

# 딥러닝 단일카메라 거리 측정 기술 활용 구조대상자 위치추정시스템 연구

김도윤<sup>1</sup>, 최종인<sup>1</sup>, 박서원<sup>1</sup>, 박광영<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 숭실대학교 전자정보공학부

<sup>2</sup> 숭실대학교 소프트웨어학부

yun0368@soongsil.ac.kr, beowolf4565@soongsil.ac.kr, newspark00@soongsil.ac.kr, 1004pky@ssu.ac.kr

## Study of Target Pose Estimation System: Distance Measurement Based Deep Learning Using Single Camera

Do-Yun Kim<sup>1</sup>, Jong-In Choi<sup>1</sup>, Seo-Won Park<sup>1</sup>, Kwang-Young Park<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dept. of Electronic Engineering, Soong-Sil University

<sup>2</sup> Dept. of Software, Soong-Sil University

### 요 약

지진, 대형화재와 같은 많은 재해의 발생으로 인해 재난 안전 분야에 관심이 증가하고 있으며, 재난재해 시 신속하고 안전한 구조는 생존율에 영향을 준다. 기존 연구에서는 다양한 센서와 멀티카메라를 이용한 위치 추정 연구는 있으나, 가장 많이 설치된 단일카메라 기반의 위치 추정연구는 부족한 상태이다. 본 논문에서 단일카메라를 활용한 딥러닝 객체탐지와 거리측정 알고리즘을 이용하여 인명구조를 위한 구조대상자 위치추정시스템을 제안한다. 딥러닝을 활용한 객체탐지 기술을 이용하여 단일카메라 영상 내 객체와 해상도에 따른 바운딩 박스의 너비를 활용한 거리 계산식으로 거리를 추정하고, 객체의 위치좌표를 제공하여 신속한 재난 구조에 도움이 되는 시스템을 제안한다.

### 1. 서론

2023 년 터키 동남부 시리아 국경 근방에서 7.5 도에 강진이 발생했다. 붕괴된 건물 내 구조가 진행되었지만 추운 날씨로 짧아진 골든타임으로 사상자가 증가하였다. 많은 재난상황에서 골든타임 내에 구조를 위해서는 구조대상자의 위치와 인원에 대한 정보가 필요하다. 이에 본 논문은 자연재해, 산업재해 상황에서 구조대상자의 위치와 인원을 특정하여 신속한 구조를 통해 구조자와 구조대상자의 위험을 줄이고자 위치추정시스템을 제시하고자 한다.

기존 위치인식기술은 멀티 카메라, IoT 센서를 추가로 장착하여 정확도를 높인다. 그러나 본 연구는 현재 많은 건물에 설치된 인프라인 CCTV 를 활용한다. 단일 카메라를 활용함으로써 별도의 제품 없이 낮은 비용으로 구축한다. 단일카메라 실시간 영상에 딥러닝 기반 객체탐지기술(YOLO)와 거리추정 알고리즘을 적용하여 구조대상자 위치추정시스템을 제시한다.

### 2. 단일카메라 위치추정 방식

#### 2-1 기존 위치추정 기술

LIDAR 는 Light Detection And Ranging 의 약어이며, Laser Detection And Ranging 으로 LADAR 이라 불리기도 한다. LIDAR 는 레이저가 펄스신호를 발생시켜 물체의 반사되어 돌아오는 시간을 측정하는 TOF 방식과 위상의 변화를 측정하는 Phase shift 방식이 있다. 설치 초기 비용이 높다. [1]

RFID 는 Radio Frequency Identification 의 약어이다. RFID 는 물체의 태그를 부착하여 무선 주파수를 통해 이를 감지한다. 물체의 미리 태그를 부착하여야 작동하기에 도난방지 시스템에 활용된다. [2]

멀티카메라는 여러 대의 카메라의 영상을 중첩되게 설치하여 동시에 객체를 감지하여 위치를 추정한다. 그러나 객체를 추적하기 위하여 각 카메라에 영상이 중첩되어야 하므로 비효율적이다.[3]

#### 2-2 단일 카메라 기반의 거리추정 기술

본 논문에서 연구하는 거리추정 기술은 단일카메라 영상 공간 내 소실선(vanishing line)과 object 의 평균 크기 사이즈를 기반으로 한 알고리즘을 적용한다. 본 시스템은 실내에 적용되기에 소실점이 아닌 수평 소

실선을 기준으로 한다. 위치에 따른 왜곡도와 측정된 객체 크기를 기준 크기와의 비율을 이용하여 객체와의 거리를 추정한다.

### 3. 시스템 구성

#### 3-1 데이터셋

본 연구에서는 객체인 사람을 탐지해 내기 위한 데이터셋으로 WIDER FACE 안면데이터셋을 사용했다. 해당 데이터셋은 다양한 scale, pose, occlusion 의 32000 개의 이미지에 39 만 개의 안면 라벨링이 되어있다.

데이터셋의 전처리 과정으로는 WIDER FACE 데이터셋의 형식이 본 연구에서 사용되는 YOLOv5 형식과 다르기에 변환 알고리즘을 작성하여 이미지별로 bounding box annotation 파일을 변환하였다. Train(50%), Validation(30%), test(20%)로 나누어 구분하였다.

#### 3-2 객체 탐지

딥러닝 기반 객체탐지는 YOLOv5 를 활용한다. YOLO 는 영상 내 이미지의 pixel 단위가 아닌 n 개의 grid 로 나누어 객체를 추적하여 실시간에 가까운 성능을 가진다. 본 연구는 실시간 영상을 활용하기에 높은 처리 속도와 성능을 갖는 YOLO 를 활용하였다.

#### 3-3 거리추정 알고리즘

거리추정 알고리즘으로는 CCTV 해상도에 맞는 평균 성인의 안면 크기와 픽셀의 비를 이용한다. 안면 크기는 세로 23.6cm, 가로 15.7cm 를 기준으로 한다. 이를 활용하기 위해 거리추정 시 제약조건으로 객체는 카메라를 정면으로 응시한다. 단일 카메라에 존재하는 위치 왜곡을 방지하기 위하여 시스템 동작 전 공간 내 최대 거리(S)를 입력한다. 객체의 픽셀 너비(p)와 안면 크기 정보를 이용하여 해당 공간 내 거리에 따른 초점(f)을 계산한다.[4] CCTV 와 가까워질수록 늘어나는 픽셀의 너비를 초점으로 나누어 거리를 추정한다.[5]

$$f = (S * p) / face$$

$$estimate\_distance = object\_width / (f * face)$$

(수식 1) 거리추정 알고리즘

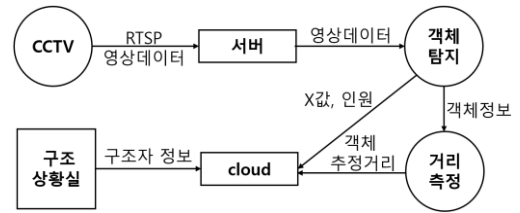
#### 3-4 시스템 구조와 데이터 흐름도

그림 1 와 그림 2 은 본 논문에서 제안하는 위치추정시스템의 시스템 구조와 데이터 흐름도이다. CCTV 카메라에서 입력되는 영상 데이터를 RTSP 통신으로 서버에 수신 후 객체탐지, 거리추정 프로세스를 거친다. 영상 데이터의 객체 위치에 따른 X 좌표, 추정거리(Y 좌표), 객체 수(인원)을 통합하여 클라우드에 업로드한다. 클라우드는 건물 내 CCTV 별 정보가

통합된다. 이후 구조 작업을 수행하는 구조자들은 클라우드로서 위치 정보를 열람하여 신속하고 안전한 효율적인 구조가 가능하다.



(그림 1) 시스템 구조



(그림 2) 데이터 흐름도

### 4. 결론

본 연구는 단일카메라를 이용하여 객체의 위치를 파악하여 재난 상황에서 구조대상자의 위치를 예측하는 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 사람의 안면을 탐지하여 사람의 수와 위치 좌표를 추정한다. 재난 상황 발생 시 추정된 위치와 인원을 구조자에게 제공하는 것으로 신속한 구조를 지원하는데 목적이 있다.

객체의 수와 위치 좌표를 추정하기 위하여 딥러닝 객체탐지 기술과 거리추정 알고리즘을 활용하였다. 단일 카메라를 활용한 거리추정이기에 실내 공간 내 최대거리와 객체가 카메라를 정면으로 응시해야 하는 제약조건이 존재한다. 향후, 거리추정 알고리즘 개선과 좌우 왜곡도 보완 알고리즘 추가로 정확도를 향상시킬 예정이다.

#### ACKNOWLEDGMENT

“본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성사업의 연구결과로 수행되었음” (IITP-2023-RS-2022-00156360)

#### 참고문헌

- [1] 김종덕, 권기우, 이수인. "라이다 센서 기술 동향 및 응용" 전자통신동향분석. 134-143. Dec 2012
- [2] Weinstein Ron. "RFID: A Technical OverView and Its Application to the Enterprise". 27.6. 134-143. 2012
- [3] 민병목. "멀티카메라를 이용한 실시간 특정객체 추적 알고리즘" 한국산학기술학회. 2. 229-232. 2006
- [4] Asadullah-Dal17. "Distance measurement using single camera". [https://github.com/Asadullah-Dal17/Distance\\_measurement\\_using\\_single\\_camera](https://github.com/Asadullah-Dal17/Distance_measurement_using_single_camera). May 2022
- [5] Alizadeh P. "Object distance measurement using a single camera for robotic applications". Sudbury: Laurentian University. 2015