

학습 기반 코너 및 에지 추출을 적용한 카메라 캘리브레이션

박철형, 김지수, 김주오, 이덕우
계명대학교 컴퓨터공학부

e-mail : parkcheolhyeong@gmail.com, koo5679@gmail.com, monkey4650@naver.com,
dwoolee@kmu.ac.kr

Application to Camera Calibration using Learning Based Corner and Edge Detection

Cheolhyeong Park, Jisu Kim, Ju O Kim, Deokwoo Lee
Department of Computer Engineering
Keimyung University

Abstract

This paper proposes the approach to camera calibration using a learning based algorithm. The existed algorithm for camera calibration has used harris corner detection when using checkerboard. In this paper, learning based corner detection is applied to camera calibration. Training is carried out using the images of chessboard. Once training is completed, only a pair images of checkerboard is used for calibration. To verify the proposed method, the result of calibration is provided.

I. 서론

신호 및 영상처리, 컴퓨터 비전 등의 분야에서 학습 기반 알고리즘을 적용한 연구는 지난 몇 년간 활발히 이루어져 왔다. 기존의 수학적 모델에 기반한 알고리즘의 한계를 학습기반 알고리즘들이 보완해 주었다. 컴퓨터 비전, 영상처리 분야에서 3차원 깊이 정보를 획득하는 연구는 지난 수십년간 수행되어 왔으며, 지

난 몇 년간 학습기반(기계학습, 심층학습) 알고리즘을 적용한 방법으로 깊이 값, 좌우 영상의 특징점 매칭 정확도, 디스패리티 값 등의 정확도를 더 높일 수 있었다[1, 2, 3]. 3차원 정보를 획득하기 위해 사전에 필요한 절차는 카메라 캘리브레이션이다. 카메라 캘리브레이션은 지난 수십년간 Zhang의 방법이 가장 많이 사용되어 오고 있고, 최근 몇 년간 자동 캘리브레이션(auto-calibration), 자기 캘리브레이션(self-calibration) 등 전통방식을 탈피한 효율적인 캘리브레이션 방법이 연구되어 오고 있다[4, 5]. 학습기반의 깊이 정보 추출[6]에 비해 캘리브레이션에 대한 학습기반 연구는 상대적으로 연구가 활발히 진행되지 않고 있다. 본 논문에서는 학습기반의 캘리브레이션 시스템을 구축하기 위해 먼저 코너 추출 절차에 학습기반 알고리즘을 적용하고, 학습된 코너 좌표를 활용한 캘리브레이션 결과를 제시한다.

II. 본 론

2.1 카메라 캘리브레이션

본 연구에서의 카메라 캘리브레이션 절차는 기존의

캘리브레이션과 동일하다. 기존의 방법과 같이 체커보드를 활용하여 캘리브레이션을 수행한다. 기존 방법과의 차이점은, 본 연구에서 제시하는 방법은 기존 방식처럼 여러 장의 체커보드 영상을 촬영하는 대신, 촬영된 영상의 숫자를 현격히 줄이는 것이다. 본 연구에서 진행된 실험에서는 2장 (좌, 우 1장씩 한쌍)의 영상을 촬영한 캘리브레이션, 1장만을 촬영한 캘리브레이션을 모두 수행하고 그 결과를 확인한다. 체커보드를 활용한 캘리브레이션에서 중요한 것은 코너 추출이다. 기존의 캘리브레이션 방법에서는 코너를 추출하는 절차에서 해리스 코너등의 기하학적 방식을 사용하였다[7]. 추출 방식이 아닌 학습기반 알고리즘을 활용하여 코너 추출을 수행한다. 기본적인 캘리브레이션 절차는 그림 1 와 같다.

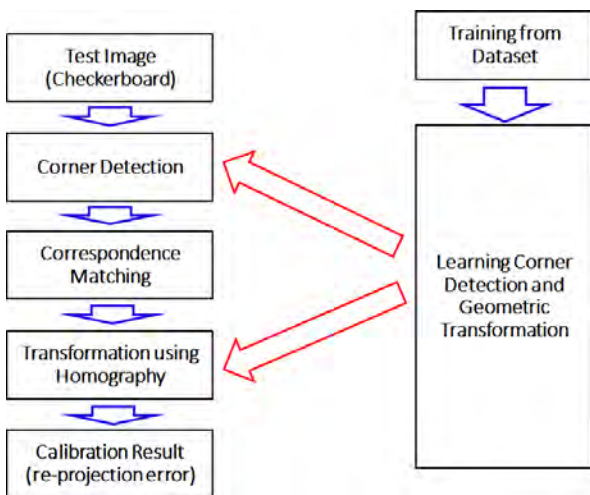


그림 1. 알고리즘 전체 흐름도

2.2 학습기반 코너 추출 및 캘리브레이션

학습기반 코너 추출에서, 학습에 활용된 영상데이터는 실제 체스보드 이미지들을 활용하였다. 학습 알고리즘은 체스보드의 엣지 및 코너를 반복적으로 추출하도록 구성되어 있다. 학습 데이터베이스에 속한 이미지의 개수는 9664개이며[8], 이미지는 그림.2와 같다.



그림 2. 코너 추출 학습 영상

학습에 3개의 은닉계층(Hidden layer)이 사용되었고,

각 계층에서는 학습 데이터로부터 선을 추출하고, 복원 과정을 거친 후 관심 영역을 획득(crop) 한다. 여기서 복원(reconstruction) 단계에서는 선 추출 영역을 확장하고 새롭게 추출된 코너를 추가한다.



그림 5. 코너 추출 후 영상의 기하학적 변환

학습이 완료된 후 입력(test) 이미지를 활용하여 캘리브레이션을 수행하고 제안된 방법을 적용한 캘리브레이션의 결과를 기존의 방법과 비교한다. 기존의 방법 중 체커보드를 활용한 것은 Zhang[4]의 방법이 가장 많이 사용되고 있으므로, 본 실험의 결과를 Zhang[4]의 결과와 비교하여 제시한다.

III. 실험 결과

본 논문에서 제시하는 방법을 평가하기 위해 캘리브레이션의 3가지 환경의 결과 비교한다. 첫 번째 환경은 기존의 캘리브레이션 방법이다. 5쌍 이상의 체커보드 영상을 활용하여 Zhang의 방법을 활용한 것이다. 두 번째 환경은 학습기반 알고리즘을 활용하되 테스트 이미지를 한 개씩 독립적으로 사용한 경우이다. 세 번째 환경은 학습기반 알고리즘을 활용하면서 한 쌍의 테스트 이미지를 활용한 경우이다. 사용된 영상의 해상도, 사용된 체커보드 영상의 코너 개수 등은 표 1과 같다.

표 1. 영상 사이즈 및 해상도

영상 종류	해상도	코너개수
변환 전	3024×4032	8×7
변환 후 (호모그래피 적용)	1200×1200	8×7

각 환경 및 방법에서의 re-projection error는 표 2과 같다.

표 2. 캘리브레이션 결과 비교

방법	Re-projection error
Zhang & Bouguet	2.3622
Test with a single image	1.2054
Test with a pair of images	1.1283

표 2에서 제시되었듯이, 학습기반으로 코너추출을 한 후 캘리브레이션을 수행할 경우, re-projection error가 기존의 방법 대비 감소하였음을 확인할 수 있다. 기존의 방법처럼 여러 장의 영상을 다른 위치에서 찍으며 캘리브레이션을 수행하는 것보다, 학습기반의 코너추출을 적용하여 적은 수의 영상을 촬영한 후 캘리브레이션을 하는 효율적인 캘리브레이션을 수행할 수 있다.

Acknowledgement

본 연구는 2018년도 계명대학교 연구기금으로 이루어졌음

IV. 결 론

본 논문은 카메라 캘리브레이션에서 필요한 절차인 체커보드의 코너 추출에 필요한 학습기반 알고리즘을 적용한 결과를 제시하였다. 학습이 완료된 후 캘리브레이션을 위해 한쌍의 체커보드를 활용하였을 때 결과는 기존의 여러쌍의 체커보드 영상을 활용하였을 때의 결과 대비 우세함을 확인하였다. 한 쌍의 영상이 아닌, 독립적인 한 장의 영상을 테스트 데이터로 활용하였을 때에도 캘리브레이션의 결과를 나타내는 지표인 re-projection error 역시 기존 방법과 비교하였을 때 경쟁력을 보여주고 있고, 실제 적용의 가능성을 확인할 수 있었다. 향후에는 본 연구를 발전시켜, 테스트 영상의 개수를 줄이고, 세부 캘리브레이션 파라미터들을 추출하여 실제 상황에서의 적용 가능성을 확인하고자 한다.

참고문헌

- [1] M-G. Park and K-J. Yoon Leveraging Stereo Matching With Learning-Based Confidence Measures, The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 101-109, 2015
- [2] T. Zhou, M. Brown, N. Snavely and D. Lowe,

Unsupervised Learning of Depth and Ego-Motion from Video, The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 1851-1860, 2017

[3] N. Kalantari, T-C. Wang and R. Ramamoorthi, Learning-Based View Synthesis for Light Field Cameras, ACM Transactions on Graphics (TOG), Vol. 35, No. 6, pp. 193:1- 193:10, 2016

[4] Z. Zhang, A Flexible New Technique for Camera Calibration, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 2000, 22, 1330-1334.

[5] N. Akkad, M. Merras, A. Saadi and K. Satori, Camera self-calibration with varying intrinsic parameters by an unknown three-dimensional scene, The Visual Computer, Vol. 30, No. 5, pp. 519-530, 2014

[6] J-W. Park, T-H. Choi and S-H. Sull, Implementation of Improved Scale-invariant Loss Function for Predicting Disparity-Maps of Stereo Images Using Deep-learning, 대한전자공학회 학술대회, pp. 592-594, 2017

[7] S. Park, D. Kim and J. Paik, Feature Tracking based Automatic Camera Calibration for Rear-View Camera on Vehicle, 대한전자공학회 학술대회, pp. 350-351, 2015

[8] M. A. Czyzewski, An Extremely Efficient Chess-board Detection for Non-trivial Photos, arXiv:1708.03898v1