

선원 감시 구역 축소를 위한 턴버클 변화 모니터링 알고리즘 기술

김동욱¹, 김형훈²

¹영남대학교 화학과 학부생

²(주) 삼성전자

donguk0808@gmail.com, pastelom@gmail.com

Turnbuckle Variation Monitoring Algorithm Technology for Reducing Crew Surveillance Zones

Dong-Uk Kim¹, Hyung-Hoon Kim²

¹Dept. of Chemistry Yeung-nam University

²Samsung Electronics Co. Ltd

요 약

턴버클(turn buckle)은 컨테이너선의 컨테이너 유실을 방지하기 위한 고박 장치이다. 컨테이너선의 항해 중 발생하는 진동을 비롯한 황천과 같은 상황 등은 고박된 턴버클의 회전과 턴버클 jaw bolt의 유실을 유발시킨다. 이러한 상황이 지속적으로 누적되어 턴버클에 영향을 미치는 경우 제대로 컨테이너를 고박하지 못해 붕괴로 이어질 수 있다. 이를 방지하기 위해 턴버클의 회전 검출과 jaw bolt의 유실 여부를 yolov5를 통해 학습하여 턴버클이 회전하는 경우와 jaw bolt의 유실 여부를 실시간으로 인지한다. 이를 통해 24시간 무인으로 턴버클을 감시하는 영역이 생김으로서 선원들의 고박 감시구역이 줄어들므로 선원들에게 주어진 과도한 업무를 줄여주는데 의의를 가진다.

1. 서론

해양환경전문가그룹(GESAMP)에 따르면 컨테이너 유실 원인 중 하나로 컨테이너 고박장치의 불량을 꼽았다. [1] 이러한 고박장치 불량 중 턴버클(turn buckle)의 풀림과 턴버클 jaw bolt의 유실 확인은 선원이 제어할 수 있는 요인이다. 그렇지만 선원들은 과도한 업무에 할당되어 있으며 선박의 대형화로 인해 모든 곳의 턴버클을 직접 확인하는 데 많은 시간이 소모된다. [2] 따라서 선원들이 직접 턴버클을 확인하며 돌아다녀야 하는 감시구역을 줄이기 위해 Yolov5s를 활용한 턴버클 변화 모니터링 기술을 개발하고자 한다.

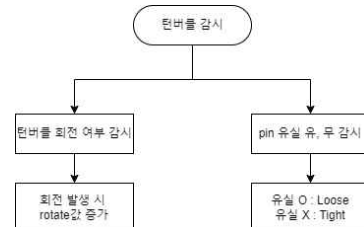
2. 개발 사항

Yolov5s는 턴버클의 회전이라는 상황을 카메라로 확인하고 변화를 검출하기 위해 가장 용이하다고 판단하여 선택한 YOLO 모델이다. YOLO는 사물 객체 인식 알고리즘으로서 사물의 변화를 확인하기 위해 사용된다. 이러한 Yolov5s는 Yolov3의 학습시간의 38%[3]만 사용하면 비슷한 결과를 도출해낸다는 특징이 있다. 이러한 특징은 선박이라는 제한적인 컴

퓨팅 자원을 갖는 공간에서 적합하리라고 판단된다. Yolov5s를 사용하여 턴버클의 회전 각도와 jaw bolt의 유실 유, 무를 검출할 수 있도록 학습을 진행했다. 다음으로 턴버클의 각도와 회전 횟수, jaw bolt의 유실 유, 무를 통해서 현재 고박상태가 안전한지 아닌지 판단한다.

2-1. 실험 환경 구성

카메라를 통해 턴버클과 턴버클 jaw bolt를 실시간으로 계속 확인한다. 회전이 일어나는 경우 모니터에 rotate값의 증가를 알린다. Pin의 유실이 일어난 경우 Loose를 유실이 아닌 경우 Tight를 알린다.



(그림1) 알고리즘 흐름도

2-2. Yolov5를 이용한 턴버클의 회전 검출 및 jaw bolt 유실 여부 확인

턴버클은 사선으로 라싱(lashing)이 이뤄지므로 회전의 검출이 어렵다. 그렇기에 턴버클의 회전을 검

출하기 위해서 턴버클에 부착물을 붙여 회전 감지가 쉬워지도록 새로운 특징을 만들었다. 이러한 특징을 통해서 턴버클 회전 변화를 쉽게 검출하도록 유도했으며 추가적으로 턴버클 jaw bolt와 유사한 pin을 장착하여 pad eye에서 pin이 유실되는 경우를 검출 가능하도록 만들었다. 위 부착물을 장착한 경우와 비교를 하기 위해 일반적인 턴버클의 경우도 만들어 2가지 경우를 대조했다. 학습을 위해 사용된 사진은 부착물 장착의 경우 총 1,132장, 없는 경우는 총 1,058장의 사진을 사용하여 학습을 진행했다.



(그림2) 부착물과 pin이 장착된 턴버클

턴버클의 회전을 검출하기 위해서 클래스의 변화를 이용했다. 0°에서부터 180°까지 30° 간격으로 클래스를 만들었으며, 이 클래스들의 변화를 통해서 회전이 얼마나 일어났는지 검출한다. 360°까지 설정하지 않은 이유는 180° 이상 회전 시 다시 0°가 될 때 까지 같은 방향으로 회전이 일어나기 때문에 더 많은 클래스를 지정할 필요가 없다. 또한 턴버클의 풀림만 관측하기 때문에 역으로 턴버클이 조여지는 경우는 관측하지 않는다. 즉 90도에서 60도가 되는 경우는 조여지는 경우이므로 이 경우 rotate값의 상승이 이뤄지지 않는다. 자세한 턴버클 회전 검출 알고리즘은 (표1) 과 같다.

```

1. Get current_time
2. class_name = ["0deg", "30deg", "60deg", "90deg", "120deg", "150deg", "180deg", "Loose", "Tight"]
3. elapsed_time = current_time - start_time
4. initial_obs_time = 5
5. first_list = []
6. rotate = 0
7. class_timestamps_list = []
8. rotation_increased = False
9. rotation_mapping = {"0deg": "180deg", "30deg": "0deg", "60deg": "30deg", "90deg": "60deg", "120deg": "90deg", "150deg": "120deg", "180deg": "0deg"}
10. if elapsed_time > initial_obs_time
11.   Get unique classes and counts
12.   if counts is not empty
13.     Find most detected class
14.     Get class name corresponding to most_detected class
15.   if class name is not in ["Loose", "Tight"]
16.     Append class name to first_list
17.     if first_list[0] is in rotation mapping and class_name equals rotation_mapping[first_list[0]]
    
```

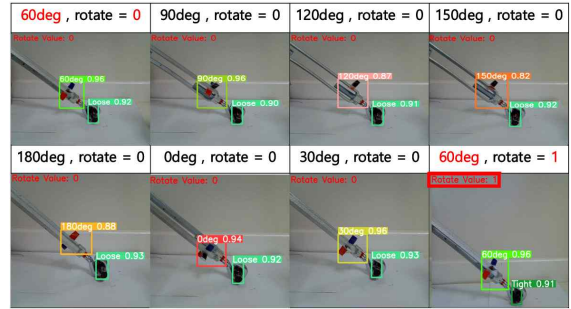
```

18.     if rotation_increased is False
19.       rotate ← rotate + 1
20.       Set rotation_increased to True
21.     Else if class_name is not equal to first_list[0]
22.       Set first_list to a list containing class_name
23.     Reset class_timestamps_list to an empty list
24.     Set start_time to the current time
    
```

(표1) 턴버클 회전 검출 알고리즘

3. 결론

3-1. 기술 사용 결과 확인



(그림3) 회전 검출이 일어난 모습

카메라로만 턴버클의 회전을 감시하는 것은 제대로 된 변화를 확인하기 어려웠으며, 부착물을 장착하지 않은 턴버클의 경우 mAP50-95값이 0.84가 나왔고, 부착물을 장착한 턴버클의 경우 mAP50-95값이 0.89가 나왔다. 직접적인 결과는 그림3에서 볼 수 있듯 클래스 검출을 통해서 회전이 일어나자 rotate 값이 1 상승한다. 또한 pin이 느슨하게 걸속되어 지속적으로 Loose가 나오다가 마지막에 pin을 걸속하는 순간 Tight가 나오는 모습을 볼 수 있었다.

3-2. 예상 결과

위 알고리즘을 사용하여 턴버클의 변화와 회전을 측정해냄으로서 턴버클 감시를 위해 선원이 직접 선박을 돌아다니는 것이 아니라 중앙 통제 형식의 시스템을 만들 수 있을 것이다. 이러한 중앙 통제 감시 시스템을 통해 항천이 예상 되거나 혹은 턴버클의 감시를 위해 선원들이 매번 직접 움직이는데 아니라 문제가 발생하거나 풀리는 경우에만 해결하면 되므로 선원들의 근로환경 향상을 기대할 수 있다.

참고 문헌

[1] 황대중. (2022). 선박 운항 중 컨테이너 해상유실 사고 및 대응에 관한 고찰. 한국항해항만학회지, 46(4), 331-337.
 [2] 김의철, "HMM 선원의 충격적인 근로실태...노조 최소한의 권리보호와 보상 원할 뿐", 녹색경제 신문, 2021년 08월 10일자.
 [3] 김익수, 이문구, 전용호, Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers - Vol. 30, No. 6, pp. 514-519