

원거리 물체의 3차원거리 측정시의 파라미터 보정된 거리측정시스템

김종만, 김영민, 김원섭, 황종선
전남도립 남도대학

Distance measurement system compensated parameters for extraction of 3D distance

Jeongman Kim, Youngmin Kim, Wonsup Kim, Jongsun Hwang
Jeonnam Provincial College

Abstract : Depth error correction effect for maladjusted stereo cameras with calibrated pixel distance parameter is presented. Intra and extra parameters should be obtain to determine the relation between image and world coordination through experiment. One difficulty is in camera alignment for parallel installation: placing two CCD arrays in a plane. If the pixel distance parameter which is one of intra parameter is calibrated with known points, such error can be compensated in some amount. Such error compensation effect with the calibrated pixel distance parameter is demonstrated with various experimental results.

Key Words : Depth error correction effec, calibrated pixel distance parameter, compensated

1. 서 론

카메라를 통하여 화상신호를 전송하는 스테레오 비전시스템에 있어서 좌우 화상정보가 얻어지면 이 두 화상정보의 같은 위치 정보에 대한 일치점을 파악하는 과정이 수행되고, 파악된 일치점에 대한 3차원 거리 산출 기법에 의해 거리 정보를 산출해 낼 수 있다.[1,2] 이러한 산출 기법은 스테레오 카메라의 평행 설치가 완료된 가정하에 수행되는 것으로 일반적으로 설치시의 약간의 설치로 인한 실제 거리 측정시는 많은 거리 측정오차가 발생할 수 있다. 이러한 측정오차를 줄이기 위해서 본 연구에서는 스테레오 거리 계산 식에서 사용하고 있는 화소간의 거리 파라미터를 CCD의 크기와 화소수의 관계에서 구하지 않고, 실제 아는 위치점에 대한 화소 이격 수와 거리 계산 식에서 구한 교정된 화소의 간격 파라미터를 이용하는 캘리브레이션 방법을 제시한다. 또한 이렇게 교정된 파라미터 기법을 사용하여 비 평형상태 등의 잘못 설치된 카메라 시스템에 대한 다양한 조건에서의 거리 측정 교정 실험을 실행하여 우수한 보정 효과를 보이는 캘리브레이션 결과를 제시하였다.

2. 실험

2.1 화소 간격 파라미터의 교정

앞절에서의 CCD 계산 방식을 이용할 때의 나타나는 오차를 보정하기 위해서, 본 연구에서는 다음과 같은 3차원 거리와 스테레오 화상 평면의 화소와의 관계성을 이용하여 교정된 화소간격 파라미터를 사용하였다.

먼저 거리를 알고 있는 3차원 물체에 대해서 좌우 화상 평면에 나타나는 화소 이격수를 구하여 식을 구하면 교정된 화소간 거리 파라미터 k_u 를 구할 수 있게 된다. 즉 물체와의 측정 거리가 z' 로서 알고 있는 거리이고, 이격 화소의 수를 n' 라고 하면

$$z' = f - \frac{2df}{u_2 - u_1} = f - \frac{2df}{k_u n'} \quad (1)$$

가 되어

$$k_u = \frac{2df}{(f - z')n'} \quad (2)$$

로서 교정된 화소 간격 파라미터를 얻는다.

2.1 교정 실험

캘리브레이션을 위해서 두대의 스테레오 카메라(PANASONIC社, wv-BP100)와 Frame Grabber(Data Transration社, DT3851)보드를 사용하여 화상을 획득하였다. 임의의 거리에 대한 화소의 수를 이용한 거리공식을 적용하기 위하여, 스테레오 화상 획득에 사용된 좌우 양 카메라의 간격은 50mm 였고, 사용된 카메라 렌즈의 초점거리 f 는 9mm 였다. 본 실험에서는 화소간의 간격 k_u 값에 CCD의 길이를 배열 화소의 수로 나눈 값을 사용하지 않고, 거리를 알고 있는 물체의 화소 이격 갯수와 식(2)를 이용하여 계산한 보정된 k_u 값을 사용하여 카메라의 비평행에 의한 오류 보정 효과를 제시하였다.

오차평가 실험을 위해서 눈으로 식별될 만큼의 많은 오차를 갖는 다양한 각도에서의 교정되지 않은 카메라 시스템 세트를 구성시킨 후, 제안한 방법에 의한 교정된 k_u 값과 교정되지 않은 k_u 값을 사용했을 때 각각 실험을 실시하여 여러 경우의 스테레오 비전 상황에서 거리 측정 오차를 비교하였다.

3. 결과 및 검토

그림 1과 그림 2는 스테레오 카메라의 평형 모습이 “^”형으로 각도를 이루어 잘못 정렬된 경우에 대한 제안 방

식에 의한 보정된 k_u 값과 기존의 보정되지 않은 k_u 값을 사용한 기존 방식과의 측 정된 오차 결과 비교치이다.

여기서 카메라 각도의 (-) 값은 좌우 카메라의 정렬이 “^”형태인 경우로써 두 평행선의 안쪽으로 향하는 경우이며, (+) 값은 “v”형태의 경우로써 두 평행선의 밖으로 향하는 각도를 의미한다.

두가지 경우 측정거리가 증가할 수록 오차가 증가하지만, 기존 방식의 보정되지 않은 k_u 값을 사용한 경우가 제안 방법에 의하여 보정된 k_u 값을 사용한 경우보다 오차의 증가율이 훨씬 크다는 사실을 알 수 있다.

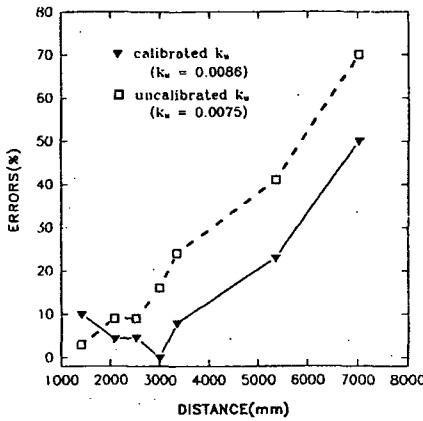


그림 1. 잘못 정렬된 스테레오 카메라에 대한 보정 및 비보정된 화소 간격 파라미터 사용시의 거리오차 비교 (평행과 -1.02515°인 경우)

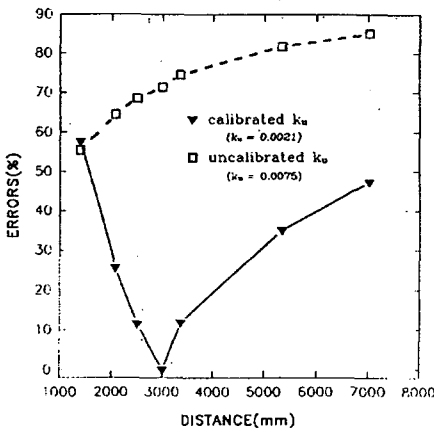


그림 2 스테레오 카메라에 대한 교정 및 비교정된 화소 간격 파라미터 사용시의 거리오차 비교 (평행과 +3.6839°인 경우)

그림 3은 물체가 7 m 거리에 있을 경우 카메라가 평행으로 부터의 이격 각도별 평균오차율을 보여 주고 있는데, 비평행 정도가 커질 수록 기존의 비보정계수 k_u 를 사용한 경우는 오차가 증가하지만 본 연구의 보정 계수

k_u 를 사용한 경우는 완만한 증가 추세를 유지하면서 많은 오차를 경감시킴을 확인할 수 있었다.

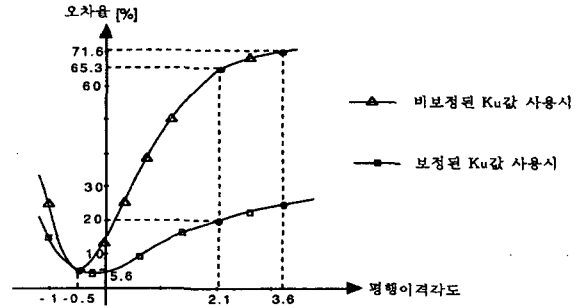


그림 3. 스테레오 카메라의 평행 이격평균거리 오차율 비교

4. 결론

본 연구에서는 스테레오 비전 거리 계측시 필수적인 캘리브레이션 과정으로 스테레오 카메라의 거리 환산식에 교정된 화소 간격 파라미터를 사용할 경우 카메라 정렬오차가 얼마나 보정될 수 있는지를 실험적으로 확인하였다.

3차원 공간상의 스테레오 카메라가 갖는 기하학적 관계식에 의해 교정된 화소 간격 파라미터를 이용하는 방식의 캘리브레이션을 수행하였다. 실험 방법은 두 카메라의 각도가 평행한 조건으로 부터 눈으로 식별이 가능할 정도로 많은 오차가 주어진 여러각도의 조건상태에서 기존의 교정되지 못한 경우와 제안 방식에 의한 교정된 경우와의 오차를 산출하여 결과를 비교하였다. 이러한 파라미터 교정방식에 의해 보정한 거리계산 결과 값은 보정되지 않은 기존의 방식의 결과에 비해 최대 3배 이상 오차 저감효과를 가져왔다. 화소거리 파라미터에 대한 교정은 카메라가 완전한 평형상태를 이루지 못할 경우 등 외부 파라미터의 불완전한 교정에 의한 거리 계산 오차를 보정할 수 있음을 확인하였다.

참고 문헌

- [1] [8] William Chen and Bernard C. Jiang, "3-D Camera Calibration using Vanishing Point Concept", *Pattern Recognition*, vol. 24, no. 1, pp.57-67, 1991.
- [2] L. Zhang, B. Curless and S. M. Seitz, "Spacetime stereo: Shape recovery for dynamic scenes," *IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, vol. 2, pp.II-367-74, 2003.
- [4] J. Pages, J. Salvi, R. Garcia, and C. Matabosch, "Overview of coded light projection techniques for automatic 3D profiling," *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, pp. 133-138, September 2003