
Forward Warping과 양선형 보간법을 이용한 파노라마 영상 재구성

박창힐* · 신성민* · 우영운** · 김광백*

*신라대학교 컴퓨터정보공학부

**동의대학교 멀티미디어공학과

Panoramic Image Reconstruction using Forward Warping and Bilinear Interpolation Method

Chang-Hil Park* · Sung-Min Shin* · Young Woon Woo** · Kwang-Beak Kim*

*Division of Computer and Information Engineering, Silla University

*Dept. of Multimedia Engineering, Dong-Eui University

E-mail : pch8305@nate.com, sinmasy@naver.com, gbkim@silla.ac.kr

요 약

도시의 방법 대책의 일환으로 거리감시 카메라의 설치가 진행되고 있다. 이때 가능하면 넓은 범위를 포함하고, 사각을 없애기 위해 다수의 카메라가 필요하기 때문에 기기 도입에 많은 비용이 발생하게 된다. 또한 카메라에 모터를 장착하여, 상하 좌우로 움직이는 기계적인 장치를 추가하여, 기기의 대수를 줄이는 경우에도 많은 유지 보수비용이 필요하다. 그러나 360도를 관찰할 수 있는 어안렌즈 카메라를 이용하면 다수의 카메라 대신 한 대의 카메라로 대응할 수 있어 유지보수 비용을 절약할 수 있다. 그러나 어안 렌즈를 이용할 경우에는 영상이 굴절되어 보이기 때문에 감시 카메라용 렌즈로써는 부적합하다. 따라서 본 논문에서는 굴곡 되어 있는 영상의 개선을 위하여 Forward Warping을 이용하여 파노라마 영상으로 변환하고 파노라마 영상으로 변환 중에 손실되는 영상 정보를 복원하기 위하여 양선형 보간법을 적용하여 개선된 파노라마 영상을 얻을 수 있는 방법을 제안한다.

본 논문에서 제안한 어안 렌즈 영상 재구성 방법의 성능을 평가하기 위하여 다양한 어안 렌즈 영상을 대상으로 실험한 결과, 기존의 방법보다 영상을 재구성하는데 효과적인 것을 확인하였다.

키워드

Forward Warping, bi-linear, fish-eyes lens, Panoramic

1. 서 론

도시의 방법 대책의 일환으로 거리감시 카메라의 설치가 진행되고 있다. 이때 가능하면 넓은 범위를 포함하고, 사각을 없애기 위해 다수의 카메라가 필요하기 때문에 기기 도입에 많은 비용이 발생하게 된다. 또한 카메라에 모터를 장착하여, 상하 좌우로 움직이는 기계적인 장치를 추가하여,

기기의 대수를 줄이는 경우에도 많은 유지 보수 비용이 필요하다. 하지만 360도를 관찰할 수 있는 어안렌즈 카메라를 이용해서 다수의 카메라 대신 한 대의 카메라로 대응할 수 있어 유지보수 비용을 절약할 수 있고 설치 시에 외부로 노출되는 부분이 작아서 방법 시스템에 적합하다. 그러나 어안 렌즈로부터 얻어진 영상은 왜곡이 심하고, 렌즈의 중앙과 외곽의 해상도가 다르기 때문에

영상의 해상도가 떨어지는 단점이 있다[1,2]. 이에 본 논문에서는 forward warping 기법을 사용하여 파노라마 영상을 획득한 후 양선형 보간법을 적용하여 파노라마 영상을 재구성하는 방법을 제안한다.

II. 어안 렌즈 영상의 변환

어안 렌즈는 보통의 렌즈보다 초점이 짧은 광각 렌즈의 한 종류로서 빛이 물속으로 입사할 때 굴절하므로, 물고기가 물속에서 수면을 보면, 180도의 시야라 생각되는 데서 유래한다. 이러한 특징을 이용하여, 한 대의 360도 어안 렌즈 카메라로 그림 1과 같은 영상을 얻을 수가 있다[3].

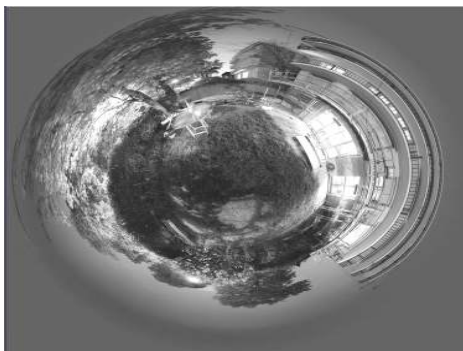


그림 1. 어안 렌즈 영상

기존의 forward warping 방식에서는 원의 중심에서부터 가장자리까지 한 픽셀씩 한 바퀴를 돌려 panorama 영상을 획득하게 된다. 그러나 이러한 방식은 panorama 영상에 홀이 생기는 문제점이 나타나게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 원 영상의 둘레를 이용하여 panorama 영상으로 구현하는 방법을 제안한다.

panorama 영상의 세로는 어안 렌즈의 반지름을 의미하고, 가로는 어안 렌즈의 둘레를 의미한다. 이러한 점을 이용하여, 어안 렌즈로부터 얻어진 영상을 panorama 영상으로 변환하는 과정은 그림 2와 같다. 그림 2에서 나타낸 바와 같이 어안 렌즈를 panorama 영상으로 나타내기 위해서는 극 좌표계를 이용한다. 원의 공식이 $x^2 + y^2 = r^2$ 일 때 직교 좌표계에서 (x, y) 를 함수형태로 표현하면 $y = \pm \sqrt{r^2 - x^2}$ 이며, (x, y) 를 극 좌표계를 이용한 매개변수 θ 의 함수로 표현하면 $x = r \cos \theta$, $y = r \sin \theta$ 이다. 그림 2와 같이 어안 렌즈의 중심이 (xc, yc) 로 주어졌을 때 원의 공식은 $(x - xc)^2 + (y - yc)^2 = r^2$ 이며 (x, y) 좌표의 극 좌표 식은 식 (1)과 같다.

$$\begin{aligned} x &= xc + r \cos \theta \\ y &= yc + r \sin \theta \end{aligned} \quad (1)$$

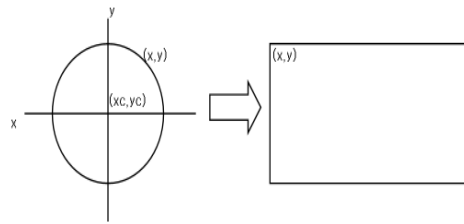


그림 2. 극 좌표계를 이용한 panorama 변환

그림 2와 같이 원형으로 된 어안 렌즈 영상에서 원을 돌면서 panorama의 (x, y) 좌표 값을 구하고 panorama 형태의 영상을 만드는 방식을 Forward Warping라고 한다. 그림 1과 같이 영상의 굴곡이 심한 어안 렌즈 영상을 forward warping을 이용하여, 그림 3과 같은 panorama 영상으로 변환한다. 변환 후의 결과 영상은 어안 렌즈 영상의 중앙으로부터 얻어진 부분이 외곽에 비해 간격이 넓어 해상도가 다른 부분에 비해서 낮다. 특히 panorama 영상 획득 시 반지름 r 이 작은 지점일수록 화질이 떨어지게 된다[4]. 그리고 어안 렌즈 영상에 대해 forward warping을 적용하다 보면 새로운 픽셀의 (x, y) 위치가 정확히 정수로 정해지지 않고 소수점을 갖는 실수로 정해져서 존재하지 않는 위치가 되는 경우가 발생하게 된다. 이러한 점을 보완하기 위해 본 논문에서는 양선형 보간법을 적용한다[5,6].



그림 3. forward warping을 적용한 panorama 영상

III. 양선형 보간법

어안 렌즈 영상이 왜곡된 부분을 보정하기 위해서 양선형 보간법을 적용한다. 양선형 보간법은 영상의 각 픽셀 요소의 값으로 픽셀의 좌표에 역변환 행렬을 적용하여 구한 원 영상의 픽셀의 위치의 좌상, 우상, 좌하, 우하 네 개의 가장 가까운 픽셀 값에 떨어진 정도만큼의 가중치를 반영하여 왜곡된 부분을 보정한다. 양선형 보간법은 최근방 이웃 보간법에 비하여 느린 편이지만 계단현상이 많이 감소하는 방법이다. 다른 보간법 가운데 가장 인접한 이웃 화소 보간법은 입력영상의 딱 한

개 화소만을 요구하지만, 양선형 보간법은 새로운 화소를 생성하기 위해 네 개의 가장 가까운 화소들을 요구한다. 그림 4와 같이 보간된 영상의 픽셀 위치 (x, y) 에 역 변환 행렬을 적용한 $(sourceX, sourceY)$ 위치 주변의 가까운 네 개의 원 영상의 픽셀 값들을 떨어진 정도 만큼의 가중치 p, q 를 식(2)에 적용하여 새로운 픽셀값 (NewPixel)을 구한다[7].

$$NewPixel = nw + p * (ne - nw) + q * ((sw + p * (se - sw)) - nw + p * (ne - nw)) \quad (2)$$

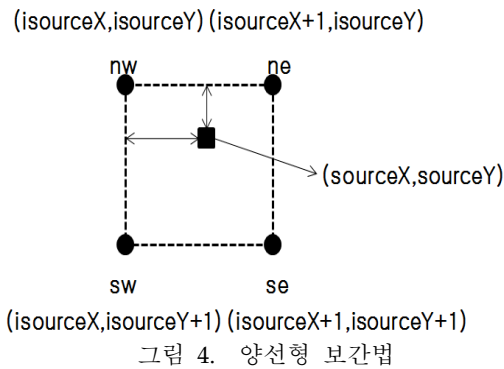


그림 5는 어안 렌즈 영상을 forward warping을 적용하여 panorama 영상을 재구성한 결과이다. 그림 6은 forward warping을 적용하여 panorama 영상을 재구성하는 과정에서 왜곡이 발생하고, 화질이 떨어지는 부분을 양선형 보간법을 적용하여 화질을 개선시킨 결과 영상이다[6,7].



그림 5. panorama 영상



그림 6. 양선형 보간법 적용 결과 영상

IV. 실험 및 결과분석

본 논문에서는 Intel Pentium(R)4 3.0Ghz와 1.50GB의 RAM을 가진 PC 환경에서 Visual Studio 2008으로 제안된 방법을 구현하여 실험하였다. 어안 렌즈에서 획득한 이미지 10장을 대상으로 제안한 forward warping을 이용한 panorama 재구성 방법과 양선형 보간법을 이용하여 왜곡된 영상을 보간한 결과, 10장의 이미지 중에서 8장이 정확히 panorama 영상으로 재구성되었다. 그러나 제안한 forward warping을 이용한 panorama 영상 재구성 방법의 경우에는 영상의 해상도에 따라 연산 속도가 느려지는 경우가 발생하였고, 왜곡이 심한 그림 7과 같은 경우에는 제안한 forward warping을 적용하여도 그림 8과 같이 panorama 영상이 부정확하게 재구성되는 경우가 발생하였다.

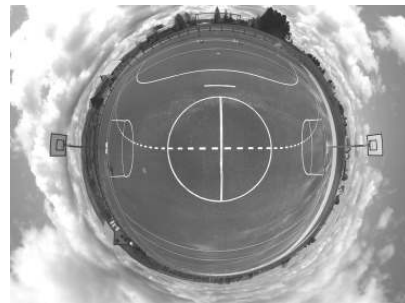


그림 7. 왜곡이 심한 어안 렌즈 영상



그림 8. 제안된 방법으로 부정확하게 재구성된 영상

그림 9와 같은 어안 렌즈 영상에서 forward warping을 적용한 결과는 그림 10과 같고 그림 10에서 보는 것과 같이 화질이 떨어져 있고 왜곡이 발생한 부분에 대해 양선형 보간법을 적용하여 파노라마 영상을 정확히 재구성한 결과는 그림 11과 같다.

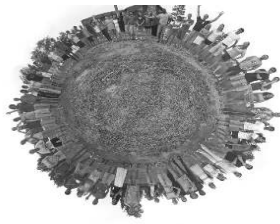


그림 9. 어안 렌즈 영상



그림 10. forward warping을 적용한 panorama 영상



그림 11. forward warping과 양선형 보간법을 적용한 panorama 재구성 결과 영상

참고문헌

- [1] Y. Yagi, "Omnidirectional Sensing and Its Application," IEICE Trans. INF. & SYST., Vol.E82-D, No.3, pp.568-579, March 1999.
- [2] 강진아, 박재민, "어안렌즈 왜곡보정에 관한 연구," GIS공동춘계학술대회논문집, pp.33-138, 2007.
- [3] K. Miyamoto, "Fish Eye Lens," Journal of Optical Society of America, Vol. 54, pp.1060-1061, August 1964.
- [4] A. Basu. et. al., "Alternative models for fish-eye lenses", Pattern Recognition Letters, Vol.16, pp.433-441, 1995.
- [5] T. M. lehmann. et. al., "Survey: Interpolation Methods in Medical Image Processing", IEEE Trans. Medical Imaging, Vol. 18, No. 11, pp.1049-1075, 1999.
- [6] C. D. Watkins, A. Sodom, S. Marenka, Modern Image Processing: Warping, Morphing, and Classical Techniques, Academic Press Professional, 1993.
- [7] 강민구, 구영남, "양선형 보간법기반 광각 렌즈의 왜곡보정", 한국인터넷정보학회 논문집, pp.671-675, 2010.

VII. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 어안 렌즈를 이용하여 획득된 영상으로부터 panorama 영상을 재구성하는 방법을 제안하였다. 어안 렌즈는 넓은 시야각을 갖는 영상을 제공하지만, 어안 렌즈는 왜곡이 발생하고 forward warping을 적용하면 화질이 떨어지는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위하여 양선형 보간법을 적용하였다. 제안된 panorama 영상 재구성 방법을 어안 렌즈 영상을 대상으로 실험한 결과, 실험 결과에서 알 수 있듯이 panorama 영상을 재구성하는데 효율적인 것을 확인하였다.

향후 연구 방향으로서는 어안 렌즈를 이용하여 실시간으로 panorama 영상을 구성하는 방법을 적용하여 한 대의 카메라만으로 전 방향 감시가 가능하도록 제안된 panorama 영상 재구성 방법을 개선하는 방향으로 연구할 것이다.