

미국 실외 공기 공공데이터와 실내 공기 측정 데이터간의 연관성 분석 연구

A Study on the Relationship between Outdoor Air Public Data and Indoor Air Measurement Data in the United States

라즈베리파이를 이용한 미국 실내 공기 측정 및 미국 공공데이터 연관성 분석 연구

A Study on the Measurement of Indoor Air in the United States and the Relationship between Public Data in the United States using Raspberry Pie

요약 (Abstract)

이 논문은 미국 실외 공공데이터와 실내 공기 데이터를 비교 분석하여 상관관계를 도출하기 위해 작성되었다. 코로나 19 팬데믹 이후 공기질의 중요성은 더욱 부각되는 가운데, 현대인들은 하루에 80% 이상 실내에서 생활하고 있음에도 실외 대기 공기질의 데이터만을 기준으로 삼고 있고, 실제 실내 공기질이 실외 대기질과 얼마나 차이가 나는지 인지하지 못하고 있다. 즉, 실내 공기질에 대한 일반인들의 관심이 실외 대기질에 대한 관심에 비하여 미약하다고 할 수 있다. 이 논문에서는 아두이노, 라즈베리 파이 및 다양한 센서를 이용하여 미국 실내 공기 데이터를 직접 측정하고 정부와 기관에서 제공하는 실외 공기 데이터와 비교 분석을 진행하여 상관관계를 도출한다. 이를 통해 실내 공기가 실외 공기와 얼마나 차이가 많이 발생하는지를 시각화하여 제시한다.

This paper was prepared to derive a correlation by comparing and analyzing U.S. outdoor public air data(OAD) and indoor air data(IAD). While the importance of air quality has become more prominent since the COVID-19 pandemic, modern people are based only on data of outdoor air quality, even though they live indoors more than 80% a day, and are not aware of how different the actual indoor air quality is from outdoor air quality. That is, it can be said that the general public's interest in indoor air quality is weaker than that of outdoor air quality. In this paper, we directly measure U.S. indoor air data using Arduino, Raspberry Pie, and various sensors, and conduct comparative analysis with outdoor air data provided by the government and institutions to derive correlations. Through this, it visualizes and presents how much difference occurs in indoor air from outdoor air.

Junho Jung, Duyong Chung , Qingyi Zhang

1. 서론 (Introduction)

황사와 미세먼지와 같은 대기오염은 현대 사회에 모든 국가와 기관이 해결하려고 하는 문제이다. 공기질의 중요성은 모든 사람들이 익히 알고 있는 사실이다. 또한 코로나 19 팬데믹 이후 공기질에 대한 중요성은 더욱 부각되었다. 미국 질병통제예방센터(CDC)는 공기 전파가 신종

코로나바이러스 감염증(코로나 19)의 주요한 전염 경로로 공식 인정했고, 세계보건기구(WHO)도 공기 전파를 코로나 19 전파 경로로 포함시켰다.

Air pollution, such as yellow dust and fine dust, is a problem that all countries and institutions are trying to solve in modern society. The importance of air quality is a fact that everyone knows well. In addition, the importance of air quality has become more prominent since the COVID-19 pandemic. The U.S. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) officially recognized air transmission as a major transmission route for COVID-19, and the World Health Organization (WHO) also included air transmission as a COVID-19 transmission route.

위와 같은 중요성으로 많은 사람들은 하루에 일과를 시작하기 전 공기질에 대한 인체 영향 기준을 정부에서 제공하거나 각 기관이 제공하는 실외 공기질 데이터 (미세먼지와 초미세먼지 농도) 를 매일 확인하고 있다. 하지만 그럼에도 불구하고, 실내 공기질에 대한 일반인들의 관심은 실외 공기질에 대한 관심에 비하여 미약하다고 할 수 있다.

With the above importance, many people check outdoor air quality data (fine dust and ultrafine dust concentrations) provided by the government or provided by each institution every day before starting their daily routine. Nevertheless, it can be said that the general public's interest in indoor air quality is weaker than that of outdoor air quality.

미국 환경 보호청에 따르면 현대인이 하루의 80%~90% 이상을 생활하는 실내의 공기가 외부에 비해 100 배 이상 오염돼있다고 발표했으며¹, 실내 공기 오염 물질이 대기 오염 물질보다 사람의 폐에 전달될 확률이 100 배 가량 높다는 내용의 연구 결과도 제시했다. 미국폐협회(ALA)에서도 실내 유해물질이 실외에 비해 2~5 배 정도 많고, 100 배에 이르는 경우도 있다고 발표했다. 벽과 가구에서 배출되는 각종 화학 성분, 침대, 베게, 집 먼지, 사람이 움직이며 유발하는 먼지 등이 복합적으로 발생해 실내 공기를 오염 시키고 있다는 분석이다.

According to the U.S. Environmental Protection Agency, indoor air, where modern people live more than 80% to 90% of the day, is 100 times more polluted than outside, and a study also suggested that indoor air pollutants are 100 times more likely to be delivered to human lungs than air pollutants. The American Lung Association (ALA) also announced that indoor harmful substances are two to five times more than outdoor and that there are cases of 100 times more harmful substances. Analysts say that various chemical components discharged from walls and furniture, beds, pillows, house dust, and dust caused by human movement are combined, polluting indoor air.

본고(이 논문)에서는 미국의 환경보호국(EPA, Environmental Protection Agency)²에서 제공하는 주요 실내 공기 오염물질과 요인 데이터와 실제 미국 실내 환경에서 직접 측정한 데이터를

¹ http://www.ohmynews.com/NWS_Web/View/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0002190373

² <https://www.epa.gov/>

비교해봄으로서, 국가나 기관에서 제공하는 외부 공기 데이터와 실제 실내 공기 데이터 간에 얼마나 많은 차이가 있는지를 확인한다. 이를 통해 실제 사람들이 하루 활동의 기준으로 삼는 미세먼지, 초미세먼지와 같은 실외 공기가 실제 오랜 시간 활동을 하는 실내 공기와 얼마나 상관관계가 있는지를 분석하고, 이에 측정 결과를 제시한다.

In this paper, we compare major indoor air pollutants and factor data provided by the Environmental Protection Agency (EPA) with data measured directly in the actual indoor environment to see how much difference there is between external air data provided by countries or institutions and actual indoor air data. Through this, it analyzes how much outdoor air such as fine dust and ultrafine dust, which people use as the basis for daily activities, correlates with indoor air that actually works for a long time, and presents the measurement results.

실내 공기질 데이터를 분석하기 위한 장치(시스템)로는 아두이노와 라즈베리 파이 및 온습도 센서, 미세먼지 센서, 가스 센서 등을 이용하였으며, 계획한 시간에 주기적으로 동일한 장소에서 데이터를 측정하고 수집하였다.

Arduino and raspberry pie, temperature and humidity sensors, fine dust sensors, and gas sensors were used as devices (systems) for analyzing indoor air quality data, and data were measured and collected periodically in the same place at the planned time.

2. 실내 공기 데이터 측정 방법

2.1 측정 하드웨어 장치 구성

1) 아두이노

본 연구에서 사용된 아두이노는 센서 측정에 가장 범용적이고 보편적으로 사용되는 보드로서 표준으로 사용되고 있기 때문에 사용하였다. 아두이노 보드를 PC 와 USB 로 연결하여 기본적인 하드웨어 세팅을 진행하였다. 제품 사양은 table 과 같다.

2) 라즈베리 파이

3) 미세먼지 센서

미세먼지 센서의 제품 사양은 table 과 같으며, Nova Fitness SDS011 센서를 사용한 이유는 디지털 출력과 내장 팬이 있어 안정적이고 신뢰할 수 있기 때문이다.

4) 온.습도 센서

온 습도 센서의 제품 사양은 table 와 같으며, DHT22 온도/습도 센서는 AM2302 센서를 사용한다. 센서 내부의 마이컴이 센서가 감지될 시에 메모리에 미리 저장된 교정계수 값을 사용, 정확한 온도와 습도 값을 제공하여 신뢰성과 안정성을 보장한다.

5) 가스 센서

가스 센서의 제품 사양은 table 과 같으며, MQ-7 가스 센서는 일산화탄소를 검출하는 가스 센서이다. 비용이 저렴하고, 인간이 숨쉬는 공기에서 가장 위험한 성분인 일산화탄소를 검출하기 위해 사용했다.

3. 실내 실외 공기 데이터 측정 방법

3-1. 미국 공공데이터 분석

연구 결과 및 고찰 (Results) -> 데이터 시각화

3-2. 실내 공기 측정 데이터

아래 table 은 퍼듀대학교 내에 ~개의 시설에 대해서 유지기준 몇가지 오염 물질을 대상으로 측정한 결과이다.

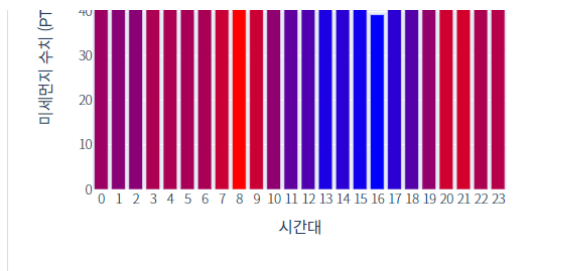
Table 2. Result of indoor air quality measurement at 111 kindergartens in Suwon-si

No.	Date	Result						
		Temp. (°C)	Humidity (%)	PM ₁₀ (ug/m ³)	CO (ppm)	HCHO (ug/m ³)	CO ₂ (ppm)	Bioaerosol (CFU/m ³)
		-	-	100	10	100	1,000	800.0
1	6/21	26.0	56	75	1.1	11	698	651.4
2	6/21	27.0	52	81	1.1	12	700	600.4
3	6/21	27.4	54	77	1.0	14	668	712.5
4	6/21	28.5	57	64	1.0	19	655	684.7
5	6/21	27.4	56	69	0.9	19	664	598.6
6	6/22	26.8	58	70	1.0	21	654	605.6
7	6/22	27.9	56	51	1.1	20	701	580.5
8	6/22	27.6	58	61	1.0	20	698	621.4
9	6/22	28.5	55	61	1.1	15	643	498.5
10	6/22	28.6	50	61	1.2	19	668	579.5
11	6/22	27.3	50	74	0.9	18	675	489.0
12	6/30	24.5	74	95	0.5	0	394	95.3
13	6/30	25.6	63	35	0.5	0	1224	798.6
14	6/30	25.9	69	49	0.5	0	481	154.5
15	6/30	27.0	61	83	0.5	0	670	253.0
16	6/30	27.4	62	78	0.5	0	444	289.2
17	7/5	22.2	76	62	0.7	0	821	1190.6
18	7/5	23.7	61	72	0.4	0	605	847.9
19	7/5	24.0	63	68	0.7	0	670	437.1
20	7/5	26.0	71	97	0.5	0	769	729.6
21	7/5	27.9	83	84	0.4	0	265	36.1
22	7/6	26.6	60	98	0.7	0	638	1032.4
23	7/6	27.2	62	84	0.6	0	425	391.1
24	7/6	25.6	53	42	0.6	0	1009	743.9
25	7/6	26.2	57	68	0.6	0	448	39.4
26	7/20	25.4	53	33	0.6	0	913	552.1
27	8/10	27.6	50	151	0.6	0	512	477.5
28	8/23	25.5	43	61	0.7	17	721	106.8

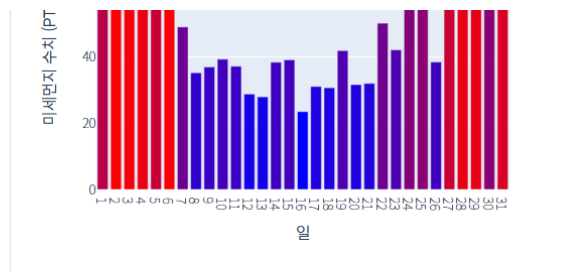
3-3. 실외 공기 공공 데이터

아래 데이터는 미국 공공데이터~

3-3. 측정 데이터 간 상관관계 분석 및 시각화



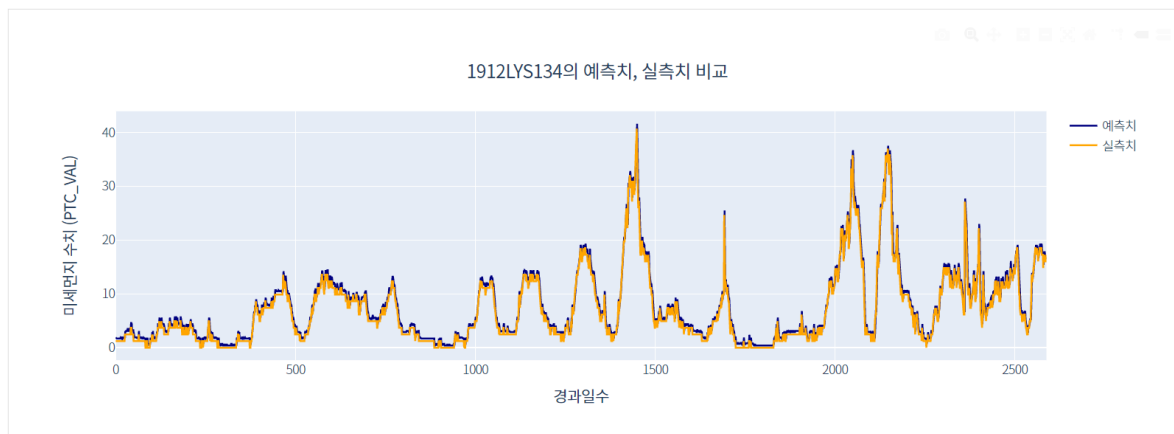
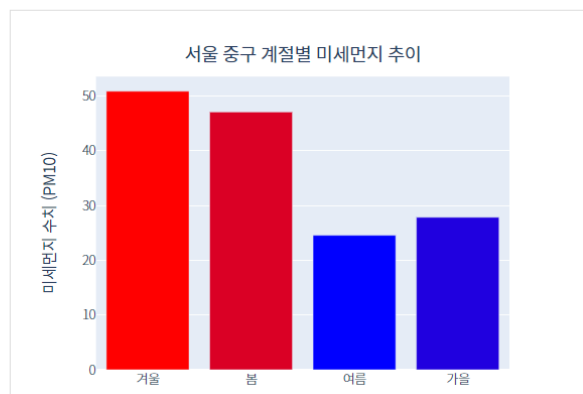
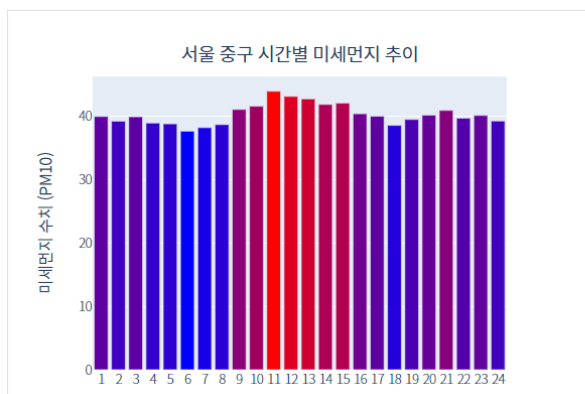
두 측정기 모두 새벽에서 출근 시간대까지 매우 높은 미세먼지 추이를 보여주며 오후에는 대체로 낮은 성향을 보였다.



비슷한 위치에 설치되어있는 두 기기는 월별 평균에서 꽤나 다른 양상을 보였다. 1912LYS134는 비교적 고른 양상을 보였으나 1912LYS141은 월초와 월말에 높은 추이를 보였다.

데이터 셋 2(서울 중구, 2020년)의 시간별 미세먼지의 시간별 / 일별 / 월별 / 계절별과 다른 변수 간의 상관 관계 분석은 다음과 같다.

계절별 미세먼지의 추이는 다음과 같다.



결론 (Discussion): 연구자의 주관에 따라 해석한 내용 서술, 단순 해석에서 넘어서 연구자들의 내용

참고 문헌 (Literature cited):

