
정변형과 양선형 보간법을 이용한 파노라마 영상 개선

김광백*

Panoramic Image Improvement using Forward Warping and
Bilinear Interpolation Method

Kwang-Baek Kim*

요 약

본 논문에서는 정변형을 이용하여 파노라마 영상으로 변환하고 파노라마 영상으로 변환하는 과정에서 손실되는 영상 정보를 복원하기 위하여 양선형 보간법을 적용하여 개선된 파노라마 영상을 획득할 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.

ABSTRACT

In this paper, we propose a method obtaining an improved panoramic image with forward warping transformation and bilinear interpolation in recovering information lost during the transforming process. The proposed fish-eyed image restructuring method is verified to be sufficiently effective in the experiment with various forms of fish-eyed lens images.

키워드

파노라마 영상, 정변형, 양선형 보간법, 어안 렌즈

Key words

Panoramic Image, Forward Warping, Bilinear Interpolation, Fish-Eyed Lens

* 종신회원 : 신라대학교 컴퓨터공학과(교신저자, gbkim@silla.ac.kr)

접수일자 : 2012. 08. 11

심사완료일자 : 2012. 09. 07

I. 서론

도시의 방법 대책의 일환으로 거리감시 카메라의 설치 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 및 보수비용이 필요하다. 하지만 360도를 관찰할 수 있는 어안 렌즈 카메라를 이용하여 다수의 카메라 대신에 한 대의 카메라로 대응할 수 있어 유지 및

보수비용을 절약할 수 있고 설치 시에 외부로 노출되는 부분이 작아서 방법 시스템에도 적합하다. 그러나 어안 렌즈로부터 획득된 영상은 왜곡이 심하고, 렌즈의 중앙과 외곽의 해상도가 다르기 때문에 영상의 해상도가 떨어지는 단점이 있다[1,2]. 이에 본 논문에서는 정변형(Forward Warping) 기법을 적용하여 파노라마 영상을 획득한 후, 양선형 보간법을 적용하여 파노라마 영상을 재구성하는 방법을 제안한다.

II. 어안 렌즈 영상 변환

어안 렌즈는 보통의 렌즈보다 초점이 짧은 광각 렌즈의 한 종류로서 빛이 물속으로 입사 할 때 굴절되고 물고기가 물속에서 수면을 보면, 180도의 시야를 가지는데서 유래하였다. 이러한 특징을 이용하여, 한 대의 360도 어안 렌즈 카메라로 그림 1과 같은 영상을 얻을 수가 있다[3].

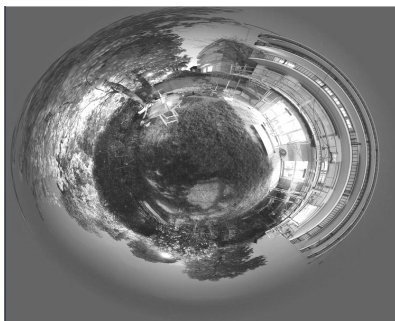


그림 1. 어안 렌즈 영상
Fig. 1 Fish-eyed Lens Image

기존의 정변형 방법에서는 원의 중심에서부터 가장자리까지 한 픽셀씩 한 바퀴를 돌려 파노라마 영상을 획득하게 된다. 그러나 이러한 방식은 파노라마 영상에 홀이 생기는 문제점이 발생한다. 이러한 문제점을 개선하기 위해 본 논문에서는 원 영상의 둘레를 이용하여 파노라마 영상으로 변환한다.

파노라마 영상의 세로는 어안 렌즈의 반지름을 의미하고, 가로는 어안 렌즈의 둘레를 의미한다. 이러한 정보를 이용하여, 어안 렌즈로부터 얻어진 영상을 파노라마 영상으로 변환하는 과정은 그림 2와 같다.

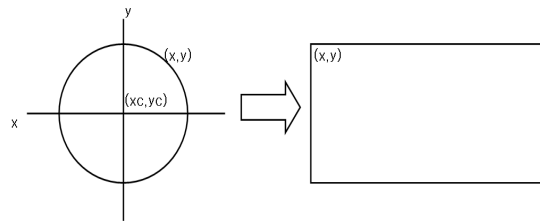


그림 2. 극 좌표계를 이용한 변환
Fig. 2 Conversion with Polar Coordinates

그림 2에서와 같이 어안 렌즈를 파노라마 영상으로 변환하기 위해서는 극 좌표계를 이용한다. 원의 공식이 $x^2 + y^2 = r^2$ 일때 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 극좌표는 식 (1)과 같이 계산된다.

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

그림 2와 같이 원형인 어안 렌즈 영상에서 원을 돌면서 파노라마의 (x, y) 좌표 값을 구하고 파노라마 형태의 영상으로 변환하는 방법을 전병형이라고 한다. 그림 1과 같이 영상의 굴곡이 심한 어안 렌즈 영상을 정변형을 이용하여, 그림 3과 같은 파노라마 영상으로 변환한다.



그림 3. 정변형이 적용된 영상
Fig. 3 Panoramic Image after Forward Warping

변환 후의 영상은 어안 렌즈 영상의 중앙으로부터 얻어진 부분이 외곽에 비해 간격이 넓어 해상도가 다른 영역에 비해 낮게 나타난다. 특히 파노라마 영상을 획득할 경우에는 반지름 r 이 작아 질수록 화질이 낮아진다[4]. 그리고 어안 렌즈 영상에 정변형을 적용할 경우에는 새로운 픽셀의 (x, y) 위치가 정확히 정수로 계산되지 않고 소수점을 갖는 실수로 계산되는 경우가 발생하여 정확한 위치 정보를 계산할 수 없는 경우도 발생한다[5,6]. 따라서 왜곡된 부분을 개선하기 위해 본 논문에서는 양선형 보간법을 적용한다.

III. 양선형 보간법을 이용한 파노라마 영상 개선

어안 렌즈 영상에서 왜곡된 부분을 보정하기 위해서 양선형 보간법을 적용한다. 양선형 보간법은 영상의 각 픽셀 요소의 값으로 픽셀의 좌표에 역 변환 행렬을 적용하여 구한 원 영상 픽셀의 위치의 좌상, 우상, 좌하, 우하와 같이 4개의 가장 가까운 픽셀 값에 떨어진 정도만큼의 가중치를 반영하여 왜곡된 부분을 보정한다. 양선형 보간법은 최근방 이웃 보간법에 비해 속도가 느리지만 계단현상이 많이 감소하는 방법이다. 가장 인접한 이웃 화소 보간법은 영상에서 한 개의 화소만을 요구하지만, 양선형 보간법은 새로운 화소를 생성하기 위해 네 개의 가장 가까운 화소들이 필요하다. 그림 4와 같이 보간된 영상의 픽셀 위치 (x, y) 에 역 변환 행렬을 적용한 위치 주변의 가장 가까운 4개의 원 영상 픽셀 값들을 떨어진 정도를 나타내는 가중치 p 와 q 를 식(2)에 적용하여 새로운 픽셀 값을 계산한다[7].

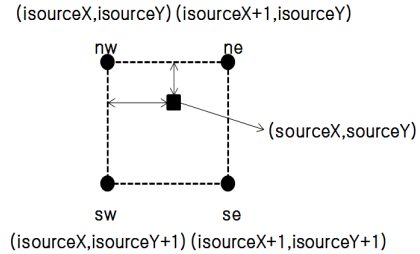


그림 4. 양선형 보간법
Fig. 4 Bilinear Interpolation

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

그림 5는 어안 렌즈 영상을 정변형을 적용하여 파노라마 영상으로 변환한 결과이다. 그림 6은 정변형을 적용하여 파노라마 영상을 구성하는 과정에서 왜곡이 발생하고, 화질이 떨어지는 부분[6,7]을 양선형 보간법을 적용하여 화질을 개선시킨 결과 영상이다.



그림 5. 파노라마 영상
Fig. 5 Panoramic Image



그림 6. 양선형 보간법 적용 후 파노라마 영상
Fig. 6 Panoramic Image after Applying Bilinear Interpolation

IV. 실험 및 결과 분석

본 논문에서는 Intel Pentium(R)4 3.0Ghz와 1.50GB의 RAM을 가진 PC 환경에서 Visual Studio 2008로 제안된 방법을 구현하여 실험하였다. 어안 렌즈에서 획득한 영상 10장을 대상으로 정변형을 적용하여 파노라마 영상으로 변환한 후, 양선형 보간법을 이용하여 왜곡된 영상을 보정한 결과, 10장의 영상 중에서 8장이 정확히 파노라마 영상으로 재구성되었다. 그러나 정변형을 이용한 파노라마 영상 구성 방법의 경우에는 영상의 해상도에 따라 연산 속도가 느려지는 경우가 발생하였고, 왜곡이 심한 그림 7과 같은 이미지는 제안한 방법을 적용하여도 그림 8과 같이 파노라마 영상이 정확히 구성되지 않았다.

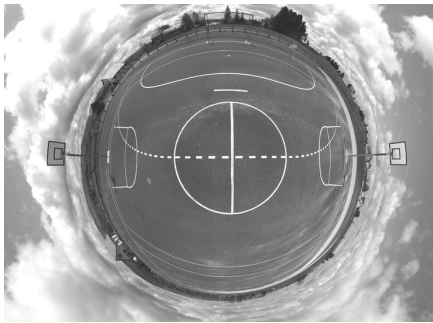


그림 7. 왜곡이 심한 어안 렌즈 영상
Fig. 7 Severly Distorted Fish-Eyed Lens Image

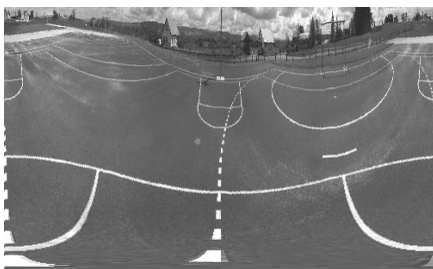


그림 8. 제안된 방법으로 부정확하게 재구성된 경우
Fig. 8 Incorrect Case by Proposed Method

그림 9와 같은 어안 렌즈 영상에서 정변형을 적용한 결과는 그림 10과 같고 그림 10에서와 같이 화질이 떨어져 있고 왜곡이 발생한 부분에 대해 양선형 보간법을 적

용하여 파노라마 영상을 정확히 재구성한 결과는 그림 11과 같다.



그림 9. 어안 렌즈 영상
Fig. 9 Original Fish-Eyed Lens Image



그림 10. 정변형에 의한 파노라마 영상
Fig. 10 Panoramic Image by Forward Warping



그림 11. 그림 10으로부터 양선형 보간법에 의해 보정된 영상
Fig. 11 Compensated Image from Fig. 10 by Bilinear Interpolation

V. 결론

본 논문에서는 어안 렌즈를 이용하여 획득된 영상으로부터 파노라마 영상을 재구성하는 방법을 제안하였다. 어안 렌즈는 넓은 시야각을 갖는 영상을 제공하지만, 어안 렌즈는 왜곡이 발생하고 정변형을 적용하면 화질

이 떨어지는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위하여 양선형 보간법을 적용하였다. 제안된 파노라마 영상 재구성 방법을 어안 렌즈 영상을 대상으로 실험한 결과, 실험 결과에서 알 수 있듯이 파노라마 영상을 재구성하는데 효율적인 것을 확인하였다.

향후 연구 방향으로는 어안 렌즈를 이용하여 실시간으로 파노라마 영상을 재구성하는 방법을 적용하여 현대의 카메라만으로 전 방향 감시가 가능하도록 제안된 파노라마 영상 재구성 방법을 개선하는 방향으로 연구할 것이다.

참고문헌

- [1] Y. Yagi, "Omnidirectional Sensing and Its Application," *IEICE Trans. INF. & SYST.*, Vol.E82-D, No.3, pp.568-579, 1999.
- [2] 강진아, 박재민, "어안렌즈 왜곡보정에 관한 연구," *GIS 공동춘계학술대회논문집*, p.33 -138, 2007.
- [3] J. Kannala, S. Brandt, "A generic camera calibration method for fish-eye lenses," *Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition*, Vol.1, pp.10-13, 2004.
- [4] A. Basu. et. al., "Alternative models for fish-eye lenses", *Pattern Recognition Letters*, Vol.16, pp.433-441, 1995.
- [5] 송광열, 윤팔주, 이준웅, "어안 렌즈 왜곡 및 원근 왜곡의 보정," *한국정밀공학회지*, 23권, 10호, pp.22-29, 2006.
- [6] B. W. Hwang, "Reconstruction of partially damaged face images based on a morphable face model," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 25, Issue. 3, pp.365-372, 2003.
- [7] 강민구, 구영남, 여협구, 이서구, 이우섭, 이재선 "양선형 보간법기반 광각 렌즈의 왜곡보정," *한국인터넷정보학회학술발표대회논문집*, pp.671-675, 2010.

저자소개



김광백(Kwang-Baek Kim)

1999년 : 부산대학교
전자계산학과(이학박사)
1997년~현재 : 신라대학교
컴퓨터공학과 교수

2005년~ 현재 : 한국멀티미디어학회 이사
2012년 : 한국정보통신학회 국제학술부회장
※ 관심분야 : Image Processing, Fuzzy Logic, Neural Networks, Medical Imaging and Biomedical System, Support Vector Machines