

양중 자재에 따른 위험 인식 시스템

Danger Recognition Systems for Lifting Materials

175515 백진수 173832 박병찬 173934 정현수

1. 연구 배경 및 목적

연구 배경

현대중공업, 크레인 자재 옮기다 추락



출처: 울산 MBC

춘천 공사장 타워크레인 자재 추락...2명 사망·1명 중상



출처: 한국경제

- 고용노동부에서 2010~2019년에 집계한 통계에 따르면 343건의 크레인 사고가 발생했다.
- 크레인 사고의 원인은 줄걸이 작업방법 미준수 69건 (20%), 위험장소의 접근 63건 (18.1%), 운전 미숙 및 오조작 (15.2%) 등이 있다.
- 현재 개발된 기술들은 모두 운전자에게 초점이 맞춰져 있어 작업자가 위험장소 접근에 대한 판단의 어려움이 있다.

연구 목적

- 복잡한 건설현장에서 작업자들이 양중 자재에 의한 위험 상황을 인식 할 수 있는 시스템을 개발
- 양중 자재의 길이, 바람에 의한 흔들림 등을 고려한 크레인 위험평가 기술 개발

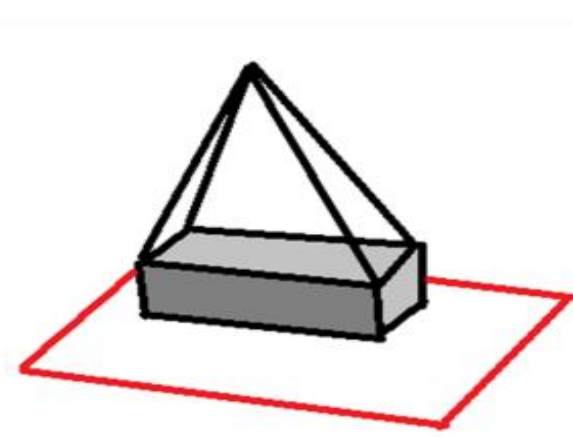
2. 아이디어 제시

양중 작업의 특이점

- 양중 작업 시 다양한 자재를 사용하기 때문에 자재마다 다른 위험 반경을 결정해야 한다.
- 양중 자재가 위 아래로 움직이기 때문에 작업자와 양중 자재의 단순 거리가 아닌 x, y, z좌표를 구할 수 있어야 한다.

작동 원리

1. 자재 길이 파악
2. 위험 반경 결정
3. 작업자 위치 확인
4. 알림

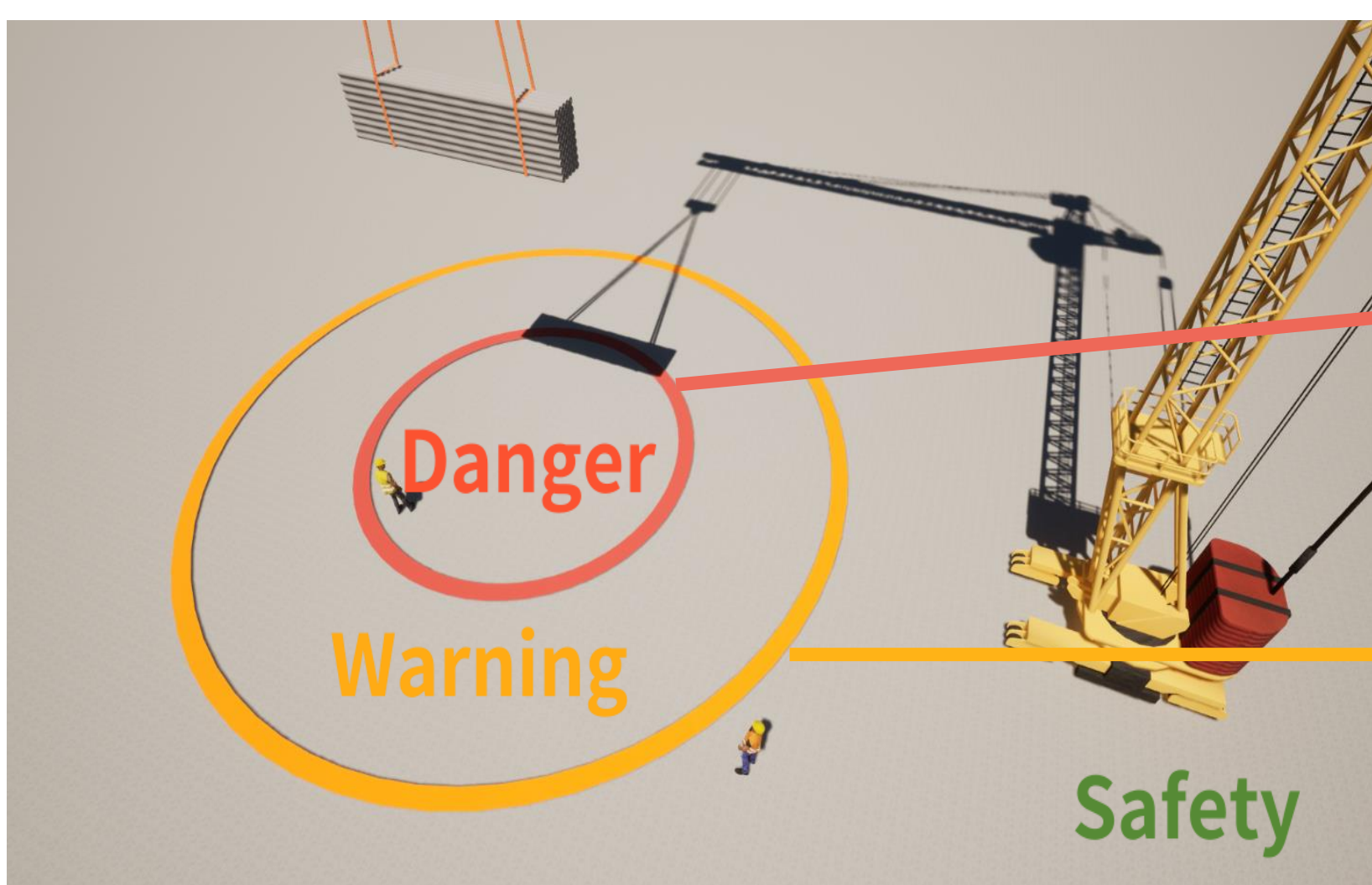


적용 기술

- 이미지 분석 기술
- pixel 당 길이 추정
- GPS 위치 분석
- 삼변 측량 기술

3. 위험 반경 결정

위험 반경 구획



Danger : 실제 위험 반경
- 바람, 위치, 측정길이 고려

Warning : 반경 5m
- 크레인 안전 작업 매뉴얼

위험 반경 설정

$$D = (A \times L + S) / 2$$

D: 위험 반경
A: 오차율 계수
L: 자재 인식 길이
S: 바람에 의한 흔들림

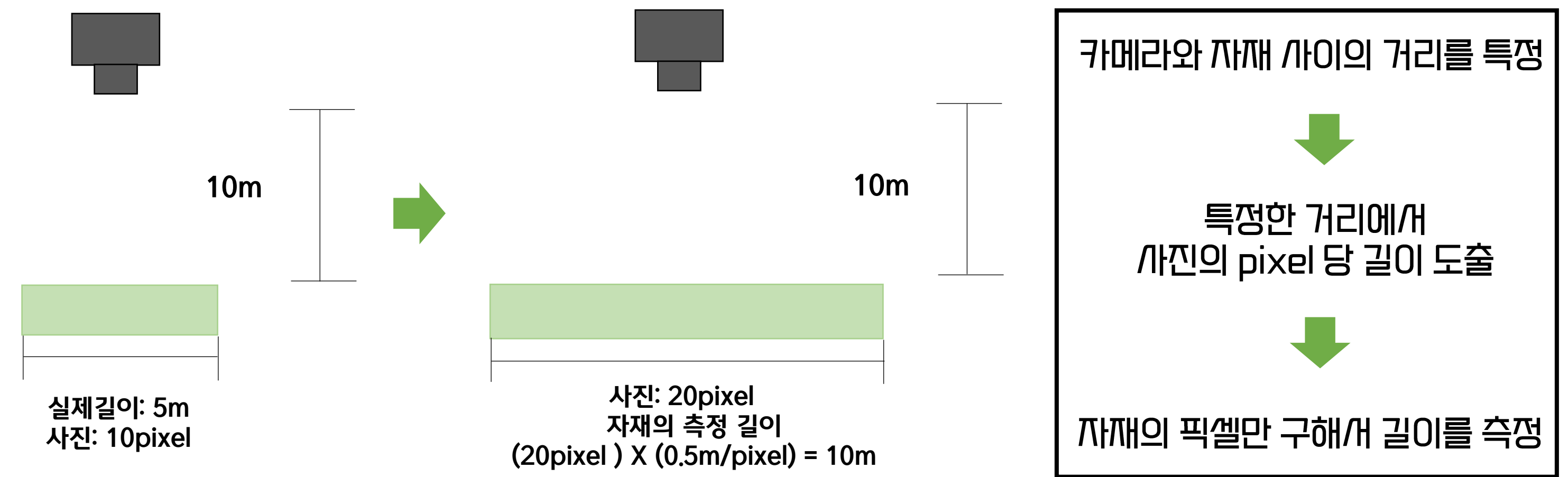
바람에 의한 흔들림

양중 작업 자동화를 위한 부재진동에 따른 타워크레인의 작업가능 기준 연구 (2008)

- 1 ~ 5 m/s : 600mm
- 5 ~ 10 m/s : 1200mm
- 10 ~ 15 m/s : 2500mm

4. 자재 길이 추정

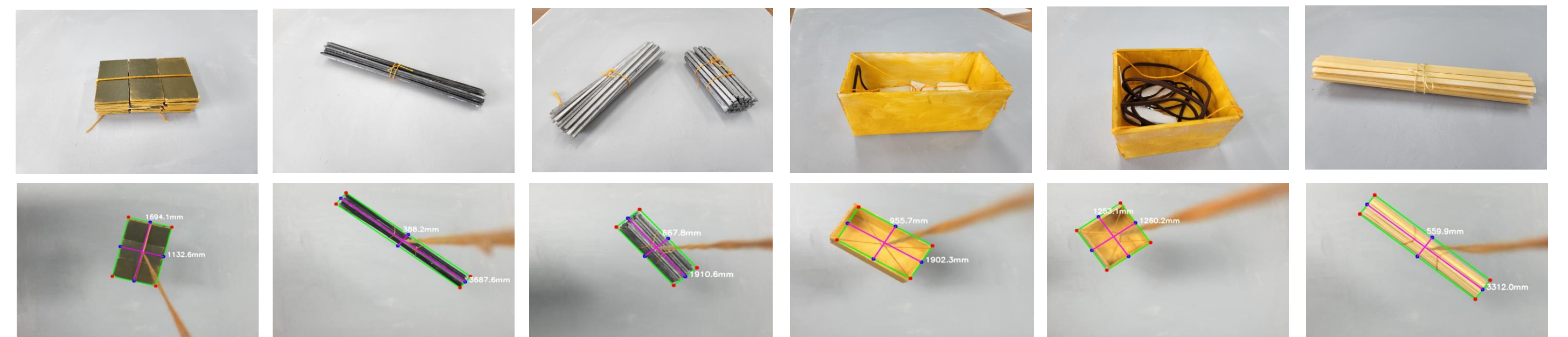
이미지 분석 기술 원리



카메라와 자재 사이의 거리를 특정
↓
특정한 거리에서
사진의 pixel 당 길이 도출
↓
자재의 픽셀만 구해가 길이를 측정

현장 방문 및 모형 제작

- 안전 부장님 인터뷰를 통해 양중 작업 방법 및 자재 규격, 슬링 벨트(10m) 길이 결정



실험 결과

- 이미지 분석 기술을 이용한 자재 길이 측정 결과(기본 10장, 회전 10장, 흔들림 10장)

6m		7m		8m		9m		10m	
자재	오차율	자재	오차율	자재	오차율	자재	오차율	자재	오차율
유로폼	4.48 %	유로폼	1.07 %	유로폼	2.09 %	유로폼	1.04 %	유로폼	3.74 %
철근	1.23 %	철근	3.79 %	철근	8.97 %	철근	0.79 %	철근	6.92 %
1톤 양중함	3.45 %	1톤 양중함	2.08 %	1톤 양중함	2.06 %	1톤 양중함	10.64 %	1톤 양중함	2.50 %
2톤 양중함	12.54 %	2톤 양중함	15.70 %	2톤 양중함	5.18 %	2톤 양중함	8.50 %	2톤 양중함	8.00 %
2m 서포트	3.42 %	2m 서포트	5.46 %	2m 서포트	9.74 %	2m 서포트	1.50 %	2m 서포트	3.10 %
3m 서포트	4.69 %	3m 서포트	0.08 %	3m 서포트	9.84 %	3m 서포트	4.04 %	3m 서포트	1.10 %
각재	3.08 %	각재	5.03 %	각재	8.22 %	각재	9.27 %	각재	8.27 %

총 오차율 평균: 5.21 %

오차율 계수(A): 1.0521

5. 위치 분석 실험

GPS 오차 측정

거리	5	10	15
측정거리	6.845897	10.6401	13.8606
오차	1.845897	0.6401	1.1394

오차 평균값: 1.208466m

위험 반경 재설정
 $D = (A \times L + S) / 2$

D: 위험 반경
A: 오차율 계수
L: 자재 인식 길이
S: 바람에 의한 흔들림

+ GPS 오차 (1.2m)

시스템 구현

x, y 좌표 측정

거리	D ≤ 2.475m	D ≤ 5m	D > 5m
아두이노 코딩	D ≤ 3.125m	D ≤ 5m	D > 5m

6. 결론 및 향후 계획

결론

- 바람, 위치, 측정길이 고려한 크레인 양중물 위험평가 기술 개발
- 이미지 분석기술의 자재길이 인식 오차를 분석
- 현장 적용 시 Z축 이동과 양중 자재의 크기 변화 등의 어려운 점을 극복함

발전 방향

- 복잡한 건설현장에서 적용하기 위해서는 물체 탐지를 도와줄 수 있는 인공지능 학습 기술이 필요함