
Poster Session

텍스트 마이닝 분석을 통한 산업안전 분야의 탐색적 분석

박선규 / 울산대학교 안전보건학과

이동식크레인 재해분석을 통한 안전성 향상 방안

김진환 / 울산대학교 안전보건학과

AI 기반 퇴행성 관절염 예측 진단 시스템

황성환, 전호승, 김석찬, 김동현, 오승준, 김보윤, 강성우 / 인하대학교 산업경영공학과

승강기 고장 진단을 위한 고장 및 진동 데이터 분석

정영진, 김성진, 김현수, 임민수, 정유진, 유재서, 조용식, 김민석, 강성우

/ 인하대학교 산업경영공학과

열화상 이미지와 공정능력지수를 통한 배전설비 실시간 모니터링 시스템

이형근, 김남훈, 전서영, 조승윤, 최효선, 홍용민, 강성우 / 인하대학교 산업경영공학과

안전보건관리담당자의 안전리더십이 근로자의 안전의식과 안전행동에 미치는 영향

김근아, 장길상 / 울산대학교 안전보건학과

텍스트 마이닝 분석을 통한 산업안전 분야의 탐색적 분석

박선규

울산대학교 안전보건학과

연구 필요성 및 목적

연구 필요성

산업안전 관련 분야에서는 정형 데이터만을 분석 대상으로 분석하고 통계처리를 하고 있으며, 비정형 데이터를 대상으로 분석에 적용한 연구가 거의 이루어지지 않고 있다. 산업안전 관련 기사의 텍스트 분석으로 키워드 출현빈도의 중요도를 분석할 뿐만 아니라 특징적인 패턴을 지닌 키워드들의 구조적 분석을 파악할 수 있다. 산업안전과 관련된 언론보도 기사와 소셜미디어 서비스를 통해 다른 관점으로 이슈나 정책을 바라보고 다양한 방법으로 해석할 수 있을 것이다.

연구 목적

본 연구에서는 언론보도 기사와 소셜 네트워크 서비스를 '텍스트마이닝(Text-Mining)' 기법을 활용하여 분석하고자 하였다. 특히 소셜 빅데이터의 경우 사회변화를 능동적으로 모니터링하고 빠른속도의 정량화, 객관화, 시각화를 통해 효율적 가치판단을 할 수 있는 데이터로 주목받고 있으며 무엇보다 정책이나 사회적 이슈에 대한 대중들의 인식 및 영향관계를 파악할 수 있다는 점에서 적절한 방법으로 판단하였다. 따라서 본 연구에서는 언론사의 기사를 수집하고 텍스트 마이닝기법을 통해 산업안전과 관련된 주요 키워드와 연관관계를 분석하고 소셜 네트워크 서비스를 통한 국민들의 반응을 살펴보고 정책과 이슈에 대한 빅데이터의 텍스트마이닝 기법의 활용에 대한 기반을 제시하고자 한다.

연구방법

연구내용

산업안전 관련 분야에서는 정형 데이터만을 분석 대상으로 분석하고 통계처리를 하고 있으며, 비정형 데이터를 대상으로 분석에 적용한 연구가 거의 이루어지지 않고 있다. 산업안전 관련 기사의 텍스트 분석으로 키워드 출현빈도의 중요도를 분석할 뿐만 아니라 특징적인 패턴을 지닌 키워드들의 구조적 분석을 파악할 수 있다. 산업안전과 관련된 언론보도 기사와 소셜미디어 서비스를 통해 다른 관점으로 이슈나 정책을 바라보고 다양한 방법으로 해석할 수 있을 것이다.

산업안전 관련이슈가 발생하면 국민들은 언론보도를 통해 소식을 접하고, 소셜미디어 서비스를 통해 의견, 감정을 표현한다. 그로 인해 국민의 관심이 높아지면 사회적 이슈로 부상하여 제도개선으로 이어지기도 한다. 산업안전에 대한 시각은 시계열적인 변화를 가져왔을 것으로 동향을 살펴볼 필요가 있다.



산업안전 분야 텍스트 마이닝 분석

텍스트마이닝 분석(언론보도)

주요 키워드 빈도분석은 사전에 정의된 분류 항목이나 단어의 정보를 기반으로 텍스트를 분석하는 것이다. 빅카인즈 플랫폼의 54개 언론사의 언론보도 3,647건(2016년~2021년6월)을 대상으로 분석하였으며 산업안전 관련 키워드 중 "산업안전" 또는 "산업재해" 또는 "산재예방"을 포함한 기사를 분석하였다. 중복된 기사와 불필요한 기사를 제거하였으며, 분석결과 중 사전에 없는 단어는 추가하고, 불필요한 단어는 제거하고 분석하였다. 분석기간 연도별 주요 키워드 빈도를 확인하고 파이썬의 워드클라우드 프로그램으로 하여 표현하였다.



텍스트 마이닝 분석(감정분석)

산업안전 관련 소셜 네트워크 서비스(인스타, 블로그, 트위터, 뉴스) 분석을 위해 썬트렌드(some.co.kr) 플랫폼을 활용하였다. 감정분석에서는 소셜네트워크 서비스는 산업재해의 원인, 예방과 관련된 키워드보다 산업재해가 발생한 후 보상이나 정책변경에 따른 국민들의 영향을 받는 부분과 정책에 관련된 현실적인 부분들의 키워드를 확인할 수 있었다. 산업재해의 발생으로 산재를 인정 관련된 키워드를 특징적으로 확인할 수 있으며, 중대재해처벌법의 제도 시행에 따른 반응이나 산업재해 인정률의 변화를 소셜네트워크 서비스의 감정이 분석으로 확인할 수 있다.

키워드	2016	2017	2018	2019	2020	2021	총합계
안전(긍정)	4087	4682	5390	7071	8397	7366	36993
보상(중성)	2415	2640	2803	3093	3738	2202	16891
위험(부정)	674	773	1461	1838	1659	1027	7432
인정받지않다(부정)	642	861	1196	1452	1923	1101	7275
인정받지않다(부정)	769	800	646	674	702	401	3992
피해(부정)	317	369	577	837	1031	556	3687
가능하다(긍정)	339	391	530	569	1248	605	3682
강하다(긍정)	196	457	787	546	789	712	3487
관심 가지다(중성)	619	587	503	565	578	347	3199
보상받다(중성)	294	552	381	444	716	466	2853
스트레스(부정)	446	421	290	701	640	272	2770
순채(부정)	166	246	300	763	647	531	2653
과실(부정)	213	345	335	378	719	574	2564
승인 받다(중성)	148	170	307	413	758	483	2279
적극적(중성)	201	231	284	311	735	417	2179

<소셜 네트워크 서비스의 주요 감정어>

맺음말

분석결과 및 향후 연구방향

산업안전과 관련하여 언론보도와 소셜 네트워크 서비스의 비정형 데이터를 분석을 통해 산업안전의 국민들의 반응을 분석했다는 점에서 의미가 있다. 산업안전에 대한 국민의 관심도가 높아지면서 언급되는 데이터도 증가하고 정책의 방향에 대한 인식도를 확인하여 향후 실효성 있는 분석으로 산업안전의 정책을 개선·보완하는 방향으로 발전되어야 할 것이다.

이동식크레인 재해분석을 통한 안전성 향상 방안

김진환

울산대학교 안전보건전문학과

I. 연구배경

- 이동식크레인은 산업현장에서 널리 사용되는 대표적인 위험기계로서 다양한 작업공정 및 산업환경에서 폭넓게 사용되고 있으며, 공사기간단축, 인력대체 등의 긍정적인 효과도 있지만, 사용빈도가 증가하는 만큼 이동식크레인에 의한 산업재해도 지속적으로 발생하고 있다.
- 중량물의 운반, 기계·설비의 설치·해체작업 등에 널리 사용되고 있는 이동식크레인의 작업 중 해마다 약 9명의 사고사망자와 약 95명의 사고부상자가 발생하고 있다.
- 따라서, 본 연구에서는 이동식크레인에 의한 재해사태를 중점적으로 분석하였으며, 이를 통해 사고원인을 찾아보고 효과적인 안전성 향상방안을 제시하고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

- 본 연구에서는 산업현장에서 사용하는 이동식크레인 중 차량탑재형 이동식크레인을 중심으로 분석하였으며,
- 안전보건공단 등의 산업재해 통계자료를 활용하여 2011년에서 2020년까지 발생한 총 1,009건(1,028명의 재해자)을 대상으로
- 연도별, 업종별, 발생형태별, 지역별, 규모별, 요일별, 시간별, 연령별, 부상부위별, 근속기간별, 국적별, 성별, 채용별, 직업상황별 재해현황을 분석하였다.

III. 연구결과

구분	합계	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
합계	1,028	164	137	141	134	97	91	97	68	52	68
사고 부상자수	944	136	127	132	125	87	78	87	63	45	64
사고 사망자수	84	7	10	9	9	10	13	10	5	7	4

표1. 최근 10년간 연도별 재해현황

- 업종별 발생현황을 살펴보면 총 1,028명 중 건설업[710명(69.1%)], 제조업[132명(12.8%)], 기타의 사업[90명(8.7%)] 순으로 발생하였다. 특히, 사고사망자의 경우 중량물을 취급하는 건설업 [69명(82.1%)]과 제조업[8명(9.5%)]에서 대부분 발생하고 있는 것을 확인하였다.
- 발생형태별로 살펴보면 떨어짐[358명(34.8%)], 끼임[221명(21.5%)], 부딪힘[149명(14.5%)] 순으로 발생하였다. 특히, 사고사망자의 경우 볼테 깔림 및 줄걸이 파단 등으로 인한 중량물 떨어짐[25명(30.0%)], 볼체에 맞음[23명(27.4%)]에서 다발하고 있으며, 지반 붕괴와 아웃트리거 설치 불량으로 인한 깔림/뒤집힘[13명(15.5%)] 등에서 많이 발생하고 있음을 확인할 수 있었다.
- 지역별로 살펴보면 경기[198명(19.3%)], 경남[104명(10.1%)], 경북[86명(8.4%)], 서울[85명(8.3%)] 순으로 발생하였다.
- 규모별로 살펴보면 10인 미만[557명(54.2%)], 10인~29인[232명(22.5%)], 30인~49인[79명(7.7%)] 순으로 발생하였다.
- 요일별로 살펴보면 금요일[170명(16.5%)], 수요일[166명(16.1%)], 화요일[163명(15.9%)], 목요일[159명(15.5%)] 순으로 발생하였다.
- 시간별로 살펴보면 10시~12시[258명(25.1%)], 14시~16시[221명(21.5%)], 08시~10시[200명(19.4%)] 순으로 발생하였다.
- 부상부위별로 살펴보면 손 및 손목 227명[22.1%], 다리 및 무릎[170명(16.5%)], 발 및 발목[159명(15.5%)] 순으로 발생하였다.

- 연령별로 살펴보면 55세~59세[212명(20.6%)], 60세~69세[199명(19.4%)], 50세~54세[194명(18.9%)] 순으로 발생하였다. 모든 재해는 18세 이상에서 발생하였으며 50세 이상에서[629명(51.3%)] 다수 발생하였는데, 이는 상기 연령대가 가장 왕성하게 산업활동에 종사하기 때문인 것으로 분석되었다. 재해 예방 차원에서 해당 연령대에 대한 산업안전보건교육 강화 및 제도적 보완책 마련 등의 세밀한 관찰과 지원이 요구된다.
- 근속기간별로 살펴보면 1개월 미만[525명(51.1%)], 1개월~6개월 미만[246명(23.9%)], 6개월~1년[63명(6.1%)] 순으로 발생하였다. 근속기간이 짧아 작업 숙련도 및 위험대처 수준이 낮을 것으로 분석되어, 해당 근로자 중심으로 교육적 대책을 강화해야 한다.
- 국적별로 살펴보면 내국인 979명(95.2%), 외국인 49명 (4.8%)으로 발생하였다. 그 중 중국 국적의 근로자(41명)가 가장 많은데, 이를 토대로 재해 예방 차원에서 외국인(특히 중국인) 근로자에 대한 안전보건교육 및 해당 국가의 언어로 되어 있는 안전보건표지의 제작·보급이 필요하다.
- 재해자 성별 및 채용별로 살펴보면 남성(일용) 689명(67.0%), 남성(상용) 333명(32.4%), 여성 6명(0.6%)이 발생하였다. 남성에 의한 사고가 여성보다 훨씬 높은 것으로 나타났는데, 이는 이동식크레인 운전 및 줄걸이 작업 등을 수행하는 중사자가 대부분 남성이기 때문인 것으로 분석되었다.

구분	합계	줄걸이	미끄러짐/넘어짐	작업장차 미준수	지반 아웃트리거	불법 탑승	감전 사고	구조상 문제	불안전 상태	전진 추진
합계	1,028	535	176	84	77	67	28	25	21	15
점유율(%)	100.0	52.0	17.1	8.2	7.5	6.5	2.7	2.4	2.1	1.5
사고 부상자수	944	488	175	82	70	63	24	18	21	13
사고 사망자수	84	47	1	2	7	14	4	7	0	2

표2. 직업상황별 재해현황

- 작업상황별로 살펴보면 줄걸이 문제[535명(52.0%)], 미끄러짐, 넘어짐[176명(17.1%)], 작업장차 미준수[84명(8.2%)], 지반, 아웃트리거[77명(7.5%)], 불법탑승[67명(6.5%)] 순으로 발생하였다. 그 중 줄걸이 관련 문제는 줄걸이 용구 파손, 줄걸이 방법 부적절, 중량물에 부딪힘 등 다양한 형태로 발생하였다. 또한, 운반작업 및 승하차시 미끄러지거나 넘어지는 재해도 다수 발생하였으며, 규정된 절차를 준수하지 않고 작업하는 과정 그리고 지반 침하 및 아웃트리거 미설치로 이동식크레인이 중심을 잃고 넘어지는 재해도 다발하였다.

V. 결론

- 본 연구를 통해 이동식크레인의 안전성을 향상시키고자 다음과 같은 기술적, 제도적, 교육적 개선방안을 제시하고자 한다.
- 제도적인 측면에서는, 이동식크레인 볼 등 구조물의 안전성 확보를 위해 비파괴검사를 제도화하고, 안전장치 설치 및 사용에 관한 안전인증·안전검사 기준을 강화하고, 이동식크레인의 불법탑승·설비 설치·사용 근절을 위해 정부의 근로감독 및 불법사용 규제를 지속적으로 추진하여야 한다.
- 기술적인 측면에서는, 이동식크레인의 아웃트리거(안정기) 설치조건별 안정도에 대한 기준을 제정·보급하고, 노후 이동식크레인에 대한 안전성이 확보되도록 방호장치 적용을 강화하여야 한다.
- 교육적 측면에서는, 이동식크레인 관련업무 근로자에 대한 체계적인 줄걸이 작업 교육이수 및 자격취득을 통해 전문가 배출을 확대하고, 특히 건설업 기초안전보건교육 중 줄걸이 방법 등의 내용을 포함하여 밀봉식/미숙련 근로자의 안전수준도 향상시켜야 한다.

AI 기반 퇴행성 관절염 예측 진단 시스템

황성환, 전호승, 김석찬, 김동현, 오승준, 김보윤, 강성우

인하대학교 산업경영공학과

Introduction

최근 고령화가 증가세를 보임에 따라 퇴행성 관절염 환자와 관련 요양급여비 총액이 점차 증가하는 추세이다. 기존 퇴행성 관절염 진단에는 LED array 및 Motion capture suit와 같은 고가의 분석 장비와 진단 비용이 소요되며 질병의 조기 발견이 어렵다는 한계점이 있다.

본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 CNN 기반의 객체검출 기술이 적용되는 Azure Kinect 3D camera과 AI 알고리즘을 활용하여 퇴행성 관절염을 초기 단계에 진단하고 기존 진단방법보다 비용적으로 이점을 가지는 시스템을 구축하고자 한다.



< Figure1. Motion capture suit(좌) 및 Azure Kinect(우) >

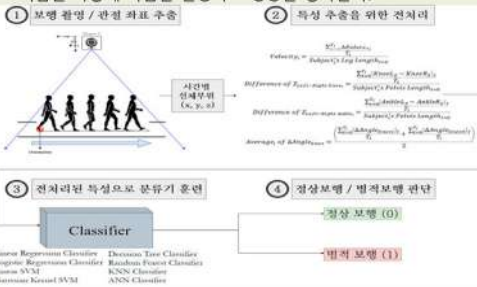
Methodology

본 연구에서는 보행자의 보행을 Azure Kinect 카메라를 통해 촬영하고 Body Tracking 기능을 활용하여 초당 30프레임의 무릎, 발목 등 여러 신체부위 x,y,z 좌표를 추출하는 것에서 시작한다.

이러한 방식으로 좌표를 추출할시 좌표 초기 데이터 부분에서 왜곡, 오인식 및 결측 문제가 발생하는데 이를 회전변환, 회귀선을 기반으로 편향조정을 하여 문제를 해결하였다.

이렇게 추출된 신체부위별 좌표를 통해 정상인의 보행과 관절염 환자의 보행에서 차이가 나는 유의미한 특성을 얻는다. 유의미한 특성으로는 보행자의 보행속도, 왼-오른 무릎이 벌어진 정도, 왼-오른 발목이 벌어진 정도, 보행 중 평균적으로 무릎을 구부린 정도가 있다.

얻어진 4개의 유의미한 특성을 통해 선형회귀 분류기, 로지스틱 회귀 분류기, 인공신경망 분류기와 같은 여러 AI 기반 알고리즘을 사용해 학습을 진행하고 성능을 평가한다.



< Figure 2. AI 관절염 진단 시스템 흐름도 >

Empirical research

<Figure 2>를 통해 본 시스템의 흐름을 확인할 수 있다. 위와 같은 과정을 거쳐 학습된 분류기를 평가 모드로 두고 앞선 과정과 연결하여 보행을 촬영하면 즉시 해당 보행이 정상보행인지 병적 보행인지 판단하도록 하여 퇴행성 관절염 검사과정을 간소화 할 수 있다.

해당 연구는 3명의 초기 실험 참가자로부터 정상 보행 훈련 data 90개, 중증 보행 훈련 data 90개, 정상 보행 검증 data 30개, 중증 보행 검증 data 30개를 추출하였다. 또한 테스트 data를 수집하기 위해, 26명의 정상 보행, 중증 보행 10회씩 보행하게 하여 정상 보행 data 260개, 중증 보행 data 260개를 수집하였다. 보행 data를 분류하는 과정은 선형 회귀 모델, 로지스틱 회귀 모델, 선형 SVM 모델, kernel SVM 모델, Decision Tree Model, Random Forest 모델, KNN 모델, ANN 모델로 구현한 후 각 분류기의 성능을 비교해보았다. 결과는 아래 <Table 1>에서 확인할 수 있다.

Classifier	Train Accuracy	Validation Accuracy	Test Accuracy	mAP
Linear Regression Classifier	98.89%	98.33%	80.89%	78.39%
Logistic Regression Classifier	99.44%	100%	83.45%	78.09%
Linear SVM	99.44%	100%	85.55%	81.40%
Gaussian Kernel SVM	93.89%	83.33%	90.65%	75.24%
Decision Tree Classifier	100%	100%	91.14%	87.55%
Random Forest Classifier	100%	100%	91.14%	87.55%
KNN Classifier	100%	100%	78.79%	74.03%
1-Layer ANN Classifier	99.44%	100%	76.46%	71.88%
2-Layer ANN Classifier	99.44%	100%	82.05%	77.59%
3-Layer ANN Classifier	83.89%	83.33%	80.91%	87.48%

< Table 1. Classifier Performance Comparison >

실험 결과 약 91%의 정확도로 보행의 이상유무를 구분하는 성능을 가진 분류기를 개발하였다. 현재까지 수집된 데이터상에서 Decision Tree/Random Forest, 3-Layers ANN 모델의 테스트 성능이 타 기법 모델에 비하여 우수한 것을 확인할 수 있다.

Conclusion

본 연구에서는 3차원 보행좌표 정보 인식이 가능한 카메라를 이용해 퇴행성 관절염의 진행 단계 파악이 가능한 시스템을 구축하였다. 이 시스템을 활용하여 기존의 진단방법보다 간단하고 비용을 절감하며 퇴행성 관절염을 초기에 진단할 수 있을 것으로 보인다. 또한 환자의 기본정보, 발병 상태를 데이터화 하여 질병 치료를 위한 협업 목적의 의료체계를 구축할 수 있으며, 복합적인 질환의 예측 시스템과 통합해 퇴행성 질병의 발생 원인을 규명하는데 참고할 수 있는 자료로서 사용될 수 있을 것으로 보인다.

현재는 보행 데이터 중 허반신에 관련된 정보만을 사용하여 정상보행/병적보행을 판단하지만 상반신 정보를 추가적으로 활용하여 분류의 정확도를 높일 수 있을 것으로 전망된다.

또한 후속적인 연구를 통해 실제 의료 현장 및 환자를 대상으로 수집한 데이터를 활용하여 분류 레이블을 다양화함으로써 더욱 세밀하고 정확도 높은 퇴행성질환 발생 예측 모델 개발하고자 한다.

승강기 고장 진단을 위한 고장 및 진동 데이터 분석

정영진, 김성진, 김현수, 임민수, 정유진, 유재서, 조용식, 김민석, 강성우

인하대학교 산업경영공학과

Introduction

국내에 설치되어 운행중인 승강기는 757,290대로 역대 최대이며 승강기 고장 건수도 2017년 710건에서 2020년 17,450건으로 약 24배 증가하였다. 국내에 설치되어 운행되는 승강기의 수가 증가함에 따라 고장과 사고 또한 계속 증가할 것으로 전망된다.

승강기의 갑작스러운 고장은 사람과 화물의 이동에 큰 불편을 야기한다. 또한 응급 상황 발생 시 대처 불가하고 안전 사고 유발로 사용자 및 작업자의 안전을 위협할 수 있다. 따라서 승강기를 가용할 수 있는 상태로 유지 및 관리하는 것이 중요하다. 예지 기반의 승강기 유지 보전은 승강기 운행 데이터와 센서 데이터 수집을 통해 이루어질 수 있으며 이용 조건 및 사용 빈도를 통해 승강기 별 고장 발생 가능성을 분석할 수 있다.

본 연구에서는 엘리베이터 회사(A사)의 고장 및 진동 데이터를 분석하여 승강기 고장 진단 시스템 개발하고자 한다.

Method

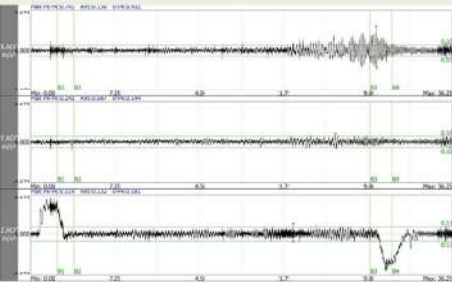


Figure 1. A사 제공 승강기 진동 데이터

기존 승강기 고장 관리 시스템은 사람이 직접 진동 데이터를 확인하여 고장을 진단하고, 주행 구간의 경계를 지정하는 번거로움이 있었다. 또한, 승강기 고장 내용을 수리 기사가 수기로 작성하여 일관성이 부족하게 기록되는 문제가 있었다.

이에 진동 데이터를 바탕으로 통계적 기법과 딥러닝 기법을 활용한 고장 진단 자동화 시스템을 개발하여 인적 자원 및 비용을 절감하고자 한다.

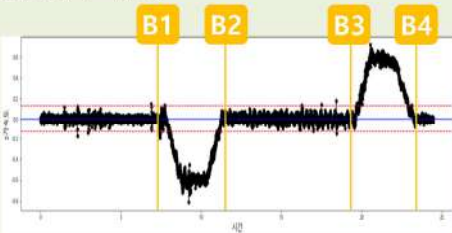


Figure 2. 주행구간 경계 표시한 승강기 진동 데이터

Result

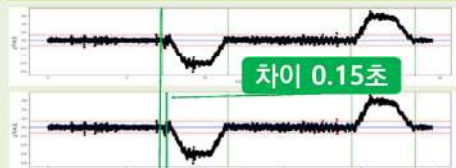


Figure 3. 사람이 표시한 경계와 시스템이 표시한 경계의 차이

진동 데이터는 주행 구간을 나누는 B1, B2, B3, B4라는 경계가 있다. B1은 승강기가 출발한 시점, B2부터 B3는 등속운동 구간이며, B4는 승강기가 멈춘 시점이다. 구간을 나누는 이유는 구간 별로 나타나는 진동 패턴이 상이하기 때문이다.

본 연구에서는 한국 표준 협회 기준에 따라 사람이 직접 확인하여 표시한 경계와 회귀 분석과 가중합을 이용하여 표시한 경계의 차이가 평균 0.15초로 보인다.

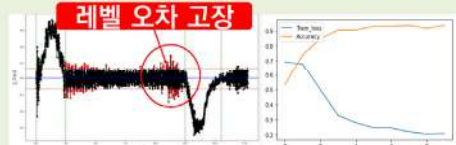


Figure 4. 주행 구간 내 이상탐지 및 CNN 알고리즘 학습 그래프

주행 구간을 통해 진동 패턴을 파악하고 유사한 고장 내용으로 분류하는 모델을 개발하였고, 이미지 분류에 사용되는 CNN 알고리즘을 사용하여 모델을 학습시켰다.



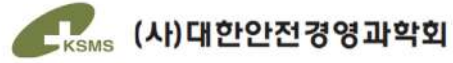
Figure 5. 고장 내용 표준화 전 후의 워드클라우드 비교

수리 기사가 수기로 작성한 고장 내용을 표준화하기 위해 같은 의미의 항목들을 하나의 단어로 통일시켰다. 단어의 일치도를 계산할 수 있는 자카드 유사도를 사용하였고 그 결과, 115개에서 35개로 고장 내용을 간소화하였다.

Conclusion

본 연구는 A사로부터 제공받은 79만 개의 고장 및 진동 데이터를 활용하여 승강기 고장 진단 시스템을 개발하였다. 해당 시스템은 주행 구간의 경계를 0.15초의 오차 범위로 표시하고, 진동 데이터를 학습하여 고장 내용을 분류하며, 수기로 작성된 고장 내용을 표준화할 수 있다.

향후 연구 과제로 진동 데이터의 고장을 실시간으로 판단하고 상관분석을 통해 고장과 관련 있는 여러 요인들을 파악하도록 하며, 승강기 가용도를 증가시킬 수 있는 시스템을 개발하는 것이 필요하다.



열화상 이미지와 공정능력지수를 통한 배전설비 실시간 모니터링 시스템

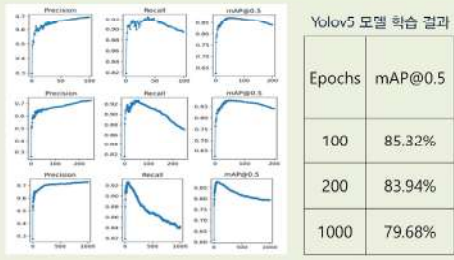
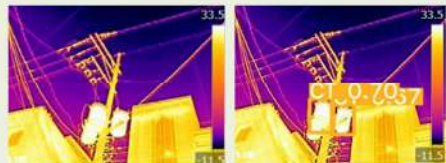
이형근, 김남훈, 전서영, 조승윤, 최효선, 홍용민, 강성우

인하대학교 산업경영공학과

Abstract

기존의 배전설비 점검 방식은 진동 및 소음을 이용한 사후점검에 국한된 상황임, 추가적으로 대부분의 배전설비의 고장은 배전설비의 열화 현상으로부터 유발되었음. 이에 본 연구에서는 열화상 이미지와 딥러닝 기법을 이용한 배전설비의 실시간 모니터링 시스템을 도입함으로써, 배전설비 사전 점검을 수행하고자 함. 추가적으로 공정능력지수를 도입해 배전설비의 상태를 세분화하는 기준을 제시함.

이미지 객체 검출 모델 - YOLOv5



```

Algorithm F: Supplement Procedure for Object Detection Missing Value in YOLOv5
Input: TID : Thermal Image's Temperature Data
      ETDin : Extraction Temperature Data of Coordinates Obtained by YOLOv5
            (Contain Missing Value)
Output: ETD : Extraction Temperature Data without Missing Value
Procedure: for i in range(len(ETDin)):
            if ETDin[i] = 'Null':
                replace ETDin[i] according to 3(1)(1)
            ETDin = ETD
            else:
                ETDin = ETD
            return ETD
    
```

객체검출 알고리즘을 통해 변압기 객체 검출에 성공하였음. 100회, 200회, 1000회로 반복횟수를 달리하며 실험을 수행한 결과, 100회 반복하였을때 85.32%의 가장 높은 정확도를 보임. 검출하지 못한 변압기에 대해서는 추가적인 알고리즘을 통해서 결측치 보완의 과정을 거침. 이후 해당 자료의 온도 값을 바탕으로 훈련/검증용 데이터 프레임워크를 완성하였음.

배전설비 이상진단 알고리즘

	Random Forest		Support Vector Machine		XGBOOST	
	True	False	True	False	True	False
Confusion Matrix						
True	168	0	168	0	168	567
False	0	93,333	0	93,333	0	92,766
Accuracy	1.0000		1.0000		0.9939	
Precision	1.0000		1.0000		0.2286	
Recall	1.0000		1.0000		1.0000	
F1-Score	1.0000		1.0000		0.3721	

고장 데이터를 True, 정상 데이터를 False로 라벨링한 데이터 프레임에 랜덤포레스트, 서포트벡터머신, XGBoost 3가지 알고리즘을 통해서 변압기 고장 예측을 수행함. 변압기의 경우, 고장 시 큰 피해가 수반되므로, 고장데이터를 검출해 내는 지표인 Recall이 3모델에서 모두 100%를 기록한 것은 매우 유의미한 지표임.

공정능력지수를 이용한 모니터링 시스템 도입

C_p	Count	Stage	Ratio
$C_p \geq 1.67$	261,391	Level 0	Stability 99.47%
$1.67 > C_p \geq 1.33$	17,632	Level 1	
$1.33 > C_p \geq 1.0$	424	Level 2	
$1.0 > C_p \geq 0.67$	24	Level 3	Caution 0.16%
$0.67 > C_p$	1,032	Level 4	

한국전력공사에서 제공하는 한계온도인 55°C를 규격 상한으로 하는 공정능력지수를 도입함으로써, 배전설비를 단순히 고장/정상으로 분류하는 것이 아닌 Level 0 부터 Level 4까지로 세분화하고, 이를 정상 / 주의 / 위험으로 세분화함. 주의단계와 위험단계를 합친 비율이 0.53%로 실 고장률 0.18%보다 높기에, 단순 분류보다 더욱 세밀한 평가지표의 역할을 할 것으로 기대됨. 낙후지역이 데이터를 추가로 도입한다면, 보다 정확한 평가 지표로 발전 시킬수 있음.

결론

열화상 이미지와 딥러닝 기법을 이용한 새로운 배전설비 이상진단 시스템을 제안함으로써, 배전설비의 사전 점검이 가능함. 빠른 검출속도를 자랑하는 YOLOv5 알고리즘을 사용함으로써 실시간 모니터링 시스템에 보다 적합하도록 설계하였으며, 추가적인 공정능력지수의 도입을 통해서 배전설비의 품질 상태를 세분화 하였음. 본 연구를 통해서 배전설비의 실시간 모니터링 시스템의 도입이 가능할 것으로 기대됨.

안전보건관리담당자의 안전리더십이 근로자의 안전의식과 안전행동에 미치는 영향

김 근 아 * · 장 길 상 **

* 울산대학교 안전보건학과
** 울산대학교 경영정보학과 교수

연구 배경

- 2016년 사업장의 안전 보건에 관하여 사업주를 보좌하고 관리감독자에게 조언·지도하는 업무를 수행하기 위하여 안전관리자 및 보건관리자 선임 의무가 없는 20인 이상 50인 미만 영세 소규모 사업장에 도입된 "안전보건관리담당자"를 두게 하였다.
- 관리감독자의 역할 · 안전업무 성과 · 안전보건교육 등에 관한 연구는 선행되었으나, 지금까지 안전보건관리담당자 역할이 어떠한 영향을 미치는지 구성원 간의 상호작용에 대한 연구는 아직 전무한 상태이다. 소규모 사업장에서 안전 보건관리담당자 제도의 현재 상태를 점검하고 효과적으로 적용될 수 있는 방법을 연구하는 시간이 필요하다.
- 따라서, 이번 연구는 안전보건관리담당자 선임 사업장의 근로자 및 안전보건관리담당자 총 350명 중 334명의 설문지를 활용하여 안전보건관리담당자의 안전리더십이 근로자의 안전의식과 안전행동에 미치는 영향을 파악하고자 한다

연구설계 및 가설

▶ 연구 모형



▶ 설문

- N = 350부, 334부 통계처리(16부 제외)
- 대상 : 상시 근로자수 20인 이상 50인 미만의 소규모 사업장 (제조업)의 안전보건관리담당자 및 근로자

▶ 도구(설문지)

- 독립변수 : 안전보건관리담당자의 안전리더십 15문항
- 종속변수 : 근로자의 안전의식 및 안전행동 18문항
- 통제변수 : 5문항

▶ 연구가설

- (가설 1) 안전보건관리담당자의 안전리더십은 근로자의 안전의식에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- (가설 2) 안전보건관리담당자의 안전리더십이 근로자의 안전행동에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- (가설 3) 근로자의 안전의식이 안전행동에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- (가설 4) 안전보건관리담당자의 안전리더십과 근로자의 안전행동 간의 관계에서 근로자의 안전의식이 매개역할을 할 것이다

실증분석 결과

▶ 기초통계분석

- 성별은 남성 94.9%, 연령은 40대가 35.3%, 50대 이상이 35.9% 기혼자가 74.0%, 교육수준은 고졸 50.9%, 대졸 27.5%, 직책은 사원/대리가 72.1%, 재직기간은 5년 미만 32.6%, 5-10년 미만이 32.3%, 직무는 현업담당자가 74.2%, 안전보건관리담당자가 12.0%를 주로 차지했다.

▶ 신뢰성 및 타당성 분석

- 분석 방법 : 탐색적 요인분석(exploratory factor analysis)과 크론바하 알파(Cronbach's Alpha)분석
- 요인추출방법 : 주성분분석(principal component analysis)
- 본 연구에 사용된 독립변수, 매개변수, 종속변수에 대한 주성분 분석을 실시하였고 요인분석결과, 안전리더십 5개 문항, 안전의식 4개 문항, 안전행동 6개 문항이 각각 단일변수로 묶였고, 누적분산비율이 73.273%로 나타났다. 따라서 요인들의 타당성은 유지되고 있는 것으로 판단된다.
- 또한 크론바하 알파 신뢰계수는 안전리더십(0.911), 안전의식(0.884), 안전행동(0.911) 등으로 모두 0.7 이상으로 매우 높게 나타났으며, 측정도구의 신뢰성은 문제 없는 것으로 나타났다.

▶ 가설검증

가설검증에 앞서 연구변수들 간의 다중공선성 검토를 위해 분산팽창요인(VIF: variance inflation factor)을 조사하였다. 연구 변수들 간의 VIF의 값 중 가장 큰 값이 2.232로 다중공선성의 문제는 없는 것으로 판단됨

안전보건관리담당자의 안전리더십과 근로자의 안전행동 간의 관계에 있어서 안전의식의 매개효과에 관한 것으로 3단계 매개 회귀분석 실시했으며, 1단계 안전보건관리담당자의 안전리더십은 안전의식에 대해 통계적으로 유의한 수준으로 ($\beta=0.711$, $p<0.01$) 충족되었고, 2단계에서 안전의식은 안전행동에 대해 통계적으로 유의한 수준($\beta=0.617$, $p<0.01$)에서 영향을 미치므로 조건 충족, 3단계에서 안전보건관리담당자의 안전 리더십은 안전행동에 대해 통계적으로 유의한 수준($\beta=0.688$, $p<0.01$)에서 영향을 미치므로 충족됨. 마지막으로 안전행동에 대한 안전의식을 동시 투입한 안전리더십의 영향이 감소하여($\beta=0.688$, $p<0.01$ 에서 $\beta=0.512$, $p<0.01$ 로) 도 충족하므로 가설 전체가 채택 됨

결 론

- ▶ 첫째, 안전보건관리담당자의 안전리더십은 근로자의 안전의식에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 안전리더십이 조직원의 안전을 목표로 비전을 세우고 달성하기 위하여 조직원들이 안전활동을 능동적으로 활동함으로써 안전의식을 향상시켜 준다는 선행연구와 맥락을 같이하고 있다.
- ▶ 둘째, 안전보건관리담당자의 안전리더십은 근로자의 안전행동에 직접적으로 유의한 영향을 주었다. 이는 안전리더십이 근로자의 안전에 대한 자세와 안전행동에 중요한 요소이고, 근로자의 안전행동의 변화에 특별한 영향을 주는 요인이라고 주장한 선행연구와 맥락을 같이하고 있다.
- ▶ 셋째, 근로자의 안전의식은 안전행동에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 다양한 선행연구에서 확인되어진 안전의식이 안전행동에 유의한 영향을 연구와 동일한 결과이다.
- ▶ 넷째, 안전보건관리담당자의 안전리더십이 근로자의 안전행동에 직접적으로 영향을 미쳤고 동시에 안전보건관리담당자의 안전리더십이 근로자의 안전의식에 영향을 미치고, 근로자의 안전의식이 다시 근로자의 안전행동에 간접적으로 영향을 미치는 것으로 나타났다.