
저자 (Authors)	전수정, 패트릭, 윤근영 Joen, Soo Joeng, Patrick Nzivugira Duhirwe, Yun, Geun Young
출처 (Source)	한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집 20(2) , 2020.12, 112-113 (2 pages)
발행처 (Publisher)	한국생태환경건축학회 Korea Institute of Ecological Architecture and Environment
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE10523442
APA Style	전수정, 패트릭, 윤근영 (2020). 머신러닝 기법을 이용한 서울지역 어린이집 실내공기질 예측. 한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집, 20(2), 112-113.
이용정보 (Accessed)	부산도서관 210.103.83.*** 2021/09/24 13:57 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독 계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

머신러닝 기법을 이용한 서울지역 어린이집 실내공기질 예측

Predicting indoor air quality in Korean schools using machine learning techniques

○전수정*

패트릭*

윤근영**

Joen, Soo Joeng* Patrick Nzivugira Dahirwe* Yun, Geun Young**

Abstract

Indoor air pollution is detrimental to building occupants, particularly those at a higher risk of contracting air-borne related illnesses (e.g., infants, the elderly). Using advanced machine learning (ML) techniques, we develop various prediction models to assist in the pre-emptive control of indoor air quality levels in a Kindergarten classroom in Seoul. The training data (i.e., 30 min interval indoor air quality data) is collected via sensors installed on a heat recovery ventilator for a period of seven months. Among the developed ML models, the extreme gradient boosting model shows the best predictive performance ($R^2 = 0.95$, RMSE = 5.4). The developed model can be deployed in ventilation systems for improved air quality and energy conservation in buildings.

키워드 : 실내공기질, 머신러닝기법, 예측모델, 어린이집

Keywords : Indoor air quality, Machine learning, Predict model, Kindergraten

1. 서론

1.1 연구의 목적

최근 국내에서는 건물 단열 및 기밀성능 강화정책의 실행과 상대적으로 한랭한 기후조건 등으로 인하여 건축물은 점차 고기밀, 고 단열화 되고 있다. 이러한 현상은 실내 환기량을 더욱 요구하고 새로운 실내공기 오염원 발생 및 축적하게 한다. [1] 특히 어린이나 노약자가 이용하는 시설의 경우 실내오염물질 노출에 대한 위험도가 더욱 높아지며 영유아의 경우 성인보다 면역력이 낮아 미량의 오염물질에도 치명적일 가능성이 매우 크다.[2] 또한 건축물의 대부분 환기시스템은 기계설비에 의존하면서 발생하는 에너지 소비량이 막대하다. [3] 본 논문에서는 서울에 위치한 두 개의 어린이집에서 측정한 데이터를 기반으로 실내공기질을 머신러닝 기반 예측 모델을 개발하여 예측값을 산출한다. 예측 모델은 차후 실내공기질 개선에 사용될 수 있는 환풍기 제어 시스템과 환기 설비 기기 사용으로 발생하는 에너지 사용량 저감 가능성이 큰 기술에 적용될 수 있다.

2. 데이터 수집 및 방법

2.1 데이터 수집

현재 서울에 있는 한 곳의 어린이집에 설치된 두 개 (각 어린이집에 1개)의 열회수 환풍기 내부에 탑재된 4개의 센서로부터 2019년 12월부터 2020년 6월까지 7개월간 30초 간격의 데이터를 온라인 Cloud 서비스에 저장하여 데이터를 축적하고, 저장된 데이터를 내려받는 방법으로 데이터를 수집하였다. 4개의 센서는 열회수 환풍기 내부 및 외부에 탑재되어있으며 각각 내부 (Supply air leaving), 외부 (Supply air entering), 급기 (Exhaust air entering), 배기

(Exhaust air leaving) 부분에 설치되어있다. 외부, 급기, 배기 센서는 이산화탄소, 온도, 습도, 미세먼지 (PM2.5, PM10)를 측정하고 내부 센서는 이산화탄소와 미세먼지를 측정한다. 실내공기질 측정데이터는 예측 모델에 적용하기용 의하도록 Python 프로그램을 사용하여 30분당 평균값을 산출하였다.

2.2 예측 모델 개발 방법

가장 신뢰도가 높은 실내공기질 예측 모델을 개발하기 위해 총 4가지 (SVM, RF, GBM, XGB)의 머신러닝모델을 트레이닝 하였다. 머신러닝은 딥러닝에 비해 적은 데이터로도 정확한 값을 예측할 수 있는 장점이 있다. [4] 측정 요소(이산화탄소, 온도, 습도, 미세먼지 (PM2.5, PM10))를 예측하기 위해 요소별 특징을 고려하여 매개변수 지정하였다. 요소별 매개변수는 아래 표 1과 같다.

표 1. 예측모델 매개변수

모델	매개변수
실내 온도 예측	일일 측정 시간
	실외 온도
	실내 온도
	가동 모드 (팬 속도)
실내 CO ² 농도 예측	계절
	일일 측정 시간
	실외 CO ²
	실내 CO ²
실내 습도 예측	가동 모드 (팬 속도)
	일일 측정 시간
	실외 습도
	실내 습도
실내 PM10 농도 예측	실외 온도
	실내 온도
	가동 모드 (팬 속도)
	일일 측정 시간
실내 PM2.5 농도 예측	실외 PM10
	실내 PM10
	가동 모드 (팬 속도)
	일일 측정 시간
실내 PM2.5 농도 예측	실외 PM2.5
	실내 PM2.5
	가동 모드 (팬 속도)
	일일 측정 시간

* 경희대 대학원 석사과정

** 경희대 건축공학과 교수, 건축학박사

(교신저자 : gyyun@khu.ac.kr)

이 논문은 2019년도 정부(20192020101170, 미세먼지 대응 건물 청정환기 열회수시스템 개발)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구임

3. 실내공기질 예측 결과

3.1 모델 예측 결과

각 요소의 모델 결과는 Training 모델과 Test모델 두 가지로 구성되어있다. Training 모델은 데이터의 예측값에 대한 결과이고 Test 모델은 Training 모델의 정확성을 평가한다. Training 모델과 Test 모델은 파라미터 (Parameter) rbf_5, rbf_10, rbf_15, poly_5, poly_10, poly_15중 가장 좋은 결과값을 도출해 내는 파라미터를 선정하였다. SVM 모델의 경우 poly_15를 적용하였고 온도, 습도, 미세먼지의 경우 굴_15를 적용하였다. 이외 예측 모델 (RF, GBM, XGB)는 모든 요소에 rbf_15를 적용하였다.

(1) 개발 모델 중 Support Vector Machine (SVM)은 샘플 그룹 내 분류 규칙을 찾아내는 기법의 하나며 평균적으로 Training 모델은 $R^2 = 0.92$ 을 나타내며 RMSE는 4.76이다. Test 모델은 $R^2 = 0.89$, RMSE = 4.69이다.

(2) Random Forest (RF)모델은 개별 트리의 계급 예측 중 가장 많은 표를 얻은 계급이 출력값이 된다. Training 모델은 $R^2 = 0.98$, RMSE = 4.33이며 Test 모델은 $R^2 = 0.94$, RMSE = 5.38의 값을 표출하였다.

(3) Gradient Boosting Classifier (GBM)은 회귀 및 분류 문제에 대한 기계학습 기술로 일반적으로 Decision tree의 앙상블 형태로 모델을 생성한다. 러닝 결과는 평균적으로 Training 모델은 $R^2 = 0.97$, RMSE = 4.33이며 Test 모델은 $R^2 = 0.95$, RMSE = 5.58의 값을 나타냈다.

표 2. 예측 모델 결과

	Training			Testing		
	R2	RMSE	MAE	R2	RMSE	MAE
SVM CO ₂	0.89	14.7	21.31	0.75	13.28	12.53
RF CO ₂	0.96	17.74	9.85	0.91	17.70	16.78
GBM CO ₂	0.97	13.88	12.89	0.91	18.90	18.94
XGB CO ₂	0.99	10.33	6.11	0.91	17.84	17.01
SVM 온도	0.95	0.63	0.46	0.86	0.55	0.41
RF 온도	0.99	0.15	0.08	0.94	0.36	0.22
GBM 온도	0.98	0.38	0.26	0.94	0.35	0.23
XGB 온도	0.99	0.23	0.14	0.95	0.34	0.21
SVM 습도	0.99	1.39	0.82	0.98	1.16	0.74
RF 습도	0.99	0.89	0.40	0.98	0.98	0.63
GBM 습도	0.99	1.16	0.81	0.99	1.00	0.61
XGB 습도	0.99	0.46	0.30	0.98	1.01	0.66
SVM PM2.5	0.92	2.77	1.70	0.93	2.87	1.73
RF PM2.5	0.99	0.98	0.55	0.92	2.94	1.73
GBM PM2.5	0.95	2.27	1.41	0.93	2.84	1.71
XGB PM2.5	0.97	1.53	0.90	0.92	2.96	1.72
SVM PM10	0.94	5.01	2.87	0.95	5.60	3.12
RF PM10	0.99	1.90	1.00	0.96	4.96	2.97
GBM PM10	0.96	3.97	2.41	0.96	4.82	2.73
XGB PM10	0.99	2.02	1.32	0.96	4.86	2.83

(4) XGBoosting (XGB) 는 구조화된 테이블 형식의 데이터에 대한 기계학습 및 Kaggle 경쟁을 지배하는 알고리즘 형태이다. 러닝 결과는 Training 모델은 $R^2 = 0.99$, RMSE = 2.91이며 Test 모델은 $R^2 = 0.95$, RMSE = 5.4의 값을 나타냄으로써 본 논문의 예측 모델 개발 결과 중 가장

신뢰성이 높게 평가되었다. XGB모델에 대한 결과 값은 표 2와 그림 1과 같다.

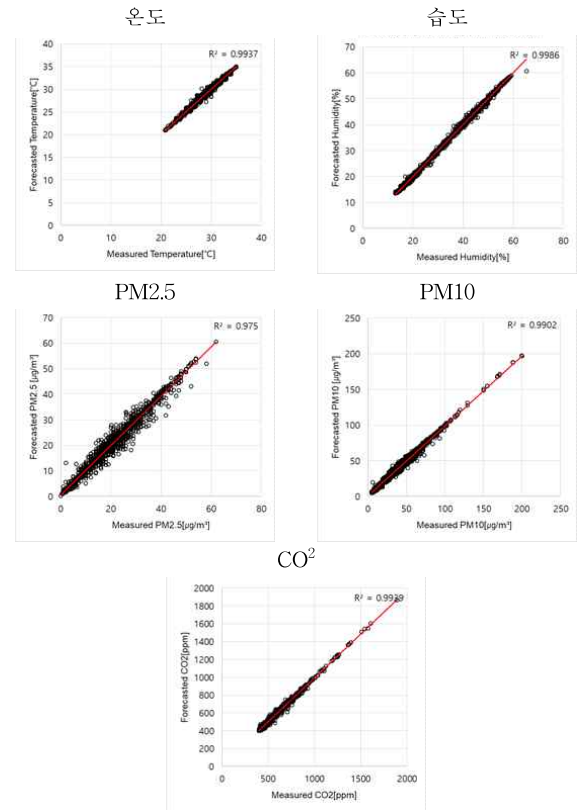


그림 1. XGB모델 결과

4. 결론

본 연구는 서울에 위치한 어린이집 실내공기질 특성을 파악하기 위해 두 어린이집의 열회수 환풍기에 탑재된 4개 (내부, 외부)의 센서로부터 실측한 데이터 (30분 간격)를 기반으로 예측 모델 (SVM, RF, GBM, XGB) 개발 결과를 실내공기질 개선 연구와 환기장치 제어 시스템에 반영될 수 있다. 또한 최적의 환기 시간을 산정할 수 있으며 본 결과를 인용한 환기시스템 모드 제어로 효과적인 에너지 절감 효과를 기대할 수 있다.

참고문헌

- 류영희, 남지연, 이경희. “공동주택 실내공기질 측정을 통한 현황 및 환기량과 자재종류에 따른 실내공기질 예측.” 대한건축학회 학술발표대회 논문집-계획계 24.1 (2004): 574-577.
- 박성민 외, “어린이집 실내공기질 실태 조사.” 한국생태환경학회지 24.6 (2017): 733-743.
- 김형준, 박준석, “환기설비 운전이 공동주택 연간 에너지소비량에 미치는 영향에 관한 연구.” 대한건축학회 학술발표대회 논문집-계획계 29.1 (2009): 757-760.
- Dimiduk, Dennis M., Elizabeth A. Holm, and Stephen R. Niezgoda. “Perspectives on the impact of machine learning, deep learning, and artificial intelligence on materials, processes, and structures engineering.” Integrating Materials and Manufacturing Innovation 7.3 (2018): 157-172.