

객체 출현에 따른 360VR 중첩영역에서의 왜곡 보정

이희경, 임성용, 서정일
ETRI

lhk95@etri.re.kr, seylim@etri.re.kr, seoji@etri.re.kr

Distortion correction in the overlapping area of 360VR by the sudden appearance of objects

HeeKyung Lee, Seong Yong Lim, Jeong-il Seo
ETRI

요 약

본 논문에서는 입력 영상을 카메라의 자세 정보에 따라 적절히 왜곡한 후 이들을 심(Seam)을 따라 이어 붙인 360VR 에서 갑작스런 객체 출현에 의해 중첩 영역에서 발생하는 왜곡 문제를 해결할 방법을 제안한다. 임의의 객체가 나타났을 때, 객체의 윤곽선을 반영하여 심(Seam)을 재설정함으로써 객체가 우그러지거나, 잘려나가는 등의 왜곡 문제를 해결한다. 이를 위해 본 논문에서는 가우시안(Gaussian) 혼합 모델 기반 전경/배경 분리에 의한 움직이는 객체 추출, 객체 윤곽선 검출, 윤곽선에 기반한 심(Seam) 조정, 새로운 심(Seam) 기반 스티칭으로 왜곡을 없애는 방법을 제안하였다. 그리고 이를 실제 촬영 영상에 적용하여 왜곡 개선 효과를 보였다.

1. 서론

최근, 360VR(Virtual Reality)은 몰입형 콘텐츠 경험을 제공하는 독자적 매체로 급부상하였다. 구글의 조사에 따르면, 360VR은 일반 동영상에 비해 상호작용은 41%, 클릭률은 5 배, 전체 분량 시청률은 46% 더 높고, 반복 시청 횟수와 공유 비율도 더 많은 것으로 나왔다. 특히, 온라인에서 높은 조회수를 나타내는데, 윌리엄 브리스코의 북극광 360VR 영상을 본 사람은 약 1 억 2,400 만명으로 이는 수퍼볼 시청자 수 보다 더 많은 수다[1].

이러한 360VR 은 멀티 카메라 리그 또는 멀티 카메라 렌즈가 장착된 전용 하드웨어를 이용해 중복 각도로 찍은 영상들을 스티칭(Stitching)하여 하나의 구형(Sphere) 비디오 프레임을 구성하고, 복수 영상들 간의 조화를 위해 개별 영상의 색과 명암비를 조절하여 제작한다.

360VR 의 구형 비디오 프레임을 ERP (Equirectangular Projection) 변환한 직사각형 영상에서 중첩되는 영역을 갖는 두 입력 영상은 카메라의 자세 정보에 따라 적절히 왜곡된다. 입력 영상들이 적절히 왜곡되었으면 이들을 이어 붙일 심(Seam)을 찾아 스티칭(Stitching)한다. 그러나, 그림 1(a)와 같이 스티칭 영역, 또는 중첩 영역에 갑자기 임의의 객체가 나타나면, 기존 심(Seam)을 따라 좌우 영상에서 객체 영역을 일부분씩 가져오므로 객체에 왜곡이 발생한다.

객체 출현에 따른 이러한 왜곡 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 새롭게 출현한 객체의 윤곽선을 검출하고, 이 윤곽선이 끊기지 않도록 심(Seam)을 재설정하며, 이에 따라 스티칭 마스크를 새로 생성하여 스티칭(Stitching) 함으로써 갑작스런 객체 출현에 따른 왜곡을 없앨 수 있는 방법을

제안한다.

본 논문의 구성은 2 절에서 객체의 윤곽선 검출 방법을 설명하고, 3 절에서 윤곽선에 기반한 심(Seam) 도출 방법을 설명한다. 4 절에서는 조정된 심에 의한 왜곡 보정 결과를 보이며, 마지막으로 5 절에서 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

2. 객체의 윤곽선 검출

새롭게 출현한 객체의 윤곽선을 검출하기 위해서는 전경(foreground)과 배경(background) 분리를 통한 움직이는 객체 추출이 선행되어야 한다. 이를 위해 본 논문에서는 가우시안(Gaussian) 혼합 모델 기반 전경/배경 분리 알고리즘[2]을 사용한다. 가우시안 혼합 모델 기반 전경/배경 분리 알고리즘은 배경 모델을 만들고 유지 관리하여 이 모델에 적합하지 않은 픽셀은 전경으로 간주함으로써 전경과 배경 픽셀을 구분한다. K 값이 3 또는 5 인 가우시안 혼합 모델을 사용하는데, 이때 사용하는 가중치는 특정 픽셀이 동일한 장소에 머무는 시간의 비율을 나타낸다. 가우시안 혼합 모델 기반 전경/배경 분리 알고리즘의 구현은 OpenCV BackgroundSubtractorMOG [3] 클래스 등을 사용한 opencv_source_code/samples/gpu/ bgfg_segmm 를 참고하였다. 그림 1(b)는 이를 이용해 추출한 전경 마스크이다.

전경 마스크를 통해 추출한 객체의 윤곽선 검출을 위해 먼저, 전경 마스크에 닫기(Closing) 연산을 수행한다. 닫기 연산은 팽창(Dilate) 연산 후 침식(Erode) 연산을 수행하여 두개 이상의 작은 부분을 합칠 때 사용하는 연산이다. 다음으로, 캐니 에지 검출(Canny Edge Detection) 및 윤곽선 검출(Contour Detection)을 수행하여 그림 1(c)와 같이 객체의

윤곽선을 검출한다.

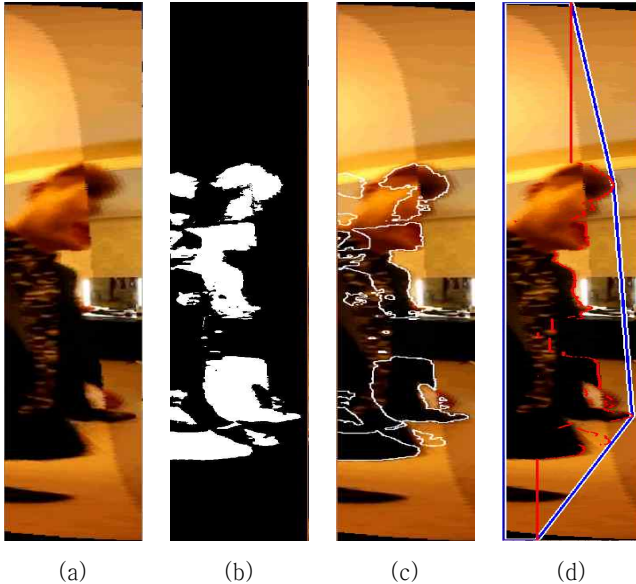


그림 1 객체 출현에 따른 왜곡(a), 가우시안 혼합 모델 기반 전경 마스크(b), 윤곽선(c), 조정된 심(d)

3. 심(Seam) 조정

앞서 설명한 바와 같이 중첩 영역에 갑자기 임의의 객체가 나타나면, 기존 심(Seam)을 따라 좌우 영상에서 객체 영역을 일부분씩 가져오므로 객체에 왜곡이 발생한다. 이를 해결하기 위해, 본 논문에서는 객체 윤곽선을 이용해 심(Seam)을 조정함으로써 객체를 좌 또는 우 영상 중 하나의 영상에서만 가져와 왜곡이 없는 온전한 객체를 유지할 수 있도록 한다. 이를 위한 심(Seam) 조정 모듈의 동작 흐름은 그림 2 와 같다.

심(Seam) 조정 모듈은 가장 먼저 심(Seam) 조정이 필요한지 아닌지를 판별한다. 즉, 그림 1(c)와 같은 유의미한 윤곽선이 존재하는지, 또는 그림 1(b)와 같은 전경 마스크 영역이 일정 크기 이상인지를 확인한다. 이 두 조건을 모두 만족시키지 못하는 경우 심(Seam) 조정없이 종료한다. 뿐만 아니라, 상기 조건을 만족하더라도 객체의 가장 오른쪽 좌표가 영상의 좌측 경계에 인접하거나, 객체의 가장 왼쪽 좌표가 영상의 우측 경계에 인접한 경우 기존 심(Seam)으로도 객체에 왜곡이 발생하지 않으므로 심(Seam) 조정없이 종료한다.

이제, 본격적인 심(Seam) 수정을 위해 심(Seam) 조정 모듈은 객체를 가져 올 메인 영상을 결정한다. 그림 1(a)를 참고하여 메인 영상을 설명하면, 움직이는 객체인 사람을 구성하는 대부분의 픽셀이 좌측 영상에 존재하므로 객체를 가져올 메인 영상은 좌측 영상이다. 유념할 것은 이러한 메인 영상 판별에 오류가 발생할 경우 객체의 왜곡이 보다 더 심해진다는 것이다. 따라서, 제안하는 심(Seam) 조정 모듈에서는 두 가지 메인 영상 판별 단계를 거친다. 그 하나는 전경 마스크에서 흰색 픽셀이 차지하는 좌우 영역 크기에 의한 판별 단계이고, 다른 하나는 윤곽선을 이루는 픽셀의 위치에 따른 판별 단계이다.

다음으로, 심(Seam) 조정 모듈은 윤곽선을 구성하는

모든 픽셀들을 Y 좌표 기준으로 정렬하고, Y 좌표별 가장 오른쪽 X 좌표를 찾아 객체의 가장 외곽 경계를 찾는다. 그러나, 그림 1(c)와 같이 객체의 경계는 객체의 크기에 따라 영상의 일부 행(row)에서만 존재하므로, 빈 행(row)의 경계 값을 인접 행의 경계 값을 이용하여 메운다. 또한, 구(Sphere) 형상인 360VR 양 극점과의 연결을 위해 영상의 위, 아래 일부 행(row)은 X 좌표 값을 조정한다. 즉, 좌 영상이 메인영상이고 X좌표값이 영상 폭의 1/2 값을 넘는 경우 1/2 값으로 조정한다. 유사하게, 우 영상이 메인영상이고 X 좌표값이 영상 폭의 1/2 값보다 작은 경우 1/2 값으로 조정한다. 그 결과 객체의 가장 바깥쪽 경계선이 그림 1(d)의 붉은색 라인과 같이 추출된다.

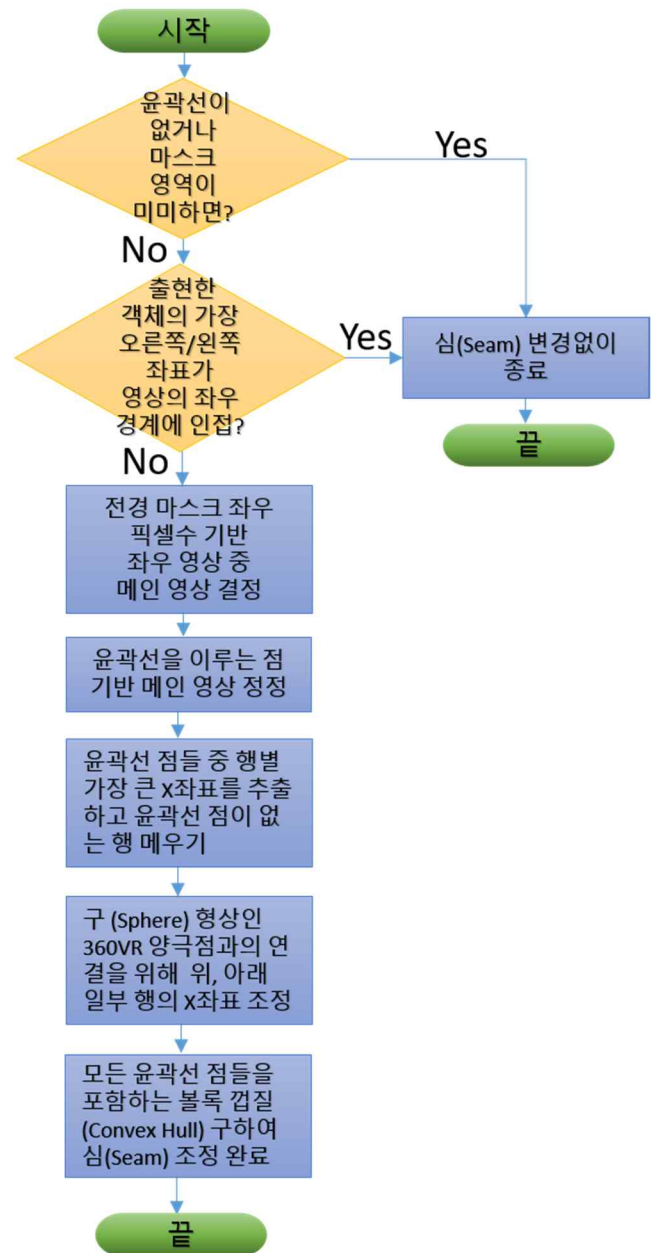


그림 2 심(Seam) 조정 모듈 동작 흐름도

마지막으로, 객체의 가장 바깥쪽 경계점들을 모두 에워싸는 볼록 껍질(Convex Hull)을 구하여 심(Seam) 조정을 완료한다.

4. 조정된 심에 의한 왜곡 보정

3 절에서 설명한 심(Seam) 조정 단계를 거쳐 심(Seam)이 재설정되면, 이에 따라 스티칭 마스크를 새로 만든다. 그리고, 새 마스크로 두 영상을 스티칭(Stitching) 함으로써 왜곡이 있던 객체가 퍼져 온전한 객체로 되살아난다.

제한한 심 조정에 의한 왜곡 보정 효과를 그림 3 과 그림 4 에서 보였다. 그림 3 은 객체의 일부가 누락되었거나 중복되어 왜곡이 발생한 경우이다. 그림 3(a)를 보면 초기 심(Seam)에 따라 스티칭한 후 새롭게 출현한 객체의 귀 윗부분이 사선으로 소실되었으며, 정강이 아래 부분은 중복되어 왜곡이 발생했음을 알 수 있다. 그런데, 이 중첩 영역에 제안한 심(Seam) 조정 방법을 적용하면 그림 3(b)와 같이 심(Seam)이 재설정되며, 그 결과로 그림 3(c)와 같은 소실되거나 중복됨이 없는 온전한 객체를 얻을 수 있다.

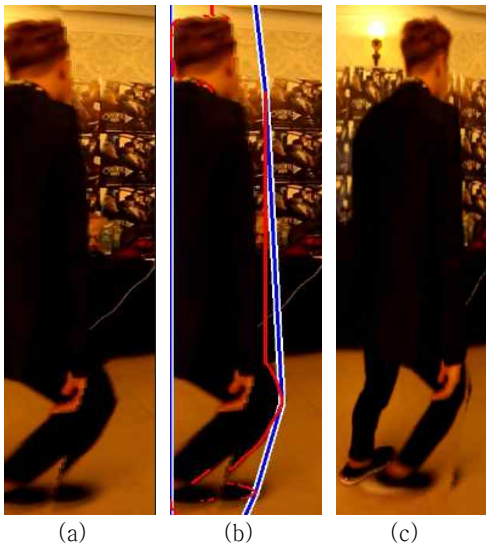


그림 3 객체의 일부가 누락되었거나 중복되었을 때의 왜곡 보정 효과: 왜곡 보정 전(a), 조정된 심(b), 왜곡 보정 후(c)

그림 4 는 초기 심(Seam)에 따라 스티칭한 후 새롭게 출현한 객체가 좌영상에서 일정 부분, 우영상에서 일정 부분이 붙여져 우그러진 경우이다. 이 중첩 영역에 제안한 심(Seam) 조정 방법을 적용하면 좌 영상이 메인 영상임을 확인하고 그림 4(b)와 같이 심(Seam)을 재설정함으로써 그림 4(c)와 같은 왜곡이 해소되어 새롭게 출현한 객체가 퍼진 온전한 영상을 얻을 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 임의의 객체 출현에 의해 360VR 중첩영역에서 발생하는 왜곡 문제를 해결하기 위해 가우시안(Gaussian) 혼합 모델 기반 전경/배경 분리에 의한 움직이는 객체 추출, 객체의 윤곽선 검출, 윤곽선에 기반한 심(Seam) 조정, 새로운 심(Seam)을 이용한 스티칭으로 왜곡을 없애는 방법을 제안하였다. 그리고 이를 실제 촬영 영상에 적용하여 왜곡 개선 효과를 보였다.

앞으로 추가 연구를 통해 마스크 생성 및 적용에 드는

시간을 최소화하여 객체 출현시 왜곡 보정 모듈의 실시간성을 확보할 예정이다.



그림 4 객체가 우그러진 경우의 왜곡 보정 효과: 왜곡 보정 전(a), 조정된 심(b), 왜곡 보정 후(c)

Acknowledgement

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신 · 방송 연구개발 사업의 일환으로 하였음 (18HR3500, 이머시브 미디어 전문연구실)

본 연구를 위해 사용한 콘텐츠는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행한 '8K 급 360VR 동영상 적응형 라이브 시스템 개발(17PR1400)' 과제로부터 제공받았음

참고 문헌

[1] "360VR 동향," <http://www.itworld.co.kr/news/108479>

[2] Pakorn KaewTraKulPong and Richard Bowden. An improved adaptive background mixture model for real-time tracking with shadow detection. In Video-Based Surveillance Systems, pages 135–144. Springer, 2002.

[3] "OpenCV Background Subtraction Methods," https://docs.opencv.org/3.1.0/d1/dc5/tutorial_background_subtraction.html