

원형의 이동 경계선을 가지는 특수효과 검출

장석우¹, 변시우^{1*}

¹안양대학교 디지털미디어학과

Detection of Special Effects with Circular Moving Borders

Seok-Woo Jang¹ and Siwoo Byun^{1*}

¹Department of Digital Media, Anyang University

요약 본 논문에서는 디지털 비디오 데이터에서 이동 경계선의 형태가 원형의 모양을 가지는 아이리스 라운드(Iris Round) 와이프를 효과적으로 검출하는 새로운 방법을 제안한다. 제안된 아이리스 라운드 검출 방법에서는 영상에 존재하는 원형의 이동 경계선을 개선된 허프 변환(Hough transform)을 이용하여 강건하게 추출하고, 이들의 진행 방향 및 형태를 효과적으로 분석하여 아이리스 라운드 와이프의 발생 유무를 판단한다. 본 논문의 실험 결과에서는 제안된 방법이 원형의 이동 경계선을 가지는 아이리스 라운드를 효과적으로 검출할 수 있다는 것을 다양한 비디오 데이터를 이용한 실험을 통하여 보인다.

Abstract In this paper, we propose a method to detect Iris Round wipe transitions with circular moving borders in digital video data. The suggested method robustly extracts circular moving borders from the input image using improved Hough transform, and finally detects Iris Round wipes by effectively analyzing their moving directions and shapes. In order to evaluate the performance of the suggested algorithm, the experimental results show that the proposed method can effectively detect Iris Rounds with circular moving borders in various video data.

Key Words : Special Effect, Circular Moving Border, Video Segmentation, Difference Image

1. 서론

비디오 처리 기술들 중에서 장면전환 검출과 같은 비디오 분할은 비디오 인덱싱(indexing)을 위한 첫 번째 단계로, 비디오 시퀀스를 인접한 장면(shot)으로 분할하고 인접한 두 장면을 연결하는 경계를 검출하는 작업이다. 그리고 이러한 장면전환 검출은 자동화되는 것이 매우 중요하다[1].

비디오 데이터의 장면전환 검출은 크게 급진적인 장면 전환인 컷(cut)과 점진적인 장면전환인 페이드(fade), 디졸브(dissolve), 와이프(wipe) 등으로 분류될 수 있다. 컷은 인접한 영상 사이에서 장면이 급변하는 전환이다. 페이드는 고정 영상(constant image)이 점진적으로 장면화 되는 전환인 페이드 인(fade in)과 장면이 점진적으로 고정 영상으로 변화하는 전환인 페이드 아웃(fade out)이 있

다. 그리고 디졸브는 페이드 아웃과 페이드 인이 교차해서 발생하는 장면전환이다. 와이프는 새로운 장면이 현재 장면으로 미끄러져 들어오는 점진적인 장면전환으로, 이 전환은 임의의 모양을 가지는 여러 개의 이동 경계선(moving border)을 포함할 수 있다. 와이프 전환은 30가지 종류 이상이 있으며, 경계선의 모양, 이동하는 속도 및 방향에 따라 그 종류가 결정된다[2].

기존의 장면전환 검출 방법들은 대부분 급진적인 장면 전환인 컷 검출을 위주로 수행되고 있으며, 페이드와 디졸브 같은 점진적인 장면전환 검출도 어느 정도는 연구가 진행되었다. 그러나 와이프 장면전환은 다른 전환에 비해서 복잡하고 다양한 변환 패턴 때문에 상대적으로 적은 관심을 받았으며, 기존 연구의 완성도도 상대적으로 낮다. 그럼에도 불구하고 비디오에 존재하는 장면경계의 정확한 검출, 비디오 장르의 인식, 그리고 다른 점진적인

*교신저자 : 변시우(swbyun@anyang.ac.kr)

접수일 11년 05월 04일

수정일 11년 06월 07일

게재확정일 11년 07월 07일

장면전환의 검출 정확도를 저하시키지 않기 위해서는 와이프의 검출 역시 반드시 수행해야 할 과제이다.

와이프 장면전환 검출에 관한 기존의 연구는 관련문헌에서 찾아볼 수 있다. [3]은 비디오 동작의 활동성(motion activity)과 주요 칼라와 같은 묘사기(descriptor)를 사용해 와이프를 검출하는 것을 제안하였으나, 이 방법에서는 수평과 수직 와이프만을 검출 대상으로 하였다. [4]는 각 영상으로부터 장면전환 영역을 발견하기 위해 동작벡터를 사용하였다. 이 방법에서는 변화된 영역(change region)이 영상에서 일정 비율 이상을 차지할 때 와이프가 발생한다고 선언한다. 그러나 와이프 이외의 다른 변환도 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 방법도 있다[7].

본 논문에서는 와이프 장면전환 중에서 이동 경계선의 형태가 원형의 모양을 가지는 아이리스 라운드(Iris Round) 와이프를 효과적으로 검출하는 새로운 방법을 제안한다. 제안된 와이프 검출 방법에서는 영상에 존재하는 원형의 이동 경계선을 개선된 허프 변환(Hough transform)을 이용하여 강건하게 추출하고, 이들의 진행 방향 및 형태를 효과적으로 분석하여 와이프 장면전환의 발생 유무를 판단한다.

2. 원형의 이동 경계선 추출

그림 1은 본 논문에서 제안하는 원 형태의 이동 경계선을 가지는 아이리스 라운드를 강건하게 검출하는 방법의 전체적인 개요도를 보여준다. 그림 1에서와 같이 제안하는 방법은 먼저 연속적으로 입력되는 영상을 받아들여 인접 영상 사이에 차연산을 적용하고, 이를 이진화하여 차영상(difference image)을 구한다. 그리고 이진화된 차영상에 개선된 허프 변환을 적용하여 원형의 라인을 강건하게 검출한다. 그런 다음, 원형 경계선의 이동 형태를 분석한 후 이를 평가함수에 적용하여 최종적으로 아이리스 라운드 와이프의 발생 유무를 결정한다.

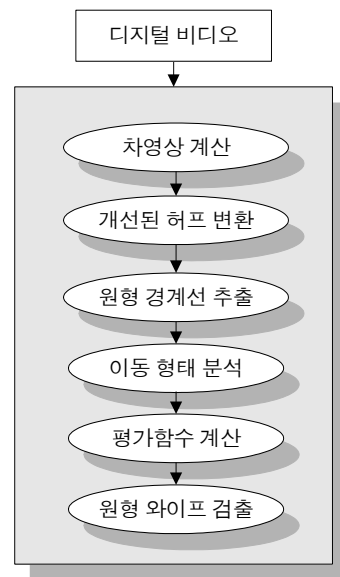
제안된 와이프 검출 방법에서는 먼저 시점 t 와 시점 $t-1$ 에서 입력된 두 영상 $I_t(x,y)$ 와 $I_{t-1}(x,y)$ 사이의 차영상을 식 (1)을 이용하여 구한다. 일반적으로, 차영상은

식 (1)과 같이 두 입력 영상에서 화소 대 화소 사이의 비교 연산을 수행하는 차연산과 이진화 작업에 의해 구해진다.

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

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

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



[그림 1] 시스템 개요

[Fig. 1] Overall flow

위와 같이 추출한 차영상에서 아이리스 라운드의 이동 경계선은 원의 형태를 취하므로, 2D 허프 변환을 적용하여 원 성분을 추출한다.

본 논문에서는 아이리스 라운드의 원형의 이동 경계선을 검출하기 위해 개선된 2D 허프 변환을 사용한다. 보통, 허프 변환은 영상에서 모양의 형태를 검출하는 대표적인 방법으로 직선, 원, 타원 등의 형태를 검출하는 방법들이 기존의 문헌에 소개되어 있다[8]. 그리고 허프 변환은 공간영역의 이미지를 파라미터 공간으로 변환하는 방법으로 형태 분석에 유용한 도구이다.

아이리스 라운드의 이동경계선은 보통 원형이나 이 와이프의 이동경계선의 예지는 완전한 원형으로 표현되지 않고 일부만 나타나는 경우가 많기 때문에 일반적인 2D

허프 변환을 사용하여 와이프를 검출할 수는 없다. 따라서 본 논문에서는 원형의 에지가 일부만 나타나도 원의 형상을 검출할 수 있는 개선된 허프변환 방법을 소개한다. 본 논문에서는 이전 단계에서 추출한 차영상에 캐니 에지 연산을 통해 에지영상을 추출한다. 추출된 에지영상은 크기가 작은 에지는 사라지고 라인 성분이 강한 에지만 존재하게 되는데, 이 에지를 가지고 2D 허프 변환을 수행한다.

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. 이때 에지 포인트와 1, 11번째 행, 열에 속한 에지는 같은 라인에 포함되는 성분으로 가정한다. 1번째와 11번째 행, 열에 속한 에지 포인트의 두 점 $(x_a, y_a), (x_b, y_b)$ 을 지나는 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.

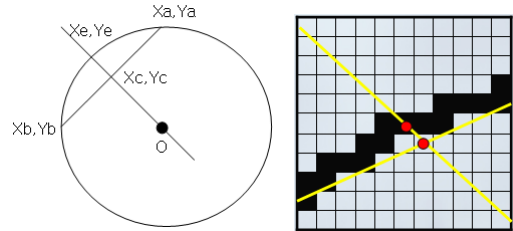
$$y' = -\frac{1}{a}x' + b_2 = \frac{x_a - x_b}{y_a - y_b} + \frac{x_a^2 + y_a^2 - x_b^2 - y_b^2}{2(y_a - y_b)} \quad (3)$$

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.

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

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

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. 만일, 마스크 안의 같은 위치에 에지 포인트가 생기면 원의 상, 하, 좌, 우(0°, 90°, 180°, 270°) 부근에 해당하는 부분으로 판단하고, 이 부분은 계산에서 제외한다.



[그림 2] 방향 추출
[Fig. 2] Direction extraction

이와 같은 방식으로 각 에지 포인트에 대하여 마스크의 양 옆에 위치한 두 포인트로 이루어진 직선에 수직인 직선은 그림 2와 같이 원의 중심을 향한다고 가정하고, 누적배열을 생성하여 2D 허프 변환 공간을 구성한다. 본 논문에서는 기존의 허프 변환과 다르게 타원은 배제하고 원 검출을 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.

$$x = x + DX \quad (6)$$

$$y = a(x + DX) + b$$

$$r = \sqrt{(x_e - x)^2 + (y_e - y)^2}$$

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.

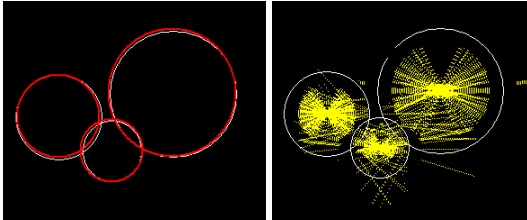
$$r^2 = (x - x_o)^2 + (y - y_o)^2 \quad (7)$$

본 논문에서 제안하는 2D 허프 변환을 수행하였을 때 원의 중심점은 실수(floating point)로 계산되나, 영상 좌표는 정수이기 때문에 원의 중심은 그림 3 (b)와 같이 한 곳으로 집중되지 못하고 지역적 분포를 형성한다. 따라서 본 논문에서는 분포의 군집화(clustering)를 통해서 정확한 원의 중심을 찾는다[9]. 군집화 단계에서 누적 배열에

서 유사한 지점에 원의 중심이 위치할 경우에는 누적 배열에서 증가된 값을 가중치로 사용하여 원의 새로운 중심점을 계산한다. 식 (8)은 군집화를 통해 새롭게 정의된 원의 중심점 (nx, ny) 와 반지름 nr 을 나타낸다.

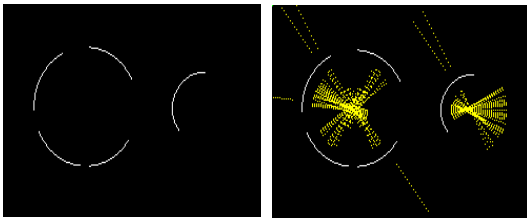
$$nx = \frac{\sum_{i=0}^n x_i \sigma_i}{\sum_{i=0}^n \sigma_i} \quad ny = \frac{\sum_{i=0}^n y_i \sigma_i}{\sum_{i=0}^n \sigma_i} \quad nr = \frac{\sum_{i=0}^n r_i \sigma_i}{\sum_{i=0}^n \sigma_i} \quad (8)$$

식 (8)에서 σ 는 가중치로서 본 논문에서는 누적 배열의 (x, y) 좌표에서 증가된 값을 사용하며, n 은 군집화 과정에 포함된 원 중심의 후보영역의 수를 나타낸다. 그림 3과 그림 4는 실험을 위해서 인위적으로 생성한 원에 본 논문에서 제안한 2D 허프 변환을 적용시킨 결과이다.

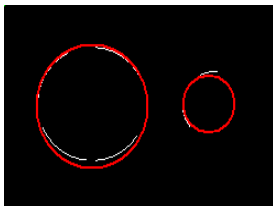


(a) 원 검출 (b) 누적배열 영상

[그림 3] 원 추출의 예
[Fig. 3] Circle extraction (1)



(a) (b)



(c)

[그림 4] 원 추출의 예
[Fig. 4] Circle extraction (2)

그림 3 (a)는 인위적으로 만든 부분적으로 중첩된 3개의 원에 대해서 본 연구에서 개발한 원 검출 알고리즘을

적용한 결과를 보여주고 있으며, 그림 3 (b)는 이 때 사용한 누적 배열 영상을 보여준다. 대체적으로 가상으로 생성된 영상에서는 원의 형상을 비교적 정확하게 검출하고 있음을 알 수 있으나, 군집화의 과정으로 인한 약간의 오차는 존재함을 알 수 있다. 그림 4에서는 원 형상 에지의 일부만 존재하다라도 원 형상이 검출되는 것을 확인할 수 있다. 그림 4 (a)는 입력 영상을 나타내고, (b)는 원을 검출하기 위해서 생성한 누적 배열 영상을 나타내며, (c)는 제안된 방법으로 최종적으로 원을 검출한 결과를 보여준다.

3. 아이리스 라운드 검출

와이프 장면전환의 주요 특징 중의 하나는 현재의 장면과 이전 장면의 경계선이 와이프 장면전환이 일어나는 구간 내에서 와이프의 진행 방향에 따라 이동한다는 것이다. 예를 들어, 아이리스 라운드의 경우에는 이동 경계선이 원형이다. 그리고 원의 중심이 영상의 중앙 부분에 위치하고, 원의 반지름의 크기는 아이리스 라운드가 발생하는 동안 선형적으로 증가한다.

일반적으로, 아이리스 라운드는 한 프레임의 크기가 $M \times N$ 인 k 개의 프레임에 걸쳐 점진적으로 발생한다. 만일, k 개의 프레임에 걸쳐 검출된 원형 라인의 중심과 반지름의 길이를 각각 $\{(nx_1, ny_1, nr_1), (nx_2, ny_2, nr_2), \dots, (nx_i, ny_i, nr_i), \dots, (nx_k, ny_k, nr_k)\}$ 라 할 때, 본 논문에서는 식 (9)와 같은 평가함수(Φ)를 이용하여 아이리스 라운드를 검출한다.

$$\Phi(i) = \{nx(i), ny(i), avg(nr(i)), var(nr(i))\} \quad (9)$$

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

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

$$nx(i) = nx_i - nx_{i-1}$$

$$ny(i) = ny_i - ny_{i-1}$$

$$nr(i) = nr_i - nr_{i-1}$$

k 개의 프레임에 걸쳐 발생하는 이상적인 아이리스 라운드의 경우 원 이동 경계선의 중심은 영상의 중앙에 위치해야 하므로, 인접 영상에서 원 이동 경계선의 중심좌표의 이동 크기를 나타내는 $nx(i)$ 와 $ny(i)$ 는 식 (10)처럼 0에 근접한 값을 가져야 한다.

$$0 - \alpha \leq nx(i) \leq 0 + \alpha \quad (10)$$

$$0 - \beta \leq ny(i) \leq 0 + \beta$$

그리고 원 이동 경계선의 반지름 nr 이 시간에 따라 $M/2k$ 크기씩 이동해야 하므로, 원 이동 경계선의 반지름의 평균 이동 크기를 나타내는 $avg(nr(i))$ 는 아래의 식 (11)을 만족해야 한다. 식 (11)에서 $var(nr(i))$ 은 원 이동 경계선의 반지름의 이동 크기의 분산을 나타낸다.

$$\frac{M}{2k} - \delta \sqrt{var(nr(i))} \leq avg(nr(i)) \leq \frac{M}{2k} + \delta \sqrt{var(nr(i))} \quad (11)$$

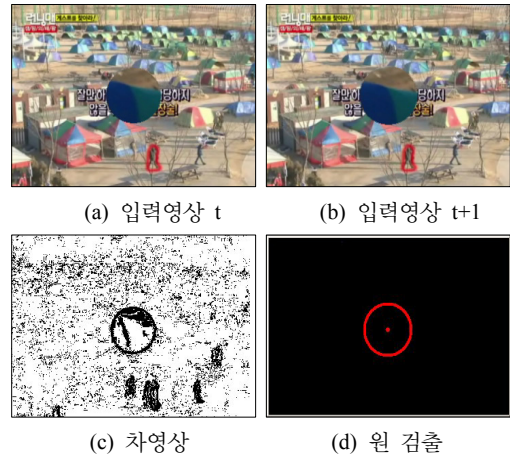
본 논문에서는 입력 영상으로부터 추출된 원형 이동 경계선이 위와 같은 평가함수의 조건을 만족할 때 아이리스 라운드 장면전환이 발생했다고 판단한다.

4. 실험결과

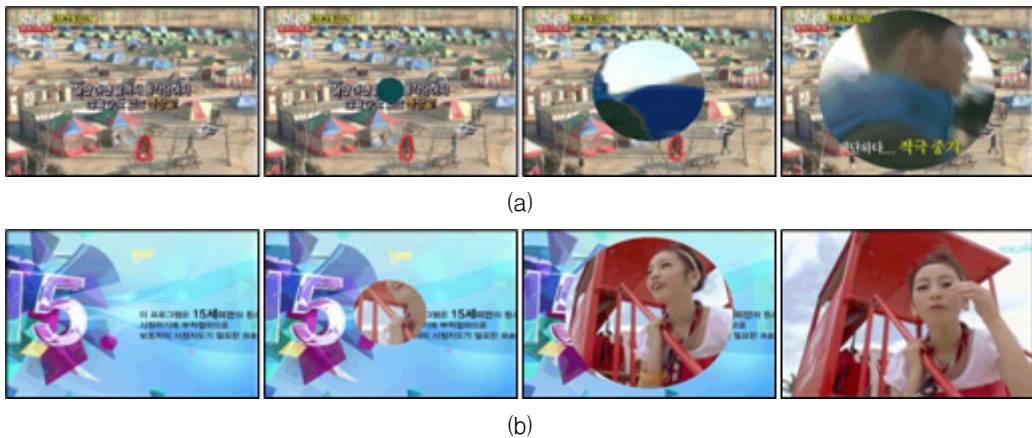
본 논문의 실험을 위해 사용한 컴퓨터는 인텔 Pentium Core 2 Duo의 CPU와 4GB의 메모리를 사용하였고, 운영체제는 마이크로소프트사의 윈도우 XP Professional을 사용하였다. 그리고 컴파일러는 Visual C++ 2003을 이용해 아이리스 라운드 검출 알고리즘을 구현하였다. 또한 제안된 시스템의 입력 데이터로는 영화, 스포츠, 드라마 등의 디지털 비디오 데이터를 활용하였으며, 총 50개의 아이리스 라운드 와이프 변환이 포함되어 있다. 그림 5는 본

논문에서 사용한 비디오 데이터 중에서 아이리스 라운드 장면전환이 발생하는 영상의 예를 보여준다.

그림 6은 아이리스 라운드 장면전환이 발생한 인접한 두 영상으로부터 차영상과 에지영상을 추출한 결과를 보여준다. 그림 6의 (a)와 (b)는 인접한 시점 t 와 $t+1$ 시점의 영상을 보여주고, 그림 6의 (c)는 두 영상으로부터 차영상을 구한 결과를 보여주며, 그림 6의 (d)는 추출된 차영상에 개선된 허프 변환을 적용하여 원을 검출한 결과를 보여준다. 그림 6에서 확인할 수 있듯이 개선된 허프 변환을 이용한 방법은 추출된 차영상으로부터 아이리스 라운드 전환의 이동 경계선에 해당하는 원을 비교적 강건하게 검출한다는 것을 확인할 수 있다.

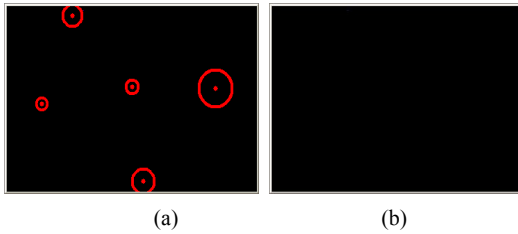


[그림 6] 아이리스 라운드의 원 추출
[Fig. 6] Circle extraction of Iris Round



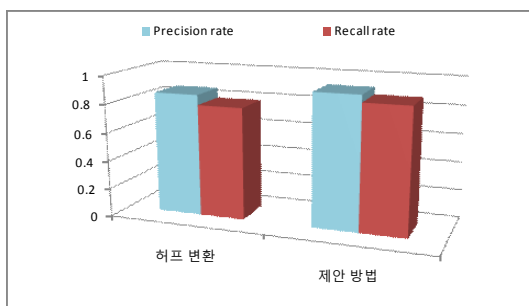
[그림 5] 아이리스 라운드의 예
[Fig. 5] Example of Iris Round

아이리스 라운드 전환의 원형의 이동 경계선 검출 시 허프 변환을 잘못 적용하면 원 검출을 올바르게 수행하지 못할 수도 있는데, 그림 7은 이러한 예를 보여주고 있다. 그림 7의 (a)는 허프 변환의 임계치를 부적절하게 설정하여 너무 많은 라인을 검출한 예를 보여준다. 그리고 그림 7의 (b)는 원형 라인의 경계가 완전히 연결되어 있지 않아 기존의 허프 변환이 원을 검출하지 못한 예를 보여준다.



[그림 7] 원 검출 오류
[Fig. 7] Circle extraction error

본 논문에서는 성능을 평가하기 위해서 기존의 허프 변환[5]을 이용한 방법과 제안된 방법을 비교하였다. 그리고 식 (12)는 와이프 장면전환의 성능을 평가하기 위한 정확도 척도이다. 식 (12)에서 N_c 는 정확하게 검출한 아이리스 라운드의 개수를 의미하고, N_i 는 잘못 검출한 아이리스 라운드의 개수를 의미하며, N_m 은 검출하지 못한 아이리스 라운드의 개수를 의미한다. 그리고 $R_{precision}$ 은 영상에서 검출된 전체 장면전환 중에서 정확하게 검출된 장면전환의 비율을 의미하고, R_{recall} 은 영상에 존재하는 장면전환 중에서 정확하게 검출된 장면전환의 비율을 의미한다[1]. 그림 8은 각 방법에 대한 $R_{precision}$ 과 R_{recall} 의 비교 결과를 그래프로 보여주고 있다. 그림 8에서 확인할 수 있듯이 기존의 허프 변환을 이용한 방법은 원형 이동 경계선의 에지가 완전한 원형으로 표현되지 않고 일부만 나타나는 경우에는 원을 검출하지 못하므로 제안된 방법이 보다 좋은 성능을 보여주고 있다.



[그림 8] 성능 비교
[Fig. 8] Performance comparison

5. 결론

본 논문에서는 다양한 디지털 비디오 데이터를 분석하여 원형 이동 경계선을 가지는 아이리스 라운드 와이프를 효과적으로 검출하는 새로운 방법을 제안하였다. 제안된 방법에서는 먼저 인접한 영상으로부터 차영상을 구하고, 추출된 차영상으로부터 개선된 허프 변환을 적용하여 아이리스 라운드의 이동 경계선에 해당하는 원을 검출한다. 그런 다음, 검출된 원의 이동 형태와 방향을 분석하여 아이리스 라운드의 발생 유무를 판별한다. 그리고 성능을 비교 평가하기 위한 실험결과에서는 제안된 방법이 기존의 방법에 비해 보다 정확하게 아이리스 라운드 장면전환을 검출함을 확인할 수 있었다.

향후 연구에서는 제안된 원형의 경계선을 가지는 아이리스 라운드 검출 방법을 선형 라인 형태의 경계선을 가지는 와이프 장면전환도 동시에 검출할 수 있도록 점진적으로 확장할 예정이다.

References

- [1] S.-W. Jang and H.-I. Choi, "Shot Transition Detection by Compensating Camera Operations," Journal of Korea Information Processing Society, Vol. 12-B, No. 4, pp. 403-412, 2005.
- [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 Proc. of the International Symposium on Image and Signal Processing and Analysis, pp. 480-483, 2005.
- [4] S.-C. Pei 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 Proc. 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] K.-D. Seo, S. Park, and S.-H. Jung, "Wipe Scene-Change Detector based on Visual Rhythm Spectrum," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 55, No. 2, pp. 831-888, 2009.
- [8] J. Cha, R. H. Cofer, S. P. Kozaitis, "Extended Hough Transform for Linear Feature Detection," Pattern Recognition, Vol. 39, No. 6, pp. 1034- 1043, 2006.
- [9] M. Liu, X. Jiang, and A. C. Kotb, "A Multi- Prototype Clustering Algorithm," Pattern Recognition, Vol. 42, No. 5, pp. 689-698, May 2009.

장 석 우(Seok-Woo Jang)

[정회원]



- 1995년 2월 : 송실대학교 전자계학과 (공학사)
- 1997년 2월 : 송실대학교 컴퓨터학과 (공학석사)
- 2000년 8월 : 송실대학교 컴퓨터학과 (공학박사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 안양대학교 디지털미디어학과 조교수

<관심분야>

로봇비전, 증강현실, HCI, 비디오 색인 및 검색, 등

변 시 우(Siwoo Byun)

[정회원]



- 1989년 월 : 연세대학교 이과대학 전산학과(공학사)
- 1991년 월 : 한국과학기술원 전산학과(공학석사)
- 1999년 월 : 한국과학기술원 전산학과(공학박사)
- 2000년 3월 ~ 현재 : 안양대학교 디지털미디어학부 부교수

<관심분야>

데이터베이스, 저장장치, 임베디드 시스템 등