

## 본페로니 다중 분석 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템

임병연<sup>1</sup> · 임현근<sup>1</sup> · 홍성택<sup>2</sup> · 정희경<sup>3\*</sup>

### Air pollution monitoring system based on Bonferroni multi-analysis

Byeongyeon Lim<sup>1</sup> · Hyunkeun Lim<sup>1</sup> · Sungtaek Hong<sup>2</sup> · Hoekyung Jung<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate Student, Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 35345, Korea

<sup>2</sup>Senior Researcher, K-water, Daejeon 34350, Korea

<sup>3\*</sup>Professor, Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 35345, Korea

#### 요 약

지역 내의 도시들은 인구수, 계절, 교통량, 산업단지 등의 변수에 따라 대기오염의 수치가 다르게 관측되기 때문에 소규모 지역에 대해 정확하게 모니터링을 할 수 없는 문제점이 발생하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 인체에 악영향을 미치는 대표적인 대기오염 물질 SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>이 관측되는 소규모 지역에 대해 결정계수(Coefficient of determination)를 통해 비교분석 하였다. 그리고 본페로니(Bonferroni) 다중 비교분석을 기반으로 기간별 대기 오염도를 나타내었다. 그리고 모니터링 시스템을 위해 지도를 각 소규모 도시의 좌표와 연동하여 분석 데이터를 기반으로 소규모 도시들에 대한 대기오염 물질을 시각화 하였다. 이를 통해 지역에 대한 대기오염 물질을 보다 정밀하게 사용자에게 모니터링 시스템을 제공할 수 있으며 일상생활에서 대기오염으로 발생할 수 있는 사고로부터 예방할 수 있을 것으로 보인다.

#### ABSTRACT

Cities in the region have a problem in that they cannot accurately monitor small areas because the number of air pollution is differently observed depending on variables such as population, season, traffic volume, and industrial complexes. In order to solve this problem, in this paper, comparative analysis was performed on small areas where representative air pollutants SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, and O<sub>3</sub>, which adversely affect the human body, are observed through coefficient of determination. In addition, based on Bonferroni's multiple comparative analysis, the air pollution level by period is shown. The map for the monitoring system was linked with the coordinates of each small city to visualize air pollutants for small cities based on the analysis data. Through this, it is possible to provide the user with a monitoring system of air pollutants for the region more precisely, and to prevent them from accidents that may occur due to air pollution in everyday life.

**키워드** : 결정계수, 대기오염, 도시화, 모니터링

**Keywords** : Air pollution, Coefficient of determination, Urbanization, Monitoring

Received 30 April 2020, Revised 13 May 2020, Accepted 1 June 2020

\* Corresponding Author Hoekyung Jung(E-mail:hkjung@pcu.ac.kr, Tel:+82-42-520-5640)

Professor, Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 35345, Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2020.24.8.963>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서 론

여러 나라에서는 대기오염 지수에 대한 모니터링과 다양한 분석을 통한 연구가 진행되고 있으며 최근에는 각 대표 지역마다 여러 대기오염 물질에 대한 시간별 모니터링까지 제공해주고 있다[1-3]. 이에 고정형 센서 및 이동형 센서에 네트워크 기술을 통한 대기오염 지수 모니터링 기술을 개발한 사례가 있다[4,5].

본 논문에서는 이러한 사례들을 분석하고 문제점을 해결하기 위해 일상생활에서 관측되고 인체에 악영향을 미치는 대표적인 대기오염 물질 SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>에 대해 지역마다 결정계수를 통해 비교분석 하였다. 그리고 본페로니 다중 비교분석을 기반해 사후검정을 실시하여 기간별 대기 오염도를 나타내는 모니터링 시스템을 제안한다. 제안하는 모니터링 시스템은 구글맵과 연동하여 분석 데이터를 기반으로 도시들에 대한 대기오염 물질을 시각화 하였으며, 비교분석 방법으로는 상관관계를 통해 사후검정을 마친 대기오염 물질과 지도 내에 각 도시 좌표들을 시각화하여 대기오염 지수와 같이 나타내었다.

## II. 데이터 및 데이터분석 요구사항

대기오염 물질 분석은 예측, 측정, 분석 등으로 나뉘는데 대부분 대기환경 분야에서 많이 사용되고 있다. 본 장에서는 대기오염 분석을 위한 데이터 수집 및 가공에 대한 내용을 기술한다.

### 2.1. 이용 데이터

본 논문에서의 대기오염 물질 데이터는 한국환경공단에서 운영하고 있으며 전국에 실시간으로 대기 오염도를 공개하는 홈페이지인 에어코리아에서 2014년부터 2015년까지의 대전 지역의 대기오염 물질 데이터를 Excel 파일로 수집하였다. 수집한 데이터 중 사용되는 대기오염 물질 변수는 CO, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>를 사용하였고, 총 변수는 날짜, 시간, 지역, CO, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, 지역코드, 월, X축, Y축으로 12개로 구성되어 있으며 약 80,000개의 데이터를 사용하였다.

### 2.2. 데이터 비교분석에 대한 요구사항

데이터 분석에는 데이터에 대해 필요한 값들만 추출하여 가공한 뒤 분석을 진행한다. 데이터 가공이 완료된 추출 데이터에 대해 정확하게 파악해야 하며 결측값을 제거해야 데이터의 누락을 막을 수 있고 제대로 된 분석이 가능하다.

본 논문에서는 가공한 대기오염 물질 데이터를 본페로니 다중 비교분석을 기반해 기간별 대기 오염도를 나타내는 모니터링 시스템을 제안한다. 첫째로 각 대기오염 물질에 대해 결측치를 제거하고 상관관계를 분석해야 한다. 그리고 상관관계를 분석한 대기오염 물질에 대해 사후 검정을 실시한다. 둘째로 지역에 따른 대기오염 물질 분석을 연구한다. 세 번째로는 기간별 대기오염 물질 분석을 연구하고 마지막으로 지역과 기간별에 대한 상관관계를 분석하고[6-8], GIS를 통해 모니터링을 보여준다. 대기오염 물질은 수치값에 따라 분석이 다양하게 바뀌기 때문에 정확한 데이터 정제가 필요하다.

## III. 대기오염 물질 분석 시스템 설계

본 장에서는 대기오염 물질 분석 시스템에 대한 시스템 구성도, 흐름도, 시각화 설계 내용을 기술한다.

### 3.1. 모니터링 시스템 설계

대기오염 물질 분석 시스템은 다중 비교를 위해 각 변수 데이터들을 데이터 정제시키고 이를 기반으로 모니터링을 제안하는 시스템이다. 데이터가 편향되지 않게 결측치를 제거하고 원하는 변수를 가공하여 실험을 진행한다. 이는 데이터가 누락되지 않고 정확한 분석을 할 수 있기 때문이다. 이에 따라 그림 1은 모니터링 시스템을 위한 전체 시스템 구성도를 나타낸다. 그림 2는 대기오염 물질 분석에 대한 시스템 흐름도를 나타낸다. 흐름도는 먼저 대기오염 물질에 대한 데이터를 요구한다. 그리고 수집한 데이터에서 필요한 변수를 추출한다. 여기서 필요한 변수는 분석에 필요한 요소를 의미한다. 변수 추출을 한 데이터는 데이터 정제를 통해 올바른 데이터를 사용할 수 있게 만들고 이를 통해 공분산 분석과 결정계수 분석을 통해 서로의 상관관계를 분석한다. 그 다음 본페로니 사후 검정을 실시한 뒤 데이터들을 k-means 군집시킨다. 여기서 군집을 통해 나온 클러스터 값을 얻

게 되는데 본 논문에서는 nbClust 라이브러리를 사용하여 최적화된 클러스터 값을 얻었다. 클러스터 값은 오염도를 나타내는 기준을 잡기 위한 변수이다. 이에 클러스터 값을 얻은 데이터는 이후 지역별, 시간별로 대기오염 지수를 그래프로 시각화할 수 있다.

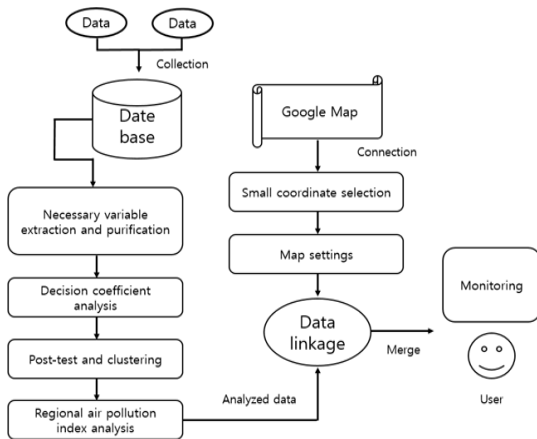


Fig. 1 Proposed system configuration

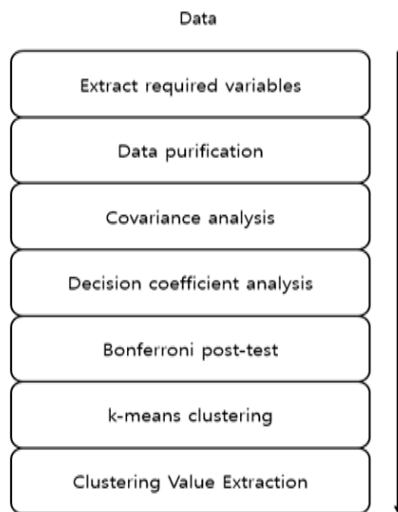


Fig. 2 Air pollutant analysis system flow chart

이에 따라 그림 3은 클러스터 값을 기반으로 시각화를 위한 흐름도를 나타낸다. 해당 흐름도는 클러스터 값이 정해진 정제된 데이터로 시작되며 클러스터 값을 새로운 변수로 새롭게 추가한다. 그리고 대기오염 지수가 정해진 클러스터 값을 토대로 시간별, 지역별 대기오염 지수를 나타내고 비교분석하였다. 다음으로 모니터링

을 진행할 구글맵과 연동하고 각 지역코드에 맞는 도시 이름을 지정한 뒤 좌표를 얻어 새롭게 변수를 추가한 다음 마지막으로 좌표 변수와 클러스터 값 변수를 통해 출력한다.

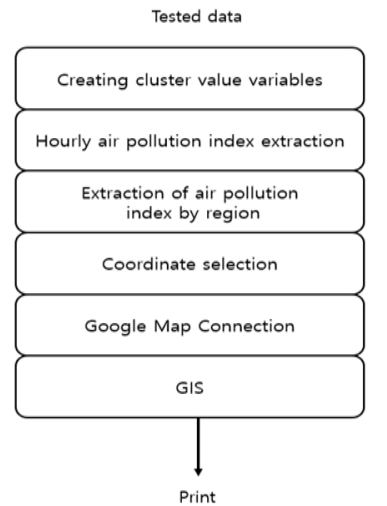


Fig. 3 Monitoring system flow chart

### 3.2. 대기오염 물질 군집 설계

본 시스템 설계에서는 대기오염 물질에 대한 군집을 진행하며 withinss를 통해 각 데이터의 클러스터 내부 데이터의 분산 정도를 분석하고, NbClust 라이브러리를 사용하여 대기오염 물질 CO, NO2, PM10, O3, SO2에 대해 최적의 군집 클러스터 수를 찾는다. 데이터 분석 중 군집 분석은 해당 데이터에 대해 군집을 몇 개로 할 것인지가 가장 중요하다. 데이터가 1~3차원까지는 데이터를 시각화하여 군집의 개수를 파악할 수도 있지만 데이터가 4차원이 넘어간다면 데이터의 전체적인 구조를 눈으로 파악할 수 없고, 추정하기도 힘들 것이다. 그림 4는 최적의 클러스터 값 3을 분석하기 위한 대기오염 물질 데이터에 매핑한 뒤 데이터의 군집 결과 그래프를 나타낸다.

도시에 대한 전체적인 시각화를 위해 멀티 그래프를 생성한다. 멀티 그래프는 데이터 시각화를 위한 ggplot 라이브러리를 다중으로 사용하여 한눈에 비교할 수 있도록 함수를 생성하였다. 논문에서는 소규모 지역에 대한 도시는 8개로 함수 멀티 그래프를 2행 4열로 나타내어 시각화 하였으며 지역코드를 모두 도시 이름으로 지정하여 그래프로 출력하도록 설계하였다.

### 3.3. 지도 설계

본 논문에서는 오픈 소스 통합 개발 환경 RStudio를 사용하여 구글 지도 서비스를 이용하여 시각화로 표현하기 위해 ggmap 라이브러리를 사용하였다. 그리고 Google Maps Platform에서 API 서비스 이용하였다.

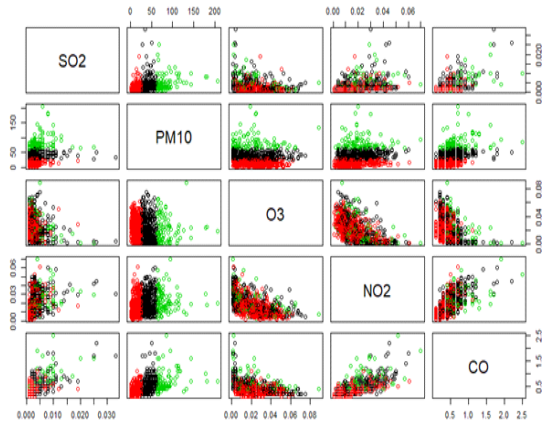


Fig. 4 Data cluster graph

## IV. 시스템 구현 및 분석

본 장에서는 시스템 구현 내용 및 대기오염 물질의 분석을 다룬다. 개발환경의 모델은 인텔 코어 i7-8600K를 사용하였으며 CPU는 3.70GHz와 RAM은 16기가바이트로 진행하였다. 운영체제는 Windows 10 Pro, 64비트로 하였다. 분석을 진행할 RStudio의 버전은 GIS 설계를 통해 최신버전으로 업그레이드하여 1.2.5033 버전을 사용하였다.

### 4.1. 대기오염 물질 상관관계 분석

표 1은 대기오염 물질에 대한 상관관계를 나타낸다. CO는 NO2, PM10, SO2와 비교해봤을 때 모두 뚜렷한 양적 선형관계를 띄지만 O3은 -0.4로 뚜렷한 음적 선형관계를 보인다. NO2는 CO, SO2와 비교했을 때 위와 같이 뚜렷한 양적 선형관계를 띄지만 PM10은 약한 양적 선형관계를 띄며 O3는 CO와 같이 음적 선형 관계를 보인다. PM10 또한 나머지 대기오염 물질에 대해 양적 선형관계를 나타내지만 O3는 거의 무시될 수 있는 선형관계로 나타낸다. SO2는 CO와 똑같이 모두 뚜렷한 양적 선형관계를 나타내지만 O3는 약한 음적 선형관계를

띄는. 마지막 O3는 O3를 제외한 나머지 대기오염 물질에 대해 음적 선형관계를 띄며 다른 물질과는 상관관계가 없는 것으로 보인다.

Table. 1 Correlation

	CO	NO2	PM10	O3	SO2
CO	1.0000000	0.6649463	0.48305877	-0.44070489	0.6056492
NO2	0.6649463	1.0000000	0.28471963	-0.57517894	0.3526034
PM10	0.48305877	0.28471963	1.0000000	-0.08978895	0.36504761
O3	-0.44070489	-0.57517894	-0.08978895	1.0000000	-0.20052440
SO2	0.6056492	0.3526034	0.36504761	-0.20052440	1.0000000

### 4.2. 본페로니 다중 비교분석

본페로니 다중 비교분석은 사후검정의 한 방법으로 대기오염 물질 수치를 그룹으로 할당하여 그래프로 표현할 수 있으며 각 지역마다의 수치를 알 수 있다. 그림 5는 본페로니 다중 비교를 통한 그래프이다. CO의 경우 그룹이 4개로 나누어져 있으며 대기정체가 많은 지역이 a 그룹으로 할당된 것을 볼 수 있다. 이에 따라 그림 6은 PM10 본페로니 다중 비교 그래프를 나타낸다.

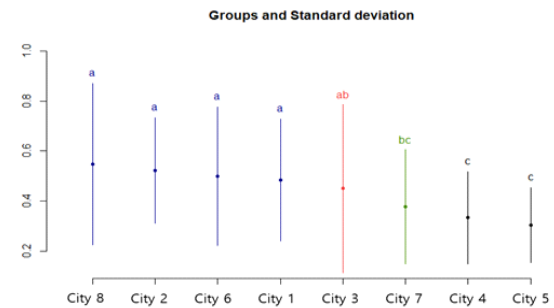


Fig. 5 CO Bonferroni multiple comparison graph



Fig. 6 PM10 Bonferroni multiple comparison graph

PM10의 다중 비교 그래프를 보면 그룹은 총 3개로 나누어져 있으며 미세먼지는 고속도로를 포함한 City 8이 많은 교통량으로 인해 그룹 중 가장 높은 그룹으로 할당됐음을 알 수 있다. 이에 그림 7은 NO2 본페로니 다중 비교 그래프, 그림 8은 SO2의 그래프를 나타낸다.

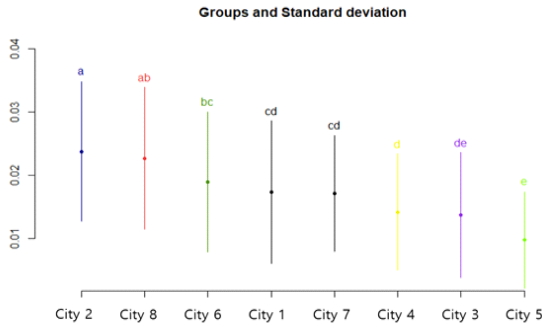


Fig. 7 NO2 Bonferroni multiple comparison graph

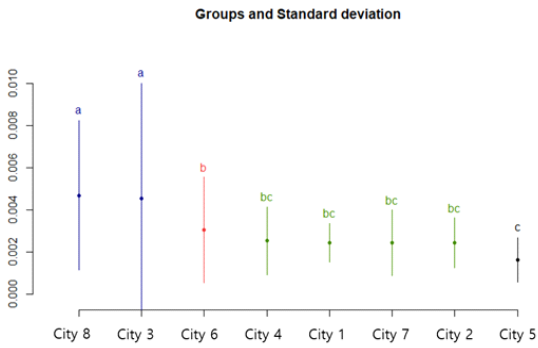


Fig. 8 SO2 Bonferroni multiple comparison graph

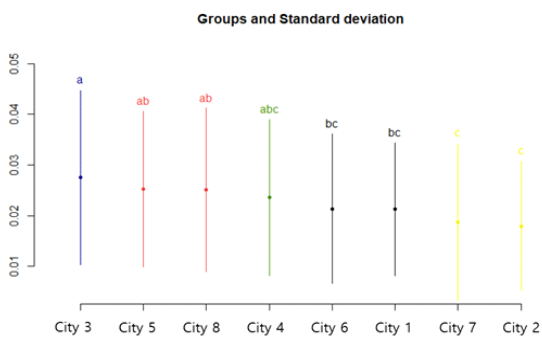


Fig. 9 O3 Bonferroni multiple comparison graph

NO2의 그래프는 대기오염 수치가 서로 다르게 관측되어 그룹이 7개로 할당되었다. NO2는 산업단지 주변

에 있는 지역에 수치가 높게 관측되었으며, 1층 상가가 많은 City 5가 가장 낮게 관측됐다. 그리고 SO2는 교통량이 많이 복잡한 City 8과 City 3이 높게 관측 되었으며 NO2와 동일하게 City 5에서 가장 낮은 수치를 보인다. 그림 9는 O3 다중 비교 그래프를 보여준다.

마지막으로 O3의 지수는 그룹이 5개로 할당되었으며 도시 중심에 위치한 지역이 주로 높게 관측됐다. 그리고 도시 외곽에 있는 지역 그룹이 수치가 낮게 관측되었다.

### 4.3. 기간별 대기오염 물질 그래프 분석

본 절에서는 3장의 그래프 설계를 기반으로 기간별 대기오염 물질을 시각화 하였으며 비교적 많은 데이터를 겹쳐서 출력하지 않도록 포지션은 ‘Jitter’를 사용하여 그래프를 나타내었다. 그림 10은 대표적으로 기간별 지역마다의 미세먼지 수치를 나타낸 그래프이다.

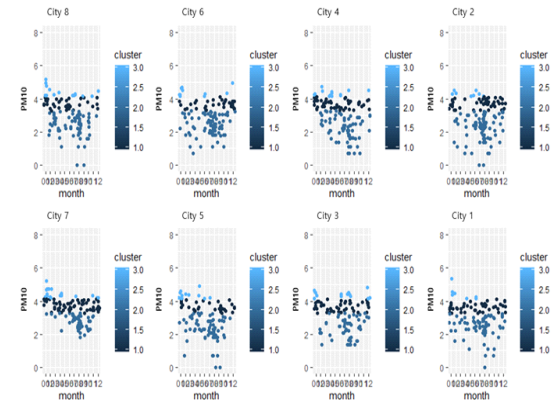


Fig. 10 Regional PM10 Observation Graph by Period

그림 10의 PM10 관측 그래프는 지역마다 고르게 관측되며 대부분 겨울과 봄에 높게 관측된다. 미세먼지는 황사의 영향을 받으므로 여름과 가을에는 수치가 낮게 관측되는 것으로 보인다. 이는 그림 6과 같이 그룹 기준이 균일한 결과와 상관관계를 띄는 것을 알 수 있다.

### 4.4. 기간별 대기오염 물질 그래프 분석

본 절에서는 지역별, 기간별 대기오염 물질 수치값에 대해 분석한 데이터를 기반으로 위치 서비스를 제공한다. 이에 수치값은 위험도를 강조할 빨간색으로 나타내었으며, 데이터 겹침을 고려하여 모든 수치값의 표시는 투명도를 주어 정밀하게 나타내었다. 지역에 좌표를 삽

입하여 측정 위치에 마커 표시를 위해 좌표에 대한 정보를 입력하고 입력한 좌표를 수치값으로 형변환을 한다. 그리고 지도의 중심점을 계산한 후 좌표 값 데이터를 출력한 다음 측정 위치에 마커를 표시하여 대기오염 물질의 데이터를 지도에 표시하는 방법이다. 그림 11은 대기오염 물질 데이터를 추가한 지도를 SO2 기준으로 보여준다.

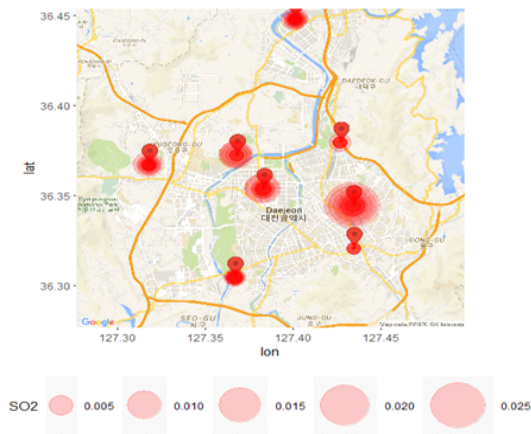


Fig. 11 Map service with data

#### 4.5. 고찰

본 논문에서는 일상생활에서 인체에 악영향을 미치는 대표적인 대기오염 물질에 대해 소규모 지역을 비교 분석하였다. 그리고 본페로니 비교분석을 통한 사후검정을 실시하여 지역별, 기간별 대기 오염도를 지도에 시각화하여 표현하는 모니터링 시스템을 제안하였다.

실험에서의 O3는 전 지역으로 봄과 겨울에 낮은 수치가 관측되었지만 여름철엔 높은 수치가 관측되었다. 이는 여름에 강한 햇빛으로 오존 수치가 올라가 지역과 상관없이 고르게 관측되었다. 그리고 나머지 대기오염 물질은 비교적 겨울철 연탄과 난방연료를 사용하여 높은 수치가 관측된 것을 알 수 있었고 이러한 분석 데이터를 기반으로 각 지역마다 대기오염 물질의 수치를 입력하여 X축과 Y축을 이용한 모니터링 시스템을 제공하였다.

이로 인해 도시에 대한 대기오염 물질 수치에 대해 시각화하여 나타내었으며 이에 따라 대기오염 물질에 대한 안전사고 방지에 기여할 것으로 보인다.

## V. 결론

현대 사회에서는 지역마다 대기오염 물질들이 다양하게 발생하고 있다. 이에 따라 전 세계적으로 대기오염 물질에 대해 방안을 하고자 많은 연구가 진행되고 있으며 대기오염 수치 정보를 알려주는 모니터링 서비스를 제공해주고 있다. 하지만 지역의 특성상 다양한 변수로 인해 대기오염 물질이 다르게 관측되며 해당 지역의 모니터링 서비스에 대한 어려움을 겪는다. 그리고 모니터링 서비스가 불가능한 지역의 사람들은 건강에 적신호가 올 때 까지 일상생활을 하여 건강에 문제점이 발생하고 있다.

이에 본 논문에서는 첫 번째로 대기오염 물질이 존재하는 소규모 지역을 분석하고 두 번째로 기간별로 비교 분석하였다. 그리고 본페로니 사후검정을 실시해 지역별, 기간별 대기오염 물질의 수치를 나타내는 모니터링 시스템을 제안하였다.

CO, PM10, SO2, NO2는 서로 양적 상관관계를 갖고 있었고, O3는 나머지 대기오염 물질에 대해 음적 상관관계를 갖고 있었다. 그리고 지역별 대기오염 분석에서의 O3를 제외한 대기오염 물질들은 지역마다 비슷하게 관측이 되었고 겨울에 대기오염 물질이 많이 관측되는 것을 알 수 있었다. 그리고 O3는 모든 지역이 비슷한 수치를 갖고 있었으며 지역과 상관없이 여름에 햇빛으로 인해 높은 수치를 보여주었다. 이러한 지역별 분석을 기반해 각 지역마다 좌표를 선정하고 소규모 지역에 따른 대기오염 수치를 나타내어 모니터링 시스템을 구현하였다. 지역마다의 대기오염 물질은 기간, 시간, 장소 등에 따라 달라지며 지역마다의 지리적 특성이 존재하기에 세부적으로 나눌 수밖에 없다. 이에 본 논문에서는 세부적인 지역의 특성을 고려하여 실제 대기오염 물질 데이터로 분석을 하였고 분석을 바탕으로 모니터링이 가능하기 때문에 유해한 대기오염 물질이 많이 발생 시 즉각 위험도를 알릴 수 있어 대기오염 물질에 대한 안전 사고 방지에 기여할 것으로 보인다.

향후 연구로는 대기오염 물질의 기본이 되는 교통량을 추가하여 도로에 대한 분석을 실시하고, 도로별 모니터링 시스템을 설계할 것이다. 이로 인해 대규모, 소규모 지역을 포함한 모니터링을 제공할 수 있으며 대기오염 물질에 대해 예방이 가능할 것으로 사료된다.

### ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Technology development Program [S2800313] funded by the Ministry of SMEs and Startups(MSS, Korea).

### References

- [ 1 ] D. H. Shin, and Y. M. Noh, "Aerosol Optical Properties and Separation of Asian Dust using AERONET Sun/Sky Radiometer Measurement at the Asian Dust Source Region," *Korean Journal of Remote Sensing*, vol. 32, no.3, pp.245-251, Jun. 2016.
- [ 2 ] J. W. Cha, and J. Y. Kim, "Analysis of Fine Dust Correlation between Air Quality and Weather Factors using SPSS," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Sciences*, vol. 22, no.5, pp.722-727, May 2018.
- [ 3 ] Y. H. Seo, "Characterization of High Concentration PM2.5 by Nitrate and Ammonium Ions of PM2.5 in Seoul," *Journal of Korea Society of Environmental Administration*, vol. 21, no. 1, pp. 1-7, Aug. 2014.
- [ 4 ] J. S. Bang, D. Y. Hwang, and H. K. Jung, "Product Recommendation System Based on User Purchase Priority," *Journal of Information and Communication Convergence*, vol. 18, no. 1, pp.55-60, Mar. 2020.
- [ 5 ] Y. J. Yoon, "Trends in Fine Dust and Air Quality Monitoring Technology Development," *Mechanical journal*, vol. 59, no.9, pp.38-42, Aug. 2019.
- [ 6 ] S. J. Han, G. J. Sa, and T. W. Kim, "A Study of Threat and Scar Relationships through Cross-correlation Analysis," *Korean Society of Mechanical Engineers Volume A*, vol. 43, no.4, pp.231-239, Apr. 2019.
- [ 7 ] B. S. Park, and S. W. Kim, "Intrusion Detection in IoT Service using Event Network Correlation Analysis," *Multimedia Society Journal*, vol. 23, no.1, pp. 24-30, Jan. 2020.
- [ 8 ] T. H. Kim, H. J. Park, and T. H. Kim, "Analysis of the Relationship between Environmental Pollution, the Weak, and Environmental Damage," *Environmental policy*, vol. 26, no. 2, pp.1-18, Jun. 2018.



**임병연(Byeongyeon Lim)**

2018년 배재대학교 컴퓨터공학과(공학사)  
2019년 - 현재 배재대학교 컴퓨터공학과  
(석사과정)

※관심분야 : IoT, Machine Learning



**임현근(Hyunkeun Lim)**

2002년 세명대학교 컴퓨터공학과(공학사)  
2018년 배재대학교 컴퓨터공학과 석사(공학석사)  
2003년 ~ 2005 Efusion 독일 모바일게임 개발자  
2005년 ~ 2010년 Mbizglobal 모바일 솔루션  
수석개발자

2015년 ~ 2018년 ㈜유진정보 데이터분석팀 차장  
2018년 ~ 현재 ㈜아람사이언스 개발이사  
※관심분야 : 텍스트마이닝, 모바일게임, IoT



**홍성택(Sungtaek Hong)**

1993년 한밭대학교 전자공학과(공학사)  
1995년 한밭대학교 전자공학과(공학석사)  
2020년 배재대학교 컴퓨터공학과(공학박사)  
1996년 ~ 현재 한국수자원공사 책임연구원

※관심분야 : 컴퓨터공학, 위성통신, 계측제어,  
USN, IoT, 원격감시제어 및  
센서응용 기술



**정희경(Hoekyung Jung)**

1985년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학사)  
1987년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학석사)  
1993년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학박사)  
1994년 ~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과 교수  
※관심분야 : 멀티미디어 문서정보처리, USN,  
IoT, Machine learning, Big data,  
Embedded system