

상업용 건물의 공조기 이상현상 표적지표 개발

Development for Target Indicators for HVAC System in Commercial Building to Improve the Fault Detection and Diagnosis Performance

○신재윤* 정현지** 정진화* 채영태***
Shin, Jae Yoon Jeong, Hyeon Ji Jeong, Jin Hwa Chae, Young Tae

키워드 : 자동고장검출진단, 상업용 건물, 공조시스템, 표적지표, 건물에너지관리시스템

Keywords : AFDD(Automated Fault Detection & Diagnosis), Commercial Building, HVAC, Target Indicator, BEMS

공조시스템에서 발생하는 이상현상을 감지하여 건물의 사용자 또는 관리자에게 유지관리 편의성을 제공하고 장비 고장에 의한 에너지 손실을 절감할 수 있는 자동고장검출진단(이하 AFDD, Automated Fault Detection and Diagnosis) 기술과 관련하여 많은 선행연구를 통해 다양한 방법론 및 구현 기술들이 소개되었으나 정량적인 신뢰성과 기대효과 검증이 제한적이기 때문에 현재까지 상용화는 미비한 실정이다. AI 기반 건물에너지관리시스템(BEMS, Building Energy Management System) 성능 고도화를 위한 연구가 활발히 진행되고 있는 가운데 FDD 모듈의 검출 및 진단성능을 향상시키고 그 신뢰성을 검증하기 위한 연구들도 꾸준히 진행되고 있다.

현재까지 AFDD 모듈의 검출 및 진단성능을 향상시키기 위해 인공지능망 모델을 시작으로 다양한 기계학습 모델이 소개되고 있으며 약 90% 이상의 검출·진단 성능을 나타내는 것으로 분석된다. 다수의 연구에 적용된 학습데이터는 대표적으로 ASHRAE-1312-RP(‘Tools for Evaluating Fault Detection and Diagnosis Methods for Air Handling Units’)와 같이 인공적으로 제작된 고장데이터를 활용하기 때문에 실제 건축물에 적용되는 경우의 성능을 보장할 수 없고 고장의 정도를 파악하는데 어려움이 존재한다. 이러한 제약 조건을 극복하기 위해서는 실제 건축물 또는 기타 시설 설비 시스템의 이상현상별 반응특성 반영이 요구되기 때문에 본 연구에서는 상업용 건축물에서 수집할 수 있는 공조시스템 데이터를 기반으로 고장현상에 대한 학습데이터를 구성하고 AFDD 모듈의 신뢰성을 검증하고자 한다.

* 가천대 대학원 박사과정

** 가천대 대학원 석사과정

*** 가천대 건축학과 교수, 공학박사

(Corresponding author : Division of Architecture / Architectural Engineering, Gachon University, ychae@gachon.ac.kr)

본 연구는 산업통상자원부(MOITE)와 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.(No.20212020800120)

실제 건축물에서 수집된 고장데이터를 활용한 AFDD 모듈의 성능 분석을 진행하기 전 ASHRAE-1312-RP에서 제공하는 이상현상 데이터셋을 활용하여 모듈의 기본적인 고장현상 검출 및 진단성능을 분석했다. AFDD 모듈 구성을 위해 인공신경망-ANN, 의사결정나무-DT, 앙상블-ES 그리고 심층신뢰망-DBN 모델을 적용하였으며 검출 결과는 아래와 같다.

표1. ASHRAE-1312-RP 기반 AFDD 모듈 검출진단 성능

AFDD 모델	ANN	DT	ES	DBN
진단·검출성능 [Cv(RMSE)]	89.56%	97.38%	87.76%	90.63%

모듈의 기본성능은 DT → DBN → ANN → ES 순으로 약 91%의 평균적인 검출·진단 성능을 나타냈다. 모델별 학습 단계에 적용된 데이터셋은 15개의 고장현상이 21개 변수로 구성된 1분 간격 데이터로 고장현상이 명확한 실험데이터이기 때문에 높은 수준을 성능을 보인 것으로 분석된다.

실제 건축물에서 수집되는 데이터를 활용하여 이상현상 표적지표를 구현하기 위해 아래와 같은 2개 건축물을 대상으로 15분 단위 공조시스템 데이터 및 실내·외 환경인자를 수집하였다.

표2. 실증 건축물 일반현황

항목	실증대상	○○○○타워	○○마트
	건축용도	업무시설	판매시설
연면적(m ²)		26,402	28,077
공조방식		흡수식냉온수기+AHU	

수집된 데이터에 대한 모니터링을 통해 이상현상으로 의심되는 구간을 선정하고 건물 설비 관리자의 운영 이력파 실내·외 환경을 종합적으로 분석하여 고장현상에 대한 라벨링을 실시하였으며 분류된 고장데이터를 활용하여 AFDD 모듈의 학습 및 검출·진단 성능을 분석하였다.