

사진측량 기법을 사용한 어안렌즈 왜곡보정에 관한 연구

A Distortion Correction Method for the Fish-Eye Lens using Photogrammetric Techniques

강진아¹⁾·박재민²⁾·김병국³⁾

Kang, Jin A·Park, Jae Min·Kim, Byung Guk

¹⁾ 인하대학교 공과대학 지리정보공학과 석사과정(j6328928@hotmail.com)

²⁾ 인하대학교 공과대학 지리정보공학과 박사수료(jaemini.park@gmail.com)

³⁾ 인하대학교 공과대학 지리정보공학과 교수(byungkim@inha.ac.kr)

Abstract

The paper studies in the wide-angle lens and distortion tendency and employs the correction techniques suitable to the fish-eye lens using the existing photographic survey methods. After carrying out the calibration of the the fish-eye lens, we calculated the correction parameters, and then developed the method that convert the original image-point to new image-point correcting distortion. The objectives of suggested calibration method in this paper are to calibrate the image of the the fish-eye lens used in the computer-vision and the control-instrumentation field widely. The proposed technique expects to improve the accuracy of the image of the fish-eye lens in the indoor tracking and monitoring field. Also the referenced cross point auto-extraction program is embodied for improving efficiency of the lens correction techniques. Consequently, this calibration method would be applied to the automated distorting correction method on not only the fish-eye lens also general lens.

1. 서 론

어안 렌즈의 경우에는 표준 렌즈 보다 초점 거리가 짧은 렌즈를 말하는 것으로 표준 렌즈보다 화상은 작아지게 되고 화각은 넓어지게 되며 원근감이 과장되게 표현되고 피사체 심도는 깊어지게 되는 것이 특징이다. 어안 렌즈에서는 원근감이 강조되어 표현되기 때문에 피사체가 조금만 앞쪽에 있으면 크게 확대되어 보이고 반대로 조금만 뒤쪽에 있어도 작아 보이게 된다. 이런 현상은 특히 초점 거리가 짧아 질수록 심해지는데 흔히 말하는 어안시의 왜곡 현상이 바로 이런 이유로 발생하게 되는 것이다. 일반 렌즈로 촬영 시, 영상 중심에서 멀어지면 흐려지는 현상이 생기는데, 이에 비해 어안 렌즈는 일반렌즈에 비해 시야가 넓을 뿐만, 아니라 피사체의 심도가 깊어서 영상에 찍히는 많은 부분을 사용할 수 있다.

2. 어안렌즈

2.1 어안렌즈 특성

어안렌즈의 특성을 요약하면 다음과 같다.

- 일반 렌즈보다 초점거리가 짧다.
- 어안렌즈는 화각이 60° 이상이다.
- 일반 렌즈에 비해 넓은 범위가 촬영된다.
- 촬영 대상이 렌즈에 가까울수록 크게 과장 된다.
- 광범위하게 촬영되고 배경은 작게 찍히므로 원근감이 강조된다.

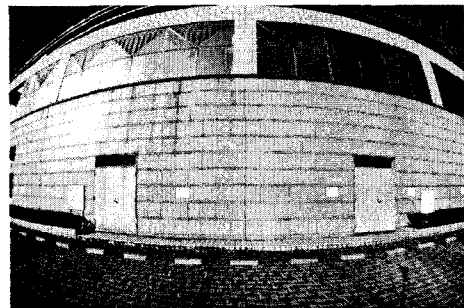


그림 1 어안렌즈 영상

위의 그림 1은 위의 특성을 지닌 어안렌즈 영상이다.

2.2 왜곡 보정 모델

2.2.1 보정 모델

어안렌즈에 적용되는 왜곡에는 방사왜곡, 접선왜곡, 비중심왜곡으로 나눌 수 있다. 방사왜곡은 영상에서 점 위치를 정상적인 위치에 맞춰주지 못하고 렌즈 중심에서 방사방향으로 정상위치의 안쪽 또는 바깥쪽으로 맺히는 현상이다. 접선왜곡은 렌즈 중심으로부터 방사 방향선에 직각되는 방향(접선방향)으로 발생하는 왜곡이다. 비중심왜곡은 렌즈 조합의 불완전에 의해 발생하는 왜곡으로서, 방사왜곡을 제거한 후에도 남게 되는 왜곡이다. 이 세 가지 왜곡들이 어안렌즈 왜곡보정에 계수로써 사용된다.

2.2.2 보정 모델식

사진좌표관측방정식에 사진주점 offset, 방사왜곡, 비중심왜곡을 도입한 통합 관측방정식은 식을 $F = 0$, $G = 0$ 의 형태로 정리하면 식(1), 식(2)와 같다.

$$F = 0 = x_j - x_p - x_j(k_0 + k_1r_j^2 + k_2r_j^4 + k_3r_j^6 + k_4r_j^8) - (1 + p_3r_j^2 + p_4r_j^4)[p_1(r_j^2 + 2x_j^2) + 2p_2x_jy_j] + f_x \frac{r}{q} \quad (1)$$

$$G = 0 = y_j - y_p - y_j(k_0 + k_1r_j^2 + k_2r_j^4 + k_3r_j^6 + k_4r_j^8) - (1 + p_3r_j^2 + p_4r_j^4)[2p_1x_jy_j + p_2(r_j^2 + 2y_j^2)] + f_y \frac{r}{q} \quad (2)$$

식(1), 식(2)에서의 변수를 정리하면,

사진좌표:	x_j, y_j	(2개: 관측값)
객체 좌표:	X_j, Y_j, Z_j	(3개: 관측값)
렌즈 자세 및 위치요소:	$w_i, \phi_i, \kappa_i, X_i, Y_i, Z_i$	(6개: 미지수)
렌즈 x,y 방향 초점거리:	f_x, f_y	(2개: 미지수)
사진주점 offset	x_p, y_p	(2개: 미지수)
방사왜곡계수:	k_0, k_1, k_2, k_3, k_4	(5개: 미지수)
비중심왜곡계수:	p_1, p_2, p_3, p_4	(4개: 미지수)

총 24개 변수를 가지는 함수이다.(관측값 5개, 미지수 19개) 렌즈의 캘리브레이션을 위해서는 초점거리, 방사왜곡계수, 비중심왜곡계수를 합해서 13개의 미지수를 구하는 것이 목적이기는 하지만, 그 과정에서 렌즈 자세 및 위치요소 6개의 미지수도 동시에 계산을 하여야한다. 즉, 19개의 미지수가 포함된 19개 이상의 관측방정식이 필요하다. 객체 1점에 2개의 관측방정식이 구성되므로 최소 10점의 객체가 필요하다. 여기서 객체 좌표와 그 객체가 노출된 사진에서의 사진좌표는 모두 관측되어야(사전에 알려져 있어야) 한다.

3. 프로그램 구현

3.1 격자점 자동 추출 프로그램

왜곡보정 프로그램은 두 가지로 나뉘어진다. 격자점을 자동으로 추출하는 프로그램과 왜곡계수 산출 및 영상 보정 프로그램으로 나뉜다. 아래 그림은 격자점 자동 추출 프로그램으로 단일 영상의 격자점을 자동으로 추출한다. 영상 입력하고 추출범위를 정해주면 그림 2와 같이 격자점을 자동으로 추출한다. 붉은색을 표시된 부분이 격자점이다.

3.2 왜곡계수 산출 및 영상 보정 프로그램

격자점 자동추출 프로그램에서 추출된 좌표가 왜곡 계수 산출 및 영상 보정 프로그램의 입력데이터가 된다. 데이터를 입력받아 보정 계수를 산출하고, 그 보정 계수를 역으로 하여 영상을 보정하여 나타낸다. 그림 3은 왜곡 보정 프로그램이다.

입력 데이터는 격자점에 대한 데이터와 초기값에 관한 데이터, 마지막으로 왜곡 보정을 사용될 데이터로 구성되어 있다. 데이터 입력 후, 보정(Adjust) 버튼을 실행 시키면 보정 계수가 구해진다. 그 계수를 통해 보정된 영상의 화면에 뿌려지게 된다.

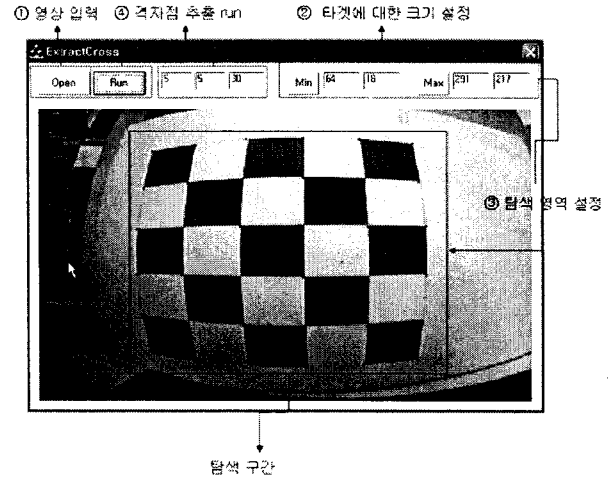


그림 2 격자점 자동 추출 프로그램

4. 프로그램 검정

4.1 모양에 대한 검정

어안렌즈에 찍힌 영상을 두 프로그램으로 왜곡 보정하고, 이를 디지털 카메라에 찍힌 영상을 비교하여 RMSE를 비교하였다

실험 방법의 절차는 아래 순서와 같다.

1. 보드 카메라와 디지털 카메라를 사용하여 동일 타겟에 대한 영상을 촬영한다.
2. 보드 카메라로 촬영된 영상을 왜곡보정 한다.
3. 보정 영상과 디지털 카메라 영상에서 격자점을 추출한다.
4. 보정 영상에서 X방향, Z방향 격자 사이의 거리를 구한다.
5. 보정 영상의 격자 거리에 스케일 벡터를 곱한다.
6. 디지털 카메라 영상 격자 거리와 비교한다.

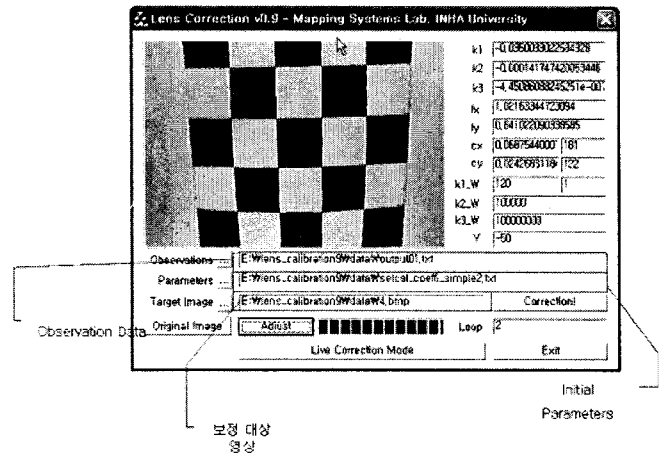


그림 3 Single Photo Program

4.2 모양 검정에 대한 RMSE 구하기

왜곡보정 된 영상과 디지털 카메라 영상의 거리를 비교하여 RMSE로 구하면 아래 표 1과 같다.

표 1 RMSE

	왜곡보정 영상
X방향 RMSE	2.723631937
Y방향 RMSE	1.64468278
Total RMSE	3.181690176

4.3 위치에 대한 검정

카메라 검정 요소 중 주점의 위치는 렌즈의 중심을 통과한 광선이 CCD 칩과 만나는 위치를 의미하는 것으로 영상좌표 취득시 중심이 된다. 이를 c_x , c_y 라 지칭한다. 렌즈 왜곡계수는 렌즈의 중심으로부터 방사방향으로 피사체의 위치가 왜곡되어 나타나는 정도를 수치로 나타낸 것이다. C_x , C_y 는 렌즈 왜곡보정에 사용된다.

실험 방법의 절차는 일정한 위치에 타겟을 놓고, 카메라의 위치를 고정시킨 후, 카메라를 회전하여 영상을 취득한다. 그림 4와 같이 타겟과 카메라를 고정시키고 카메라만 회전시키면서 촬영을 하면, 세 번째 그림처럼 동일지점에 점이 찍히게 된다.

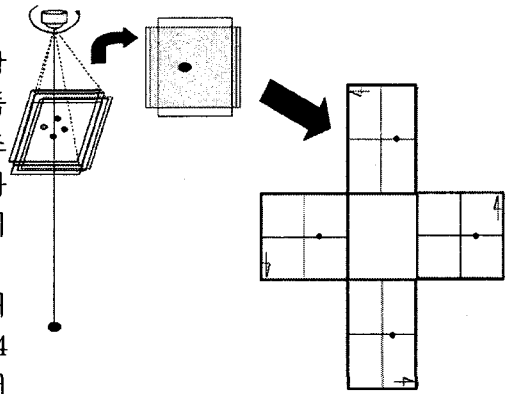


그림 4 C_x , C_y 검정원리

4.4 위치 검정에 대한 RMSE 구하기

왜곡보정 프로그램 C_x , C_y 와 실험에 의해 얻어진 C_x , C_y 비교는 표 2와 같다.

표 2. C_x , C_y 비교

	C_x	C_y
왜곡 보정 프로그램	181	122
검정 자료	181.111	125.37

3. 결 론

어안렌즈는 표준 렌즈보다 초점 거리가 짧은 렌즈를 말하는 것으로 표준렌즈보다 화상이 작아지고 화각이 넓어지며, 원근감이 과장되며 피사체의 심도가 깊어지는 것이 특징이다. 즉 가까운 거리에서 넓은 범위를 선명하게 찍을 수 있다는 것이 장점이다.

이러한 영상을 취득 후, 왜곡 보정을 하면 가까운 거리에서도 넓은 지역을 선명하게 찍을 수 있어서 많은 분야에 활용될 수 있다.

참고문헌

정동훈(2004), 차량측량시스템을 위한 카메라 검교정 및 3차원 위치결정에 관한 연구, 박사학위논문, 인하대학교 대학원 지리정보공학전공
 신주홍, 남동환, 권기준, 정준기(2004), Ellipsoid를 이용한 어안 렌즈의 Non-metric 접근, BK21 지원 논문, 경북대학교 컴퓨터공학과.
 한성현, 이만형, 왕한홍, 장영희(1997), 기하학적 왜곡을 고려한 카메라의 모델링 및 보정기법 개발, 제어자동화시스템공학회, 경남대 기계설계학과