

불균등 조명에서 비접촉 계측을 위한 반자동 카메라 교정 방법

*김정현, **김민성, ***강동중, *노태정

*동명대학교 메카트로닉스공학과 **동명대학교 정보통신공학과 ***부산대학교 기계공학부
e-mail : *feelmare@nate.com, tjho@tit.ac.kr*

Method of the Semi-Automation Camera Calibration for Noncontact Measure of Badly Illumination

*Jeong-Hyun Kim, **Min-Seong Kim, ***Dong-Joong Kang, *Tae-Jung Lho

*Dept of Mechatronics Engineering, Tongmyong University

**Dept of Information Communication Engineering, Tongmyong University

***School of Mechanical Engineering, Busan University

Abstract

This paper proposed a method of the camera calibration for noncontact measure of badly illumination. The method with a semi-automation camera calibration, The user designates minimum 4 points in calibration pattern. The Perspective transformation predicts the remaining point calibration pattern. It uses at input value of the Tsai and it searches a better point, When being smaller allowable error than until, it repeats and it puts out a good calibration result.

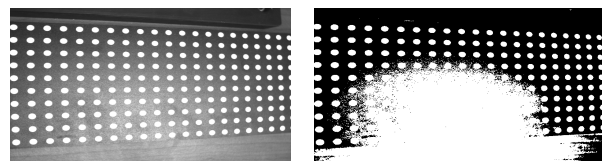
I. 서론

산업현장에서 치수 계측은 정밀성과 정확도, 신뢰성 등을 생명으로 하는 기술 산업에서 매우 중요한 역할을 한다. 카메라를 이용한 치수 계측에는 카메라 교정의 선행이 필수적이다. 카메라 교정의 대표적인 방법으로는 Tsai[1]와 Zhang[2]이 제안한 알고리즘이 있으며, 본 논문에서는 비교적 정확하고 빠른 결과를 제공하는 Tsai 교정 방법을 이용한다. Tasi 교정 방법은 정밀하게 규격화된 패턴을 이용하여 3차원 공간상의 좌표와 이미지상 좌표의 상관관계 표현하며 최소 7개의 교정점을 알아야 모든 교정이 이루어 진다. 그러나 산업현장의 조명은 불균등하여 정확한 카메라 교정의 결과를 기대하기 힘들다. 본 논문은 이런 제약을 극복하기 위하여 교정패턴 평면과 영상평면의 투사변환(Perspective transformation)을 통하여 교정점 위치를

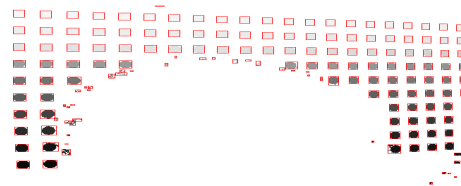
예측한 후, 잡음에 의한 오류 점들을 배제하고 Tsai 교정의 입력 값으로 사용한다. 카메라교정의 결과가 허용오차보다 작을 때까지 교정점 추출을 반복한다. 이러한 방법을 통해 조명제어가 어려운 공장 환경 하에서 치수계측이 가능하며 실제 실험을 통해 그 유용성을 검증한다.

II. 반자동 카메라 교정

카메라로 획득한 패턴 이미지(그림 1)는 0과 255로 이진화(그림 2)되고 255의 값에 대하여 영상 라벨링을 수행한다.



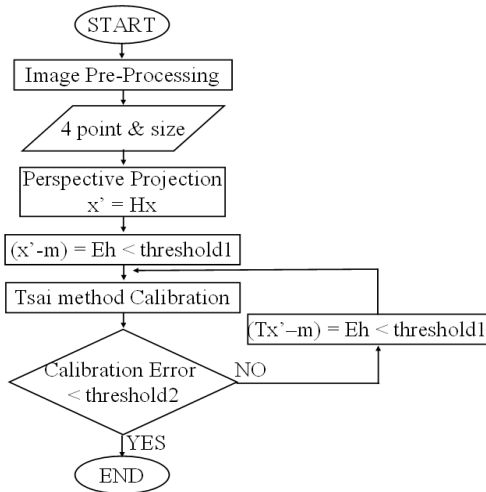
(그림 1) 패턴 이미지 (그림 2) 이진화 결과



(그림 3) 라벨링 결과

라벨링된 영역은 잡음에 의한 추출점과 정확한 교정점들이 섞여있다(그림 3). 다음, 사용자는 4개의 교정점을 선택하고 그 점 사이의 가로, 세로 점 개수를 입력한다. 입력된 4점의 좌표로 Perspective Projection을 수행하여 Homography Matrix를 구한다 [3][4].

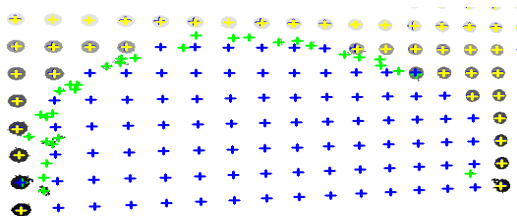
입력받은 가로, 세로의 크기로 패턴의 3차원 world좌표를 만들고 앞서 계산된 Homography Matrix에 Projection한 결과와 이미지의 라벨링된 중심 좌표의 허용오차가 적은 점만을 추출한다. 이 점들은 잡음이 아닌 교정점이라고 가정하며 Tsai Calibration의 입력값으로 사용된다. Tsai Calibration의 결과가 허용오차보다 적을 경우 시스템을 마치게 되고 아닌 경우는 선행한 Tsai Calibration의 내, 외부 파라미터를 이용하여 world 좌표를 다시 Projection한다. Projection된 좌표들로 이미지에 라벨링된 중심 좌표 중 잡음이 아닌 더 많은 교정점을 추출할 수 있다. 추출된 좌표들로 다시 Tasi Calibration을 재수행하고 교정 결과가 허용오차보다 작을 때까지 이 단계를 반복하게 되며 불균등 조명에 의한 잡음이 포함되어 있는 패턴에서도 정확한 카메라 교정 결과를 도출한다. 그림 4는 이상의 설명을 플로우 차트로 표현하였다.



(그림 4) 반자동 교정점 추출

III. 실험 및 실험 결과

그림 5는 실제 결과를 보여주는 그림으로 노랑색이 추출된 점이며 파랑색은 world좌표를 이미지로 투영한 점, 녹색은 라벨링된 영역의 중심점이다.



(그림 5) P-3의 교정점 추출 결과

<표 1>은 조명잡음이 없는 P-1, P-2와 조명잡음이 발생한 P-3, P-4 패턴이미지의 카메라 교정 실험결과이다. 3번의 최적화 반복동안 추출된 교정점의 개수와

Tsai Calibration Error를 나타내고 있다. Calibration Error은 교정점좌표를 역투영하여 world좌표와의 거리를 평균하였다 [5].

<표 1> 카메라 교정 최적값 도출

| Noi se | | I | | II | | III | |
|-----------|-----|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| | | # of Extraction | Calibration Error | # of Extraction | Calibration Error | # of Extraction | Calibration Error |
| No | P-1 | 33 | 0.128670 | 130 | 0.107300 | 130 | 0.098331 |
| | P-2 | 99 | 0.131076 | 158 | 0.108006 | 160 | 0.117237 |
| Yes | P-3 | 70 | 0.103283 | 113 | 0.140141 | 113 | 0.134100 |
| | P-4 | 91 | 0.170282 | 188 | 0.137337 | 188 | 0.147177 |

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 불균등 조명 조건에서 정확한 카메라 교정을 위한 반자동 패턴 교정점 추출 방법과 최적의 카메라 교정법을 제안하였다. 산업현장에서 사용자의 간단한 조작으로 비접촉 계측이 가능하며 조명의 불균등에 강건하며 장소의 제약으로부터 자유롭다. 추후에는 Stereo 카메라를 사용하여 3D 계측으로 활용하고 반자동에서 전자동으로 알고리즘을 개선시켜 연구를 계속 진행할 예정이다.

참고문헌

[1] R. Tsai, "A versatile camera calibration technique for high-accuracy 3d machine vision metrology using off-the-shelf tv cameras and lenses" IEEE Journal of Robotics and Automation, vol. 3, no. 4, pp.323-344, 1987

[2] 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.

[3] E. Trucco, F. Isgrò and F. Bracchi, "Plane detection in disparity space" Proceedings of the IEE International Conference on Visual Information Engineering (VIE'03), Guildford, Surrey (UK), 7-9 July 2003, pg 73-76, ISBN 0-85296-757-8

[4] 조강현, 유범재 역, 3차원 비전, 대영사, 2000.

[5] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing, 1992, Addison Wesley