



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년04월22일
(11) 등록번호 10-2243617
(24) 등록일자 2021년04월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/26 (2012.01) G06F 16/909 (2019.01)
G06F 17/18 (2006.01) G06K 9/62 (2006.01)
G06Q 50/10 (2012.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/26 (2013.01)
G06F 16/909 (2019.01)
(21) 출원번호 10-2020-0055669
(22) 출원일자 2020년05월11일
심사청구일자 2020년05월11일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020180065588 A*
비특허문헌*
KR102100739 B1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
배재대학교 산학협력단
대전광역시 서구 배재로 155-40 (도마동)
(72) 발명자
정희경
대전광역시 서구 둔산로 155, 112동 1303호(둔산동, 크로바아파트)
임병연
대전광역시 서구 배재로91번길 38-55, 101호(도마동)
(74) 대리인
유병욱, 한승범

전체 청구항 수 : 총 9 항

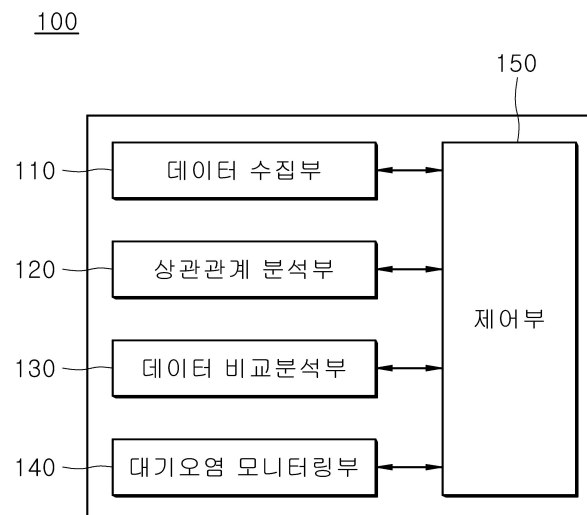
심사관 : 김상우

(54) 발명의 명칭 **본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템 및 방법**

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템은 대기오염 물질에 관한 데이터에 대하여 상관 관계를 분석하는 상관 관계 분석부; 상기 상관 관계를 분석한 대기오염 물질에 관한 데이터에 대해 본페로니 다중 비교 분석에 기반하여 사후 검정을 실시하는 데이터 비교 분석부; 및 상기 사후 검정을 실시한 데이터로부터 지역별, 기간별 대기오염 지수를 추출하고, 상기 추출된 대기오염 지수를 시각화하여 출력하는 대기오염 모니터링부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06F 17/18 (2013.01)

G06K 9/6223 (2013.01)

G06Q 50/10 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1425135436
과제번호	S2800313
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	중소기업기술정보진흥원
연구사업명	창업성장기술개발(R&D)
연구과제명	미세먼지-라돈을 포함한 공기질 스마트측정기와 위치기반 실시간 공기질 모니터링
알고리즘 개발	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(주)아림사이언스
연구기간	2019.11.25 ~ 2020.11.24

명세서

청구범위

청구항 1

대기오염 물질에 대한 데이터를 수집하고, 상기 수집된 데이터에서 분석에 필요한 변수를 추출하고, 상기 분석에 필요한 변수가 추출된 데이터에서 결측치(Not Available)를 제거한 나머지 데이터로부터 랜덤 서플을 통해 가공 데이터를 추출하는 데이터 수집부;

상기 가공 데이터에 대하여 공분산 분석과 결정계수 분석을 통해, 상기 대기오염 물질에 관한 데이터에 대하여 상관 관계를 분석하는 상관 관계 분석부;

상기 상관 관계를 분석한 대기오염 물질에 관한 데이터에 대해 본페로니 다중 비교 분석에 기반하여 사후 검정을 실시하는 데이터 비교 분석부; 및

상기 사후 검정을 실시한 데이터로부터 지역별, 기간별 대기오염 지수를 추출하고, 상기 추출된 대기오염 지수를 시각화하여 출력하는 대기오염 모니터링부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 분석에 필요한 변수는

날짜, 시간, 지역, 대표 대기오염 물질, 지역코드, 월, X축, Y축 중 적어도 하나의 요소를 포함하는 것을 특징으로 하는 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 대표 대기오염 물질은

일상 생활에서 인체에 악영향을 미치는 대기오염 물질들 중에서 선택된 CO(일산화탄소), NO2(이산화질소), PM10(미세먼지), O3(오존), SO2(이산화황)를 포함하는 것을 특징으로 하는 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템.

청구항 6

삭제

청구항 7

대기오염 물질에 관한 데이터에 대하여 상관 관계를 분석하는 상관 관계 분석부;

상기 상관 관계를 분석한 대기오염 물질에 관한 데이터에 대해 본페로니 다중 비교 분석에 기반하여 사후 검정을 실시하는 데이터 비교 분석부; 및

상기 사후 검정을 실시한 데이터로부터 지역별, 기간별 대기오염 지수를 추출하고, 상기 추출된 대기오염 지수를 시각화하여 출력하는 대기오염 모니터링부

를 포함하고,

상기 대기오염 모니터링부는 상기 사후 검정을 실시한 데이터에 대한 k-means 군집 분석을 통해 클러스터 값을 획득하되, 응집도(withinss)를 통해 각 데이터의 클러스터 내부 데이터의 분산 정보를 분석하고, NbClust 라이브러리를 사용하여 대기오염 물질에 대해 최적의 클러스터 값을 획득하며, 상기 클러스터 값을 이용하여 상기 지역별, 기간별 대기오염 지수를 그래프로 시각화하여 출력하는 것을 특징으로 하는 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템.

청구항 8

대기오염 물질에 관한 데이터에 대하여 상관 관계를 분석하는 상관 관계 분석부;

상기 상관 관계를 분석한 대기오염 물질에 관한 데이터에 대해 본페로니 다중 비교 분석에 기반하여 사후 검정을 실시하는 데이터 비교 분석부; 및

상기 사후 검정을 실시한 데이터로부터 지역별, 기간별 대기오염 지수를 추출하고, 상기 추출된 대기오염 지수를 시각화하여 출력하는 대기오염 모니터링부

를 포함하고,

상기 대기오염 모니터링부는 상기 사후 검정을 실시한 데이터에 대한 k-means 군집 분석을 통해 클러스터 값을 획득하고, 상기 클러스터 값을 이용하여 상기 지역별, 기간별 대기오염 지수를 그래프로 시각화하여 출력하며,

상기 대기오염 모니터링부는 모니터링을 진행할 구글맵과 연동하고, 각 지역 코드에 맞는 도시 이름을 지정된 뒤 좌표를 얻어 새롭게 변수를 추가한 다음, 마지막으로 좌표 변수와 클러스터 값 변수를 통해 상기 대기오염 지수를 출력하는 것을 특징으로 하는 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템.

청구항 9

대기오염 물질에 관한 데이터에 대하여 상관 관계를 분석하는 상관 관계 분석부;

상기 상관 관계를 분석한 대기오염 물질에 관한 데이터에 대해 본페로니 다중 비교 분석에 기반하여 사후 검정을 실시하는 데이터 비교 분석부; 및

상기 사후 검정을 실시한 데이터로부터 지역별, 기간별 대기오염 지수를 추출하고, 상기 추출된 대기오염 지수를 시각화하여 출력하는 대기오염 모니터링부

를 포함하고,

상기 대기오염 모니터링부는 상기 사후 검정을 실시한 데이터에 대한 k-means 군집 분석을 통해 클러스터 값을 획득하고, 상기 클러스터 값을 이용하여 상기 지역별, 기간별 대기오염 지수를 그래프로 시각화하여 출력하며,

상기 대기오염 모니터링부는 상기 대기오염 지수의 시각화를 위해 구글 지오코딩(Google Geocoding) API와 구글 정적지도(Google Maps Static) API를 활성화하여 사용하는 것을 특징으로 하는 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템.

청구항 10

대기오염 물질에 관한 데이터에 대하여 상관 관계를 분석하는 상관 관계 분석부;

상기 상관 관계를 분석한 대기오염 물질에 관한 데이터에 대해 본페로니 다중 비교 분석에 기반하여 사후 검정

을 실시하는 데이터 비교 분석부; 및

상기 사후 검정을 실시한 데이터로부터 지역별, 기간별 대기오염 지수를 추출하고, 상기 추출된 대기오염 지수를 시각화하여 출력하는 대기오염 모니터링부

를 포함하고,

상기 대기오염 모니터링부는 상기 사후 검정을 실시한 데이터에 대한 k-means 군집 분석을 통해 클러스터 값을 획득하고, 상기 클러스터 값을 이용하여 상기 지역별, 기간별 대기오염 지수를 그래프로 시각화하여 출력하며,

상기 대기오염 모니터링부는 소규모 지역에 대한 전체적인 시각화를 위해 ggplot 라이브러리를 다중으로 사용하여 한눈에 비교할 수 있도록 멀티 그래프의 함수를 생성하는 것을 특징으로 하는 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템

청구항 11

본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템을 이용한 대기오염 물질 모니터링 방법에 있어서,

상기 대기오염 물질 모니터링 시스템의 데이터 수집부가 대기오염 물질에 대한 데이터를 수집하고 상기 수집된 데이터에서 분석에 필요한 변수를 추출하는 단계;

상기 데이터 수집부가 상기 분석에 필요한 변수가 추출된 데이터에서 결측치(Not Available)를 제거한 나머지 데이터로부터 랜덤 샘플을 통해 가공 데이터를 추출하는 단계;

상기 대기오염 물질 모니터링 시스템의 상관 관계 분석부가 상기 가공 데이터에 대하여 공분산 분석과 결정계수 분석을 통해 상기 대기오염 물질에 관한 데이터에 대하여 상관 관계를 분석하는 단계;

상기 대기오염 물질 모니터링 시스템의 데이터 비교 분석부가 상기 상관 관계를 분석한 대기오염 물질에 관한 데이터에 대해 본페로니 다중 비교 분석에 기반하여 사후 검정을 실시하는 단계; 및

상기 대기오염 물질 모니터링 시스템의 대기오염 모니터링부가 상기 사후 검정을 실시한 데이터로부터 지역별, 기간별 대기오염 지수를 추출하고, 상기 추출된 대기오염 지수를 시각화하여 출력하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 대기오염 지수를 시각화하여 출력하는 단계는

상기 사후 검정을 실시한 데이터에 대한 k-means 군집 분석을 통해 클러스터 값을 획득하는 단계; 및

상기 클러스터 값을 이용하여 상기 지역별, 기간별 대기오염 지수를 그래프로 시각화하여 출력하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명의 실시예들은 대기오염 물질 모니터링 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 본페로니 사후 검정에 기

[0001]

반하여 대기오염 물질을 모니터링하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 여러 나라에서는 대기오염 지수에 대한 모니터링과 다양한 분석을 통한 연구가 진행되고 있으며, 최근에는 각 대표 지역마다 여러 대기오염 물질에 대한 시간별 모니터링까지 제공해주고 있다. 이에 고정형 센서, 이동형 센서에 네트워크 기술을 통한 대기오염 지수 모니터링 기술을 개발한 사례가 있다.
- [0004] 고정형 센서는 맵 트렌드를 만드는 것에 지속적으로 데이터 수집이 가능하지만 센서 설치에 한계가 있어 현실적으론 불가능에 가깝다. 이를 해결하기 위해 이동형 센서가 제안된 바 있다. 이동형 센서는 센서를 장착한 자동차, 동물, 사람을 이용하여 대기질을 모니터링하는 시스템이다. 이동형 센서는 현재 버스나 택시에도 플랫폼을 결합하여 대기오염 지수를 제공할 수 있을 것으로 판단되어, 현재 구글의 Street View Cars와 Aclima Ei(Environmental Intelligence)에 대해 공동 연구로도 활용되고 있다.
- [0005] 이와 같이 대기오염 수치에 대한 모니터링 연구가 많이 진행되고 있지만, 지역에 따라 계절, 교통량, 산업단지 등의 변수에 의해 대기오염 물질이 다르게 관측되기 때문에 정밀하게 모니터링을 할 수 없는 문제점을 겪고 있다. 또한, 모니터링 서비스가 불가능한 지역의 사람들은 건강에 적신호가 울 때까지 일상 생활을 하여 건강에 문제점이 발생하고 있다.
- [0006] 관련 선행기술로는 대한민국 공개특허공보 특2002-0007544호(발명의 명칭: 대기오염 실시간 모니터링 방법, 공개일자: 2002.01.29.)가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 일 실시예는 일상 생활에서 인체에 악영향을 미치는 대표적인 대기오염 물질에 대해 소규모 지역을 비교 분석하고, 본페로니 비교 분석을 통한 사후 검정을 실시하여 지역별, 기간별 대기 오염도를 지도에 시각화하여 표현함으로써 대기오염 물질에 대한 안전사고 방지에 기여할 수 있는 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템 및 방법을 제공한다.
- [0010] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제(들)로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제(들)은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템은 대기오염 물질에 관한 데이터에 대하여 상관 관계를 분석하는 상관 관계 분석부; 상기 상관 관계를 분석한 대기오염 물질에 관한 데이터에 대해 본페로니 다중 비교 분석에 기반하여 사후 검정을 실시하는 데이터 비교 분석부; 및 상기 사후 검정을 실시한 데이터로부터 지역별, 기간별 대기오염 지수를 추출하고, 상기 추출된 대기오염 지수를 시각화하여 출력하는 대기오염 모니터링부를 포함한다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에 따른 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템은 상기 대기오염 물질에 대한 데이터를 수집하고 정제하여 상기 수집된 데이터로부터 가공 데이터를 추출하는 데이터 수집부를 더 포함하고, 상기 상관 관계 분석부는 상기 가공 데이터에 대하여 공분산 분석과 결정계수 분석을 통해 상기 상관 관계를 분석할 수 있다.
- [0014] 상기 데이터 수집부는 상기 수집된 데이터에서 분석에 필요한 변수를 추출하고, 상기 분석에 필요한 변수가 추출된 데이터에서 결측치(Not Available)를 제거한 나머지 데이터로부터 랜덤 샘플을 통해 상기 가공 데이터를 추출할 수 있다.
- [0015] 상기 분석에 필요한 변수는 날짜, 시간, 지역, 대표 대기오염 물질, 지역코드, 월, X축, Y축) 중 적어도 하나의 요소를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 대표 대기오염 물질은 일상 생활에서 인체에 악영향을 미치는 대기오염 물질들 중에서 선택된 CO(일산화탄소), NO2(이산화질소), PM10(미세먼지), O3(오존), SO2(이산화황)를 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 대기오염 모니터링부는 상기 사후 검정을 실시한 데이터에 대한 k-means 군집 분석을 통해 클러스터 값을 획득하고, 상기 클러스터 값을 이용하여 상기 지역별, 기간별 대기오염 지수를 그래프로 시각화하여 출력할 수

있다.

- [0018] 상기 대기오염 모니터링부는 응집도(withinss)를 통해 각 데이터의 클러스터 내부 데이터의 분산 정보를 분석하고, NbClust 라이브러리를 사용하여 대기오염 물질에 대해 최적의 클러스터 수(값)을 획득할 수 있다.
- [0019] 상기 대기오염 모니터링부는 모니터링을 진행할 구글맵과 연동하고, 각 지역 코드에 맞는 도시 이름을 지정된 뒤 좌표를 얻어 새롭게 변수를 추가한 다음, 마지막으로 좌표 변수와 클러스터 값 변수를 통해 상기 대기오염 지수를 출력할 수 있다.
- [0020] 상기 대기오염 모니터링부는 상기 대기오염 지수의 시각화를 위해 구글 지오코딩(Google Geocoding) API와 구글 정적지도(Google Maps Static) API를 활성화하여 사용할 수 있다.
- [0021] 상기 대기오염 모니터링부는 소규모 지역에 대한 전체적인 시각화를 위해 ggplot 라이브러리를 다중으로 사용하여 한눈에 비교할 수 있도록 멀티 그래프의 함수를 생성할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따른 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 방법은 상기 대기오염 물질 모니터링 시스템의 상관 관계 분석부가 대기오염 물질에 관한 데이터에 대하여 상관 관계를 분석하는 단계; 상기 대기오염 물질 모니터링 시스템의 데이터 비교 분석부가 상기 상관 관계를 분석한 대기오염 물질에 관한 데이터에 대해 본페로니 다중 비교 분석에 기반하여 사후 검정을 실시하는 단계; 및 상기 대기오염 물질 모니터링 시스템의 대기오염 모니터링부가 상기 사후 검정을 실시한 데이터로부터 지역별, 기간별 대기오염 지수를 추출하고, 상기 추출된 대기오염 지수를 시각화하여 출력하는 단계를 포함한다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 방법은 상기 대기오염 물질 모니터링 시스템의 데이터 수집부가 상기 대기오염 물질에 대한 데이터를 수집하고 정제하여 상기 수집된 데이터로부터 가공 데이터를 추출하는 단계를 더 포함하고, 상기 상관 관계를 분석하는 단계는 상기 가공 데이터에 대하여 공분산 분석과 결정계수 분석을 통해 상기 상관 관계를 분석하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 가공 데이터를 추출하는 단계는 상기 수집된 데이터에서 분석에 필요한 변수를 추출하는 단계; 및 상기 분석에 필요한 변수가 추출된 데이터에서 결측치(Not Available)를 제거한 나머지 데이터로부터 랜덤 샘플을 통해 상기 가공 데이터를 추출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 대기오염 지수를 시각화하여 출력하는 단계는 상기 사후 검정을 실시한 데이터에 대한 k-means 군집 분석을 통해 클러스터 값을 획득하는 단계; 및 상기 클러스터 값을 이용하여 상기 지역별, 기간별 대기오염 지수를 그래프로 시각화하여 출력하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0027] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 첨부 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [0029] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 일상 생활에서 인체에 악영향을 미치는 대표적인 대기오염 물질에 대해 소규모 지역을 비교 분석하고, 본페로니 비교 분석을 통한 사후 검정을 실시하여 지역별, 기간별 대기 오염도를 지도에 시각화하여 표현함으로써 대기오염 물질에 대한 안전사고 방지에 기여할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 소규모 지역에 대한 대기오염 물질의 모니터링 결과를 보다 정밀하게 사용자에게 제공할 수 있으며 일상생활에서 대기오염으로 인해 발생할 수 있는 사고를 미연에 예방할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템을 설명하기 위해 도시한 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 대기오염 지수를 시각화하여 출력하는 과정을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.
- 도 4는 최적의 클러스터 값 3을 분석을 위한 대기오염 물질 데이터에 매핑을 한 뒤 데이터의 군집 결과 그래프를 나타낸 도면이다.

- 도 5는 대기오염 물질에 대한 상관 관계를 나타낸 도면이다.
- 도 6은 대기오염 물질의 공분산 분석을 실시한 결과를 나타낸 도면이다.
- 도 7은 CO 본페로니 다중 비교 그래프를 나타낸 도면이다.
- 도 8은 PM10 본페로니 다중 비교 그래프를 나타낸 도면이다.
- 도 9는 NO2 본페로니 다중 비교 그래프를 나타낸 도면이다.
- 도 10은 SO2 본페로니 다중 비교 그래프를 나타낸 도면이다.
- 도 11은 O3 본페로니 다중 비교 그래프를 나타낸 도면이다.
- 도 12는 기간별 지역마다의 CO 수치를 나타낸 그래프이다.
- 도 13은 기간별 지역마다 PM10 수치를 나타낸 그래프를 보여준다.
- 도 14는 기간별 지역마다 NO2 수치를 나타낸 그래프를 보여준다.
- 도 15는 대기오염 물질 데이터를 추가한 지도를 SO2 기준으로 보여준 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 본 발명의 이점 및/또는 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.
- [0034] 또한, 이하 실시되는 본 발명의 바람직한 실시예는 본 발명을 이루는 기술적 구성요소를 효율적으로 설명하기 위해 각각의 시스템 기능구성에 기 구비되어 있거나, 또는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상적으로 구비되는 시스템 기능 구성은 가능한 생략하고, 본 발명을 위해 추가적으로 구비되어야 하는 기능 구성을 위주로 설명한다. 만약 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 하기에 도시하지 않고 생략된 기능 구성 중에서 종래에 기 사용되고 있는 구성요소의 기능을 용이하게 이해할 수 있을 것이며, 또한 상기와 같이 생략된 구성 요소와 본 발명을 위해 추가된 구성 요소 사이의 관계도 명백하게 이해할 수 있을 것이다.
- [0035] 또한, 이하의 설명에 있어서, 신호 또는 정보의 "전송", "통신", "송신", "수신" 기타 이와 유사한 의미의 용어는 일 구성요소에서 다른 구성요소로 신호 또는 정보가 직접 전달되는 것뿐만이 아니라 다른 구성요소를 거쳐 전달되는 것도 포함한다. 특히 신호 또는 정보를 일 구성요소로 "전송" 또는 "송신"한다는 것은 그 신호 또는 정보의 최종 목적지를 지시하는 것이고 직접적인 목적지를 의미하는 것이 아니다. 이는 신호 또는 정보의 "수신"에 있어서도 동일하다.
- [0037] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.
- [0038] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템을 설명하기 위해 도시한 블록도이다.
- [0039] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템(100)은 데이터 수집부(110), 상관 관계 분석부(120), 데이터 비교 분석부(130), 대기오염 모니터링부(140), 및 제어부(150)를 포함할 수 있다.
- [0040] 상기 데이터 수집부(110)는 대기오염 물질에 대한 데이터를 수집할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서, 상기 데이터 수집부(110)는 한국환경공단에서 운영하고 있으며 전국에 실시간으로 대기 오염도를 공개하는 홈페이지인 에어코리아에서 2014년부터 2015년까지의 대전 지역의 대기오염 물질 데이터를 엑셀 파일로 수집하였다.
- [0041] 상기 데이터 수집부(110)는 데이터 정제를 실시하여 상기 수집된 데이터로부터 가공 데이터를 추출할 수 있다. 여기서, 상기 데이터 정제는 올바른 데이터를 사용할 수 있게 만들기 위해 실시될 수 있다.
- [0042] 구체적으로, 상기 데이터 수집부(110)는 상기 수집된 데이터에서 분석에 필요한 변수를 추출하고, 상기 분석에 필요한 변수가 추출된 데이터에서 결측치(Not Available)를 제거한 나머지 데이터로부터 랜덤 서플을 통해 상기

가공 데이터를 추출할 수 있다. 이때, 상기 결측치를 제거하는 이유는 데이터가 편향되지 않도록 하기 위함이다.

- [0043] 여기서, 상기 분석에 필요한 변수는 날짜, 시간, 지역, 대표 대기오염 물질, 지역코드, 월, X축, Y축 중 적어도 하나의 요소를 포함할 수 있다. 참고로, 상기 대표 대기오염 물질은 일상 생활에서 인체에 악영향을 미치는 대기오염 물질들 중에서 선택된 CO(일산화탄소), NO2(이산화질소), PM10(미세먼지), O3(오존), SO2(이산화황)를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0044] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 데이터 수집부(110)는 약 80,000개의 대기오염 물질 데이터를 사용하였고, 그중 결측치를 제거한 나머지 데이터를 랜덤 샘플을 하여 1,000개의 데이터로 가공하였다.
- [0045] 상기 상관 관계 분석부(120)는 상기 대기오염 물질에 관한 데이터에 대하여 상관 관계를 분석할 수 있다. 이때, 상기 상관 관계 분석부(120)는 상기 데이터 수집부(110)에 의한 데이터 정제를 통해 추출된 가공 데이터에 대하여 공분산 분석과 결정계수 분석을 통해 상기 상관 관계를 분석할 수 있다.
- [0046] 참고로, 상관 분석은 통계학과 확률론에서 두 변수 사이에 선형적 관계 또는 비선형적 관계를 갖고 있는지에 대해 분석하는 방법이다. 두 변수는 서로 독립적 관계로부터 서로의 상관된 관계일 수 있으며, 이때 두 변수 간의 관계의 강도를 나타내는 것을 상관 관계라고 한다.
- [0047] 상관 관계는 -0.1~0.1 사이라면 거의 무시될 수 있는 선형 관계이고, 0.1~0.3 사이면 약한 양적 선형 관계를 나타내며, 0.3~0.7 이면 보다 뚜렷한 양적 선형 관계라고 말한다. 그리고 0.7~1.0 사이라면 강한 양적 선형 관계라고 말할 수 있고, 계수가 음수로 나오면 각 계수에 절대값을 취하여 음적 선형 관계라고 할 수 있다.
- [0048] 이에 따라 두 변수 간의 관련성을 쉽게 알기 위해 보편적으로 사용되는 피어슨 상관 계수(Pearson correlation coefficient)가 있다. 상기 피어슨 상관 계수는 두 변수 X와 Y의 값이 존재할 때, 계수 r은 X와 Y가 각각 변하는 정도 분에 X와 Y가 함께 변하는 정도를 가리킨다. 상기 피어슨 상관 계수를 사용하여 나온 r 값은 X와 Y가 완전히 동일하면 +1을 가지고, 전혀 다르면 0, 완전히 동일하지만 반대 방향일 때는 -1을 가진다.
- [0049] 한편, 본 실시예에서 사용되는 상기 결정 계수는 보통 상관 계수를 제공한 값으로 계산하며 X를 보고 Y를 예측할 수 있는 정도를 의미한다.
- [0050] 상기 데이터 비교 분석부(130)는 상기 상관 관계를 분석한 대기오염 물질에 관한 데이터에 대해 본페로니 다중 비교 분석에 기반하여 사후 검정을 실시할 수 있다.
- [0051] 다시 말해서, 이러한 상관 계수를 결정된 이후 사후 검정을 실시하는데 사후 검정에는 Duncan, Tukey, Bonferroni 등이 있다. 이중 다중 비교에서 생길 수 있는 오류들을 보정할 수 있는 방법인 본페로니 교정이 본 실시예에서 채택될 수 있다. 상기 본페로니 교정은 최소 하나의 오류가 발생할 가능성을 계산하여 보정할 수 있으며, 예로 n(자연수)개의 가설을 검정할 경우 유의 확률에 대해 1/n로 낮추어서 검정한다.
- [0052] 상기 대기오염 모니터링부(140)는 상기 사후 검정을 실시한 데이터로부터 지역별, 기간별 대기오염 지수를 추출하고, 상기 추출된 대기오염 지수를 시각화하여 출력할 수 있다.
- [0053] 즉, 상기 대기오염 모니터링부(140)는 상기 사후 검정을 실시한 데이터에 대한 k-means 군집 분석을 통해 클러스터 값(군집 클러스터 수)을 획득하고, 상기 클러스터 값을 이용하여 상기 지역별, 기간별 대기오염 지수를 그래프로 시각화하여 출력할 수 있다.
- [0054] 이때, 상기 대기오염 모니터링부(140)는 응집도(withinss)를 통해 각 데이터의 클러스터 내부 데이터의 분산 정보를 분석하고, NbClust 라이브러리를 사용하여 대기오염 물질에 대해 최적의 클러스터 값을 획득할 수 있다.
- [0055] 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 수 있다. 따라서 본 발명의 일 실시예에서는 도 4에 도시된 바와 같이 최적의 클러스터 값 3을 분석을 위한 대기오염 물질 데이터에 매핑을 한 뒤 데이터의 군집 결과 그래프를 나타낼 수 있다.
- [0056] 또한, 상기 대기오염 모니터링부(140)는 모니터링을 진행할 구글맵과 연동하고, 각 지역 코드에 맞는 도시 이름을 지정한 뒤 좌표를 얻어 새롭게 변수를 추가한 다음, 마지막으로 좌표 변수와 클러스터 값 변수를 통해 상기 대기오염 지수를 출력할 수 있다.

- [0057] 상기 대기오염 지수의 시각화를 위해, 상기 대기오염 모니터링부(140)는 구글 지오코딩(Google Geocoding) API와 구글 정적지도(Google Maps Static) API를 활성화하여 사용할 수 있다. 그리고, 상기 대기오염 모니터링부(140)는 소규모 지역에 대한 전체적인 시각화를 위해 ggplot 라이브러리를 다중으로 사용하여 한눈에 비교할 수 있도록 멀티 그래프의 함수를 생성할 수 있다.
- [0058] 예를 들면, 본 발명의 일 실시예에서는 소규모 지역에 대한 8개 도시에 대하여 2행 4열로 함수 멀티 그래프를 나타내어 시각화하고 지역 코드를 모두 도시 이름으로 지정하여 그래프로 출력하게끔 설계할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 실시예에서는 오픈 소스 통합 개발 환경 RStudio를 사용하여 구글 지도 서비스를 이용하고 시각화로 표현하기 위해 ggmap 라이브러리를 사용할 수 있다. 그리고 구글 맵 플랫폼(Google Maps Platform)에서 API 서비스를 이용할 수 있다. 이는 RStudio에서 진행하기 위해 API Key를 발급을 받아야 구글 맵 연동이 가능하기 때문이다.
- [0059] 상기 제어부(150)는 본 발명의 일 실시예에 따른 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템(100), 즉 상기 데이터 수집부(110), 상기 상관 관계 분석부(120), 상기 데이터 비교 분석부(130), 상기 대기오염 모니터링부(140) 등의 동작을 전반적으로 제어할 수 있다.
- [0061] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성 요소, 소프트웨어 구성 요소, 및/또는 하드웨어 구성 요소 및 소프트웨어 구성 요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성 요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0062] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [0064] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.
- [0065] 여기서 설명하는 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 방법은 본 발명의 하나의 실시예에 불과하며, 그 이외에 필요에 따라 다양한 단계들이 아래와 같이 부가될 수 있고, 하기의 단계들도 순서를 변경하여 실시될 수 있으므로, 본 발명이 하기에 설명하는 각 단계 및 그 순서에 한정되는 것은 아니다.
- [0066] 도 1 및 도 2를 참조하면, 단계(210)에서 상기 대기오염 물질 모니터링 시스템(100)의 데이터 수집부(110)는 대기오염 물질에 대한 데이터를 수집할 수 있다.
- [0067] 다음으로, 단계(220)에서 상기 대기오염 물질 모니터링 시스템(100)의 데이터 수집부(110)는 상기 수집된 데이터를 정제하여 가공 데이터를 추출할 수 있다.
- [0068] 다음으로, 단계(230)에서 상기 대기오염 물질 모니터링 시스템(100)의 상관 관계 분석부(120)는 상기 추출된 가공 데이터에 대하여 공분산 분석과 결정계수 분석을 통해 상관 관계를 분석할 수 있다.
- [0069] 다음으로, 단계(240)에서 상기 대기오염 물질 모니터링 시스템(100)의 데이터 비교 분석부(130)는 상기 상관 관계를 분석한 대기오염 물질에 관한 데이터에 대해 본페로니 다중 비교 분석에 기반하여 사후 검정을 실시할 수

있다.

- [0070] 다음으로, 단계(250)에서 상기 대기오염 물질 모니터링 시스템(100)의 대기오염 모니터링부(140)는 상기 사후 검정을 실시한 데이터로부터 추출된 대기오염 지수를 지역별, 기간별로 시각화하여 출력할 수 있다. 이에 대해서는 도 3을 참조하여 후술하기로 한다.
- [0072] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 대기오염 지수를 시각화하여 출력하는 과정을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.
- [0073] 도 1 및 도 3을 참조하면, 단계(310)에서 상기 대기오염 물질 모니터링 시스템(100)의 대기오염 모니터링부(140)는 클러스터 값을 새로운 변수로 새롭게 추가할 수 있다.
- [0074] 다음으로, 단계(320)에서 상기 대기오염 물질 모니터링 시스템(100)의 대기오염 모니터링부(140)는 대기오염 지수가 정해진 클러스터 값을 토대로 지역별, 기간별 대기오염 지수를 비교 분석할 수 있다.
- [0075] 다음으로, 단계(330)에서 상기 대기오염 물질 모니터링 시스템(100)의 대기오염 모니터링부(140)는 모니터링을 진행할 구글맵과 연동하고 각 지역 코드에 맞는 도시 이름을 지정한 뒤 좌표를 얻어 새롭게 변수를 추가할 수 있다.
- [0076] 다음으로, 단계(340)에서 상기 대기오염 물질 모니터링 시스템(100)의 대기오염 모니터링부(140)는 좌표 변수와 클러스터 값 변수를 통해 대기오염 지수를 출력할 수 있다.
- [0078] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CDROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0080] 시스템 구현
- [0082] 이하에서는 시스템 구현 내용 및 대기오염 물질의 분석을 다룬다. 개발 환경의 모델은 인텔 코어 i7-8600K를 사용하였으며 CPU는 3.70GHz와 RAM은 16 기가바이트로 진행하였다. 운영체제는 Windows 10 Pro, 64비트로 하였다. 분석을 진행할 RStudio의 버전은 GIS 설계를 통해 최신 버전으로 업그레이드하여 1.2.5033 버전을 사용하였다.
- [0084] 1. 대기오염 물질 상관관계 분석
- [0085] 도 5는 대기오염 물질에 대한 상관 관계를 나타낸 도면이다. CO는 NO2, PM10, SO2랑 비교해봤을 때 모두 뚜렷한 양적 선형 관계를 띄지만 O3은 -0.4로 뚜렷한 음적 선형 관계를 보인다. NO2는 CO, SO2랑 비교해봤을 때 위와 같이 뚜렷한 양적 선형 관계를 띄지만 PM10은 약한 양적 선형 관계를 띄며 O3는 CO와 똑같이 음적 선형 관계를 보인다. PM10 또한 나머지 대기오염 물질에 대해 양적 선형 관계를 나타내지만 O3는 거의 무시될 수 있는 선형 관계로 나타낸다. SO2는 CO와 똑같이 모두 뚜렷한 양적 선형 관계를 나타내지만 O3는 약한 음적 선형 관계를 띤다. 마지막으로 O3는 O3를 제외한 나머지 대기오염 물질에 대해 음적 선형 관계를 띄며 다른 물질과는 관계가 없는 것으로 보인다.
- [0087] 도 6은 대기오염 물질의 공분산 분석을 실시한 결과를 나타낸 도면이다. 공분산은 A변수가 변할 때 B변수가 변하는 정도로 양수가 나오면 방향이 같이 변하며 음수일 땐 반대로 변한다. CO, NO2, PM10, SO2의 경우 모두 다른 대기오염 물질이 변할 때 같이 변하게 되는 것을 볼 수 있으며, O3는 상관 관계와 비슷하게 다르게 변하는 것을 볼 수 있다.
- [0089] 2. 본페로니 다중 비교 분석
- [0090] 본페로니 다중 비교 분석은 사후 검정의 한 방법으로 대기오염 물질 수치를 그룹(Group)으로 할당하여 그래프로

표현할 수 있으며, 각 지역마다의 수치를 알 수 있다.

- [0091] 도 7은 CO 본페로니 다중 비교 그래프를 나타낸 도면이다. CO의 경우 Group이 4개로 나누어져 있으며 대기 정체가 많은 지역이 a 그룹으로 할당된 것을 볼 수 있다.
- [0092] 도 8은 PM10 본페로니 다중 비교 그래프를 나타낸 도면이다. PM10의 다중 비교 그래프를 보면 Group은 총 3개로 나누어져 있으며 미세먼지는 고속도로를 포함한 City 8이 많은 교통량으로 인해 그룹 중 가장 높은 그룹으로 할당됐음을 알 수 있다.
- [0093] 도 9는 NO2 본페로니 다중 비교 그래프를 나타낸 도면이다. NO2의 그래프는 대기오염 수치가 서로 다르게 관측되어 Group이 7개로 할당되었다. NO2는 산업단지 주변에 있는 지역에 수치가 높게 관측되었으며, 1층 상가가 많은 City 5가 가장 낮게 관측됐다.
- [0094] 도 10은 SO2 본페로니 다중 비교 그래프를 나타낸 도면이다. SO2는 교통량이 많이 복잡한 City 8과 City 3이 높게 관측되었으며, NO2와 동일하게 City 5에서 가장 낮은 수치를 보인다.
- [0095] 도 11은 O3 본페로니 다중 비교 그래프를 나타낸 도면이다. O3의 지수는 Group이 5개로 할당되었으며 도시 중심에 위치한 지역이 주로 높게 관측됐다. 그리고 도시 외곽에 있는 지역 Group이 수치가 낮게 관측되었다.
- [0097] 3. 기간별 대기오염 물질 그래프 분석
- [0098] 도 7 내지 11의 그래프 설계를 기반으로 기간별 대기오염 물질을 시각화 하였으며 비교적 많은 데이터를 겹쳐서 출력하지 않도록 포지션은 'Jitter'를 사용하여 그래프를 나타냈다.
- [0099] 도 12는 기간별 지역마다의 CO 수치를 나타낸 그래프이다. CO의 경우 대부분 지역마다 고르게 분포가 되어 있지만, 관측 수치를 봤을 때 여름에 CO의 수치가 낮게 관측되며 난방이 필요한 겨울에 좀 더 CO의 수치가 높게 관측되는 것을 볼 수 있다.
- [0100] 도 13은 기간별 지역마다 PM10 수치를 나타낸 그래프를 보여준다. PM10 관측 그래프는 지역마다 고르게 관측이 되며 대부분 겨울과 봄에 높게 관측이 된다. 미세먼지는 황사의 영향을 받기 때문에 가을에는 수치가 낮게 관측되는 것으로 보인다.
- [0101] 도 14는 기간별 지역마다 NO2 수치를 나타낸 그래프를 보여준다. City 8과 City 7에 NO2가 많이 관측된다. 이는 배기 가스 및 산업 단지의 영향을 받는 것으로 보이며, 특히 겨울에 대기오염 수치가 많이 관측되는 것으로 보인다.
- [0102] SO2 관측 그래프를 보면 모든 지역에 대해 여름에 낮은 수치의 군집을 볼 수 있다. 그리고 겨울에는 모든 지역이 대기오염 수치가 높게 관측되는 것을 볼 수 있으며 City 8, City 6, City 3에서 많이 관측된다. 이는 겨울철 연탄 사용량과 난방 연료로 인해 아황산가스가 증가했음을 알 수 있다. 그리고 도 11의 O3는 지역에 비해 Group 기준이 균일한 점을 고려해 모든 지역에서 여름철 수치가 높게 관측이 되는 것을 예측할 수 있다. O3는 질소산화물과 휘발성유기화합물질이 오전에 축적된 다음 오후에 햇빛을 받아 오존을 생성시키므로 햇빛이 강한 여름에 지역과 상관없이 O3의 수치가 높게 관측된다.
- [0104] 4. 기간별 대기오염 물질 그래프 분석
- [0105] 지역별, 기간별 대기오염 물질 수치값에 대해 분석한 데이터를 기반으로 위치 서비스를 제공한다. 이에 수치값은 위험도를 강조할 빨간색으로 나타냈으며, 데이터 겹침을 고려하여 모든 수치값의 표시는 투명도를 주어 정밀하게 나타냈다. 지역에 좌표를 삽입하여 측정 위치에 마커 표시를 위해 좌표에 대한 정보를 입력하고 입력한 좌표를 수치값으로 형변환을 한다. 변환된 데이터를 다시 가공된 데이터에 저장하며 기존 데이터에서 100개의 랜덤 샘플을 통한 데이터를 다시 가져온다. 그리고 지도의 중심점을 계산한 후 좌표 값 데이터를 출력한 다음 측정 위치에 마커를 표시하여 대기오염 물질의 데이터를 지도에 표시하는 방법이다. 도 15는 대기오염 물질 데이터를 추가한 지도를 SO2 기준으로 보여준 도면이다.
- [0107] 5. 고찰
- [0108] 최근 대기오염 물질에 대한 모니터링 시스템은 나라, 특별시, 광역시, 도의 대기오염 물질 수치를 제공해주며 인구 밀도가 높은 지역의 도시화로 인해 여러 대기오염 물질들로 오염되고 있음을 간접적으로 보여준다. 이에 대기오염 수치에 대한 모니터링 연구가 많이 진행되고 있지만 지역에 따라 계절, 교통량, 산업단지 등의 변수에 의해 대기오염 물질이 다르게 관측되기 때문에 정밀하게 모니터링을 할 수 없는 문제점을 겪고 있다.

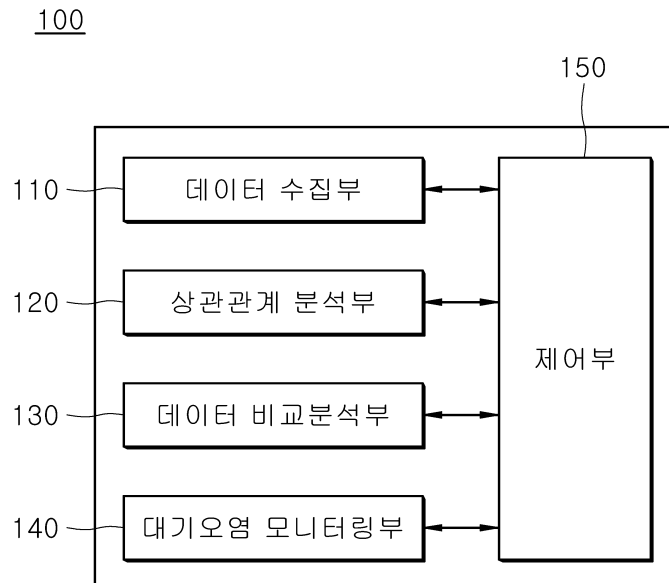
- [0109] 이에 본 발명의 일 실시예에서는 일상 생활에서 인체에 악영향을 미치는 대표적인 대기오염 물질에 대해 소규모 지역을 비교 분석하였다. 그리고 본페로니 비교 분석을 통한 사후 검정을 실시하여 지역별, 기간별 대기 오염도를 지도에 시각화하여 표현하는 모니터링 시스템을 제안하였다.
- [0110] 실험에서의 CO는 대부분 지역마다 비슷하게 관측되지만 겨울에 조금 더 높게 관측되는 것을 볼 수 있었고, PM10은 전체적으로 가을에 수치가 낮게 관측되며 겨울과 봄은 황사로 인해 비교적 높은 수치를 나타냈다. NO2는 배기 가스와 산업 단지의 영향을 받아 겨울에 대기오염 수치가 많이 관측되는 것을 보였으며, SO2는 모든 지역에 대해 여름에 낮은 수치의 결과를 나타냈지만 이에 반해 겨울에는 모든 지역의 수치가 높게 관측되는 것을 볼 수 있었다. 이 또한 겨울철 연탄과 난방 연료로 인하여 높은 수치를 보여주었음을 알 수 있다.
- [0111] 그리고 O3는 전 지역으로 봄과 겨울에 낮은 수치가 관측되었지만 여름철엔 높은 수치가 관측되었다. 이는 여름에 강한 햇빛으로 오존 수치가 올라가 지역과 상관없이 고르게 관측되었음을 알 수 있었고 이러한 분석 데이터를 기반으로 각 지역마다 대기오염 물질의 수치를 입력하여 X축과 Y축을 이용한 모니터링 시스템을 제공하였다.
- [0112] 이와 같이 도시에 대한 대기오염 물질 수치에 대해 시각화하여 나타냈으며, 이에 따라 대기오염 물질에 대한 안전사고 방지에 기여할 것으로 보인다.
- [0114] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0115] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 청구범위와 균등한 것들도 후술하는 청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

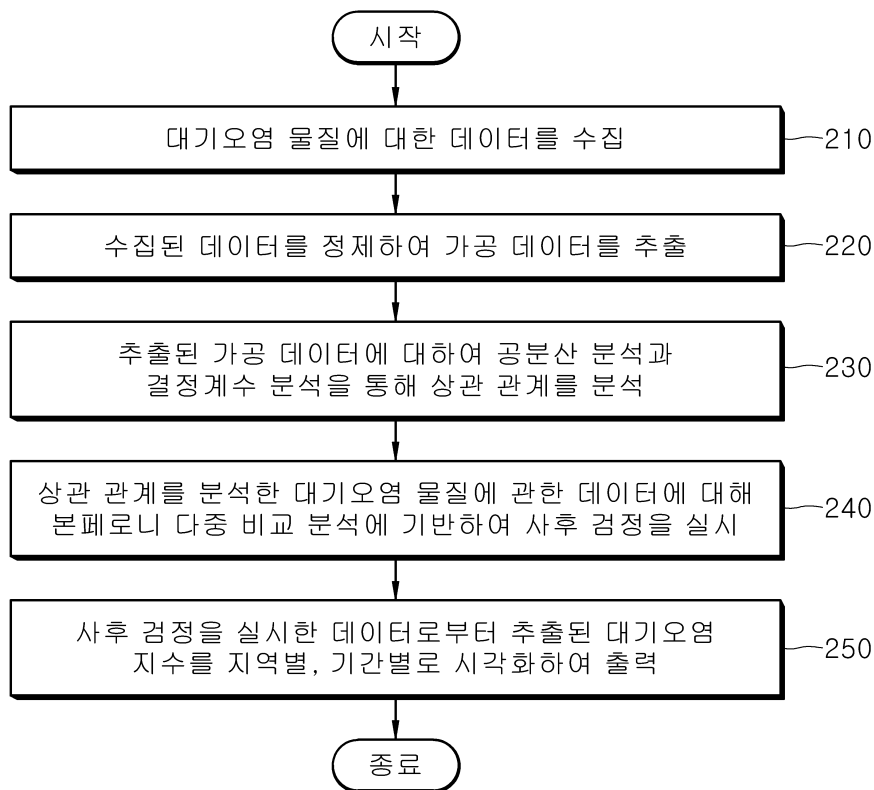
- [0117] 100: 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템
- 110: 데이터 수집부
- 120: 상관 관계 분석부
- 130: 데이터 비교 분석부
- 140: 대기오염 모니터링부
- 150: 제어부

도면

도면1

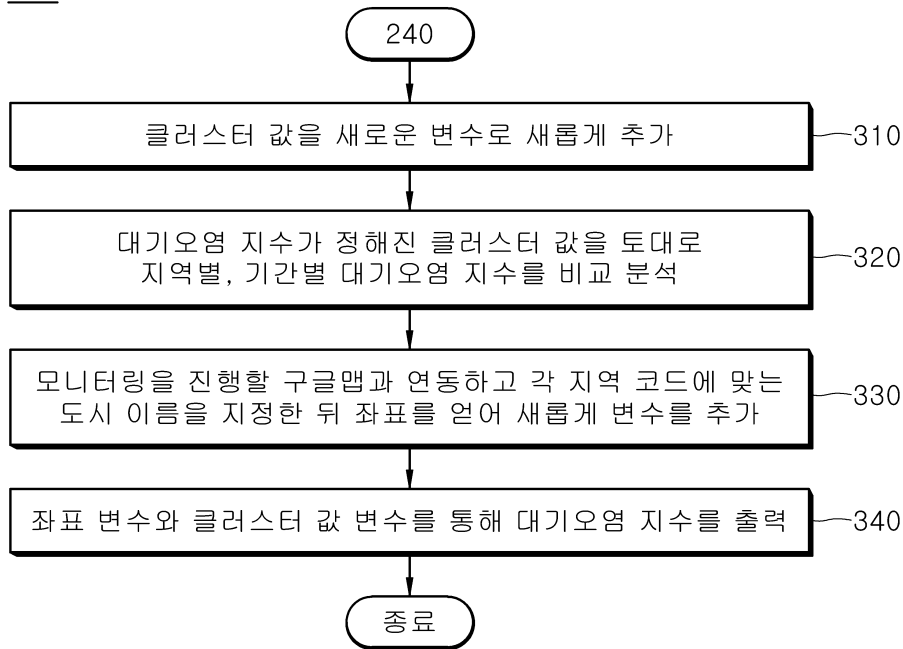


도면2

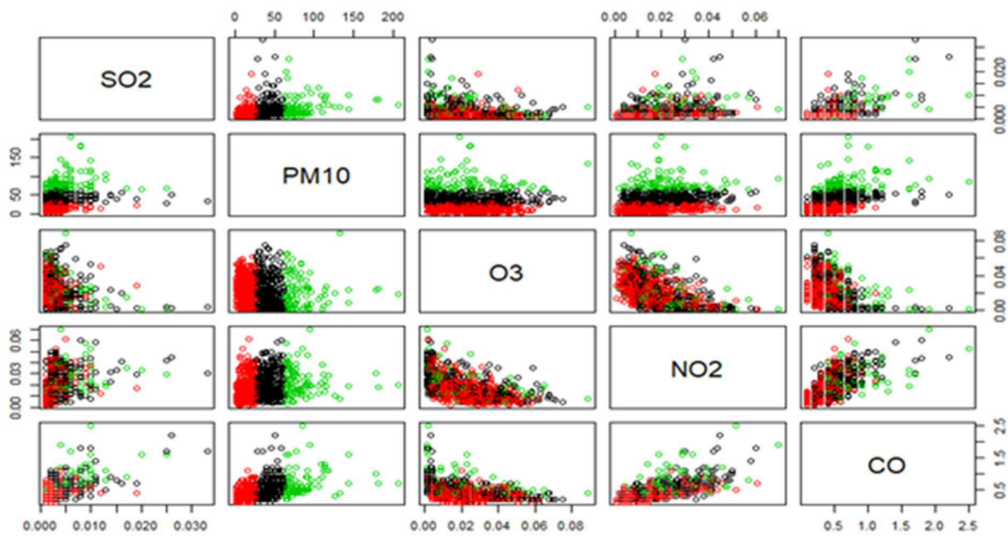


도면3

250



도면4



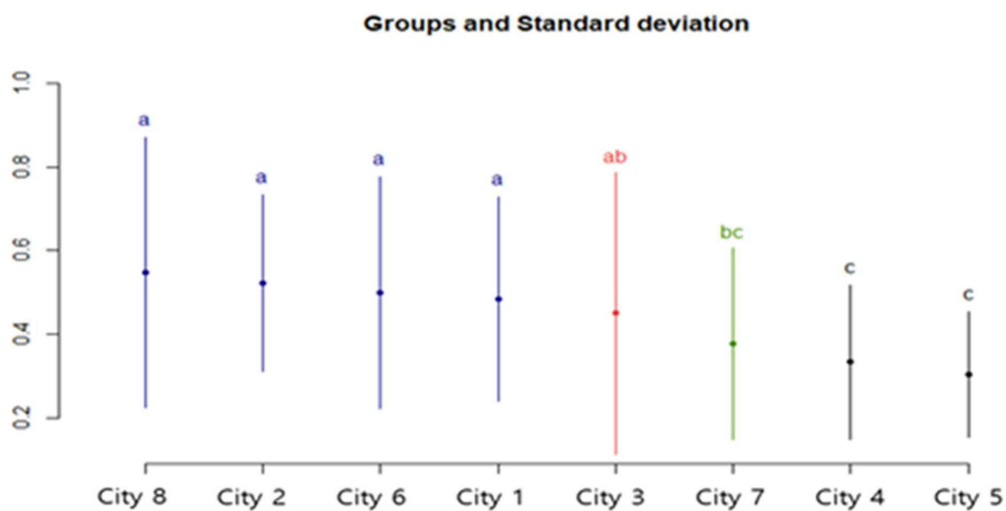
도면5

	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

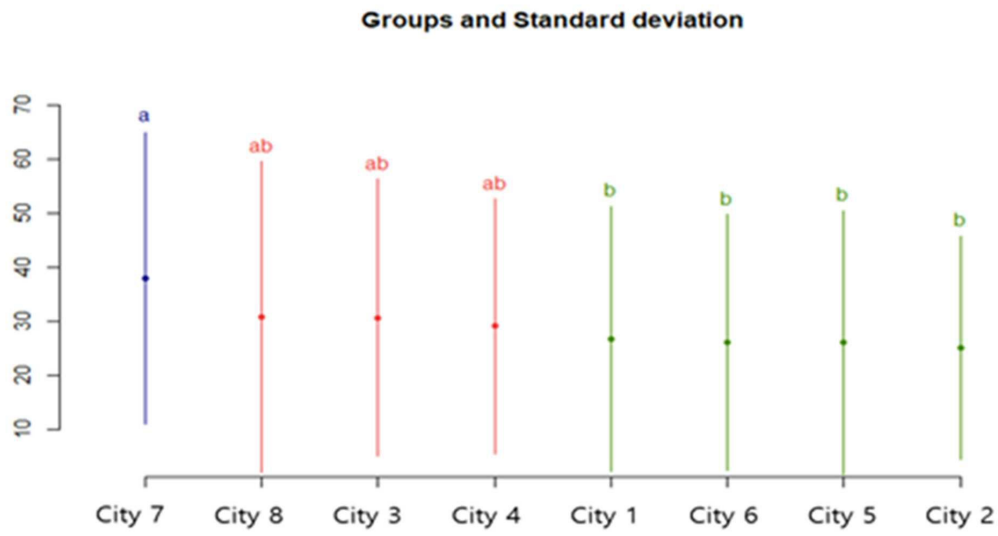
도면6

	CO	NO2	PM10	O3	SO2
CO	0.0693352452	1.926892e-03	3.18405395	-1.773278e-03	4.488026e-04
NO2	0.0019268922	1.211121e-04	0.07843585	-9.672724e-05	1.092037e-05
PM10	3.1840539540	7.843585e-02	626.62373473	-3.434617e-02	2.571640e-02
O3	-0.0017732785	-9.672724e-05	-0.03434617	2.335093e-04	-8.623359e-06
SO2	0.0004488026	1.092037e-05	0.02571640	-8.623359e-06	7.919804e-06

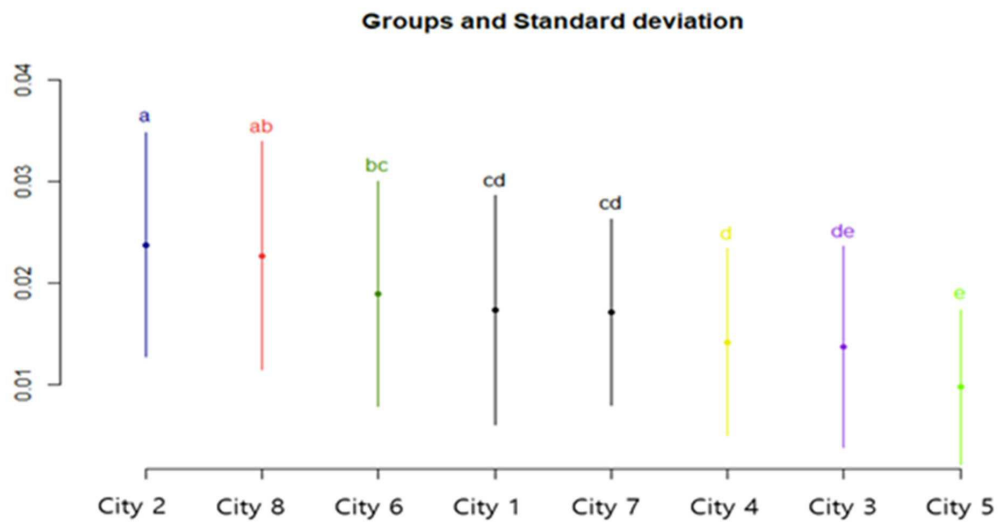
도면7



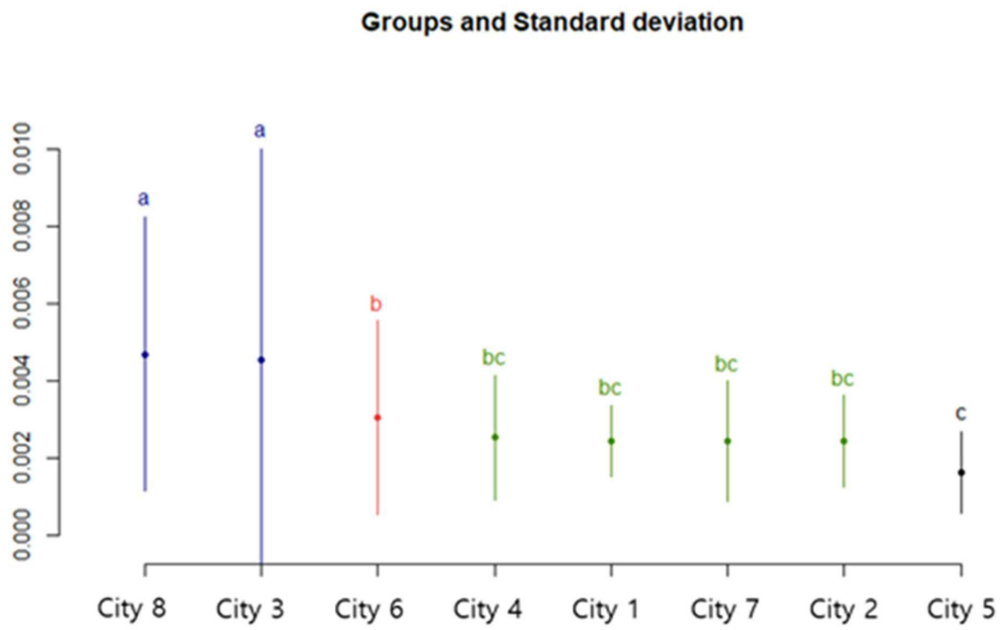
도면8



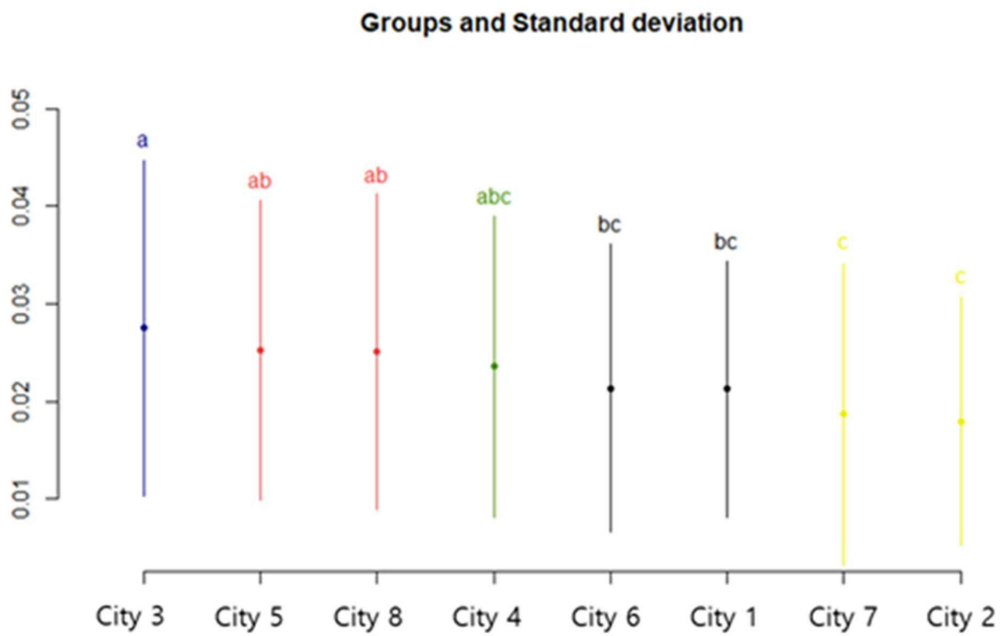
도면9



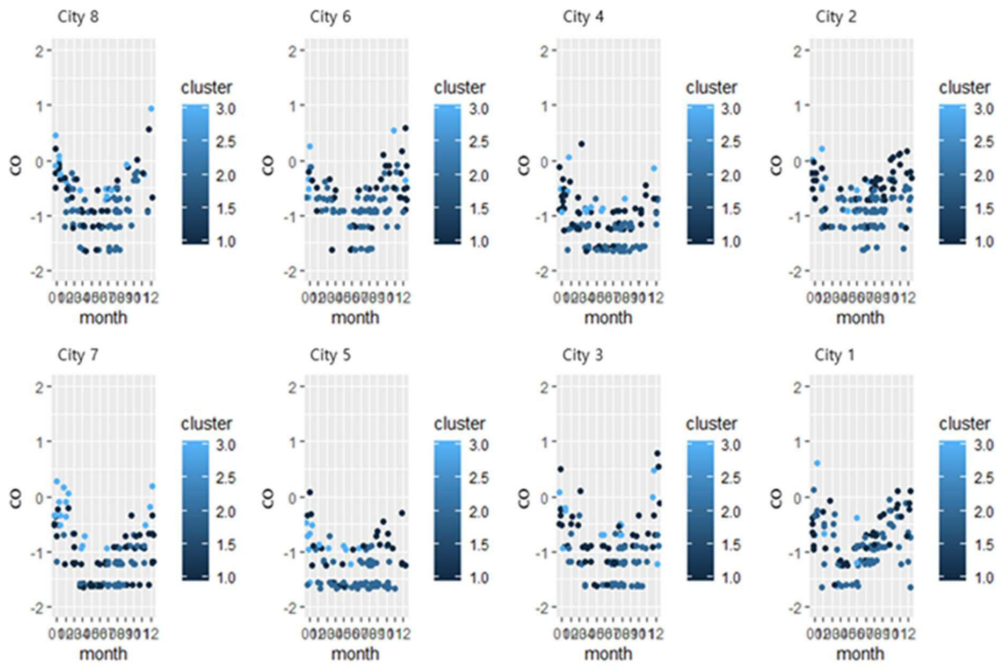
도면10



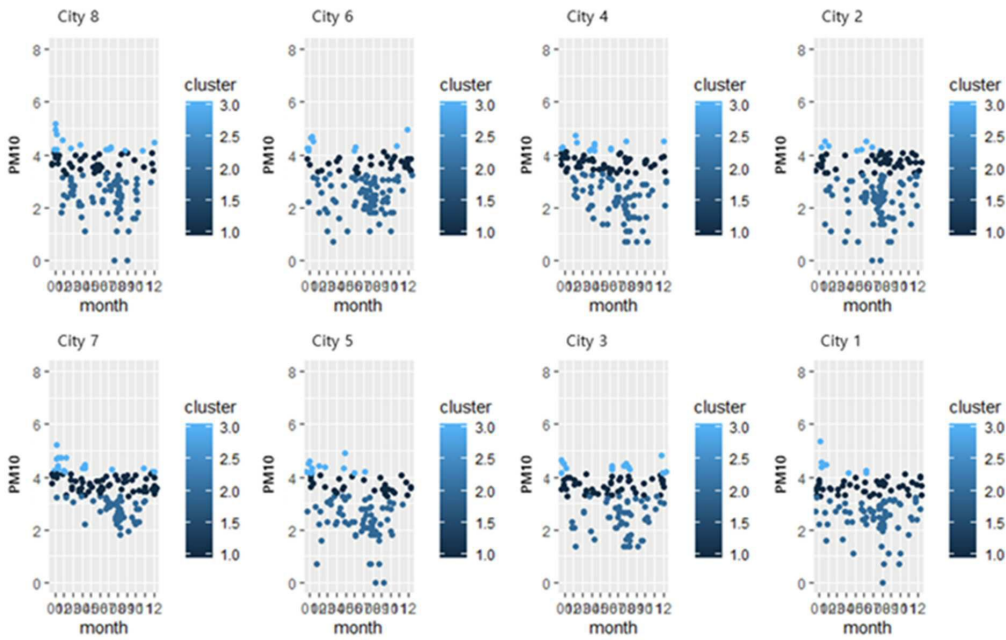
도면11



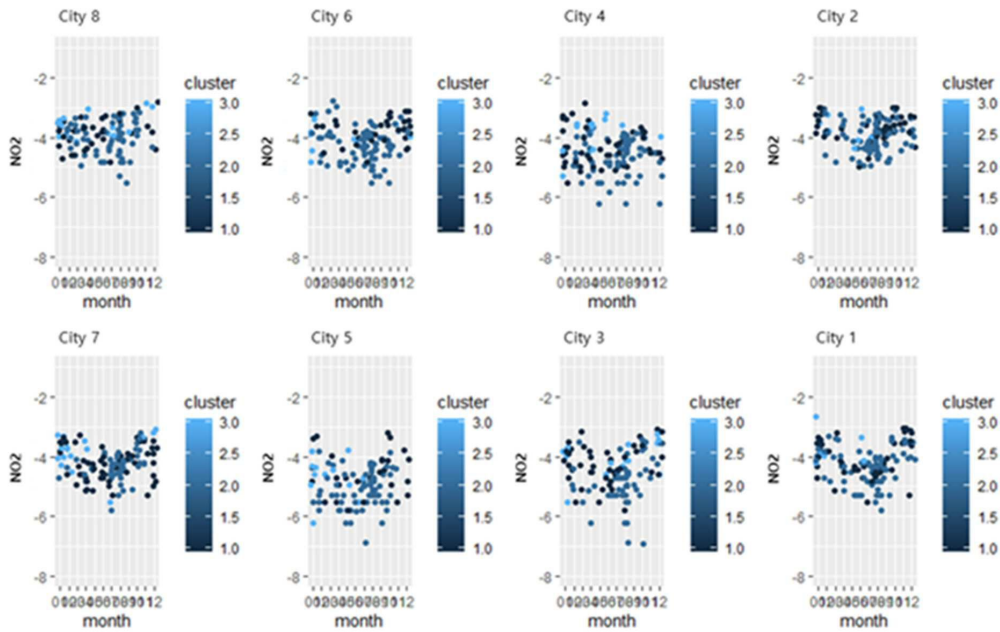
도면12



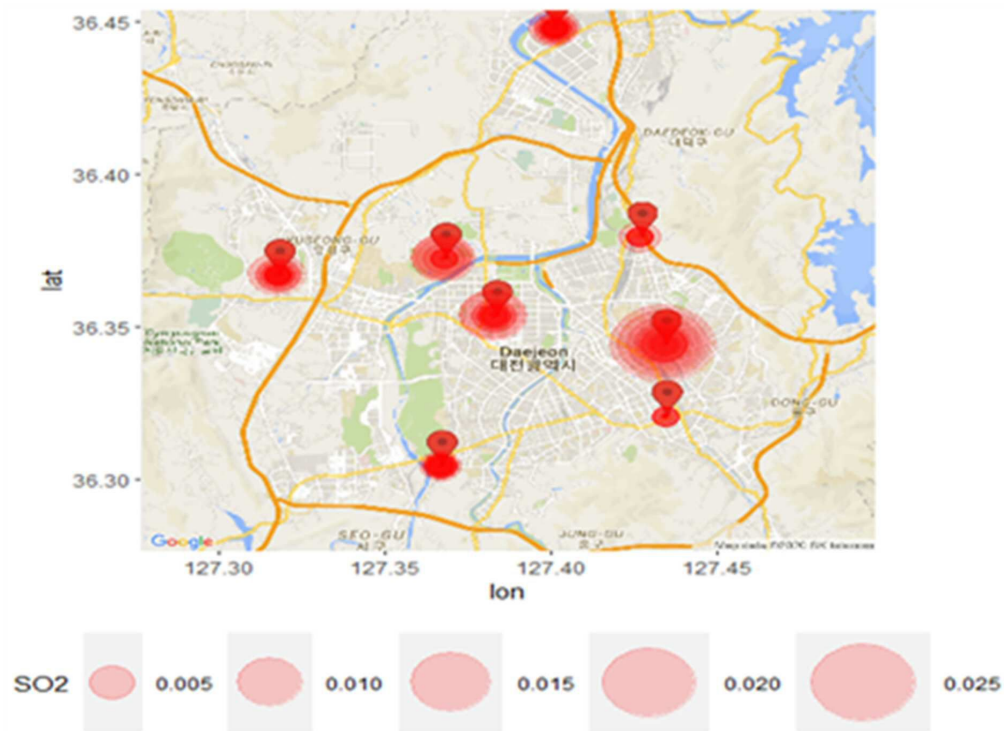
도면13



도면14



도면15



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 11

【변경전】

본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템을 이용한 대기오염 물질 모니터링 방법에 있어서, 상기 대기오염 물질 모니터링 시스템의 데이터 수집부가 대기오염 물질에 대한 데이터를 수집하고 상기 수집된

데이터에서 분석에 필요한 변수를 추출하는 단계;

상기 데이터 수집부가 상기 분석에 필요한 변수가 추출된 데이터에서 결측치(Not Available)를 제거한 나머지 데이터로부터 랜덤 서플을 통해 상기 가공 데이터를 추출하는 단계;

상기 대기오염 물질 모니터링 시스템의 상관 관계 분석부가 상기 가공 데이터에 대하여 공분산 분석과 결정계수 분석을 통해 상기 대기오염 물질에 관한 데이터에 대하여 상관 관계를 분석하는 단계;

상기 대기오염 물질 모니터링 시스템의 데이터 비교 분석부가 상기 상관 관계를 분석한 대기오염 물질에 관한 데이터에 대해 본페로니 다중 비교 분석에 기반하여 사후 검정을 실시하는 단계; 및

상기 대기오염 물질 모니터링 시스템의 대기오염 모니터링부가 상기 사후 검정을 실시한 데이터로부터 지역별, 시간별 대기오염 지수를 추출하고, 상기 추출된 대기오염 지수를 시각화하여 출력하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 방법.

【변경후】

본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 시스템을 이용한 대기오염 물질 모니터링 방법에 있어서,

상기 대기오염 물질 모니터링 시스템의 데이터 수집부가 대기오염 물질에 대한 데이터를 수집하고 상기 수집된 데이터에서 분석에 필요한 변수를 추출하는 단계;

상기 데이터 수집부가 상기 분석에 필요한 변수가 추출된 데이터에서 결측치(Not Available)를 제거한 나머지 데이터로부터 랜덤 서플을 통해 가공 데이터를 추출하는 단계;

상기 대기오염 물질 모니터링 시스템의 상관 관계 분석부가 상기 가공 데이터에 대하여 공분산 분석과 결정계수 분석을 통해 상기 대기오염 물질에 관한 데이터에 대하여 상관 관계를 분석하는 단계;

상기 대기오염 물질 모니터링 시스템의 데이터 비교 분석부가 상기 상관 관계를 분석한 대기오염 물질에 관한 데이터에 대해 본페로니 다중 비교 분석에 기반하여 사후 검정을 실시하는 단계; 및

상기 대기오염 물질 모니터링 시스템의 대기오염 모니터링부가 상기 사후 검정을 실시한 데이터로부터 지역별, 시간별 대기오염 지수를 추출하고, 상기 추출된 대기오염 지수를 시각화하여 출력하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 본페로니 사후 검정 기반 대기오염 물질 모니터링 방법.