

강의 촬영용 대상 추적 카메라

남궁혁¹, 김호균¹, 이찬희¹, 황기찬¹, 황광일¹
¹인천대학교 임베디드시스템공학과

heroswift@inu.ac.kr, jararahoya@inu.ac.kr, gerokero@inu.ac.kr, ccc3017@inu.ac.kr,
hkwangil@inu.ac.kr

Object tracking camera for lecture shooting

Hyuck NamKung¹, Ho-Kyun Kim¹, Chan-Hee Lee¹, Gi-Chan Hwang¹,
Kwang-il Hwang¹,
¹Dept. of Embedded System Engineering, Incheon National University

요 약

최근 온라인 수업, 동영상 수업의 수요가 많아짐에 따라 강의촬영을 하는 경우가 증가하는 추세다. 혼자서 강의를 촬영하는 경우도 늘어났지만 혼자서 강의를 촬영할 경우 실시간으로 카메라 각도 조절하기 불편한 점이 있다. 자동으로 강사를 추적하며 강의 촬영할 수 있는 저가의 카메라를 개발 및 연구를 진행하였다.

1. 서론

최근 COVID-19로 인해 원격으로 강의하거나 강의를 녹화해서 게시하는 경우가 많아졌다. 혼자서 강의를 촬영하는 상황 역시 늘어났지만 카메라 각도를 적절한 때에 조정할 수 없는 상황이 발생한다. 우리는 이런 문제를 해결하기 위해 저가의 부품으로 카메라 각도를 자동으로 조정하며 촬영할 수 있는 카메라 개발을 진행하였다 [1].

2. 강사 자동 추적 카메라 시스템의 필요성

시중에 출시되어 있는 강사 추적 카메라들 중 강사 추적만을 기능으로 하는 제품들이 많다. 즉, 카메라가 강사가 아니라 칠판을 보고 찍어야 하는 상황에서 강사의 위치를 추적하는 경우가 충분히 발생할 수 있다. 그리고 강사추적 모드와 판서 내용을 우선으로 트래킹 하는 모드를 갖추고 있는 제품이 있는데 각 모드 전환 시에는 다른 사람이 직접 카메라의 설정을 조작해 주어야 한다. 또한 시중에 판매되는 제품들의 가격은 100만원 이상의 높은 가격으로 형성되어 있다.

우리는 낮은 사양, 저가의 부품으로 충분한 성능을 낼 수 있는 저비용 고효율의 강사 추적 카메라

시스템을 구현하고 추적 모드 전환을 강의 중에 강사가 직접 불편함 없이 할 수 있는 카메라 시스템을 개발하여 1인 강의 촬영을 좀 더 원활하게 하고자 한다.

3. 강사 자동 추적 카메라 시스템 구현 방안

3-1. 개요

코로나 시대에 온라인 강의를 필수적으로 해야 하는 상황이 증가함에 따라 강의 내용 녹화에 대한 수요가 증가했다. 대형 강의실과 같은 공간에서 강의 촬영 시 강사의 움직임, 판서 내용의 위치에 따라 적절하게 카메라의 각도를 제어해 줄 필요가 있다. 이러한 작업은 사람이 직접 제어할 수도 있지만, 최근 들어, 강사의 움직임을 따라서 카메라 각도를 자동으로 제어해 주는 카메라 시스템들이 많이 출시가 되었다. 그러나 주로 강사를 따라가는 것에 초점이 맞추어져 있고 실령 강사 뿐 아니라 판서의 내용에 화면을 맞추는 기능이 있다고 해도 해당 기능 선택을 제 3자가 직접 설정해 주어야 한다. 이 과제는 강사, 판서에 각각 화면을 맞추는 작업을 제 3자의 개입 없이 강사가 직접 강의 중에 원격으로 설정할 수 있도록 하는 것이 목표이며 그 작업을 영상 처리, YOLOv5[2]를 활용해 구현하였다.

다양한 하드웨어에서의 YOLO FPS 성능[3]을 고려했을 때, NVIDIA Jetson Nano 환경에서도 충분히 구현할 수 있다고 판단하여 해당 보드를 선택하였다.

NVIDIA Jetson Nano, Webcam, 3D 프린터로 제작한 구조물, 서보 모터를 사용함으로써 강사 및 판서 내용에 카메라 각도를 맞추어 주는 시스템을 구현하였고 이 때, 사람 및 각도 고정 물체를 detection함에 있어서는 YOLOv5를 사용하였다.

3-2. 플로우차트

그림 1은 SW 플로우 차트를 보여준다.

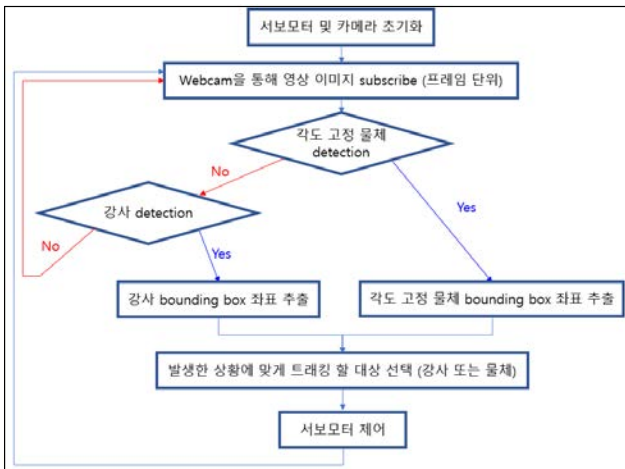


그림 1. SW 플로우 차트

Webcam을 통해 영상 이미지를 프레임 단위로 subscribe를 한 후 해당 프레임에서 YOLOv5를 통해 강사와 각도 고정 물체를 detection한다.

카메라가 강사를 따라서 각도를 조절하는 경우는 강사가 화면의 가장 측면에 위치하였거나 아예 측면을 넘어 화면 밖으로 사라졌을 때, 카메라는 강사가 가장 최근에 있었던 방향으로 각도를 제어하여 강사를 화면 내에 위치시킨다.

만약에, 각도 고정 물체가 detection 되었을 경우, 강사의 위치와 상관없이 각도 고정 물체가 화면의 좌측 상단부분에 위치할 수 있도록 카메라 각도를 제어한다.

위와 같은 과정을 반복하며 강사의 의도에 따라 카메라 각도를 적절히 제어할 수 있도록 한다.

3-3. pan-tilt 제어 구조 구현

그림 2는 3D 모델링으로 완성한 pan-tilt 제어 구조물의 부품이다. 서보모터 2개를 이용한 pan-tilt 제어에 적합한 구조물을 제작하기 위해 그림 2와 같은 3D모델링 구조물을 출력하여 pan-tilt 제어를 가능하게 하였다. 사용한 서보모터는 MG996R이며 NVIDIA Jetson Nano와 호환되는 서보모터 드라이버로 제어한다. 그림 3는 3D 모델링 출력물로 pan-tilt 제어 구조를 완성한 예시이다.

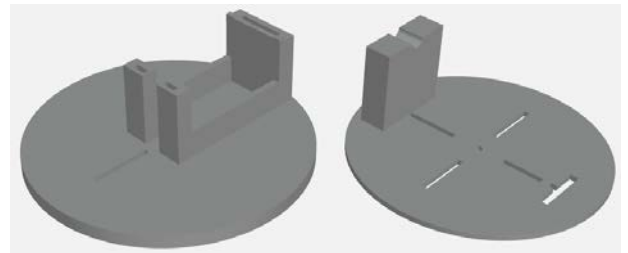


그림 2. 3D 모델링으로 완성한 pan-tilt 제어 구조물 부품



그림 3. pan-tilt 제어 구조물 완성 예시

현재 ‘강사 추적 모드’와 ‘화면 고정 모드’ 전환은 구현 예정에 있다.

카메라가 강사를 자동으로 따라가면서 촬영하는 촬영 모드인 ‘강사 추적 모드’ 상태에서 detection된 사람의 프레임상의 좌표가 좌측 혹은 우측에 치우쳐 있다면 피사체인 사람이 프레임의 안쪽에 오도록 pan 제어를 한다.

‘화면 고정 모드’ 상태는 카메라가 강사의 위치와 상관없이 고정된 상태로 촬영하는 촬영 모드다. ‘강

사 추적 모드'에서 화면 고정 물체가 detection 될 경우 '화면 고정 모드'로 전환 한다. '화면 고정 모드'에서는 강사를 추적하면서 촬영하지 않고 고정된 pan 값으로 계속 촬영을 이어나가며 화면 고정 물체가 더 이상 detection이 안 된다면 '강사 추적 모드'로 되돌아간다. 그림 4은 '강사 추적 모드'와 '화면 고정 모드'를 표현한 그림이다.

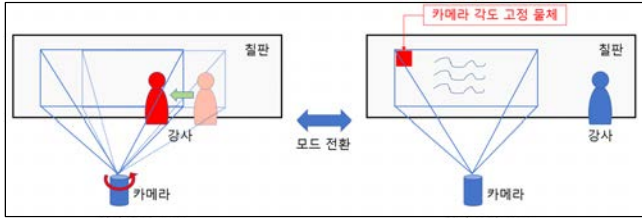


그림 4. 좌 : '강사 추적 모드', 우 : '화면 고정 모드'

강의 녹화 시작 및 종료를 해야 하거나 카메라 각도를 수동으로 제어하려고 카메라까지 직접 다가와 조작하는 불편함을 없애기 위해 블루투스 리모콘을 사용하여 강의 녹화 시작 및 종료를 하는 기능과 카메라 각도 또한 수동 제어 기능을 추가할 예정이며 무선 마이크를 사용하여 촬영한 영상과 싱크를 맞춰 하나의 동영상으로 저장하는 기능도 구현 예정이다.

4. 실험 결과

'강사 추적 모드'를 테스트하기 위해 사람만 detection하는 YOLOv5 모델 학습을 진행하였다. 사용된 이미지 train 492장, valid 68장, test 42장, 총 602 장을 사용하였다. 표 5은 학습이 완료된 모델을 평가 한 것이다.

지표	값
mAP 0.5	0.995
mAP 0.95	0.88
precision	0.7405
recall	0.588

표 5. 학습 완료 모델 평가표

학습에 필요한 데이터 셋이 적어 데이터 셋과 상이한 배경에서 작동시킬 경우 사람을 잘 detection 하지 못하거나 벽을 사람으로 detection 하는 경우가 다수 발생하였다. 더 많은 데이터 셋을 구해 학습을 시켜 좀 더 안정적으로 detection하도록 개선시킬 필요가 있다.

5. 결론

저비용 고효율의 강사 자동 추적 카메라 시스템을 개발하기 위해 NVIDIA Jetson Nano와 값싼 카메라를 사용하며 단가를 줄이고 성능을 내기 위해 연구중이지만 리모콘을 통한 원격 강의 녹화 및 종료 기능, 동영상/음성 저장 기능 등 부가적인 기능을 완성하지 못했다. 핵심적인 기능인 촬영 모드 변환 기능을 완성하지 못했지만 강사를 추적하는데 에 있어서 pan-tilt 제어 시 서보모터가 좀 더 매끄럽게 동작해야한다. Detection이 안정적이지 못한 것도 더 많은 데이터 셋을 학습시켜 개선할 여지가 있다.

Acknowledgement

※ 본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행된 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] Hetal K. Chavada, MaulikMaulik Dhamecha. "Moving Object Tracking using PTZ Camera in Video Surveillance System". 2017 International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS). 1-2 Aug. 2017. p. 263 - 266

[2] Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi. "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection". Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016, p. 779-788

[3] 이정훈. "다중 사용자를 위한 효율적인 실시간 원격 AI 서비스에 관한 연구". 석사 학위 논문. 인천대학교, 2022