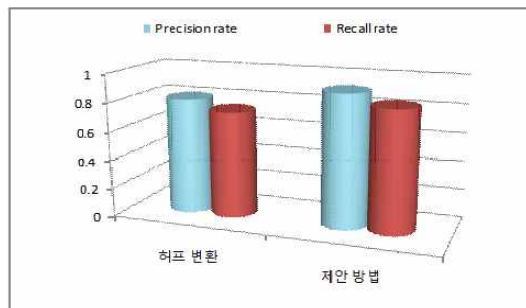


그림 8. 성능 비교
Fig. 8. Performance Comparison

그림 8은 각 방법에 대한 $R_{precision}$ 과 R_{recall} 의 비교 결과를 그래프로 보여주고 있다. 그림 8에서 확인할 수 있듯이 제안된 방법이 보다 좋은 성능을 보여줌을 확인할 수 있다. 특히, 기존의 허프 변환을 이용한 방법은 아이리스 라운드 검출 시 원형 이동 경계선의 에지가 완전한 원형으로 표현되지 않고 일부만 나타나는 경우에는 원을 검출하지 못하므로 본 논문에서 제안된 방법이 보다 좋은 성능을 보여주고 있다.

V. 결론 및 향후연구

다양한 종류의 비디오 데이터를 효과적으로 관리하기 위해서는 비디오의 내용에 따라서 데이터를 브라우징하고 검색할 수 있는 비디오 처리 기술의 개발이 필요하다. 이런 비디오 처리 기술들 중에서 비디오 데이터를 장면 단위로 분할하는 비디오 파싱 기술은 비디오의 인덱싱, 브라우징, 검색을 위한 첫 번째 단계로, 비디오 시퀀스를 구성하는 서로 다른 장면 사이의 경계를 검출하는 일이다. 그리고 이런 장면의 경계를 자동으로 검출하는 것은 매우 중요하다.

본 논문에서는 비디오 데이터를 분석하여 선형과 원형의 이동 경계선을 가지는 와이프 장면전환을 효과적으로 검출하는 새로운 방법을 제안하였다. 제안된 방법에서는 먼저 인접한 영상으로부터 차영상을 구하고, 추출된 차영상으로부터 와이프의 이동 경계선에 해당하는 라인과 원을 검출한다. 그런 다음, 검출된 이동 경계선의 형태와 방향을 분석하여 와이프의 발생 유무 및 그 종류를 판별한다. 그리고 성능을 평가하기 위한 실험 결과에서는 제안된 방법이 기존의 방법에 비해 보다 효과적으로 와이프를 검출할 수 있다는 것을 확인하였다.

향후 연구로는 본 논문에서 제안된 와이프 검출 방법을 보다 다양한 종류의 비디오 데이터에 적용하여 제안된 알고리즘의 강건성을 검증할 예정이다. 그리고 선형과 원형을 제외한 다른 유형의 이동 경계선을 가지는 와이프 장면전환에 대한 검출도 시도해 볼 계획이다.

참고문헌

- [1] T.-J. Chin, D. Suter, and Hanzi Wang, "Boosting Histograms of Descriptor Distances for Scalable Multiclass Specific Scene Recognition," *Image and Vision Computing*, Vol. 29, No. 4, pp. 241-250, 2011.
- [2] S. Li and M.-C. Lee, "Effective Detection of Various Wipe Transitions," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 17, No. 6, pp. 663-673, 2007.
- [3] S. Mackowiak and M. Relewicz, "Wipe Transition Detection based on Motion Activity and Dominant Colors Descriptors," In *Proceedings of the International Symposium on Image and Signal Processing and Analysis*, pp. 480-483, 2005.
- [4] S.-C. Pei and Y.-Z. Chou, "Effective Wipe Detection in MPEG Compressed Video Using Macro Block Type Information," *IEEE Transactions on Multimedia*, Vol. 4, No. 3, pp. 309-319, 2002.
- [5] P. Campisi, A. Neri, and L. Sorigi, "Wipe Effect Detection for Video Sequences," In *Proceedings of the IEEE Workshop on Multimedia Signal Processing*, pp. 161-164, 2002.
- [6] J. Nam and A. H. Tewfik, "Detection of Gradual Transitions in Video Sequences Using B-Splines Interpolation," *IEEE Transactions on Multimedia*, Vol. 7, No. 4, pp. 667-679, 2005.
- [7] J. Cha, R. H. Cofer, and S. P. Kozaitis, "Extended Hough Transform for Linear Feature Detection," *Pattern Recognition*, Vol. 39, No. 6, pp. 1034-1043, 2006.
- [8] J. Cao and A. Caia, "A Robust Shot Transition Detection Method Based on Support Vector Machine in Compressed Domain," *Pattern Recognition Letters*, Vol. 28, No. 12, pp. 1534-1540, 2007.
- [9] M. Liu, X. Jiang, and A. C. Koth, "A Multi-Prototype Clustering Algorithm," *Pattern Recognition*, Vol. 42, No. 5, pp. 689-698, May 2009.
- [10] L. Wang, C. Leckie, R. Kotagiri, and J. Bezdek, "Approximate Pairwise Clustering for Large Data Sets via Sampling plus Extension," *Pattern Recognition*, Vol. 44, No. 2, pp. 222-235, 2011.

저 자 소개



장 석 우

2000년 8월 : 숭실대학교대학원 컴
퓨터학과 (공학박사)

2009년 3월 - 현재 : 안양대학교 디
지털미디어학과 교수

관심분야 : 로봇비전, 증강현실, HCI,
게임, 비디오 색인 및 검
색, 이라닝 등

Email : swjang@anyang.ac.kr



조 성 운

1988년 : Cardiff University, Com-
puter Engineering (공학
박사)

2001년 3월 - 현재 : 안양대학교 디
지털미디어학과 교수

관심분야 : 인공지능, GIS 기반 위성
영상처리, 상황인지 등

Email : sycho@anyang.ac.kr