

AI 기반 타워크레인 충돌방지시스템 구현

권오준, 김동성

송실대학교 IT융합학과

ojkwon@it-log.co.kr dongsung@ssu.ac.kr

AI Based Towercrane anti-collision System Design

Kwon Oh Joon, Kim Dong Sung

요약

본 논문은 타워크레인 충돌방지 시스템에 사용되는 Axis Sensor의 사용에 따라 환경, 위치, 공간에 따라 좌표오류가 나타날 때 프로그램연산으로 해결하지 못하는 비선형적 문제점을 해소하기 위하여 오류를 판별하고, 이를 필터링하기 위한 방법으로 머신러닝을 통한 지도학습과 비지도학습 알고리즘을 적용한 AI 기반 타워크레인 충돌방지시스템을 구현하여 오류로 인한 타워충돌상태, 비 충돌상태를 정확하게 구분하고 타워 인양작업이 멈춤 없이 작업이 이루어 지도록 구현되어 질 것을 기대한다..

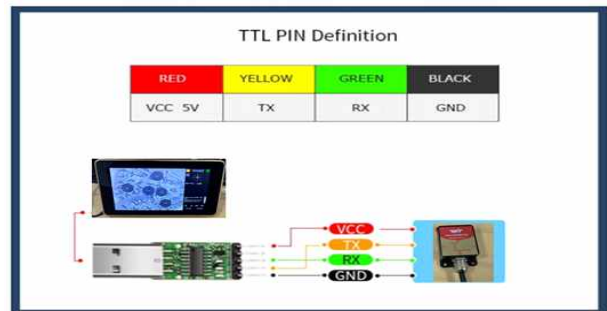
I. 서론

타워크레인은 건설 현장의 핵심 장비로, 그 중요성은 고층 건물이 우뚝 솟는 도시의 스카이라인에서 명확하게 드러납니다. 이러한 타워크레인의 안전 운용은 건설 현장의 안전과 직결되며, 이를 위해 충돌방지 시스템은 필수적인 요소로 자리 잡았습니다. 여기서 Axis Sensor의 전송데이터의 정밀한 좌표에 대한 신뢰성은 매우 중요한 요소임에도 주변환경에 따라 비선형적인 오류 데이터를 보정 및 필터링 할 수 있는 인공지능기술을 적용하여 타워크레인의 충돌을 방지하면서 멈춤없이 지속적인 작업이 가능하도록 한다.

그림 1)와 같이 Axis 센서를 PC또는 RS232인터페이스를 갖추고 있는 MCU와 연결하여 Calibration Tool을 이용한 초기 Sensor 보정작업을 실행 하여 현장테스트를 실시한다.

2-2) Axis Sensor 테스트 시스템 설계

그림 2.



II. 본론

2-1) Axis Sensor 구성 및 초기셋업

그림 1.

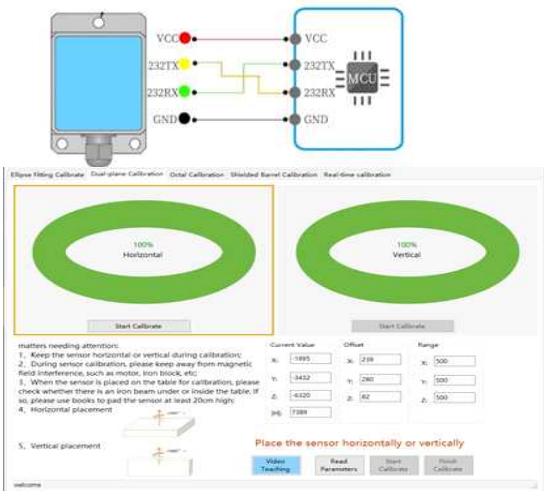


그림 2와 같이 USB2RS232 Converter를 사용하여 Axis 센서를 연결하고 타워크레인 충돌방지 모니터링 장치와 연결하여 타워크레인 위에서 타워의 회전에 따라 회전각도가 정밀하게 동작 되고 있는지를 모니터링화면으로 표출하고, 외부 자기장에 의해 좌표오류데이터가 누적되도록 Log File 남겨놓게 되면 수집된 데이터를 이용하여 데이터를 정제하고, 특징을 스케일링하고, 데이터를 변환, 특징점 추출, 필터링기법을 통해 인공지능학습을 테스트 실행한다.

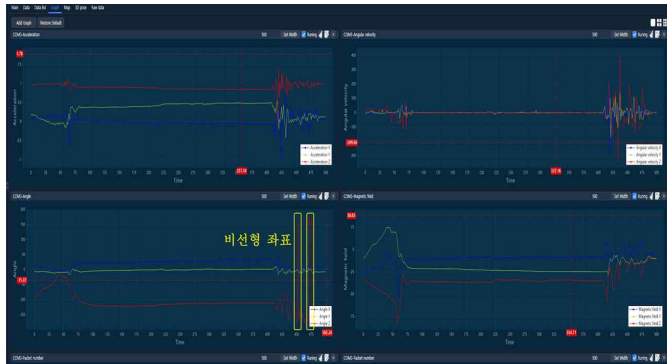
2-3) 각속도 좌표 오류데이터가 급격하게 변화 되는 것을 그림 3을 통해 확인 할 수 있고 수집된 12,000건의 데이터를 전 처리 한다.

그림 3.

Time	Device name	Angle X(°)	Angle Y(°)	Angle Z(°)	Magnetic field X(µt)	Magnetic field Y(µt)	Magnetic field Z(µt)
17.0632709	COM6	-1.785	0.11	112.764	46.735	-16.777	-7.8
17.0632803	COM6	-1.785	0.11	112.604	46.774	-16.848	-7.761
17.0632895	COM6	-1.785	0.11	112.456	46.826	-16.952	-7.761
17.0633004	COM6	-1.785	0.11	112.313	46.995	-17.173	-7.852
17.0633098	COM6	-1.785	0.11	112.181	47.28	-17.641	-8.06
17.0633210	COM6	-1.785	0.11	112.059	49.803	-17.970	-8.476
17.0633304	COM6	-1.785	0.11	111.94	55.9	-17.408	-7.176
17.0633398	COM6	-1.785	0.11	111.83	66.339	-13.663	-4.42
17.0633494	COM6	-1.785	0.11	111.725	86.944	2.912	-2.73
17.0633603	COM6	-1.785	0.11	111.627	135.187	67.613	-17.42
17.0633697	COM6	-1.785	0.11	111.533	197.223	265.018	-93.899
17.0633806	COM6	-1.785	0.11	111.445	238.706	76.219	-243.711
17.0633901	COM6	-1.785	0.11	111.363	-94.088	69.268	-57.738
17.0633996	COM6	-1.785	0.11	110.286	-31.915	14.339	-22.958
17.0634108	COM6	-1.785	0.115	103.92	-5.239	33.917	-2.483
17.0634204	COM6	-1.785	0.11	98.459	-1.769	42.042	-0.104
17.0634299	COM6	-1.785	0.11	93.246	-1.378	27.729	0.065
17.0634394	COM6	-1.785	0.115	88.303	-1.313	29.133	0
17.0634503	COM6	-1.785	0.115	83.549	-1.207	36.842	-0.078
17.0634596	COM6	-1.785	0.11	78.959	-1.261	40.69	-0.169
17.0634692	COM6	-1.785	0.11	74.597	-1.261	40.996	-0.26
17.0634802	COM6	-1.785	0.11	70.439	-1.261	40.001	-0.39
17.0634896	COM6	-1.785	0.11	66.473	-1.261	37.804	-0.468
17.0634991	COM6	-1.785	0.11	62.635	-1.261	36.341	-0.417
17.0635101	COM6	-1.785	0.11	58.957	-1.703	2.561	-25.493
17.0635195	COM6	-1.785	0.104	55.093	-43.212	-3.081	18.993
17.0635289	COM6	-1.785	0.104	51.199	-4.966	-3.25	-4.059
17.0635401	COM6	-1.785	0.104	56.415	13.806	-60.372	51.675
17.0635493	COM6	-1.785	0.104	53.558	91.195	23.774	209.079
17.0635589	COM6	-1.785	0.104	50.839	172.9	-180.843	144.053
17.0635686	COM6	-1.785	0.104	48.268	102.765	-88.959	49.621
17.0635782	COM6	-1.785	0.104	45.835	78.28	-33.761	14.079

2-4) Z 축을 기반으로 한 각도 데이터 비정형 그래프를 그림 4의 노란박스의 형태로 나타남을 알 수 있다.

그림 4.



2-5) 인공지능 적용 방안

* 이상치 탐지 (Outlier Detection)

그림 5. 이상치 탐지 (Outliers Detection) :

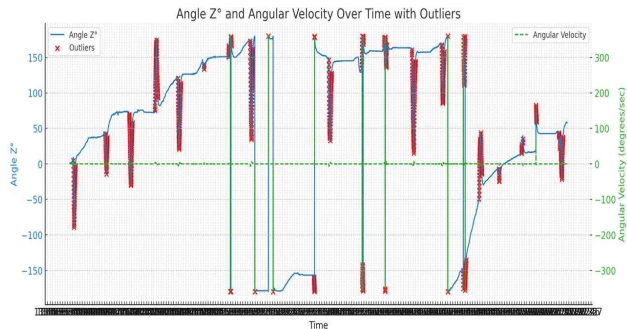


그림 5와 같이 Angle Z의 각속도와 회전각의 분포를 통하여 급격한 각도 변화에 대한 이상치 값이 20건 이상 발생함을 볼수 있다.

그림 6. Heatmap

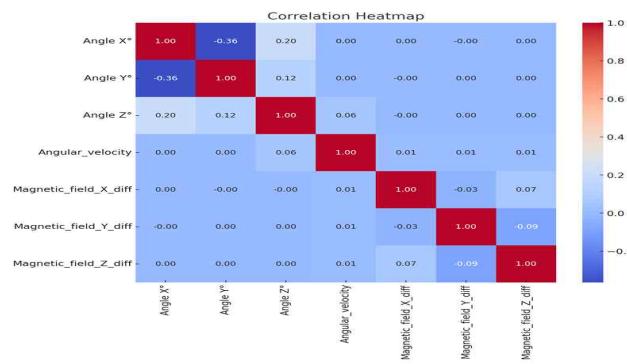


그림 6과 같이 Magnetic 변화율에 대한 상관관계를 나타내는 히트맵을 생성하여 셀의 값은 두변수간의 상관계수를 나타내고 1에 가까울수록 강한 양의 상관관계, -1에 가까울수록 강한 음의 상관관계를 나타낸다.

그림 7.

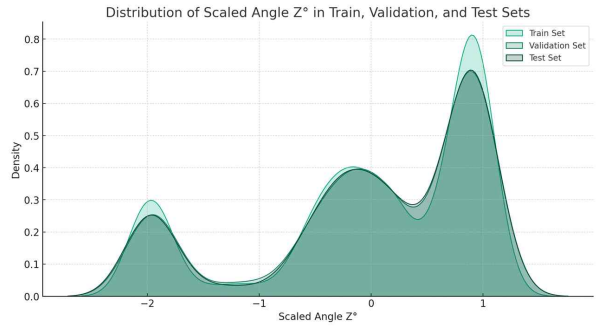


그림 7. 과 같이 데이터를 학습셋(60%), 검증셋(20%),테스트셋(20%)으로 분할 하여, 학습셋을 기준으로 데이터 스케일링을 수행한 데이터를 시각화 하여 각 세트의 분포를 확인 밀도 추정그래프 (KDE plot)로 나타 내었습니다.

III. 결론

1) 본 논문에서는 지도학습과, 비지도학습을 통해 Axis 센서의 오류데이터를 필터링 하여 타워크레인 회전 각도에 비정형에 의한 틀어짐이 없게 하기 위함이며, 인공지능이 접목된 Axis 센서를 탑재한 타워크레인 충돌방지 시스템의 첫 시도가 될 수 있었다.

2) 본 연구의 한계점과 개선점

타워 운전석에 올라가서 실시간 테스트를 할 수 없었던 시간제약요소와 열악한 건설환경에서의 장비측정은 많은 변수를 동반한다는 것을 알았고, 장비개발은 현장 환경변수까지 반드시 고려하여야 한다는 것을 깨닫게 되었다.

참고 문헌

[1] 강화학습을 이용한 인간운전자 주행트레이스 기반 자율주행학습 고려대학교대학원 컴퓨터학과 김용현 석사학위논문 2023

[2] 고성능 9출관성센서 제가를 위한 스마트 시스템 융복합 통합방안 경북대학교 대학원 컴퓨터학부 채영은 공학 석사 학위논문 2022

[3] 타워 크레인 시스템의 충돌방지 흔들림 제어에 관한 연구 울산대 산업대학원 메카트로닉스 전공 이명규 2006

[4] 타워크레인 내비게이션 시스템 개발 - 휴먼 인터페이스 개선을 중심으로 - 연세대학교 대학원 건축공학과 조준범 석사학위 논문 2010