

다중 열상 카메라 캘리브레이션을 위한 경계부 및 코너 검출

김주오, 이덕우*
계명대학교 컴퓨터공학부

Detecting Boundaries and Corner for Calibration of Multiple Thermal Camera

Ju O Kim, Deokwoo Lee*
Department of Computer Engineering, Keimyung University

Abstract - In this paper, an algorithm for detection of boundary and corner for multiple laceration camera calibration is proposed. Laceration cameras for experiments are equipped with three cameras on one main body, and the overlapping parts of each camera come out where only objects quite far away overlap. This prevents use of conventional calibration methods. Five corner detection algorithms are used and detection and error rate of each method is evaluated. The checkerboard used in the experiment includes thermal screen that shows different response according to the temperature, i.e., the temperature of the board affects to detection rate. Each algorithm shows different performance according to the temperature and angle, and two of the five algorithms (Fast and Förstnercorner detector) are selected to proceed with the next step.

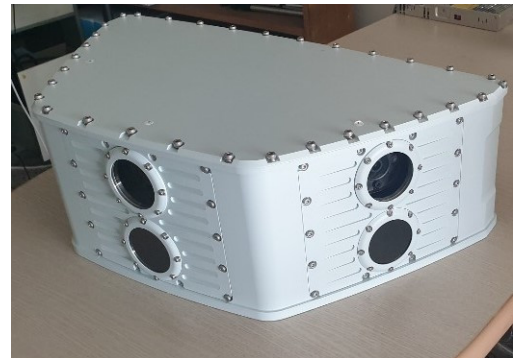
1. 서 론

사람이 실제 눈으로 보는 물체 및 모든것들은 3차원이다. 그러나 이것들을 카메라로 찍으면 2차원의 이미지로 변환된다. 이 때, 3차원의 점들이 이미지 상에서 어디에 맺히는지는 기하학적으로 생각하면 영상을 찍을 당시의 카메라의 위치 및 방향에 의해 결정된다. 그러나 실제 이미지는 사용된 렌즈, 렌즈와 이미지 센서와의 거리, 렌즈와 이미지 센서가 이루는 각 등 카메라 내부의 기구적인 부분에 의해서 크게 영향을 받는다. 그러므로, 3차원 점들이 영상에 투영된 위치를 구하거나 역으로 영상좌표로부터 3차원 공간좌표를 복원할 때에는 이러한 내부 요인을 제거해야만 정확한 계산이 가능하다. 그리고 이러한 내부 요인의 파라미터 값을 구하는 과정을 카메라 캘리브레이션이라 부른다. 캘리브레이션 객체의 형태에 따라 기법을 대략 3가지 범주로 분류할 수 있다. 첫째, 3차원 물체 기반 캘리브레이션 (3D reference object-based calibration)은 물체의 3차원 형상이 매우 정밀하게 알려진 고정 물체를 관찰함으로써 수행되며 캘리브레이션은 매우 효율적으로 수행될 수 있다 [1]. 고정 물체는 보통 서로 직교하는 2-3개의 평면으로 구성된다. 때로는 정확하게 알려진 변환을 수행하는 평면도 사용되며, 이는 동등하게 3D 기준점을 제공한다 [2]. 이 접근방식은 고가의 캘리브레이션 장비와 정교한 설정이 필요하다. 둘째, 2차원 평면기반 캘리브레이션(2D plane-based calibration)은 몇 가지 다른 방향에서 보이는 평면 패턴을 관찰하면서 캘리브레이션을 수행한다. Zhang의 방법이 대표적이다 [3,4]. 이 방법은 Tsai의 방법과는 달리, 평면 자체의 위치에 대한 정보는 필요하지 않지만, 평면에 포함된 패턴의 형태에 대한 정보는 필요하다 [2]. 이 방법은 캘리브레이션을 위한 실험 설정등이 3차원 물체 기반 캘리브레이션보다 간단하다는 장점이 있다. 셋째, self-calibration(또는 자동 캘리브레이션) 기법이다. 이 기법은 영상 포인트 대용만 필요하므로 캘리브레이션 물체를 사용하지 않으며 0D 캘리브레이션으로도 간주된다. 정적 장면에서 카메라를 이동시키는 것만으로, 장면의 경직성은 일반적으로 이미지 정보만을 사용하여 한 카메라 변위로부터 카메라 내부 매개변수에 대해 두 가지 제약조건을 제공한다[5]. 따라서 고정된 내부 매개변수로 동일한 카메라에 의해 영상이 촬영되는 경우, 세 개의 영상 사이의 대응은 3D 구조를 유사성까지 재구성할 수 있는 내부 및 외부 매개변수 모두를 복구하기에 충분하다[6, 7]. 캘리브레이션 물체는 필요하지 않지만 많은 수의 파라미터를 추정해야 하므로 훨씬 더 어려운 수학적 문제가 발생한다. 본 논문의 2장에서는 열상 카메라를 활용할 촬영된 체커보드의 경계부 검출을 위해 활용된 알고리즘들과 그 결과를 살펴보고, 검출 성공률을 비교해 본다. 그리고 3장에서 본 논문을 끝맺는다.

2. 본 론

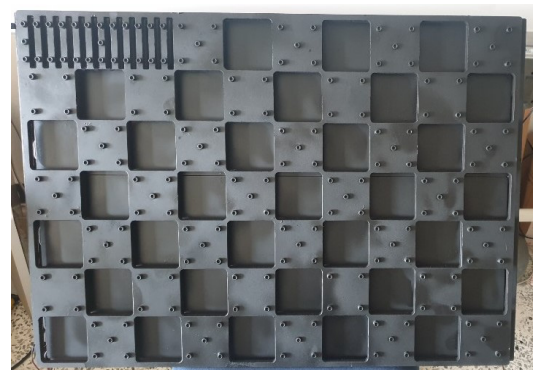
본 논문에서는 다중 열상 카메라 캘리브레이션을 위한 경계부 및 코너 검출을 위한 알고리즘을 제안한다. 본 논문에서 실험을 위한 열상 카메라는 3개의 카메라가 한 개의 본체에 장치되어 있고 각 카메라에서 겹쳐지는 부분은 상당히 멀리 있는 물체만이 겹치는 곳이 나온다. 이에 기존의 캘리브레이션 방식을 사용하지 못한다. 기존의 방식을 쓰지 않기 위해 전처리과정인 특징점 찾기를 실행 해야 하는데 본 논문에서는 경계부 검출 및 코너 검출을 실험한다. 5가지 코너 검출 알고리즘을 사용하였으며 검출률과 오류율을 측정하였다. 열상카메라 캘리브레이션을 위해 일반 체커보드는 사용이

불가능했다. 실험에 사용한 체커보드는 일반 체커보드가 아닌 열상 체커보드로 온도가 증가함에 따라 열상화면에서의 체커보드 형태를 가지게 된다. 그러므로 전처리 단계의 첫 번째로 corner detection을 진행한다.



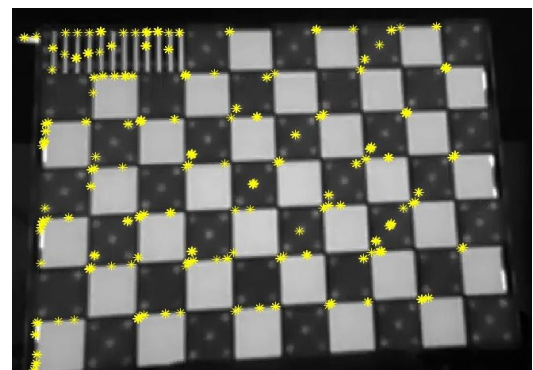
〈그림 1〉 Laceration multiple-lens camera

그림 1은 본 논문에서 사용한 장비이며 3개의 FILR 카메라가 장착되어있다. 실험을 진행하기 위해 체커보드는 일반 체커보드가 아닌 열이 방출될수 있도록 제작된 그림2 와 같은 체커보드를 사용하였다.

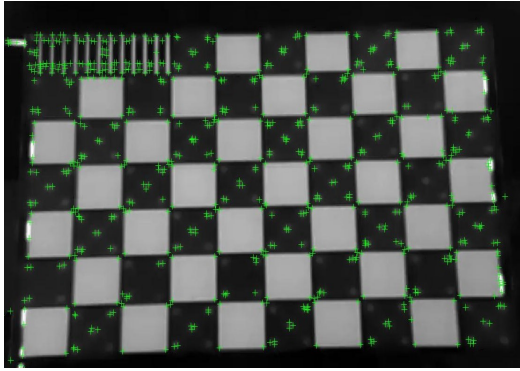


〈그림 2〉 Checkerboard for calibration

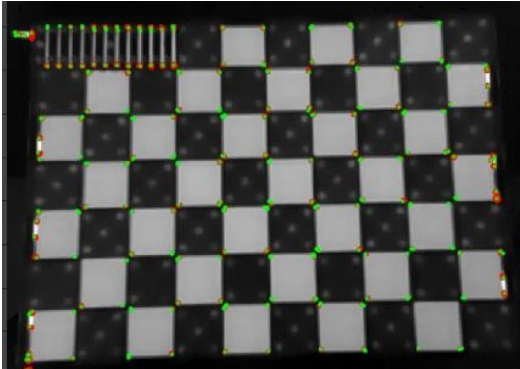
Edge detection 알고리즘은 총5개를 사용했으며, Fast Corner Detector, Förstner Corner Detector, Harris Corner Detector, Color Corner Detector, Detect corners using minimum eigenvalue algorithm이다.



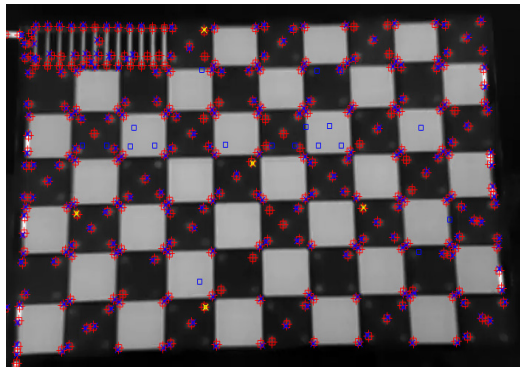
〈그림 3〉 Corner detection using color corner detector



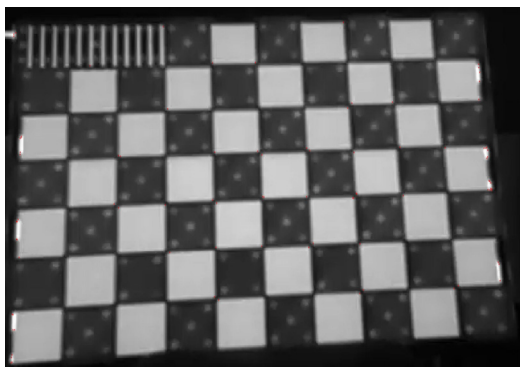
〈그림 4〉 Detection using minimum eigenvalue algorithm



〈그림 5〉 Detection using Fast Corner Detector



〈그림 6〉 Detection using Forstner Corner Detector



〈그림 7〉 Detection using Harris Corner Detector

〈표 1〉 Evaluation of detection accuracy

Methods	Success rate	Error rate
color	42.5%	87.3%
fast	100%	2.1%
harris	33.3%	1.7%
minimum	100%	75.8%
Förstner	100%	34.2%

실험을 위해 온열 체커보드에 온도를 낮은 온도에서부터 높은 온도까지 20도에서 48도까지 변경하여 사진을 촬영했고 사진을 여러 장 촬영하였고 이

에 대한 평균 검출율 및 오류율을 측정하고 최적의 알고리즘을 찾는다. 표 1과에서 보는 것과 같이 Color Corner Detector는 정확한 corner지점을 찾지도 못할뿐 아니라 corner가 아닌 지점을 많이 검출하여 효과가 떨어지고 Fast Corner Detector는 검출율이 높을뿐 아니라 오류율도 낮았다. Harris Corner Detector는 검출율이 상당히 낮았으며 오류율도 동일하게 낮았다. 실험을 통해서 Harris Corner Detector는 현 실험에서 corner를 찾는 개수가 확연히 적은 것을 확인하였다. Detect corners using minimum eigenvalue algorithm은 Fast Corner Detector와 마찬가지로 검출율이 높았으나 오류율이 상당히 높은 것을 확인할 수 있다. Detect corners using minimum eigenvalue algorithm은 corner 검출 개수를 조정할수있었는데 이를 낮게 설정하면 검출율이 낮아지고 높게 설정하면 오류율이 높아지는 것을 확인하였다. 마지막으로 Förstner Corner Detector는 검출율이 상당히 높았지만 오류율이 적지 않게 있었다. 실험결과 5가지의 Detector 모두 열상 체커보드의 온도에 많은 영향을 받는 것을 확인하였다. 열상 체커보드의 특성상 열판과 전방의 나무보드를 고정하고 있는 볼트와 너트가 있는데 그 부분이 열을 받게 되면 그 부분도 인식을 하는 상황이 발생하였다. 낮은 온도에서는 열판체커보드가 본 역할을 하지 못하고 색이 구분이 안되는 현상이 발생하였다 이에 대한 결과로 Fast Corner Detector는 모든 부분에서 높은 성능을 나타내었고 Förstner Corner Detector는 높은 온도에서 볼트와 너트부분을 인식하기는 하나 corner부분을 높은 수준으로 검출하였고, 오류율도 낮은 것으로 확인하였다.

3. 결 론

본 논문에서는 다중 열상카메라 캘리브레이션을 위한 경계부 및 코너검출을 실행하였다. 최적의 알고리즘을 찾기위해 5가지의 알고리즘을 사용하였으며 온도, 각도, 카메라, 시야각등 많은 요소를 변경하여 실험을 진행하였다. 그 결과 오류율과 검출율을 비교하여 5가지중 2가지 알고리즘을 선택하였다. Fast Corner Detector와 Förstner Corner Detector가 2가지이며 이를 통해서 다중 열상카메라 캘리브레이션을 진행할예정이다.

Acknowledgement

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019R1G1A1100172).

[참 고 문 헌]

- [1] O. Faugeras, Three-Dimensional Computer Vision: a Geometric Viewpoint. MIT Press, 1993.
- [2] R.Y. Tsai, "A Versatile Camera Calibration Technique for HighAccuracy 3D Machine Vision Metrology Using Off-the-Shelf TV Cameras and Lenses," IEEE J. Robotics and Automation, vol. 3, no. 4, pp. 323-344, Aug. 1987.
- [3] Z. Zhang, "A Flexible New Technique for Camera Calibration," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 22, no. 11, pp. 1330-1334, Nov. 2000.
- [4] P. Sturm and S. Maybank, "On Plane-Based Camera Calibration: A General Algorithm, Singularities, Applications," Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 432-437, June 1999.
- [5] S.J. Maybank and O.D. Faugeras, "A Theory of Self-Calibration of a Moving Camera," Int'l J. Computer Vision, vol. 8, no. 2, pp. 123-152, Aug. 1992.
- [6] Q.-T. Luong and O.D. Faugeras, "Self-Calibration of a Moving Camera from Point Correspondences and Fundamental Matrices," Int'l J. Computer Vision, vol. 22, no. 3, pp. 261-289, 1997.
- [7] R.I. Hartley, "An Algorithm for Self Calibration from Several Views," Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 908-912, June 1994.