

선박 배출가스 예측 모니터링 시스템 개발의 필요성 연구

이상목*

*한국폴리텍대학 전기과

e-mail:smlee85@kopo.ac.kr

A Study on the Necessity of Development of Ship Emission Prediction Monitoring System

Sang-Mok Lee*

*Dept. of Electrical Engineering, Korea Polytechnics

요약

국제적으로 선박 배출가스 규제가 강화되고 있다. 국제에너지기구와 국제해사기구에서는 해양 대기오염 방지를 위해 엄격한 규제를 신설하고 있다. 국가에서는 특정 지역에 배출 통제 해역을 만들어 규제하고 있다. 본 논문에서는 세계적으로 선박 배출 가스 규제가 강화되고 있는 상황에서 우리 조선분야의 경쟁력을 높이기 위해서 빅데이터를 활용하여 선박 배출가스 예측 모니터링 시스템 개발에 필요성과 연구의 방법에 대해서 제안한다.

1. 서론

세계적으로 선박 배출가스 규제가 강화되고 있다. 국제 에너지 기구(IEA, International Energy Agency)는 2016년 해상 병커 유의 연소에 따른 이산화탄소 배출량이 6.8톤에서 2050년에는 온실가스 배출량의 10% 이상을 이산화탄소가 차지할 것으로 예측한다.

따라서, 국제해사기구(MO, International Maritime Organization)는 해양 대기오염 방지를 위해 해양오염 방지협약(MAROOL), LDC(폐기물 및 그 밖의 물질 투기에 의한 해양오염 방지 협약) 등 관련 규제를 신설 및 시행 중에 있다.

국가별 방지 대책으로는 특정 지역에 배출 통제 해역(ECA, Emission Control Area)를 지정하여 선박 배기 배출물을 규제 중이다. 북미 지역에 적용 중인 NOx TierIII 기준이 최근 발트해와 북해까지 NOx-ECA로 지정(MEPC 70차), 확대되었으며 2021년 1월 시행하고 있다.

본 논문에서는 세계적으로 강화되는 선박 배출 가스 규제에 대해서 분석하고 우리 조선분야의 경쟁력을 높이기 위해서 빅데이터를 활용하여 선박 배출가스 예측 모니터링 시스템 개발에 필요성과 연구의 방법에 대해서 제안한다.

2. 본론

2.1 강화되는 법규

2.1.1 국제해운 GHG 규제

국제해운에서 GHG 교체를 2008년 3월 MEPC 57차부터 선박의 설계, 건조 단계를 대상으로 하는 에너지설계효율지수(EEDI, Energy Efficiency Design Index) 개발 및 탄소세 등의 시장 조치 논의가 추진되었으며, 2011년 7월 신조선에 대한 EEDI는 강제규정 발효와 함께 개정안 채택 하였으며, 2013년 1월부터 발효 중이다.

따라서, 선박 온실가스를 줄이기 위한 기술적 조치(EEDI), 운항적 조치(EOOI, Energy Efficiency Operational Index) 시행으로 신조 혹은 수리조선에 각종 선박 성능 모니터링 제품에 대한 수요가 증가하고 있다. 2025년 이후 건조되는 신조선은 선종별로 기준선 대비 30% 이상의 에너지 효율 향상이 요구되고 있다.

국제해사기구(IMO))에서는 2018년 3월부터 선박운항 에너지효율 분석지표 개발을 위해 3단계 접근법(데이터 수집, 분석, 결정)에 따라 운항효율분석을 위한 지표를 계발하고 있

다. 선박 배출 온실가스 규제 IMO MRV와 EU MRV는 동일한 개념으로 선박의 운항거리, 연료유별 연료 소모량, 선적화물의 중량정보를 토대로 1톤의 화물이 1해리 이동시에 배출되는 탄소량을 정량적으로 산출을 하며, 차이점은 데이터에 대한 보안문제와 화물중량정보로 EU는 정보를 공개하고 (IMO 비공개) 또한 화물중량정보에 있어 EU는 실제 선적된 화물을 중량을 보고(IMO 명목 재화중량), 실질적인 Carbon Footprint가 산출이 가능하지만, 데이터 수집에 상당한 행정비용 발생할 것으로 예상된다.

2.1.2 선박 대기오염 물질 규제

선박 대기오염 물질 규제 관련해서는 해양오염방지협약 부속서 6의 이행으로, 질소산화물(NOx) 및 황산화물(SOx) 등의 지역별 단계별 규제가 시행중이다.

질소산화물은 국제항해 선박에 설치된 출력 130kW를 초과하는 디젤기관에 적용하여 2016년 1월부터 시행으로 EGR, SCR, 가스추진선박 등 기술을 통해 대응하고 있다.

[표 1] 질소산화물 규제 적용기준 (단위: g/kWh)

시기		'00.1.1	'11.1.1	'16.1.1
구분	RPM(n)	Tier1	Tier2	Tier3
Outside ECA	n<130	17.0	14.4	
	130≤n<2000	45.0×n(-0.2)	44.0×n(-0.23)	
	2000≤n	9.8	7.7	
ECA (북미, 푸에르토리코, 베진아일랜드)	n<130	17.0	14.4	3.4
	130≤n<2000	45.0×n(-0.2)	44.0×n(-0.23)	9.0×n(-0.2)
	2000≤n	9.8	7.7	2.0

[표 2] 황산화물 규제 적용기준 (단위: g/kWh)

시기	'10.7.1	'12.11	'12.8.1	'14.11	'15.1.1	'20.1.1
Outside ECA	4.5%		3.5%		0.5%	
EC A	발틱-북해	1.5	1.0%		0.1%	
	북미	4.5%	3.5%	1.0%	0.1%	
	푸에르토리코, 베진아일랜드	4.5%	3.5%	1.0%	0.1%	

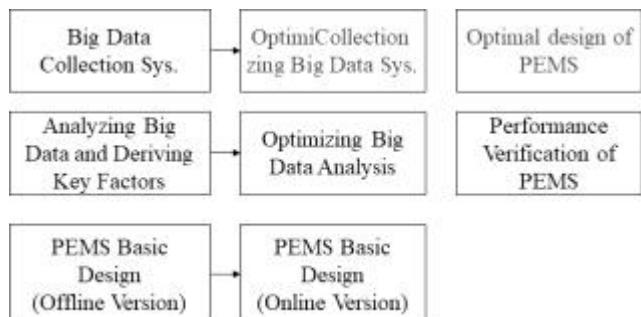
황산화물은 선박에서 사용하는 모든 연료의 황함유량을 제한하며, 배출통제구역(ECA)을 항해하는 선박의 경우 연료를 치환 절차가 필요하다. 따라서, 강화된 황산화물 규제를 만족시키기 위해 LNG를 선박용 주 연료 사용 및 SCRUBBER를 추가 설치하여 대응하고 있다.

2.2 선박 배출가스 모니터링 시스템

빅데이터를 활용한 소프트웨어 기반의 선박 배출가스 실시간 연속 예측 모니터링 시스템에 대한 연구 방법에 대해서 제시한다.

빅 데이터를 기반으로 한 개의 종속 변수 또는 반응 변수에 대하여 설명 변수가 여러 개인 상태인 다중 선형 회귀와 최소제곱추정 등 확률 통계 방법과 신경망 모델 이용한 PEMS(Predictive Emission Monitoring System) 예측 모델을 생성한다.

DAQ를 이용하여 실제 배기 측정기로 데이터(범용 센서를 이용하여 온도, 압력, 유량 등)를 취득하여 모델 검증 및 정확도를 검출하여 배출가스 예측 및 모니터링이 가능한 시스템을 개발한다.

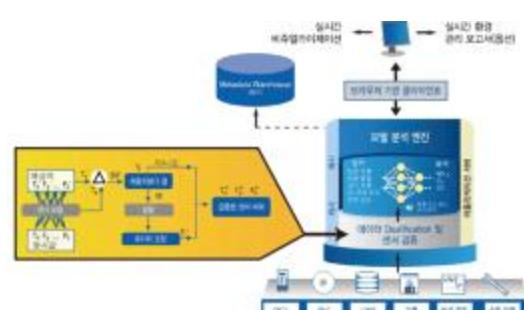


[그림 1] Development conceptual diagram

빅데이터 분석을 위해서 선박에서의 배출가스 정보 데이터를 습득하여 빅데이터 분석 알고리즘을 통해 PEMS의 모델을 구축한다. 구축된 PEMS 모델을 통해 시뮬레이션 실행 결과 값과 실제 값을 비교하여 모델을 보정한다.

2.2.1 빅데이터 기반의 PEMS 연구

선박의 배출 가스의 정보는 DAQ(Data Acquisition)를 이용하여 측정 및 수집하여 빅데이터화 하여 실시간으로 예측 모니터링하는 PEMS가 필요하다.



[그림 2] PEMS conceptual diagram

2.2.2 데이터 확보 및 분석

데이터 확보 방안은 센서를 통해 연료량, 연료구성, 공기, 습도, 온도 등 다양한 변수를 계측하여 DCS(Data Collection Sys.)를 이용하여 취합 및 데이터를 정리하고 DAQ를 이용하여 이산화탄소(CO₂), 질소산화물(NO_x), 황산화물(SO_x) 정보를 취합하여 분석한다.

데이터 분석 방안으로는 학률과 통계 방법을 통해 통계적 규칙과 패턴을 분석하고 하나의 종속변수와 여러 독립변수사이의 관계를 규명한다. 또한 신경망 방법과 최적의 가중치 등 알고리즘을 활용하여 데이터를 분석 한다.

3. 결론

본 논문에서는 선박 운항중 발생되는 질소산화물(NO_x), 황산화물(SO_x)를 줄이기위한 환경 규제를 분석하고 에너지 효율 규제를 만족하기 위해서는 선박에서 배출되는 배기가스를 지속적으로 모니터링하고 예측할 수 있는 시스템이 필요함을 제시하였다.

또한, 빅데이터를 활용하여 t jsqkr 배출가스 예측 모니털이 시스템 개발에 대한 개념에 대해서도 제안하였으며, 데이터 확보와 분석에 대해서 제안하였다.

선박 배출가스 예측 모니터링 시스템이 연구 개발되면 선박의 주요 온실가스를 분석이 가능하며 화석연료 성분 및 환경조건에 따른 온실가스 생성에 대한 데이터 값을 축적 및 분석이 가능하여 최적 연소조건 도출이 가능하므로 환경규제에 따른 우리 조선분야의 기술 성장에 크게 이바지할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] DNV-GL, “Technical and Regulatory News” 12월 2015년
- [2] 한국조선해양플랜트협회, “IMO 환경/안전규제 동향파악 및 대응방안 정책연구보고서”, 12월 2017년