

작업조건 및 공정조건 데이터를 활용한 인공지능 기반의 공조운영 시스템

이상훈, 권순룡, 강용태, 강남수

한솔코에버, 오토젠

sh.lee7449@hansol.com, sunryong.kwon@hansol.com, ytkang@hansol.com, iwilldoit@autogen.kr

Artificial intelligence-based air conditioning operation system using working condition and process condition data

Lee Sang Hoon, Kwon Sun Ryong, Kang Yong Tae, Kang Nam Su

Hansol Coever, Autogen

요약

본 논문은 송풍 설비가 설치된 공장에서 작업조건 및 공정조건 데이터를 활용하여 인공지능 모델 중 하나인 Random Forest 모델을 통해 공장 내부의 환경을 최적화할 수 있는 송풍기의 제어 조건을 도출하고자 한다. 실제 공조 운영 시스템의 운영 방식은 공장에서 수집되는 데이터를 학습된 인공지능 모델에 입력 데이터로 사용하여 모든 송풍기의 제어값을 확인한 후 각 환경에 따른 최적의 제어 조건을 도출하고 실시간으로 송풍기를 제어하였으며 해당 시스템의 우수성을 확인하였다.

I. 서론

기존의 공장에서는 IoT의 먼지, 온도, 습도 센서, 카메라 등을 이용하여 송풍기를 제어하거나 공장 직원의 지식을 기반으로 또는 특정한 룰에 맞추어 송풍기를 제어하는 방식으로 운영하였다. 위 방식을 고려하는 공장의 경우 대체적으로 누적된 데이터가 있더라도 이를 활용하지 않고 유의미한 정보를 산출하는데 어려움이 있어 비효율적인 송풍기 운영 시스템을 적용하고 있다. 따라서 에너지 소비를 최적화할 수 있는 최적의 송풍기 운영 시스템을 적용하기 위해 최근 각광받고 있는 인공지능 기법[1]을 적용하고자 한다. 최적의 송풍기 제어를 위해 사용된 인공지능 기법은 머신러닝 구조의 Random Forest로 다양한 연구에서 해당 알고리즘의 성능이 확인되었다. 적용된 알고리즘은 누적된 이력 데이터를 통해 트레이닝과 테스트 데이터를 8 : 2 비율로 나누어 그 성능을 확인하였다.

지능 모델 학습의 경우 입력 데이터로 온도, 습도, 시작 먼지량, 최종 먼지량, 각 송풍기별 작동 상태를 입력 데이터로 하여 해당 공장을 최적의 상태로 만드는데 소요되는 시간과 에너지를 출력 데이터로 도출하도록 설계하였다. 이때 송풍기 상태는 2^{20} 가지로 각 상황별 모든 경우의 수를 고려하여 그중 소요 시간 및 소요 전력량이 가장 적은 제어 조건값을 도출하여 송풍기를 자동 제어하고자 한다. 시뮬레이션의 경우 표 2와 같이 공장에서 수집되는 작업조건 및 공정조건 데이터를 수집하고 해당 데이터를 학습 및 분석하여 인공지능 모델을 도출한다. 이때 고려된 모델은 DNN (Deep Neural Network)[2] LSTM (Long Short Term Memory), Random Forest이며 이 중 Random Forest가 가장 우수한 성능을 보여 Random Forest를 선정하였다. 이렇게 선정된 모델을 학습하여 모델을 튜닝하고 오차 보정, 모니터링 시스템, 자동제어 시스템을 실제 현장에 적용하였다.

II. 입력 데이터 및 시뮬레이션 시나리오

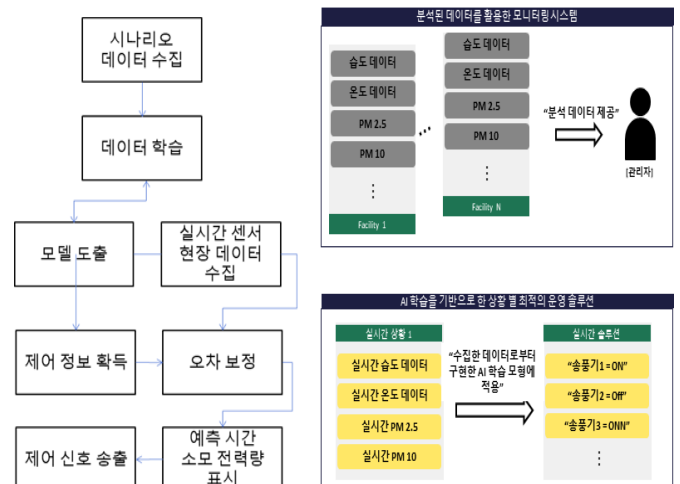
먼저 본 논문에서 사용하는 데이터는 온도, 습도, 초기 먼지량, 최종 먼지량, 송풍기 작동 상태(1번 송풍기 ~ 20번 송풍기), 작동 시간 총 6가지로 표 1과 같은 형태이다.

표 1. 작업조건 및 공정조건 데이터

LAP_Time	Temp	Hum	Start	End	Stage
143	18.95	31.59	544365	5964	ON
126	19.01	31.31	536333	4334	ON
186	19.23	31.17	817956	9606	OFF
155	19.22	31.10	506375	9890	ON
138	19.41	31.07	291875	8609	ON

이때 송풍기의 제어 단계는 ON OFF 2가지만 가능하며 총 20대의 송풍기가 설치되어 있으며 각 송풍기별로 개별 제어가 가능한 형태이다. 인공

표 2. 공정운영 시스템 구현 구성도



III. 시뮬레이션 결과 및 결론

본 논문에서 사용되는 인공지능 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 MAPE(Mean Absolute Percentage Error)[3]를 사용하였다. MAPE의 경우 0에 가까울수록 회귀 모형의 성능이 좋다고 해석되며 도출되는 결과의 형태가 0~100% 사이의 값을 가져 알고리즘의 성능을 %로 수치화하기 때문에 직관적이며 이해하기 쉬워 알고리즘의 성능을 파악하기 용이하다. 식 (1)에서 n 은 데이터의 개수, $\hat{f}$ 는 예측한 종속변수, y_i 는 실제 종속변수들의 미한다.

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{f}(x_i)}{y_i} \right| \quad (y_i \neq 0) \quad (1)$$

알고리즘을 학습 및 테스트할 때 사용된 데이터는 각 상황에 대한 데이터를 1개의 데이터라고 했을 때 총 5,000건으로 트레이닝 시 4,000건 테스트 시 1,000건을 사용하였고 입력데이터의 개수는 온도, 습도, 초기 먼지량, 최종 먼지량, 송풍기 작동 상태(20개)로 총 24가지이고 출력 데이터는 소요 시간으로 1개의 출력값을 가진다. 최종 MAPE 성능의 경우 총 100회 수행한 결과의 평균으로 나타냈으며 최종 성능은 Train 일부 회차별 성능은 아래 표 3과 같다. 최종 100회 평균 성능은 트레이닝 기준 0.1% 테스트 기준 0.27%로 이는 실제 소요 시간과 예측한 소요 시간의 차이가 0.27%의 오차를 보이는 것으로 매우 준수한 성능을 보이는 것을 확인할 수 있다.

표 3. 각 학습 별 알고리즘 성능 [단위 : %]

STEP	Train MAPE	Test MAPE
1	0.08	0.30
2	0.13	0.19
3	0.07	0.21
4	0.11	0.19
5	0.15	0.25
Average	0.10	0.27

본 논문에서 사용한 알고리즘을 통해 각 상황별 공장의 환경이 최적화되는 소요 시간을 예측하고 각각의 송풍기 조건 별로 발생하는 소요 시간 및 전력 사용량을 도출하여 최적의 송풍기 작동 조건을 도출하고 이를 통해 시간 및 에너지 사용량을 절감할 수 있을 것으로 보인다. 추후 연구에서는 단일 모델을 사용하는게 아닌 카메라와 같은 이미지 데이터를 추가로 사용하는 Multi Modal을 추가하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 nipa 정보통신산업진흥원 AI 바우처 지원사업의 연구결과로 수행되었음

참 고 문 헌

- [1] S. H. Lee, K. Y. Kim, J. H. Kim, and Y. Shin, "Effective feature-based automatic modulation classification method using DNN algorithm," *Proc ICAIIC 2019*, pp. 557-559, Okinawa, Japan, Feb. 2019.
- [2] 이상훈, 김광열, 신요안, "고차 통계값을 이용한 딥러닝 기반 자동 변조 분류를 향상 기법," *2019 한국군사과학기술학회 종합학술대회 논문집*, pp. 553-554, 2019년 6월.
- [3] 신기훈, 김철, 남상훈, 방성재, 유성우, "최대 절대값 기반 시계열 데이터 예측 모델 평가 기법," *2018 한국에너지학회*, Vol.27 No.4 pp. 103-110, 2018년.