Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 24, No. 12 pp. 28-38, 2023

https://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.12.28
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

건설기계 오일진단 기술 특허동향 분석 - 주요 출원인 그룹을 중심으로

민중원[1], 박태용[1], 박찬정[2*]
[1]경기대학교 기계시스템공학과, [2]경기대학교 교양학부

Analysis of patent trends on technology for diagnosing oil in construction machinery - Focusing on major applicant groups

Jung Won Min[1], Tae Yong Park[1], Chan-Jeong Park[2*]
[1]Division of Mechanical Systems Engineering, Kyonggi University
[2]College of Liberal Arts, Kyonggi University

요 약 본 논문에서는 건설기계 오일진단 기술의 특허를 조사, 분석하여 관련 기술 개발 동향을 파악하였다. 국가별 기술 동향을 파악하고, 건설기계 제조사에만 국한된 것이 아닌 자동차, 센서, 오일 기업 및 연구소로 범위를 확대해 건설기계에 적용할 수 있는 기술을 조사하였다. 이를 위해 2021년까지 출원된 건설기계 오일진단 기술에 대한 국내외 특허를 기술 분류를 통해 특허 동향을 분석하였다. 분석 결과, 오일진단 기술은 이전까지는 ph 센서, 전압 전류 및 광센서를 이용해 열화를 검출하는 방식이 대부분이다. 하지만 최근에는 이미지 센서를 사용해 오일 열화를 더욱 정확하게 검출하는 기술이 출원되고 있다. 그리고 이미지 센서 고성능화와 딥러닝 기술의 발전으로 인해 이미지를 처리하는 속도와 정확도가 향상되었고, 오일 데이터의 송수신, 컴퓨터 연산 기술의 발전은 각 기계와 중앙 서버를 연결하여 정확도 및 경제성을 향상할 수 있다. 본 논문을 통하여 건설기계 오일진단 기술의 인식을 높이고 향후 관련 연구자의 개발과 연구에 참고할 수 있을 것으로 기대한다.

Abstract In this study, patents for construction machinery oil diagnosis technology were investigated and analyzed to identify related technology development trends. We identified technology trends by country and investigated technologies applicable to construction equipment. This was done by expanding the scope to not only construction equipment manufacturers, but also to automobiles, sensors, oil companies, and research institutes. To this end, domestic and foreign patents for construction machine oil diagnosis technology applied by 2021 were investigated, and patent trends were analyzed through detailed technology classification. Most of the oil diagnosis technologies were previously used to detect degradation using pH, voltage, current, and optical sensors. However, recently, technology that uses image sensors to more accurately detect oil degradation has been applied. In addition, image sensor performance and development of deep learning technology have improved image processing speed and accuracy. Furthermore, oil data transmission and reception and computer calculation technology can improve accuracy and economics by connecting each machine with a central server. It is expected that this paper could raise awareness of oil diagnosis technology for construction machinery and be referred to for future development and research by related researchers.

Keywords : Construction Machinery, Oil Diagnosis, Oil Deterioration, Oil Leak, Patent Technology Trends

본 논문은 특허청이 주최한 '캠퍼스 특허 유니버시아드' 특허전략 부문에 제출한 보고서를 재구성하였음.
*Corresponding Author : Chan-Jeong Park(College of Liberal Arts, Kyonggi University)
email: hien77@kgu.ac.kr
Received September 1, 2023 Revised October 4, 2023
Accepted December 8, 2023 Published December 31, 2023

1. 서론

1.1 연구배경

건설기계산업은 전후방 연관효과가 큰 산업으로 전방산업으로는 건설업, 물류 유통업, 광업 등이 있으며, 후방산업으로는 전자부품, 철강, 소재, 유압, 로봇 등과 관련된 산업이 있다[1]. 전방산업인 건설 산업은 경쟁력을 좌우하는 핵심 산업이며 거대 세계 시장의 6위를 차지하는 주력산업이다. 또한 높은 중소기업 비중 및 고용 창출 효과로 사회적 파급효과가 큰 산업이다. 글로벌 건설기계산업은 '20년 1,915억 불로, 상당한 규모의 수요시장을 확보한 주력산업이다[2].

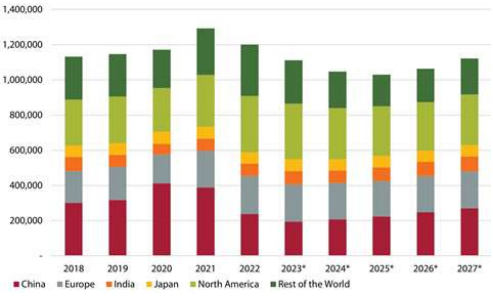

Fig. 1. Global construction equipment sales[3]

Fig. 1에서 보는 바와 같이, 세계 건설장비 매출은 꾸준하게 증가하다가 2021년 사상 최고치를 달성하고 2022년 7% 감소하였다. 중국 수요가 감소한 것이 원인으로, 중국을 제외한 세계 매출은 2022년에 2021년 대비 7% 증가했다[3].

2022년 전 세계 건설장비 시장 규모는 1,918억 3천만 달러로 2023년부터 2030년까지 연평균 복합 성장률(CAGR) 8.4%로 성장할 것으로 예상된다. 기존 인프라로 인해 건설 활동이 급증할 것으로 예상되며, 이에 따라 건설 작업을 위한 굴삭기, 로더, 덤프트럭 등에 대한 수요가 증가할 것으로 예상된다. 따라서 전 세계적으로 인프라 개발 활동이 증가함에 따라 토공 및 자재 취급 장비에 대한 수요가 증가할 것으로 예상된다. 이를 통해 세계 시장의 성장을 견인하고 있다. 글로벌 GVR 분석에 따르면 건설기계 판매량은 2022년 71만 7천 대를 넘어섰고, 2030년에는 100만 대를 넘어설 것으로 예상된다[4].

1.2 건설기계 오일진단의 중요성

건설기계에 사용되는 주요 유체는 엔진유, 유압 작동유 및 기어유(변속기, 엑슬, 선회유닛, 주행유닛 등)로 구분된다[5].

건설 현장은 대부분 진동과 충격이 심하고, 먼지 등의 입자가 다량 발생하는 등 작업환경이 열악하다[6]. 대부분 운전 조건이 열악한 환경과 산지에서 작업하는 경우가 많아 고장 빈도의 가능성이 크며, 또한 고장 시에 발생하는 연쇄적인 작업손실과 기회손실비용 등이 다른 소비재 부분보다 상대적으로 크게 나타남으로써, 내구성의 증진과 고장 발생 시 down time을 최소화해주는 것이 고객 만족의 중요한 요인 중의 하나이다[7]. 건설기계의 주요 시스템(엔진, 유압, 기어박스 및 차동 장치)의 대부분이 마찰적인 방식으로 이루어지기 때문에 오일 진단기술은 특히 건설기계 분야에서 적합한 방법이다[8].

기계에 탑재되는 엔진이나, 유압 펌프 및 유압 실린더 등의 유압 기기에서는, 예를 들어 굴삭 등의 고부하 동작의 반복 등에 의해, 부품의 윤활이나 동력 전달 매체로써 사용되고 있는 오일(엔진 오일이나 작동유)의 성상 그 자체가 열화된다. 또한, 이들 오일 윤활 성능의 열화에 수반하여, 고부하를 받는 부품의 접촉부에 마모 등의 결함이 발생하게 된다. 엔진이나 유압기 기계의 부품의 내구성을 높이기 위해서는, 오일의 윤활 성능을 적정하게 유지하도록 정기적으로 오일을 교환하는 것이 필요해진다[9]. Fig. 2에서 보는 바와 같이, 열화가 발생하면 엔진 오일의 점도가 변화하고, 엔진 오일 내의 탄화수소의 극성이 바뀌게 되며, 수분이나 금속 찌꺼기와 같은 오염물이 발생하는 등 여러 가지 물리적, 화학적인 변화로 엔진 오일의 물성이 변화한다[10].

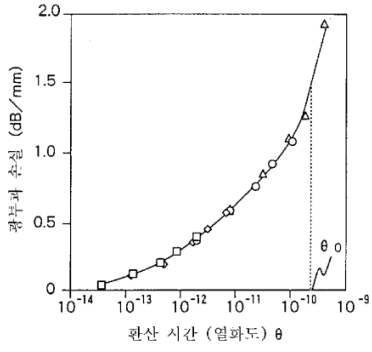

Fig. 2. Dielectric constant of a fluid over a time period[11]

여기서 작동유 점도는 유체의 흐르기 쉬운 정도로 "끈적한 성질"을 나타내는 물리적 단위로 동력 전달 시 손실이 적고 전달시간 지연이 적어야 함에 압축률이 적고 유동저항이 작은 저 점도의 작동유 사용이 바람직하다. 그러나 점도가 너무 낮으면 누유 발생이 쉬우며, 윤활 유지

가 어려워 마모 증가, 응답속도 저하 등이 발생함에 따라 적당한 점도 범위의 오일을 사용할 필요가 있다[12].

누유로 인해 건설기계의 작동유가 감소하면 유압 펌프가 탱크에서 작동유를 흡입할 때 공기를 흡입해 캐비테이션을 일으켜, 유압 펌프가 손상된다[13]. 즉, 누유는 시스템의 전체 효율성에 영향을 줄 수 있다[14].

또한 유압 작업 기계에서 유압 회로를 흐르는 작동유에는 고형의 이물질이 혼입되어 있다. 이물질의 종류로서는, 유압 회로의 제조 시에 유압 기기, 배관, 작동유 탱크에 남은 이물질(금속 가공분, 주조 모래, 진애 등), 유압 회로의 가동 중에 이 유압 회로의 내부에서 발생하는 이물질(유압 기기의 미끄럼 이동부로부터 발생하는 마모분, 작동유의 산화나 열화에 의해 발생하는 슬러지 등), 유압 회로의 가동 중에 외부 환경으로부터 유압 시스템에 침입하는 이물질, 수리 시에 유압 회로에 침입하는 이물질이 있다. 특히, 유압 기기의 미끄럼 이동부 틈새의 치수와 거의 같은 크기의 입도(粒度)(5 또는 50㎛)의 이물질은, 미끄럼 이동부를 비정상적으로 마모시키거나 고착시키거나 하여 유압 작업 기계의 동작 불량을 초래한다[15]. 오일 오염으로 인한 유압 또는 기계식 변속기 고장은 일반적이며 오일 오염은 유압 시스템 고장의 70%를 차지한다[14].

이렇듯 오일의 변질 및 누유는 건설장비의 파손에 직접적인 영향을 줄 수 있으며, 장비가 손상되거나 건설 기간 연장 시 연쇄적인 작업손실과 기회손실 비용으로 인해 전체적인 비용의 증가로 이어질 수 있다. 이에 따라 오일의 변질 및 누유로 인한 문제가 발생하기 전 오일의 상태를 더 효율적이고 효과적으로 진단하는 기술에 대한 특허적 분석이 필요하다.

2. 연구 목적

본 논문에서는 건설기계 오일진단 기술의 특허를 조사 및 분석해 기술 개발 동향을 파악하고자 한다. 특허정보는 다양한 기술정보를 제공하고 있으며, 이를 통하여 해당 기술의 동향, 관련 기업 및 연구소에 대한 현황을 파악할 수 있다. 특허정보를 이용하여 특허 동향 분석을 하면 향후 유망 기술 및 사업 분야를 발굴할 수 있으며, 주요 핵심특허 분석을 통해 특허분쟁 등의 위협도 사전에 대처할 수 있다[16].

한국, 미국, 일본, 유럽 국가의 특허를 조사해 국가별 기술 동향을 파악하고, 건설기계 제조사에만 국한된 것이 아닌 자동차 기업, 센서 기업, 오일 기업, 연구소로 범위를 확대해 건설기계에 적용할 수 있는 기술을 분석하고자 한다.

- 국가(한국/미국/일본/유럽)별 특허 출원 동향
- 출원인별 특허 출원 현황
- 그룹별(건설기계/자동차/오일/센서/연구소) 특허 출원 현황
- 기술별(건설기계 분야 기업) 특허 분석
- 건설기계 오일진단 기술 핵심 특허 분석

3. 연구 방법

3.1 유효특허 추출 및 분류

건설기계 오일진단 기술 및 건설기계 오일진단에 적용할 수 있는 기술의 특허 분석을 위해 윕스온(www.wipson.com) 검색엔진을 사용해 특허를 검색하였다. 특허 분석 대상국은 한국, 미국, 일본, 유럽이다. 특허 검색 범위는 서지, 요약, 대표 청구항으로 하였다. 건설기계 및 차량, 오일의 명칭, 진단으로 카테고리를 정하고 검색식 작성을 위한 키워드를 선정하였다. 키워드의 영어단어 동의어와 기술 관련 IPC를 검색식에 포함하였다. 검색식 키워드는 중장비, 건설장비, 굴삭기, 크레인, 오일, 윤활유, 작동유, 진단, 측정, 검사 등을 포함했다. 검색식의 형태와 키워드는 Table 1보는 바와 같다.

Table 1. Patent search formula

	Patent search formula				
form	Construction machinery or vehicles or devices	AND	Name of the oil	NEAR	Name of Oil Diagnostics
keyword	heavy equipment or car or heavy machinery		oil or gasoline or lubricant		diagnosis or prognois or diagnosed or measurement

검색식을 통해 특허를 검색한 결과, 한국 3,235건, 일본 2,467건, 미국 3,616건, 유럽 1,236건으로 총 10,554건이 검색되었다. 검색된 특허 중 건설기계 오일진단 기술과 무관한 특허를 제외하기 위해 Table 2에서 보는 바와 같이 세 차례에 걸쳐 노이즈를 제거하였다. 최종적으로 한국 320건, 일본 346건, 미국 242건, 유럽 116건으로 총 1,024건이 유효한 특허로 선별되었다.

Table 2. Phases to extract valid patent data

	Contents
Phase 1	Remove patents unrelated to oil condition measurement and diagnostic technology
	Maintains technology for linking equipment according to oil conditions
Phase 2	Maintains technology for diagnosing oil conditions and life of construction machinery and vehicles
	Elimination of technology to measure fuel (gasoline, gasoline, etc)
	Eliminate temperature measurements, pressure measurements, and alarm techniques of oil simply due to overheating
Phase 3	For vehicle related oil diagnostic patents, only diagnostic methods and warning techniques are maintained
	Remove the vehicle's stick type level gauge technology
	Remove technology for equipment linkage measures with different structures by comparing vehicles and construction machinery

Table 3. Technical classification table

Step 1		Step 2	Step 3
Oil diagnostic technology	Diagnostic methods	Auto	Alert notifications and displays
			System Control and Linkage Measures
		Manual - Oil analyzer, oil analysis lab, dipstick type	
	Diagnostic Objectives	Diagnosing when to replace	
		Diagnosing of leakage	
		Check the amount of oil and Diagnosing when to replenish	
		Combined diagnosis	
	Measurement method	Oil self sensor	Diagnostics using a single oil sensor
			Diagnostics using a composite oil sensor
		Diagnostics using oil sensors and machine physical characteristics sensors	
		Diagnostics Without Sensor	

3.2 기술분류표

유효특허를 기술 분류할 수 있는 기술분류표를 작성하였다. 기술분류표는 Table 3와 같으며 건설기계 오일진단 분야를 진단 방법, 진단 목표, 측정 방식 3개의 대분류로 나누었다. 이후 중분류 9가지, 소분류 11가지로 세분화 작업을 했다. 진단 방법(Diagnostic methods)에서 나뉘는 자동(Auto) 기술은 측정 과정에서 사람의 개입이 없으며, 수동(Manual) 기술은 측정 과정에서 사람의 개입이 있다. 진단 목표(Diagnostic Objectives) 중 복합 진단(Combined diagnosis) 기술은 보충 시기와 교체시기의 결합, 누유 진단과 보충 시기의 결합 등 진단 목표 중 두 가지 이상이 결합한 복합적인 진단 방법이다. 측정 방식(Measurement method)에서 나뉘는 단일 오일센서를 이용한 진단(Diagnostics using a single oil sensor)은 압력센서, 온도센서, 점도센서, 광센서 등 중에 하나의 종류의 센서만을 이용한 진단이며 복합 오일센서를 이용한 진단(Diagnostics using a composite oil sensor)은 위의 센서 중 두 가지 이상 종류의 센서를 복합적으로 이용한 진단이다. 오일센서 및 기계의 물리적 특성 측정 센서를 이용한 진단(Diagnostics using oil sensors and machine physical characteristics sensors)은 오일의 성상을 측정하는 센서 외에 추가로 엔진의 회전수를 검출하는 센서 혹은 속도, 가속도 측정 센서 등 물리적 특성을 추가로 이용하는 진단이다.

4. 분석결과

4.1 국가별 특허 출원 동향

오일진단 기술과 연관된 특허는 Fig. 3과 같이 1990년대부터 점차 증가하였고, 1996년에 특허 건수가 가장 많았다. 이를 통해 해당 기술 개발과 관심이 1996년에 높은 것을 알 수 있다. 일본(JP)이 346건으로 특허 건수가 가장 많았고, 유럽(EP)이 116건으로 가장 적었다. 한국(KR)은 1996년~1997년에, 일본(JP)은 2018년~2020년에, 미국(US)은 2010년에 활발한 출원 활동이 있었다.

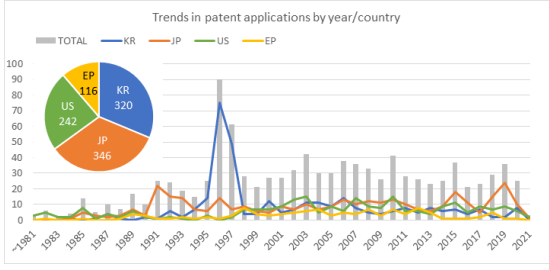

Fig. 3. Trends in patent applications by year/country

Fig. 4에서 모든 국가에서 진단 방법(Diagnostic methods) 중에서는 오일 진단 후 경고 알림 및 표시(Alert notifications and displays) 기술이 각각 한국

(KR) 288건, 미국(US) 215건, 일본(JP) 311건, 유럽(EP) 98건으로 특허 건수가 가장 많았다. 또한 모든 국가에서 진단 목표(Diagnostic Objectives) 중에서는 오일 교체시기 진단(Diagnosing when to replace) 기술의 특허 건수가 각각 한국(KR) 174건, 미국(US) 149건, 일본(JP) 201건, 유럽(EP) 66건으로 가장 출원이 활발하였다. 일본(JP)은 진단 방법 중에서 오일 진단 후 경고 알림 및 표시(Alert notifications and displays) 관련 특허가 108건으로, 전체 국가 중 가장 많았다. 진단 목표(Diagnostic Objectives) 중에서는 교체 시기 진단(Diagnosing when to replace) 관련 특허를 311건으로 전체 국가 중 가장 많이 출원하고 있다. 한국(KR)은 측정 방식에서 단일 센서를 이용한 오일 진단 기술이 195건으로 전체 국가 중 가장 출원이 활발하였다.

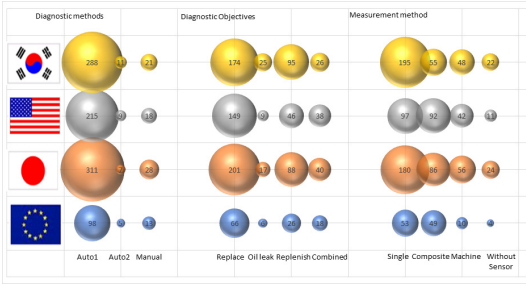

Fig. 4. Trends in patent application by country/ technology

4.2 출원인별 특허 출원 현황

4.2.1 출원인(건설기계 분야)별 특허 건수

Fig. 5에서 히타치(Hitachi)의 출원 건수가 54건으로 확연히 많았다. 그 뒤로는 캐터필라(Caterpillar)가 21건 현대두산인프라코어(Hyundai Doosan Infracore)의 출원 건수가 18건으로 다른 출원인과 비교했을 때 많았다. 이외에도 볼보 건설기계(Volvo Construction) 15건, 고마츠(Komatsu) 13건, 나브테스코(Nabtesco Corporation) 12건의 건설기계 오일 진단 기술 특허를 출원하였다.

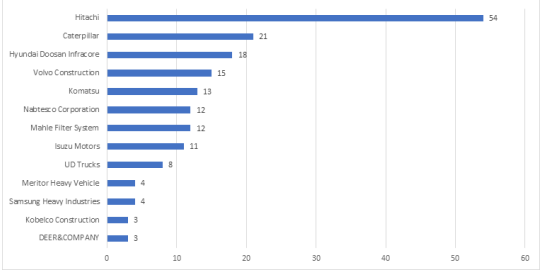

Fig. 5. Number of patents by applicant(construction machinery field)

4.2.2 출원인(자동차 분야)별 특허 건수

Fig. 6에서 현대자동차(Hyundai Motor Group)의 출원 건수가 54건으로 확연히 많았다. 그 뒤로는 GM(General Motor)가 52건 Honda Motor의 출원 건수가 39건으로 다른 출원인과 비교했을 때 많았다. 이외에도 Nissan 32건, Toyota Motor가 31건의 오일 진단 기술 특허를 출원하였다.

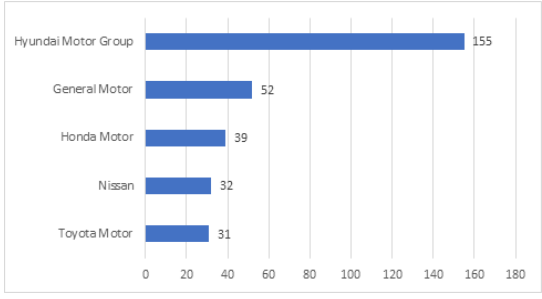

Fig. 6. Number of patents by applicant(automotive sector)

4.2.3 출원인(센서, 오일, 연구소 분야)별 특허 건수

Fig. 7에서 Idemitsu Kosan의 출원 건수가 12건으로 가장 많았다. 그 뒤로는 Korea Institute Of Science And Technology가 10건 General Electric Company의 출원 건수가 8건으로 많았다. 이외에도 Total Marketing Services 7건, Lubrizol 5건, Voelker Sensors가 4건의 오일 진단 기술 특허를 출원하였다.

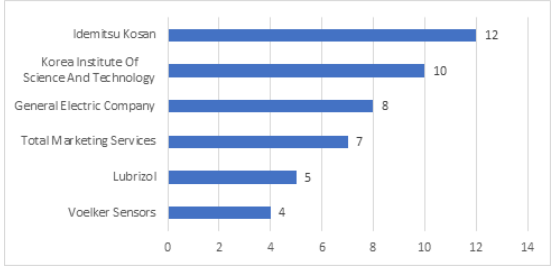

Fig. 7. Number of patents by applicant(sensor, oil, laboratory field)

4.3 분야별 특허 출원 현황

4.3.1 건설기계 분야 상위 5개 기업 출원 건수

Fig. 8에서 히타치(Hitachi)는 진단 방법에서 오일 진단 후 경고 알림 및 표시(Alert notifications and displays) 관련 특허가 53건으로 다른 기술에 비해 확연히 많은 것을 보아, 해당 기술에 주력하고 있다고 볼 수 있다. 캐터필라(Caterpillar)는 측정 방식에서 복합센서를 이용한 오일 진단(Diagnostics using a composite oil sensor) 기술이 21건 중 15건으로 71%, 다른 회사에 비해 제일 높은 비중을 차지하고 있었다. 현대두산인프라코어(Hyundai Doosan Infracore)는 진단 목표에서 오일 진단 기술을 고르게 출원하고 있다.

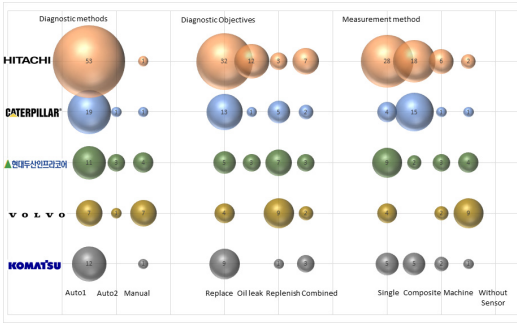

Fig. 8. Number of top five patent applications in construction machinery

4.3.2 자동차 분야 상위 5개 기업 출원 건수

Fig. 9에서 현대자동차(Hyundai Motor Group)는 자동차 기업 중 제일 많은 오일 진단 관련 특허를 출원하고 있었다. 또한 진단 목표에서 다른 자동차 회사에 비해 보충 시기 진단(Diagnosing when to replenish) 기술이 155건 중 66건으로 특허 비중이 압도적으로 많은 특징을 가지고 있다. GM(General Motor)은 측정 방식에서 단일오일 센서를 사용한 측정(Diagnostics using a single oil sensor)이 34건으로 제일 많았고, 센서를 사용하지 않는 특허는 없었다. Honda Motor는 측정 방식에 있어서 단일오일 센서를 이용한 진단(Diagnostics using a single oil sensor) 기술이 16건, 오일 및 기계 센서를 이용한 진단(Diagnostics using oil sensors and machine physical characteristics sensors) 기술이 15건이며 다른 기업들에 비해 오일 및 기계 센서를 이용한 진단 기술(Diagnostics using oil sensors and machine physical characteristics sensors) 관련 특허의 비율이 높았다.

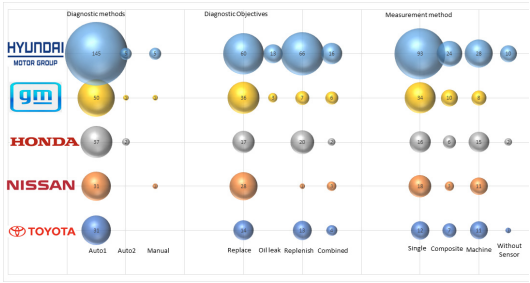

Fig. 9. Number of top 5 patent applications in the automobile sector by company

4.3.3 센서, 오일, 연구소 상위 6개 기업 출원 건수

Fig. 10에서 Idemitsu Kosan은 진단 방법에서 오일 진단 후 경고 알림 및 표시(Alert notifications and displays) 관련 특허가 12건 중 11건으로 월등히 많은 것으로 보아, 오일 진단 후 경고 알림 표시 기술에 중점을 두고 있는 것으로 볼 수 있다. 한국과학기술연구원(Korea Institute Of Science And Technology)은 진단 목표에서 오일 교체시기 진단(Diagnosing when to replace) 관련 특허가 10건으로 다른 기술에 비해 많은 것을 보아, 해당 기술에 주력하고 있다. General Electric Company는 측정 방식에서 오일센서 및 기계센서를 이용한 오일 진단(Diagnostics using oil sensors and machine physical characteristics sensors) 기술이 4건으로 1건도 출원하고 있지 않은 다른 기업에 비해 상당수를 출원하고 있었다.

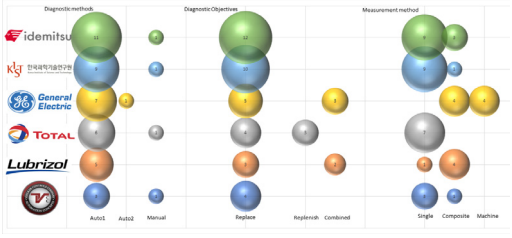

Fig. 10. Number of patent applications for sensor, laboratory, oil top 6 companies

4.4 기술별 특허 출원 동향

건설기계 기업이 출원한 254건의 건설기계 분야 특허를 심층적으로 분석했다.

4.4.1 연도/기술별(진단 방법) 출원 동향

Fig. 11에서 오일 진단 후 경고 알림 및 표시(Alert notifications and displays) 기술이 209건으로, 기술

분야(진단 방법) 중 가장 많았다. 그 뒤로 수동(Manual), 시스템 제어 및 연계 조치(System Control and Linkage Measures) 순으로 특허 건수가 많다. 오일 진단 후 경고 알림 및 표시(Alert notifications and displays) 기술은 1991년을 기점으로 특허 건수가 증가하며, 2019년에 가장 많았다. 수동(Manual) 기술은 2013년에 특허 출원이 가장 활발하였다.

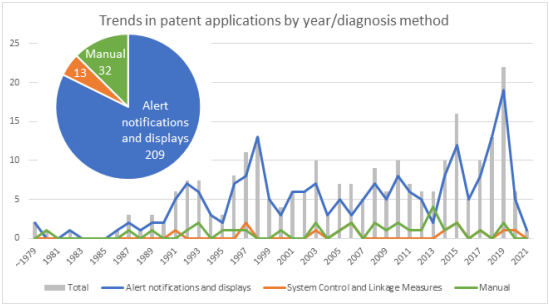

Fig. 11. Trends in patent applications by year/ diagnosis method

4.4.2 연도/기술별(진단 목적) 출원 동향

Fig. 12에서 오일 교체 시기 진단(Diagnosing when to replace) 기술이 131건으로, 기술 분야(진단 목적) 중 가장 많았다. 그 뒤로 보충 시기 진단(Diagnosing when to replenish), 복합 진단(Combined diagnosis), 누유 진단(Diagnosing of leakage) 기술 순으로 특허 건수가 많다. 오일 교체 시기 진단(Diagnosing when to replace) 기술은 1990년대부터 특허 건수가 증가하며, 2020년에 가장 많았다. 누유 진단(Diagnosing of leakage) 기술은 다른 연도에 비해 2020년이 확연히 많으며, 점차 증가하는 추세이다.

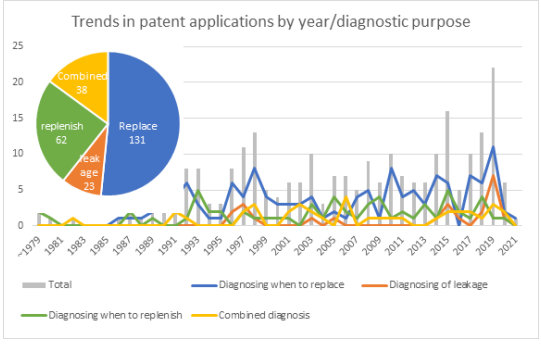

Fig. 12. Trends in patent applications by year/ diagnostic purpose

4.4.3 연도/기술별(측정 방식) 출원 동향

Fig. 13에서 단일 오일 센서(Diagnostics using a single oil sensor)를 이용한 오일 진단 기술이 111건으로, 기술 분야(측정 방식) 중 가장 많았다. 단일 오일 센서(Diagnostics using a single oil sensor)를 이용한 오일 진단 기술은 1990년대부터 특허 건수가 증가하며, 1998년에 가장 많았지만, 점차 감소하는 추세이다. 복합 오일 센서(Diagnostics using a composite oil sensor)를 이용한 오일 진단 기술은 2014년을 기점으로 증가하고 있었다. 또한 오일 센서와 기계의 물리적 특성 측정 센서 모두 이용한 오일 진단(Diagnostics using oil sensors and machine physical characteristics sensors) 기술도 2014년부터 점차 증가하고 있다.

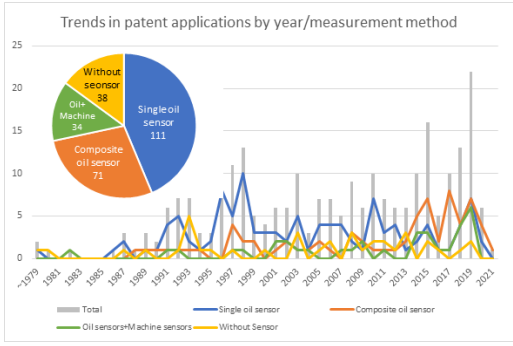

Fig. 13. Trends in patent applications by year/ measurement method

5. 주요 기업 핵심특허 기술 분석

5.1 핵심특허 선정

건설기계 오일진단의 핵심 기술 특허 추출을 위해 유효특허에서 핵심특허를 선별하였다.

핵심특허 추출은 Table 4에서 보는 바와 같이 1차는 분야별 상위 기업 특허 선정, 특허 상태가 '등록', '심사중'인 경우만 포함하여 선별했다. 2차는 특허 상세 설명에 '건설기계'와 같이 건설기계에 적용 가능하다는 내용이 포함된 경우만 선별했다. 3차는 오일의 교체 시기 진단 또는 누유 진단 목적이 분명하게 표시된 특허를 선별했다.

유효한 특허 총 1,024건 중 Table 4에서 보는 바와 같이 세 차례에 걸쳐 필터링했다. Table 4의 Phase 1에서 언급한 분야별 출원 건수 상위 기업은 Table 5에서 보는 바와 같다. 최종적으로 Table 6에서 보는 바와 같이 총 8건의 핵심 특허가 선별되었다.

Table 4. Phases to extract core patent data

	Contents
Phase 1	Patent selection for top companies in each field
	Include only when patent status is 'registered' and 'under review'
Phase 2	Include only when the detailed description of the patent includes that it is applicable to construction machinery, such as 'construction machinery' or 'construction equipment'
Phase 3	Patents clearly showing the diagnosis of when to replace the oil or the diagnosis of leakage

Table 5. Top companies in each field

Field	Contents
Construction company	Hitachi, Caterpillar, Hyundai Doosan Infracore, Volvo Construction, Komatsu, Nabtesco Corporation, Mahle Filter System, Isuzu Motors, UD Trucks, Meritor Heavy Vehicle, Samsung Heavy Industries, Kobelco Construction, DEER&COMPANY
Automobile company	Hyundai Motor Group, General Motor, Honda Motor, Nissan, Toyota Motor
Sensor company	General Electric Company, Voelker Sensors
Oil company	Idemitsu Kosan, Total energies , Lubrizol
Research Institute	Korea Institute of Science and Technology

Table 6. Phases to extract core patent data

	Title of invention	Country	Patent number	Applicant
1	Vehicle hydraulic system monitoring and protecting system and method	EP	1541901	DEER&COMPANY
2	Diesel engine oil dilution managing device	EP	1602815	Nissan Motor
3	Device for monitoring engine oil change time of engine with diesel particulate filter	KR	10-1882515	Doosan Infracore
4	Method of detecting the extent of oil degradation	JP	6495950	Caterpillar Inc.
5	OIL DIAGNOSIS SYSTEM	KR	10-2323119	Hitachi Construction Machinery
6	Device for detecting an oil leak	US	11054333	Caterpillar Inc.
7	Construction machinery	JP	6978462	Hitachi Construction Machinery
8	Engine Lubrication Oil Consumption and Condition Monitoring	US	17/462188	Caterpillar Energy Solutions GmbH

5.2 핵심특허 분석

건설기계 오일진단 기술의 핵심특허를 분석하고자 한다. 출원 건수 상위 기업의 특허 중 선별한 핵심특허를 심층 분석하였다.

5.2.1 오일 교체 시기 진단 및 알림

오일의 상태를 분석해 오일 교체시기를 진단하고 운전자에게 오일 교체 알림을 하는 기술의 핵심적인 특허를 분석하였다.

현대두산인프라코어에서 한국에 등록한 10-1882515 특허의 경우 디젤 미립자 필터(DPF) 탑재 엔진의 엔진 오일 희석량을 산출하여, 최적의 엔진 오일 교환 시점을 운전자에게 고지하고 엔진 오일 교환을 유도할 수 있다. Fig. 14에서 보는 바와 같이 누적 엔진 운전 시간이 상기 소정의 설정 시간 이상으로 되거나, 엔진 오일의 희석이 상기 소정의 설정값 이상으로 되는 경우 중 어느 한 경우에 계기판의 디스플레이상에 점멸됨으로써 운전자에게 엔진 오일 교환을 지시한다[17].

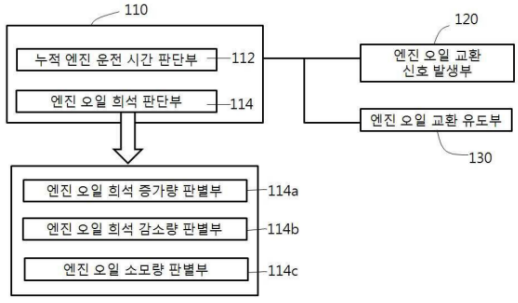

Fig. 14. Device for monitoring engine oil change time of engine with diesel particulate filter[17]

히타치(Hitachi)에서 한국에 등록한 10-2323119 특허의 경우 오일 채취 분석을 하지 않고도 오일 이상을 일으키는 원인을 신속하게 특정할 수 있다.

Fig. 15의 과정과 같이 오일의 성상의 상태를 센서로 검출하고, 그 센서 정보에 기초하여 오일의 이상 정도의 수준을 실시간으로 판별하고, 그 판별 결과에 따른 기계가 고장에 이르기 전의 적절한 시기에서의 보수·정비를 위한 대응 매뉴얼을 제시한다. 또한 오일 성상 데이터와 이상 유무 판독 값은 외부 단말기로 송신한다.

그리고 필요에 따라서 상세한 오일 분석을 위한 오일 채취 분석을 제시한다. 이에 의해, 적정한 오일 교환이나

필터 교환 혹은 부품의 교환 등을 행함으로써 고장을 미리 방지할 수 있으며, 또한 수리 등의 대응 처리를 신속하게 행함으로써 기계를 효율적으로 관리할 수 있다. 또한, 고장 전에 부품의 재생 처리를 할 수 있으므로, 기계의 휴지 시간 및 수리비용을 최소화하는 것이 가능해진다[9].

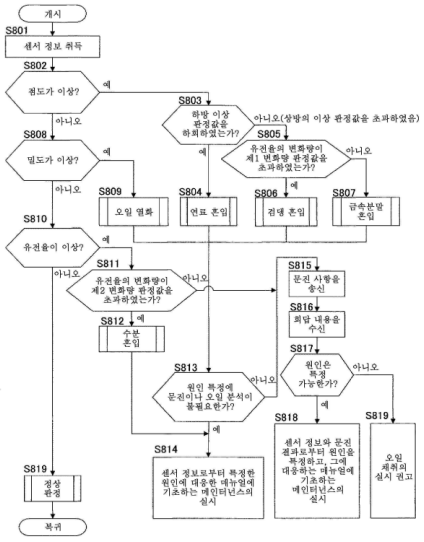

Fig. 15. Oil diagnosis system drawings[9]

5.2.2 오일 누유 진단 및 알림

오일의 상태를 분석해 오일 누유를 진단하고 운전자에게 누유로 인한 위험 알림을 하는 기술의 핵심적인 특허를 분석하였다.

캐터필라(Caterpillar)에서 미국 등록한 11054333 특허의 경우 내연기관의 오일 누출 검출을 위한 휴대용 감지 장치에 관한 것이다.

엔진을 작동 중지시키거나 엔진 일부를 분해하지 않고, 엔진이 작동하는 동안 오일 누출을 감지하기 위해 현장에서 사용할 수 있는 휴대용 시스템으로 구성된다.

Fig. 16의 과정으로 실시간으로 오일센서로 오일 누출을 감지하고 수신한 프로세서를 통해 오일 누출 시 경보와 함께 타임스탬프를 기록한다. 또한 프로세서와 연결된 디스플레이를 통해 사용자에게 다양한 정보를 제공한다[18].

히타치(Hitachi)에서 일본에 등록한 6978462 특허의 경우 작업 장치가 조작되는 작업 시에 작동유 누출의 오검출을 방지하면서, 작업 장치가 조작되지 않는 주행 시에 작동유 누출을 검출할 수 있는 건설기계에 관한 것이다.

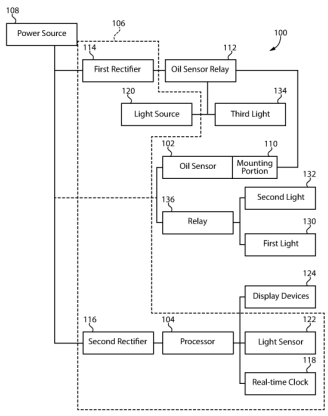

Fig. 16. Device for detecting an oil leak drawing[18]

모드 판정부는 주차 브레이크의 위치와 게이트 록 레버의 위치에 기초하여 동작 모드가 주행 모드와 작업 모드 중 하나인지를 판정하고 그 판정 결과를 누유 판정부로 출력한다.

누유 판정부는 모드 판정부로부터 입력된 동작 모드와 Fig. 17에 표시된 레벨 감지 센서 80, 90으로부터의 신호에 기초해, 작동유 누출의 여부를 판정하고 작동유 누출이 있다고 판정하면 경고 정보를 표시 장치로 출력한다[13].

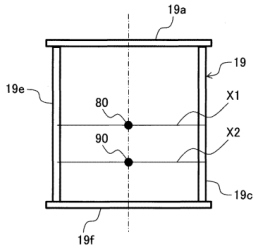

Fig. 17. Leakage Diagnosis of Construction Equipment[13]

6. 결론

미래의 건설기계산업이 활성화가 되고 이에 따른 건설기계 오일 진단 기술의 중요성 상승이 예상됨에 따라, 본 논문에서는 건설기계 오일진단 기술과 자동차 기업, 센서 기업, 오일 기업, 연구소의 건설기계 오일진단에 적용할 수 있는 기술 특허를 조사 및 분석해 기술 개발 동향을 파악하였다.

특허 검색 결과, 한국 320건, 일본 346건, 미국 242건, 유럽 116건으로 총 1,024건의 유효한 특허를 선별하였다. 유효특허는 진단 방법(경고 알림 및 표시, 시스템

제어 및 연계조치, 수동진단), 진단 목표(교체 시기 진단, 누유 진단, 오일량 점검 및 보충 시기 진단, 복합 진단), 측정 방식(단일 오일센서를 이용한 진단, 복합 오일센서를 이용한 진단, 오일 센서 및 기계의 물리적 특성 측정 센서를 이용한 진단, 센서 미사용 진단)의 분류로 나뉜다.

첫째, 국가별 특허 출원 동향을 살펴보면 모든 국가에서 진단 방법 중에서는 오일 진단 후 경고 알림 및 표시 출원이 가장 많았으며 진단 목표 중에서는 오일 교체시기 진단 기술의 출원이 가장 많았다. 일본은 진단 방법 중에서 오일 진단 후 경고 알림 및 표시 관련 특허가 311건으로, 전체 국가 중 가장 많은 것을 확인할 수 있다. 한국은 측정 방식에서 단일 센서를 이용한 오일 진단 기술이 195건으로 전체 국가 중 가장 많았다.

둘째, 출원인별 상위 특허 출원 현황을 살펴보면 건설기계 분야로는 Hitachi 54건, Caterpillar 21건, 현대두산인프라코어 18건이다. 자동차 분야로는 현대자동차 54건, GM 52건, Honda Motor 31건이다. 센서, 오일, 연구소 분야로는 Idemitsu Kosan 12건, 한국과학기술연구원 10건, General Electric Company 8건이다. 이러한 기업들이 건설기계 오일진단 기술을 선도할 것으로 보인다.

셋째, 건설기계 분야의 오일진단 기술별(진단 방법, 진단 목적, 측정 방식) 특허 출원 동향은 다음과 같다. 진단 방법의 기술별 특허 출원 동향을 살펴보면 오일 진단 후 경고 알림 및 표시 기술이 209건으로, 기술 분야(진단 방법) 중 가장 많은 것을 확인할 수 있다. 그 뒤로 수동, 시스템 제어 및 연계 조치 순으로 특허 건수가 많다. 오일 진단 후 경고 알림 및 표시 기술은 1991년을 기점으로 특허 건수가 증가하며, 2019년에 가장 많은 것을 확인할 수 있다. 진단 목적의 기술별 특허 출원 동향을 살펴보면 오일 교체 시기 진단 기술이 131건으로, 기술 분야(진단 목적) 중 가장 많은 것을 확인할 수 있다. 그 뒤로 보충 시기 진단, 복합 진단, 누유 진단 기술 순으로 특허 건수가 많다. 오일 교체 시기 진단 기술은 1990년대부터 특허 건수가 증가하며, 2020년에 가장 많은 것을 확인할 수 있다. 측정 방식의 기술별 특허 출원 동향을 살펴보면 단일 오일 센서를 이용한 오일 진단 기술이 111건으로, 기술 분야(측정 방식) 중 가장 많은 것을 확인할 수 있다. 단일 오일 센서를 이용한 오일 진단 기술은 1990년대부터 특허 건수가 증가하며, 1998년에 가장 많았지만, 점차 감소하는 추세이다.

오일진단 기술은 이전까지는 ph 센서, 전압 전류 및 광센서를 이용해 열화를 검출하는 방식이 대부분이었다. 하지만 최근에는 이미지 센서를 사용해 오일 열화를 더욱 정확하게 검출하는 기술이 출원되고 있다. 그리고 최근 이미지 센서 고성능화와 딥러닝 기술의 발전으로 인해 이미지를 처리하는 속도와 정확도가 향상되었고, 오일 데이터의 송수신, 컴퓨터 연산 기술의 발전은 각 기계와 중앙 서버를 연결하여 정확도 및 경제성을 향상할 수 있다.

뛰어난 오일 진단 기술을 이용하여 정확하게 건설기계의 오일 교체 시기 및 누유를 판단한다면 적절한 시기에 교환과 수리를 할 수 있다. 수명이 다 된 오일 사용으로 인한 인명사고 및 건설기계 고장을 예방할 수 있으며, 누유로 인한 토양 오염과 버리는 폐유의 양을 줄여 환경보호에 이바지할 수 있다. 향후 정교한 오일진단 기술을 보유하고, 건설기계에 이러한 기술을 적용해야 관련 산업 분야에서 세계적인 경쟁력을 갖출 수 있을 것으로 전망된다.

References

[1] C. Y. Hong. J. S. Lee, S. M. Lee, Development of Smart Construction Machinery in Response to Paradigm Transformation, Preliminary Feasibility Study Report, Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, KR, pp.43.

[2] S. I. Kang, "Trends in Construction Machinery Industry", *2021 Spring Conference on Drive and Control*, Korean Society for Fluid Power & Construction Equipment, pp.11-23, Jul. 2021.

[3] S. Chris, "OHR forecasts soft landing for global construction equipment", Dieselprogress, 2023, https://www.dieselprogress.com/news/ohr-forecasts-soft-landing-for-global-construction-equipment/8027895.article?_gl=1*q2jsx0*_ga*MTU5MjY1ODU5MC4xNikwNjkyODQy*_ga_2HZYEX5BQN*MTY5MDY5NzU4NC4yLjEuMTY5MDY5NzcyOS4yMy4wLjA, Aug 2023

[4] Grand View Research, "Construction Equipment Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Earth Moving Machinery, Material Handling Machinery), By Propulsion Type (ICE, Electric, CNG/LNG), By Power Output, By Region, And Segment Forecasts, 2023 - 2030", Grand View Research, 2023, https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/construction-equipment-market-analysis, Aug 2023

[5] M, S, Shin, J. Y. Oh, H. J. Choi, M. S. Kim, H. J. Kang, "Analysis and Establishment of Database of Components of Hydraulic Oil Samples Used in Construction Machinery", *Korean Society for Precision Engineering 2021 Spring Conference*, Korean Society for Precision Engineering, Vol.2021, NO.5, pp.339-339, May. 2021.

[6] J. H. Jung, K. H. Sun, K. Kim, "Fault Diagnosis Method for Excavator Hydraulic Axial Piston Pumps", *Journal of drive and control*, Vol.18, No.4, pp.98-103, 2021.

[7] T. K. Kim, R. Kim, "Consideration about the proper technical service & product support for construction equipment", *The Korean Society of Automotive Engineers a general academic conference*, The Korean Society of Automotive Engineers, Vol.2020, No.7, pp.933-937, Jul. 2020.

[8] T. Rajabi, "Reducing the Costs of Using Construction Machinery by Using the Oil Condition Monitoring Technique", *Journal of Civil Engineering and Materials Application*, Vol.6, No.4, pp.221-228, Dec 2022. DOI: https://doi.org/10.22034/jcema.2023.16859

[9] Takami Hiroki, Kurasako Akira, Ogura Gotaro, Akita Hideki, Onose Hiroshi, Hamamachi Yoshi. OIL DIAGNOSIS SYSTEM. KR Patent 10-2323119, filed November 8, 2017, and issued November 2, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s00163-010-0086-1

[10] K. R. Park, H. C. Kim, J. T. Lee, "Degradation Diagnosis of Engine Oil Using Impedance Analysis", *The Korean Institute of Electrical Engineers a collection of papers at an academic conference*, The Korean Institute of Electrical Engineers, Vol.2017, No.7, pp.1357-1358, Jul. 2017.

[11] Yoshitaka Takezawa, METHOD OF DIAGNOSING DETERIORATION OF OIL AND DIAGNOSTIC APPARATUS FOR CARRYING OUT THE SAME, KR 10-0307120 B1, filed Feb 2, 1998, and issued Aug 17, 2001. DOI: https://doi.org/10.8080/1019997002344

[12] M. S. Shin, J. W. Nam, J. U. Jeong, H. J. Kang, "Analysis of the Performance Characteristics of Hydraulic Components according to the Viscosity of Hydraulic Oil", *Korean Society for Precision Engineering a collection of papers at an academic conference*, Korean Society for Precision Engineering, Vol.2022, No.5, pp.373-373, May. 2022.

[13] Neya Hoseumi. Construction machinery. JP Patent 6978462, filed March 26, 2019, and issued November 15, 2021.

[14] Y. Jiang, X. He, "Overview of Applications of the Sensor Technologies for Construction Machinery", *Open Access Journal of Institute of Electrical and Electronics Engineers*, Vol.8, pp.110324-110335, Jun 2020. DOI: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3001968

[15] Satake Hideyoshi. DEVICE FOR DETECTING CONTAMINATION LEVEL OF OPERATING OIL. KR Patent 10-1600120, filed June 26, 2009, and issued February 26, 2016. DOI: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3001968

[16] C. J. Park, K. M. Park, "Trend Analysis of Application Fields of Block Chain Technology using Patent Data", *The Journal of KINGComputing*, Vol.14, No.2, pp.72-81, Apr 2018.

[17] J. H. Yoo. Device for monitoring engine oil change time of engine with diesel particulate filter. KR Patent 10-1882515, filed December 23, 2011, and issued July 20, 2018. DOI: https://doi.org/10.8080/1020110140851

[18] Samuel James Boston, Samuel Jaroslav Stafl. Device for detecting an oil leak. US Patent 11054333, filed March 15, 2019, and issued July 6, 2021.

민 중 원(Jung Won Min) [정회원]

- 2023년 2월 : 경기대학교 기계시스템공학과 (기계시스템학사)
- 2023년 3월 ~ 현재 : 동희산업 샤시시스템사업본부 프로젝트매니저

〈관심분야〉
자동차, 프로젝트 관리, 산업기계

박 태 용(Tae Yong Park) [정회원]

- 2023년 2월 : 경기대학교 기계시스템공학과 (기계시스템학사)
- 2023년 8월 ~ 현재 : 삼성전자 반도체연구소 설비엔지니어

〈관심분야〉
설비기술, 산업기계, 반도체설비

박 찬 정(Chan-Jeong Park) [정회원]

- 2005년 2월 : 경기대학교 전자공학과 (공학석사)
- 2014년 8월 : 경기대학교 전자공학과 (공학박사)
- 2015년 3월 ~ 2017년 2월 : 인하대학교 미래융합교육원 강의교수
- 2017년 3월 ~ 현재 : 경기대학교 교양학부 조교수

〈관심분야〉
특허정보 분석, 지식재산 교육, 기계학습