

스테레오 카메라 기반 지정물체의 절대위치 검출

¹김형관, ¹김수호, ¹정진서, ¹황성재, ¹*정설영(* 교신저자)

¹ 경북대학교

khg12347@naver.com, suh06347@naver.com, jessie129j@gmail.com,

woakd0705@naver.com, snowflower@knu.ac.kr

Stereo Camera-based Depth Estimation of Detected Object

¹Hyeong-gwan Kim, ¹JinSeo Jung, ¹Sungjae Hwang, ¹Suho Kim,

¹Seol Young Jeong

¹ Kyungpook National University

요약

본 논문은 스테레오 카메라 영상으로부터 물체의 절대 위치를 측정하는 영상 기반 거리 측정 기술의 최적화를 목표로 한다. 기존의 openCV 라이브러리를 이용한 거리 측정 방식은 전체 영상에 대해 깊이를 계산하는 방식이다. 이에 본 논문은 YOLOv4 모델을 적용하여 검출된 특정 물체에 대해서 거리를 추출하여 속도를 향상시키는 방식을 제안하고 기존의 방식과 비교하여 성능을 평가해 보았다.

1. 작품의 제작 동기

영상처리는 컴퓨터로 인간의 시각을 모방하여 시각적 입력을 데이터화하고 처리하는 분야로 방송, 보안, 로봇, 드론, 자율 주행 등 다양한 분야에 적용될 수 있어 관련 기술 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그중 영상 기반 거리 측정 기술은 영상을 기반으로 물체와의 거리를 측정하는 기술로, 초음파 센서나 적외선 센서 기반 거리 측정 기술과 비교했을 때 거리 외에 사람의 눈으로 인식할 수 있는 물체의 종류, 개수, 색상과 모양 등의 부가적인 정보를 얻을 수 있다는 장점이 있다. 영상 기반 거리 측정 기술에는 두 가지 방법이 있는데, 첫째는 깊이 측정이 가능한 이미지 센서가 장착된 카메라를 사용하는 것이고, 둘째는 스테레오 카메라에 영상처리 라이브러리인 OpenCV를 적용하여 거리를 구하는 것이다. 해당 방식은 전자에 비해 낮은 성능을 보이지만 정확도와 속도를 개선하여 상업적으로 활용할 경우 장비 비용을 대폭 절감할 수 있다. 이에 본 연구는 기존의 OpenCV 라이브러리의 영상 기반 거리 측정 기술이 영상의 전체 영역에 대

해 거리를 계산하는 것을 개선점으로 보고 딥러닝 기반 객체 탐지 모델인 YOLOv4를 적용하여 특정 물체에 대한 거리만을 측정하는 방식을 제안하고 효율성을 검증했다.

2. 작품의 설계 및 구현

OpenCV 라이브러리가 제공하는 영상 기반 거리 측정 기술의 원리는 다음과 같다. 먼저 스테레오 영상 좌우의 특징점을 구해서 좌우 각각에 있는 점들을 매칭하고, 전체 영상에 대해 각 매칭점의 x 좌표 차이인 시차를 구하고 이를 시각화하는 3d Reconstruction을 수행한다. 이 시차에 camera calibration을 통해 구한 내부, 외부 파라미터를 곱하면 영상의 실제 깊이를 구할 수 있다. 그림 1은 베이스라인(baseline), 시차(disparity), 초점 거리(focal length)와 깊이(z)의 관계를 나타내고 있다.

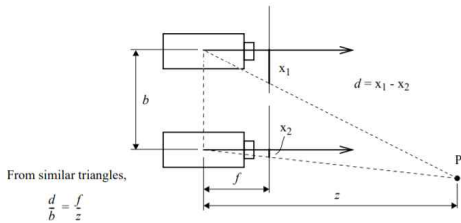


그림 1. 스테레오 영상의 시차와 깊이 관계도[2].

YOLOv4는 하나의 프레임에서 여러 개체를 인식할 수 있는 실시간 객체 인식 시스템으로[3], 본 논문은 지정 물체에 대한 거리만을 측정하여 활용도와 효율성을 높이기 위해 YOLOv4 모델을 적용하는 기법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 기법은 다음과 같은 순서로 진행된다.

거리를 측정하려는 물체를 지정한다. YOLOv4은 다양한 물체를 식별할 수 있도록 학습되어있고 특정 물체를 학습시킬 수 있다. YOLOv4로 영상에서 지정한 물체의 영역을 찾는다. 물체의 영역에 대해서만 3d Reconstruction을 수행하고 거리를 계산한다. 본 논문에서는 지정 물체에 대한 3d Reconstruction이 전체 영역에 대한 3d Reconstruction과 비교하기 위해 각각의 수행 시간을 측정하여 성능개선을 검증했다.

3. 작품의 구현 결과

본 논문에서는 ELP-960P2CAM-V83 스테레오 카메라로 촬영한 데이터셋을 사용했다. 물체 식별에는 YOLOv4의 구조를 단순화하고 파라미터를 줄여 객체를 더 빠르게 탐지하는 모델인 YOLOv4-tiny를 사용했다. 3d Reconstruction은 OpenCV가 공개한 코드[4]를 바탕으로 진행했으며, Stereo SGBM 알고리즘을 사용했다. 연구는 Intel i7-7700, 3.60 GHz CPU와 NVIDIA GTX 1050을 장착한 컴퓨터 환경에서 진행되었다.



그림 2. YOLOv4로 영상에서 객체를 검출한 결과

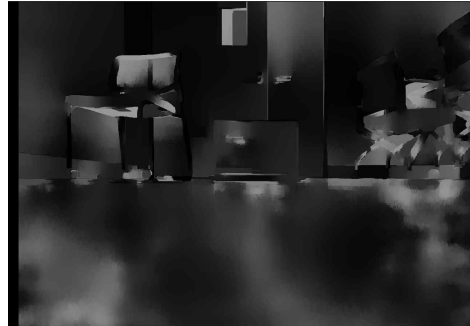


그림 3. 전체 영상에 대해 3d Reconstruction을 수행한 결과

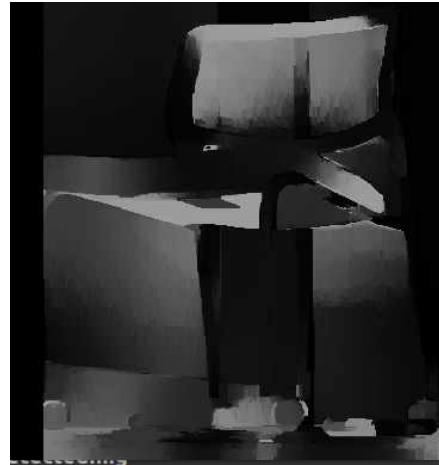


그림 4. 좌측 의자에 대해 3d Reconstruction을 수행한 결과

그림 2는 영상에서 객체를 검출한 결과로, 의자 두 개와 모니터 하나가 검출되었다. 전체 영상에 3d Reconstruction을 수행한 결과와 좌측에 있는 의자 영역에 대해 부분적으로 3d Reconstruction을 수행한 결과는 각각 그림 3과 그림 4와 같이 나왔으며 두 수행 결과의 품질이 동일함을 확인할 수 있다. 또한 전체 영상에 3d Reconstruction을 수행하는 방식과 본 논문에서 제안하는 YOLOv4로 객체를 검출하고 부분 영상에 3d Reconstruction을 수행하는 방식의 효율성을 검증하기 위해 전체 과정을 100번 수행하고 각각의 수행 시간을 측정했다. 그 결과 전체 영상에 대한 3d Reconstruction 수행 시간은 평균 124 ms, 객체 검출 시간은 평균 58ms였으며 검출된 부분 영상에 대한 3d Reconstruction 수행 시간은 평균 16ms으로 총 74ms로 측정되었으며 기존의 방식과 본 논문에 제안하는 방식을 비교했을 때 평균적으로

40.32%의 시간 감소 효과가 나타났다.

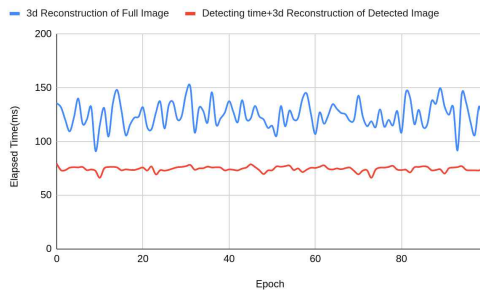


표 1.

전체 영상과 부분 영상에 대한 3d Reconstruction 수행 시간 비교

4. 기대효과

본 연구는 기존 openCV 라이브러리가 제공하는 영상 기반 깊이 추출 기술에 객체 탐지 모델인 YOLOv4를 적용하여 특정 물체에 대한 거리를 추출하는 방식을 제안했다. 그 결과로 불필요한 영역에 대한 거리 계산을 줄여 평균적으로 40.32%의 시간을 단축할 수 있음을 실험 결과를 통해 증명했다. 추가로 진행해야 할 연구는 스테레오 카메라에 기반한 물체 거리 측정을 실시간으로 수행하여 그 결과를 활용하는 연구가 될 것이며, 이러한 기술은 영상 촬영에 적용하여 피사체의 거리에 따라 카메라 초점과 피사체의 비율을 자동으로 조절하거나, 로봇에 적용하여 학습된 물체에 대해서 거리 계산이 필요한 특정한 작업을 수행하는 등 다양한 분야에서 활용할 수 있다.

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 연구결과로 수행되었음 (2021-0-01082)

5. 참고문헌

[1] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods. "Digital image processing," Pearson Education Limited, pp.18, 2017.

[2] Sing Bing Kang, Jon Webb, C. Lawrence Zitnick, and Takeo Kanade, "An active multibaseline stereo system with real-time image acquisition," Tech. Rep. CMUCS-94-167, Dep. Computer Science, CMU, 1994.

[3] Bochkovskiy, Alexey, Chien-Yao Wang, and Hong-Yuan Mark Liao. "Yolov4: Optimal speed

and accuracy of object detection." arXiv preprint arXiv:2004.10934 (2020)

[4] "OpenCV - Disparity map post-filtering", https://docs.opencv.org/3.4/d3/d14/tutorial_ximgproc_disparity_filtering.html