(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0095116
(43) 공개일자 2022년07월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/26 (2012.01) *G06Q 10/06* (2012.01)
G06Q 50/10 (2012.01) *G06Q 50/20* (2012.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/26 (2013.01)
G06Q 10/063 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0174434
(22) 출원일자 2021년12월08일
심사청구일자 2021년12월08일
(30) 우선권주장
1020200186123 2020년12월29일 대한민국(KR)

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
아볼가셈
서울특별시 광진구 능동로 209, 세종대학교 대양AI센터 433호(군자동)
최수미
서울특별시 광진구 능동로 209, 세종대학교 대양AI센터 720호(군자동)
(74) 대리인
송인호, 최관락

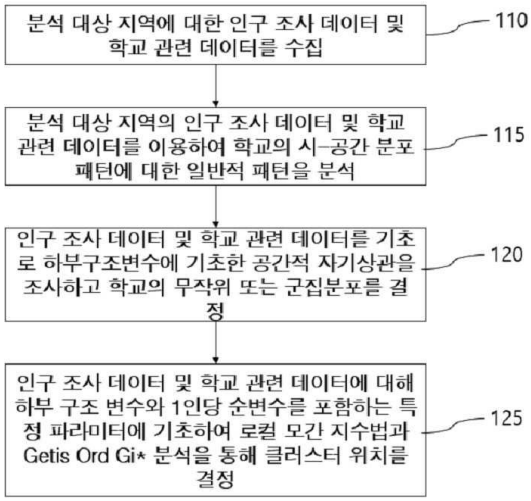
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **학교의 시-공간 분포 분석 방법 및 그 장치**

(57) 요 약

학교의 시-공간 분포 분석 방법 및 그 장치가 개시된다. 학교의 시-공간 분포 분석 방법은 (a) 대상 지역에 대한 인구 조사 데이터 및 학교 관련 데이터를 수집하는 단계; (b) 상기 인구 조사 데이터 및 학교 관련 데이터를 이용하여 학교의 시-공간 분포 패턴에 대한 일반적 패턴을 분석하는 단계; (c) 하부구조변수와 1인당 순변수(net per capita variable)를 포함하는 특정 변수에 기반하여 상기 인구 조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터를 분석하여 상기 대상 지역에 대한 학교 분포 패턴을 결정하는 단계; 및 (d) 상기 하부구조변수와 1인당 순변수를 포함하는 특정 변수에 기반하여 상기 인구조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터를 분석하여 상기 대상 지역에 대한 학교의 클러스터 위치를 결정하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06Q 50/10 (2015.01)
G06Q 50/205 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711116243
과제번호	2016-0-00312-005
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성(R&D)
연구과제명	모바일 플랫폼 기반 엔터테인먼트 VR 기술 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

(a) 대상 지역에 대한 인구 조사 데이터 및 학교 관련 데이터를 수집하는 단계;

(b) 상기 인구 조사 데이터 및 학교 관련 데이터를 이용하여 학교의 시-공간 분포 패턴에 대한 일반적 패턴을 분석하는 단계;

(c) 하부구조변수와 1인당 순변수(net per capita variable)를 포함하는 특정 변수에 기반하여 상기 인구 조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터를 분석하여 상기 대상 지역에 대한 학교 분포 패턴을 결정하는 단계; 및

(d) 상기 하부구조변수와 1인당 순변수를 포함하는 특정 변수에 기반하여 상기 인구조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터를 분석하여 상기 대상 지역에 대한 학교의 클러스터 위치를 결정하는 단계를 포함하는 학교의 시-공간 분포 분석 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

상기 인구 조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터를 기초로 평균 인접 이웃 분석을 통한 Rn 인덱스값을 계산하고, 상기 Rn 인덱스값을 이용하여 전체 학교 분포 유형을 결정하고, Getis Ord Gi* 인덱스를 계산한 후 대상 지역을 세분화한 각 셀당 학교수 계산을 통해 핫 스팟과 콜드 스팟 맵을 생성하는 것을 특징으로 하는 학교의 시-공간 분포 분석 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 하부구조 변수는 상기 인구 조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터에서 추출된 학교 레벨(education level), 성별(여학교, 남학교, 남녀공학), 지역(region), 구역(district), 이웃, 학생수, 클래스 수를 이용하여 생성되는 것을 특징으로 하는 학교의 시-공간 분포 분석 방법.

청구항 4

제2 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

상기 인구 조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터를 기초로 하부구조변수로 위치와 학생수를 포함하는 1인당 순변수에 기초하여 모란 지수 분석을 통한 공간적 자기상관 분석 결과에 따라 학교 분포 패턴을 결정하고,

상기 인구 조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터를 기초로 하부구조변수로 면적과 학생수를 포함하는 1인당 순변수를 기준으로 상기 학교 분포 패턴의 시공간적 변화를 분석하는 것을 특징으로 하는 학교의 시-공간 분포 분석 방법.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 (d) 단계는,

로컬 모란 지수 분석 및 Getis Ord Gi* 분석을 통해 공간적 자기 상관을 결정하여 클러스터 위치를 결정하는 것을 특징으로 하는 학교의 시-공간 분포 분석 방법.

청구항 6

제1 항 내지 제5 항 중 어느 하나의 항에 따른 방법을 수행하기 위한 프로그램 코드를 기록한 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체.

청구항 7

적어도 하나의 명령어를 저장하는 메모리; 및

상기 메모리에 저장된 명령어를 실행하는 프로세서를 포함하되,

상기 프로세서에 의해 실행된 명령어는,

(a) 대상 지역에 대한 인구 조사 데이터 및 학교 관련 데이터를 수집하는 단계;

(b) 상기 인구 조사 데이터 및 학교 관련 데이터를 이용하여 학교의 시-공간 분포 패턴에 대한 일반적 패턴을 분석하는 단계;

(c) 하부구조변수와 1인당 순변수(net per capita variable)를 포함하는 특정 변수에 기반하여 상기 인구 조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터를 분석하여 상기 대상 지역에 대한 학교 분포 패턴을 결정하는 단계; 및

(d) 상기 하부구조변수와 1인당 순변수를 포함하는 특정 변수에 기반하여 상기 인구조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터를 분석하여 상기 대상 지역에 대한 학교의 클러스터 위치를 결정하는 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는 학교의 시-공간 분포 분석 장치.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

상기 인구 조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터를 기초로 평균 인접 이웃 분석을 통한 Rn 인덱스값을 계산하고, 상기 Rn 인덱스값을 이용하여 전체 학교 분포 유형을 결정하고, Getis Ord Gi* 인덱스를 계산한 후 대상 지역을 세분화한 각 셀당 학교수 계산을 통해 핫 스팟과 콜드 스팟 맵을 생성하는 것을 특징으로 하는 학교의 시-공간 분포 분석 장치.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

상기 인구 조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터를 기초로 하부구조변수로 위치와 학생수를 포함하는 1인당 순변수에 기초하여 모란 지수 분석을 통한 공간적 자기상관 분석 결과에 따라 학교 분포 패턴을 결정하고,

상기 인구 조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터를 기초로 하부구조변수로 면적과 학생수를 포함하는 1인당 순변수를 기준으로 상기 학교 분포 패턴의 시공간적 변화를 분석하는 것을 특징으로 하는 학교의 시-공간 분포 분석 장치.

청구항 10

제7 항에 있어서,

상기 (d) 단계는,

로컬 모란 지수 분석 및 Getis Ord Gi* 분석을 통해 공간적 자기 상관을 결정하여 클러스터 위치를 결정하는 것을 특징으로 하는 학교의 시-공간 분포 분석 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 공간적 자기 상관 지수를 이용한 학교의 시-공간 분포 분석 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 경제 성장으로 인해 교육은 선진국과 개발 도상국 모두의 관심사이다. 개발 도상국에서 교육은 접근성을 높이기 위한 다양한 전략을 수립해야 한다. 이란의 경우 교육 서비스의 공간적 분포를 결정하는 것이 드물기 때문에 교육에 대한 접근이 제한된다. 예를 들어, Bojnourd시에서는 교육 서비스의 양적 성장에도 불구하고 시설이 얼마나 잘 배포되었고 사람들이 교육에 얼마나 접근할 수 있는지는 알려지지 않았다. 앞으로 증가하는 사람들의 수요를 충족시키기 위해 서비스의 질을 향상시키는 것이 중요하기 때문에 기존 상황에 대한 객관적인 평가가 중요하다. 따라서 교육적 형평성을 위해 학교의 공간적 분포를 평가해야 하며, 이러한 평가는 지속 가능한 도시 개발을 위한 정책을 개발하는데 필요한 지식을 제공할 수 있으며, 교육 서비스 분패를 균등화 척도로 제공될 수도 있다.

[0004] 그러나, 현재까지 학교의 공간적 분포를 평가하기 위한 방안이 제시되지 않았다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 학교의 시-공간 분포 분석 방법 및 그 장치를 제공하기 위한 것이다.

[0007] 또한, 본 발명은 학교에 관련된 데이터를 기초로 시-공간적 자기 상관 지수 분석을 통해 학교의 시-공간 분포를 분석할 수 있는 학교의 시-공간 분포 분석 방법 및 그 장치를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 측면에 따르면, 학교의 시-공간 분포 분석 방법이 제공된다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따르면, (a) 대상 지역에 대한 인구 조사 데이터 및 학교 관련 데이터를 수집하는 단계; (b) 상기 인구 조사 데이터 및 학교 관련 데이터를 이용하여 학교의 시-공간 분포 패턴에 대한 일반적 패턴을 분석하는 단계; (c) 하부구조변수와 1인당 순변수(net per capita variable)를 포함하는 특정 변수에 기반하여 상기 인구 조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터를 분석하여 상기 대상 지역에 대한 학교 분포 패턴을 결정하는 단계; 및 (d) 상기 하부구조변수와 1인당 순변수를 포함하는 특정 변수에 기반하여 상기 인구조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터를 분석하여 상기 대상 지역에 대한 학교의 클러스터 위치를 결정하는 단계를 포함하는 학교의 시-공간 분포 분석 방법이 제공될 수 있다.

[0011] 상기 (b) 단계는, 상기 인구 조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터를 기초로 평균 인접 이웃 분석을 통한 Rn 인덱스값을 계산하고, 상기 Rn 인덱스값을 이용하여 전체 학교 분포 유형을 결정하고, Getis Ord Gi* 인덱스를 계산한 후 대상 지역을 세분화한 각 셀당 학교수 계산을 통해 핫 스팟과 콜드 스팟 맵을 생성할 수 있다.

[0012] 상기 하부구조 변수는 상기 인구 조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터에서 추출된 학교 레벨(education level), 성별(여학교, 남학교, 남녀공학), 지역(region), 구역(district), 이웃, 학생수, 클래스 수를 이용하여 생성될 수 있다.

[0013] 상기 (c) 단계는, 상기 인구 조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터를 기초로 하부구조변수로 위치와 학생수를 포함하는 1인당 순변수에 기초하여 모란 지수 분석을 통한 공간적 자기상관 분석 결과에 따라 학교 분포 패턴을 결정하고, 상기 인구 조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터를 기초로 하부구조변수로 면적과 학생수를 포함하는 1인당 순변수를 기준으로 상기 학교 분포 패턴의 시공간적 변화를 분석할 수 있다.

[0014] 상기 (d) 단계는, 로컬 모란 지수 분석 및 Getis Ord Gi* 분석을 통해 공간적 자기 상관을 결정하여 클러스터 위치를 결정할 수 있다.

[0016] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 학교의 시-공간 분포 분석 장치가 제공된다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 적어도 하나의 명령어를 저장하는 메모리; 및 상기 메모리에 저장된 명령어를 실행하는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서에 의해 실행된 명령어는, (a) 대상 지역에 대한 인구 조사 데이터 및 학교 관련 데이터를 수집하는 단계; (b) 상기 인구 조사 데이터 및 학교 관련 데이터를 이용하여 학교의 시-공간 분포 패턴에 대한 일반적 패턴을 분석하는 단계; (c) 하부구조변수와 1인당 순변수(net per capita variable)를 포함하는 특정 변수에 기반하여 상기 인구 조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터를 분석하여 상기 대상 지역에 대한 학교 분포 패턴을 결정하는 단계; 및 (d) 상기 하부구조변수와 1인당 순변수를 포함하는 특정 변수에 기반하여 상기 인구조사 데이터 및 상기 학교 관련 데이터를 분석하여 상기 대상 지역에 대한 학교의 클러스터 위치를 결정하는 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는 학교의 시-공간 분포 분석 장치가 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 학교의 시-공간 분포 분석 방법 및 그 장치를 제공함으로써, 학교에 관련된 데이터를 기초로 시-공간적 자기 상관 지수 분석을 통해 학교의 시-공간 분포를 분석할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 학교의 시-공간 분포 분석 방법을 나타낸 순서도.

도 2 및 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 분석 대상 지역에 대한 최적화된 핫 스팟 분석 결과를 나타낸 도면.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 하부구조변수를 고려한 1인당 순변수에 대한 학교의 시-공간 자기상관 결과를 나타낸 도면.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 초등학교에 대한 Getis Ord Gi* 분석 결과에 역거리 가중 보간법을 적용한 결과를 도시한 도면.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 여고와 남고의 Getis Ord Gi* 분석 결과에 역거리 가중 보간법을 적용한 결과를 도시한 도면.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 학교의 시-공간 분포 분석 장치의 내부 구성을 개략적으로 도시한 블록도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는

하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0023] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 학교의 시-공간 분포 분석 방법을 나타낸 순서도이고, 도 2 및 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 분석 대상 지역에 대한 최적화된 핫 스팟 분석 결과를 나타낸 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 하부구조변수를 고려한 1인당 순변수에 대한 학교의 시-공간 자기상관 결과를 나타낸 도면이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 초등학교에 대한 Getis Ord Gi* 분석 결과에 역거리 가중 보간법을 적용한 결과를 도시한 도면이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 여고와 남고의 Getis Ord Gi* 분석 결과에 역거리 가중 보간법을 적용한 결과를 도시한 도면이다.

[0026] 단계 110에서 학교의 시-공간 분포 분석 장치(100)는 분석 대상 지역에 대한 인구 조사 데이터 및 학교 관련 데이터를 수집한다.

[0027] 여기서, 인구 조사 데이터는 분석 대상 지역의 인구에 관련된 데이터로, 성별, 연령, 학력, 이웃, 수입 등과 같이 인구와 관련된 다양한 정보일 수 있다.

[0028] 학교 관련 데이터는 분석 대상 지역의 학교 레벨(예를 들어, 초등학교, 중학교, 고등학교 등), 각 학교 유형(남녀 혼합, 남학교, 여학교 등)일 수 있다. 이외에도, 학교 관련 데이터는 학생수, 학급수 등과 같이 학교에 관련된 다양한 정보들을 더 포함할 수도 있다.

[0029] 단계 115에서 학교의 시-공간 분포 분석 장치(100)는 분석 대상 지역의 인구 조사 데이터 및 학교 관련 데이터를 이용하여 학교의 시-공간 분포 패턴에 대한 일반적 패턴을 분석한다.

[0030] 이하에서 이에 대해 보다 상세히 설명하기로 한다.

[0031] 인구 조사 데이터 및 학교 관련 데이터를 평균 인접 이웃 분석을 통해 학교 전체 분포 유형을 조사할 수 있다.

[0032] 본 발명의 일 실시예에서는 학교의 분포 유형을 결정하기 위해 평균 인접 이웃 방법을 사용한다. 평균 인접 이웃 방법에 따른 결과는 다양한 배포 시스템의 형성에 영향을 미치는 요인을 쉽게 식별하도록 할 수 있으며, 일반 정책을 실행하고 지역 수준의 교육 서비스 제공을 위한 제안 모델을 완성하는데 필요한 기본 서비스와 필수 서비스를 제공할 수 있다.

[0033] 평균 인접 이웃 방법을 적용하는 경우, Rn(rate neighbor) 인덱스를 생성하며, 범위는 0에서 2.15까지이다. Rn 값이 0에 가까울수록 군집 분포 패턴을 나타내며, Rn값이 2.15에 가까울수록 정규 분포 패턴을 나타내며, 1은 랜덤 공간 분포를 나타낸다.

[0034] 평균 인접 이웃 방법에서는 Rn값이 1보다 작으면 분포가 클러스터링되고 Rn값이 1보다 크면 분산되는 경향이 있다. 이러한 평균 인접 이웃 방법은 매우 민감하여 토지 사용 분포의 작은 변화는 계산에 많은 변수를 일으킬 수 있다.

[0035] 학교 전체 분포 유형에 대한 결과는 표 1과 같으며, 초등학교, 중학교 및 고등학교에 대한 분포 유형은 표 2 내지 표 4에 도시된 바와 같다.

[0036] [표 1]

Year	Index Value	*z*-Score	*p*-Value	Pattern
2011	0.584831	−11.655111	0.000000	clustered
2016	0.554407	−12.570115	0.000000	clustered
2018	0.495527	−16.149084	0.000000	clustered
2021	0. 644393	−11.743813	0.000000	clustered

[0037]

[0038] Rn(Rate Neighborhood) 지수의 값이 0에 가까울수록 군집 분포 패턴을 나타내고, 2.15에 가까울수록 분산된 패턴을 나타낸다. 인덱스 값 1은 또한 임의의 패턴을 나타낸다. 표 1의 결과를 바탕으로 Rn(Rate Neighborhood)

지수가 0에 가까우므로 2011, 2016, 2018, 2021년 학교의 전체 분포를 군집 분포 패턴으로 나타낼 수 있다.

[0039] 2011년, 2016년 및 2018년에 남아 및 여아 초등학교, 중학교, 고등학교에 대해 평균 인접 이웃 방법으로 분석한 결과가 표 2 내지 표 4에 도시된 바와 같다.

[0040] [표 2]

Year	Index Value	z-Score	p-Value	Pattern
girls′ 2011	0.550201	−4.553318	0.000005	clustered
boys′ 2011	0.762219	−2.491540	0.012719	clustered
girls′ 2016	0.590847	−4.287238	0.000018	clustered
boys′ 2016	0.723793	−0.035443	0.002402	clustered
girls′ 2018	0.662087	−4.189488	0.000028	clustered
boys′ 2018	0.776685	−2.797703	0.005147	clustered

[0042]

[0044] [표 3]

Year	Index Value	z-Score	p-Value	Pattern
girls′ 2011	0.713008	−1.901919	0.057182	clustered
boys′ 2011	0.321595	−3.893507	0.000099	clustered
girls′ 2016	1.015512	0.106997	0.914799	random
boys′ 2016	0.693793	−1.852447	0.063962	clustered
girls′ 2018	0.848996	−1.323822	0.185562	clustered
boys′ 2018	0.642046	−3.284141	0.001023	Pattern

[0045]

[0047] [표 4]

Year	Index Value	z-Score	p-Value	Pattern
girls′ 2011	0.589266	−3.768388	0.000164	clustered
boys′ 2011	0.544146	−4.360405	0.000013	clustered
girls′ 2016	0.624394	−3.592799	0.000327	clustered
boys′ 2016	0.580559	−4.091552	0.000043	clustered
girls′ 2018	0.561897	−4.666469	0.000003	clustered
boys′ 2018	0.477865	−5.909464	0.000000	clustered

[0048]

[0050] 표 2 내지 표 4에서 보여지는 바와 같이 여중의 경우, 2016년과 2018년에 학교의 전체 분포는 무작위이며, 2011

년에 분포가 군집화되어 있는 것을 알 수 있다.

[0051] 또한, 남자 학교의 경우 2011년, 2016년, 2018년 초등학교, 초중고, 중고등학교의 전체 분포를 군집화된 것을 알 수 있다.

[0052] 이어, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 학교의 전반적인 분포 유형을 분석한 이후 최적화된 핫 스팟 분석을 통해 핫스팟 및 콜드 스팟 맵을 생성할 수 있다.

[0053] 최적화된 핫 스팟 분석은 입력 데이터 기능에서 추출된 변수를 사용하여 Getis-Ord Gi * 방법을 구현한다. 최적화된 핫 스팟 분석은 Getis-Ord Gi * 통계를 사용하여 통계적으로 의미 있는 핫스팟과 콜드 스팟의 맵을 생성할 수 잇다. 최적의 결과를 생성하기 위해 입력 특징 클래스의 속성을 평가할 수 있다. 예를 들어, 필드를 선택하지 않거나 숫자 필드를 선택하여 입력 특징 클래스의 속성이 평가될 수 있다. 또한, 최적화된 핫 스팟 분석은 두가지 접근 방법을 적용하여 수행될 수 있다.

[0054] (i) 각 셀 내부의 이벤트 계산 방법-이 접근 방법은 이벤트 포인트 데이터를 집계하고 각 셀 내부의 이벤트 수를 계산한다.

[0055] (ii) 각 폴리곤 내의 이벤트 카운트 방법- 이벤트를 카운트 매개변수로 집계하려면 폴리곤의 이벤트 포인트 데이터를 오버레이할 집계 폴리곤이 있어야 한다. 이벤트는 각 다각형에서 열거될 수 있다. 각 폴리곤 내에서 포인트 이벤트를 계산하는 방법은 일반적으로 통계 구역 및 통계 블록과 같은 다양한 통계 수준에서 데이터의 공간적 집중도를 조사하는데 사용될 수 있다.

[0056] Getis-Ord General G 통계는 무작위로 생성된 클러스터보다 가능성이 더 높은 클러스터를 식별하고 집계된 데이터를 사용한다. 예를 들어, 한 지역이 학교수에 대해 높은 값을 가지고 있고, 그 이웃이 동일한 경우 Getis-Ord General G 통계는 해당 지역을 핫스팟의 일부라는 결론을 내릴 수 있다. 이러한 분석은 값의 거의 균일한 분포가 있고 예기치 않은 공간값을 검색해야 할 때 주로 사용된다. 일반 G 통계는 수학식 1에 따라 계산될 수 있다.

수학식 1

[0057]
$$G = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{i=0}^{n} x_i x_j w_{i,j}}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{i=0}^{n} x_i x_j} \forall j \neq i$$

[0058] 수학식 4에서, x_i 와 x_j 는 i와 j에 대한 설명 값이고, $w_{i,j}$ 는 i와 j사이의 위치의 가중치를 나타낸다. 또한, 계산된 일반 G값을 이용하여 z-점수가 계산될 수 있다. z-점수는 수학식 2와 같이 계산될 수 있다.

수학식 2

[0059]
$$z_G = \frac{G - \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{i=0}^{n} w_{ij}}{n(n-1)}}{\sqrt{V[G]}}$$

[0060] 여기서, V[G]는 분산을 나타낸다.

[0061] Getis-Ord Gi * 통계에 대해 간략하게 설명하기로 한다. Getis-Ord Gi * 통계는 주어진 영역에서 고점 또는 저점의 농도를 측정할 수 있다. 따라서, Getis-Ord Gi * 통계는 핫스팟과 콜드 스팟을 구분할 수 있다. 즉, Gi *가 높은 숫자일 때는 핫스팟을 나타내고, Gi *가 낮은 숫자일 때는 콜드 스팟을 나타낸다. 관찰된 Gi *값이 예상값을 초과하면 핫 스팟이 형성되고 관찰된 Gi *값이 예상값보다 낮으면 콜드 스팟이 형성될 수 있다.

[0062] Getis-Ord Gi * 통계는 수학식 3에 따라 계산될 수 있다.

수학식 3

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^{n} w_{ij}x_i - \overline{X}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}}{S\sqrt{\frac{\left[n\sum_{j=1}^{n} w_{ij}^2 - \left(\sum_{j=1}^{n} w_{ij}\right)^2\right]}{n-1}}}$$

[0063]

[0064] 여기서, x_j 는 j를 위한 설명 값이고, $w_{i,j}$ 는 i와 j사이의 공간 가중치를 나타낸다. 또한, n은 전체 특징의 수를 나타낸다.

[0065] $\overline{X}$ 는 평균으로 수학식 4와 같이 계산되며, S는 표준 편차로 수학식 5와 같이 계산될 수 있다.

수학식 4

$$\overline{X} = \frac{\sum_{j=1}^{n} x_j}{n}$$

[0066]

수학식 5

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n} x_j^2}{n} - \left(\overline{X}\right)^2}$$

[0067]

[0068] G* 통계는 z-점수 그 자체이며, 추가 계산이 필요치 않다.

[0069] 본 발명의 일 실시예에서는 Getis Ord Gi* 인덱스를 계산하여, 도 2를 참조하면, 2011년, 2016년, 2018년, 2021년 셀당 학교 수를 계산할 결과 대상 분석 지역의 중심부에는 핫스팟이, 마을 교외와 골레스탄 타운십에는 콜드 스팟이 생성된 것을 알 수 있다.

[0070] 2018년에는 각 폴리곤 내 학교 집계 방식인 각 폴리곤 내 점수 계산법을 사용하여 최적화된 핫스팟 분석을 적용하여 이웃, 통계 구역, 통계 블록 등 다른 수준의 학교의 자기상관성을 조사했다.

[0071] 그 결과 학교는 일반적으로 도시의 중심 지역에 더 밀집되어 있지만 핫 스팟과 콜드 스팟의 위치가 다른 것으로 나타났다. 지역 수준에서 Ghiam, Nader, Amiriyeh, Berengy, Bargh, Enghelab, Vosogh, Daneshsara, Behzisti, Park Shahr, Madrese Ferdowsi, Sareban Mahale, Sfa, Mofkham, Padgan Artesh, North 17 Shahrivar, Jafar Abad, Mirzakuchek khan, Manba Ab, Sayyidi, Hosseini Masoum, Koi Imam Reza는 밀도가 높았고 학교 밀도는 Malaksh, Halghe Sang, Shahrak Alghadir, Koi Janbazan, Ghale Aziz 및 Ahmadabad 인근에서 낮았다. 통계구 수준에서 Ghiam, Hosseini Masoum, Sayyidi, Manba Ab, Mirzakuchekkhan, Bargh, Berengy, Amiriyeh, Nader, Padegan Artesh, Enghelab, Vosough, Daneshsara, Madrese Ferdowsi, Sarban Mahale에 위치한 학군의 학교 밀도, Safa, Mokhofam 및 Sharak Golestan 지역이 더 높았고 Bagh Motahari, Shahrak Hekmat, Imam Khomeini 타운십, Koi Sadeghiyeh, Bagher khan 1, Koi Azadegan 및 Mohammadabad Korah에 위치한 통계 지구에서는 학교 밀도가 더 낮았다. 그러나 통계 블록의 수준에서 Imam Reza, Koi Behdari, Ferdowsi, Mosalla, Nader, Amiriyeh, Berengy, Mirazkochekkhan, Manba Ab, Daneshsara, Park Shahr, Vosough, Enghelab, Mokhofam이 더 높았다.

[0072] 이어, 학교의 시-공간 분포 분석 장치(100)는 연도별로 동네, 통계구, 통계 블록의 공간적 규모에서 학교의 전체적인 분포를 조사했다. 근린공간단위의 경우 2011년, 2016년, 2018년, 2021년을 비교한 결과 도심 근린지역에서 학교의 밀집도가 높게 나타났으며, 이들 근린지역은 핫 스팟의 역할을 하는 것으로 나타났다. 도시 남부의 일부 지역은 학교 밀도 측면에서 콜드 스팟으로 식별되었다.

[0073] 통계구 수준의 결과는 2011년 통계청의 도심지역 통계구가 학교 밀도 측면에서 핫 폴리곤으로 알려져 있음을 나타낸다. 학교 밀도는 도시의 서부와 북동부의 통계 지구에서도 낮았다. 그러나 2016년, 2018년 및 2021년 동안 Golestan Shahr 타운십에 새로운 학교가 추가됨에 따라 이 지역의 학교 밀도도 증가했으며 이 타운십과 관련된 통계 지구도 핫 스팟이다. 또한, 도심 외곽에 새로운 학교가 들어서면서 도심 지역의 학교 핫스팟이 점차 줄어들고 있다. 그러나 Bagh Motahari, Zir Bagh Motahhari, Hekmat 타운십, Imam Khomeini 타운십, Koi Sadeghiyeh, Koi Azadegan, Bagherkhan 1 및 Mohammadabad Korah 인근의 통계 지구는 콜드 스팟으로 분석되었다.

[0074] 통계블록 수준의 결과는 2018년 도심 일부 지역에 위치한 통계블록을 학교 밀집도 측면에서 핫 폴리곤으로 알려진 것으로 나타났다. 그러나 2011년, 2016년 및 2021년 동안 Golestan 도시와 관련된 일부 통계 블록도 고밀도 다각형에 속한다. 2021년에는 다른 블록보다 더 적은 수의 학교를 포함하는 도시의 남쪽 부분에 콜드 폴리곤이 있다. 이러한 분석의 결과는 도 3에 나와 있다.

[0075] 상술한 바와 같이, 인구 조사 데이터 및 학교 관련 데이터를 평균 인접 이웃 분석 방법과 최적화된 핫 스팟 분석을 통해 학교의 시-공간 분포 패턴에 대한 일반적인 패턴을 분석하였다.

[0076] 단계 120에서 학교의 시-공간 분포 분석 장치(100)는 인구 조사 데이터 및 학교 관련 데이터를 기초로 하부구조 변수에 기초한 공간적 자기상관을 조사하고 학교의 무작위 또는 군집분포를 결정한다.

[0077] 여기서, 학교의 시-공간 분포 분석 장치(100)는 모란 지수 및 Getis Ord G 분석을 통해 위치 분석을 통해 다양한 변수에 따른 학교 분포의 군집화나 무작위성을 결정할 수 있다.

[0078] 우선, 우선, 학교 분포의 군집화나 무작위성을 검출하는 Moran's I index, Getis Ord, Differential Moran 알고리즘에 기반한 위치 분석에 대해 설명하기로 한다.

[0079] Moran's I 분석은 패턴이 클러스터링되었는지 흩어져 있는지 또는 무작위인지를 보여주는 일반 색인다.

[0080] 각 집계 포인트에는 강도 양이 할당되며, 이 메트릭의 측정을 위해 값의 일부 변형이 필요하다. 비슷한 값을 가진 위치(point)는 높은 모란 I값으로 표현되며 양수 또는 음수일 수 있다. 모란 지수값은 +1에서 -1 사이이다. 모란 지수값이 +1에 근접하면 클러스터링된 것을 나타내며, -1에 근접할수록 무작위 분포를 나타낸다. 모란 지수값의 중요성은 정규 분포에 대해 평가될 수 있다. 모란 I 분석의 출력은 I, 기대값, 표준편차, z-점수 및 p-값을 포함하는 관찰된 값의 5개 파라미터로 구성될 수 있다. 모란 I 분석에서 I의 관측값이 기대값을 초과하면 클러스터를 나타낸다. 만일 관측된 I값이 기대치보다 낮으면 클러스터가 없음을 나타낸다. 또한, p-값 확률이 낮고 z-점수가 높으면 귀무가설을 기각하고 데이터 분포가 군집화된 것을 나타낸다.

[0081] 모란 지수값은 수학식 6을 이용하여 계산될 수 있다.

수학식 6

[0082]
$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} z_i z_j w_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} z_i^2}$$

[0083] 여기서, z_i 는 평균$(x_i - \overline{X})$으로부터 특징 i의 표준편차를 나타내고, w_{ij}는 두 특징 i와 j 사이의 위치의 가중치를 나타내고, n은 전체 특징의 수를 나타내며, S_0 는 특징의 가중치의 합을 나타낸다. S_0는 수학식 7과 같이 계산될 수 있다.

수학식 7

$$S_0 = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} w_{ij}$$

[0084]

[0085] 또한, z-점수는 수학식 8과 같이 계산될 수 있다. 수학식 8에서 V[I]는 분산을 나타낸다.

수학식 8

$$z_I = \frac{I + \frac{1}{n-1}}{\sqrt{V[I]}}$$

[0086]

[0087] 우선, 모란 지수 통계값을 이용하여 여자 초등학교, 중학교, 고등학교에 대한 군집 분포를 확인한 후 2011년, 2016년, 2018년의 하부구조변수를 기준으로 여자 초등학교, 중학교, 고등학교의 전체 분포는 랜덤이며, 이값의 근접성으로 인해 모란의 계수를 0으로 만든다.

[0088] 모란 I 분석 결과를 확인하기 위해, 2011년, 2016년, 2018년 위치 레이어에 대한 Getis Ord G 통계(하위구조 변수에 대한)은 2011년, 2016년 및 2018년에 대해 수행되었다.

[0089] 표 5 내지 표 7에 따르면, 2011년, 2016년 및 2018년의 하부구조변수를 기반으로 한 여자 초등학교, 중학교, 고등학교 전체 분포를 나타내는 z-점수는 0에 가깝다.

[0090] [표 5]

Year	Type of Index	Index Value	*z*-Score	*p*-Value	Pattern
2011	Moran's I	−0.065147	−0.374999	0.707661	random
	Getis Ord General G	0.000878	−0.600486	0.548182	random
2016	Moran's I	−0.018868	0.219213	0.826484	random
	Getis Ord General G	0.000774	−0.751317	0.452462	random
2018	Moran's I	−0.064881	−0.602344	0.546945	random
	Getis Ord General G	0.000452	−1.359548	0.173973	random

[0091]

[0092] [표 6]

Year	Type of Index	Index Value	*z*-Score	*p*-Value	Pattern
2011	Moran's I	−0.215821	−1.514629	0.129866	random
	Getis Ord General G	0.000686	0.475950	0.634110	random
2016	Moran's I	−0.277216	−1.810088	0.070282	scattered
	Getis Ord General G	0.000634	0.195381	0.845095	random
2018	Moran's I	−0.100539	−0.881583	0.378002	random
	Getis Ord General G	0.000893	0.715144	0.474520	random

[0093]

[0095] [표 7]

Year	Type of Index	Index Value	*z*-Score	*p*-Value	Pattern
2011	Moran's I	−0.078740	−0.441434	0.658899	random
	Getis Ord General G	0.000769	−0.963211	0.335442	random
2016	Moran's I	−0.045698	−0.058518	0.953336	random
	Getis Ord General G	0.000724	−1.179696	0.238121	random
2018	Moran's I	−0.033485	−0.001246	0.999006	random
	Getis Ord General G	0.000889	−0.515396	0.606276	random

[0096]

[0097] 남자 학교(초등학교, 중학교, 고등학교)에 대한 학교 위치에 대한 Moran's I 및 Getis Ord General G 분석 결과는 표 8 내지 표 10에 도시된 바와 같다.

[0098] 표 8 내지 표 10에서 보여지는 바와 같이, 초등학교, 중학교, 고등학교의 경우, 2011년, 2016년, 2018년 모란 지수 계수가 0에 가까우므로 하부구조변수를 기반으로 하는 남자 초등학교의 전체 분포 변수는 랜덤이다.

[0099] 남자 초등학교에 대한 Getis Ord General G 결과는 모란 I 분석을 확인할 수 있다. 이는 2011년, 2016년, 2018년에 z-점수가 0에 가깝고 하부구조 변수를 기반으로 한 남 초등학교의 전체 분포는 랜덤임을 의미한다. 2011년과 2018에 남중의 경우 z-점수가 0에 가까우므로 학교 분포가 무작위인 것을 알 수 있다. 그러나, 2016년에 z-점수가 -1.65미만이므로 학교 분포가 집중도가 낮거나 콜드 스팟으로 밀집되어 있다. 2011년, 2016년, 2018년 남고의 경우도 랜덤으로 확인되었다.

[0101] [표 8]

Year	Type of Index	Index Value	*z*-Score	*p*-Value	Pattern
2011	Moran's I	−0.035966	−0.029683	0.976320	random
	Getis Ord General G	0.000720	−0.001754	0.998601	random
2016	Moran's I	0.035146	1.162811	0.244906	random
	Getis Ord General G	0.000771	0.648049	0.516953	random
2018	Moran's I	−0.012310	0.196646	0.844105	random
	Getis Ord General G	0.000635	0.804286	0.421232	random

[0102]

[0104] [표 9]

Year	Type of Index	Index Value	*z*-Score	*p*-Value	Pattern
2011	Moran's I	0.447885	1.556101	0.119684	random
	Getis Ord General G	0.000460	−1.152230	0.249226	random
2016	Moran's I	0.156625	1.628454	0.103429	random
	Getis Ord General G	0.000731	−1.661791	0.096555	clustered (low value)
2018	Moran's I	0.036424	0.526880	0.598277	random
	Getis Ord General G	0.000256	−1.215890	0.224027	random

[0105]

[0107] [표 10]

Year	Type of Index	Index Value	*z*-Score	*p*-Value	Pattern
2011	Moran's I	0.231860	0.335280	0.737414	random
	Getis Ord General G	0.006103	0.727203	0.467102	random
2016	Moran's I	0.231503	0.334473	0.738023	random
	Getis Ord General G	0.005579	0.718711	0.472319	random
2018	Moran's I	0.071220	0.139429	0.889111	random
	Getis Ord General G	0.002806	0.353849	0.723452	random

[0108]

[0109] 본 발명의 일 실시예에서는 하부구조 면적과 학생수를 포함하는 1인당 순변수를 기준으로 학교 분포 패턴의 시공간적 변화를 조사하기 위해 차등모란법을 사용했다.

[0110] 차등모란법에 대해 간략하게 설명하기로 한다.

[0111] 차등모란 지수 분석(Differential Moran's I)은 한 시점의 변수와 이전 시점의 인접 변수 간의 이변량 모란 지수에 대한 대안으로, 변수의 차이, 즉 두 시점 t와 t-1 $(y_{i,t} - y_{i,t-1})$ 에서 변수(i)의 공간 자동 상관을 계산하여 변수의 차이를 통한 위치 고정 효과를 제어할 수 있다. 고정된 영향의 결과일 수 있는 상관이 고려될 수 있다. 예를 들어, 일정 기간 동안 고정된 y_i 의 값을 결정하는 일련의 매개변수이다.

[0112] 특히, 만일 μ_i 는 위치 i에 관련된 고정된 영향을 나타낸다. t시점에 어떤 위치의 값은 $y_{i,t} = y^*_{i,t} + \mu_i$ 과 같이 내재된 값과 고정된 값으로 합산될 수 있다. 그러나, μ_i 는 모든 시간 동안 변하지 않는다. μ_i 의 존재는 $y_{i,t}$ 과 $y_{i,t-1}$ 사이의 시간적 상관을 야기하고, $y^*_{i,t}$ 과 y^*_{t-1} 사이의 상관을 초과한다. 첫번째 차이를 고려하면 상수 효과가 제거되고 모든 잔차 상관이 y^* 에 기반을 두고 있음을 보장할 수 있다.

[0113] 특히, 차등 모란 지수법은 유사한 변수의 공간 자기 상관을 두번에 걸쳐 비교하는 공간 데이터 분포의 유형을 식별할 수 있다. 즉, 차등 모란 지수법은 위치와 시간이라는 두 차원에서 변수 변동의 군집화 또는 무작위성을 감지할 수 있다. 차등 모란의 산점도(scatter plot)은 쉽게 4개의 세그먼트로 나뉠 수 있다. 오른쪽 위 세그먼트와 왼쪽 아래 세그먼트는 양의 공간 자기 상관에 정렬되며, 이는 인접한 위치에서 동등한 값을 나타낸다. 이는 각각 고-고 공간 자기 상관 및 저-저 공간 자기 상관으로 간주될 수 있다. 이에 비해 오른쪽 하단 및 왼쪽 상단 세그먼트는 인접한 위치에서 다른 값인 음의 공간 자기 상관에 정렬될 수 있다. 이는 고-저 및 저-고 공간 자기 상관으로 간주될 수 있다. 차등 모란 산점도의 기울기는 시간에 따라 변수 변화의 상관 계수를 나타낸다.

[0114] 본 발명의 일 실시예에서는 수학식 9와 같이 공통 경계법(0과 1)의 존재를 기반으로 가중치 행렬을 정의하였다. 또한, 더 높은 정확도를 달성하기 위해 시뮬레이션에 999번의 반복이 사용되었다.

수학식 9

$$W_{ij} = \begin{cases} 1 \; if \; i.j \; are \; adjacent \; neighbors \\ 0 \; otherwise \end{cases}$$

[0115]

[0116] 차등모란지수의 계산을 이용하여 2016~2017년, 2017~2018년, 2016~2018년 전 초·고·중등학교의 1인당 순변수의 변화 추이를 평가하였다. 하부구조에 대한 1인당 순 변수에 대한 학교의 시-공간 자기상관의 결과는 도 4에

도시된 바와 같다. 도 4는 원하는 시간 간격에서 1인당 순 변수의 변화 패턴을 나타내는 차등 모란 산점도를 보여준다.

[0117] 차등 모란 산점도의 기울기는 모란 지수값에 해당한다. 초등학교와 중학교의 경우 모란 지수의 값이 양수이며, 0에 가까운 경향이 있기 때문에 결과 패턴은 무작위이며, 2016-2017년과 2017-2018년 시간 간격에서 1인당 순변수 사이의 약한 양의 자기 상관이 있으며, 약하게 변화하는 것을 알 수 있다.

[0118] 고등학교의 경우, 모란 지수값은 음수이며, 2016-2017 및 2017-2018 시간 간격에서 0에 가까운 경향이 있으며, 자기상관은 음수이고 약하다. 이는 2016~2017년과 2017~2018년 시간 간격에서 고등학교의 1인당 순변수는 증가할 뿐만 아니라 상대적으로 감소하는 것으로 나타난다. 그러나, 모란 지수값이 양수이기 때문에, 2016년 1인당 순변수와 2018년 순변수 사이에 자기 상관은 음수이며 약하다.

[0119] 단계 125에서 학교의 시-공간 분포 분석 장치(100)는 인구 조사 데이터 및 학교 관련 데이터에 대해 하부 구조 변수와 1인당 순변수를 포함하는 특정 파라미터에 기초하여 로컬 모간 지수법과 Getis Ord Gi* 분석을 통해 클러스터 위치를 결정한다.

[0120] 이를 설명하기 전에, 로컬 모간 지수법에 대해 간략하게 설명하기로 한다.

[0121] 일반 모란 지수 이외에도 클러스터의 위치를 결정하는데 사용되는 로컬 모란 지수도 있다.

[0122] 모란의 지역 통계는 이웃의 공간 매개 변수의 공간 관계 패턴을 설명할 수 있다. 즉, 이 통계는 지리적 영역에서 인접한 셀 값간의 자기상관 정도를 결정하고 그 중요성을 테스트할 수 있다.

[0123] 로컬 모란 지수 계산식은 수학식 9에서 보여지는 바와 같이, 두 변수 x와 y가 있는 회귀식과 유사하며, 이들간의 자기상관을 계산하여 각 변수와 평균의 차이를 구할 수 있다. 여기서, x와 y는 위치와 그 이웃이다. 행렬 w 는 숫자가 1이면 이웃하고 인접하며, 숫자가 0이면 인접하지 않은 것으로 간주되는 근접행렬이다. 로컬 모란 지수는 일반 지수와 구별되며, 수학식 9에 따라 각 셀에 대해 계산된다.

[0124] 로컬 모란 지수 또한 일반 모란 지수와 유사하게 z-점수를 이용하여 결과를 분석할 수 있다.

[0125] 로컬 모란 지수는 수학식 10을 이용하여 계산될 수 있다.

수학식 10

$$I_i = \frac{x_i - \overline{X}}{\frac{\sum_{j=1.j\neq i}^{n} w_{ij}}{n-1} - \overline{X}^2} \sum_{j=1.j\neq i}^{n} w_{ij}\left(x_i - \overline{X}\right)$$

[0126]

[0127] 여기서, x_i 는 특징 i에 대한 값이며, $\overline{X}$ 는 설명값의 평균이며, $w_{i,j}$ 는 특징 i와 j사이의 공간 가중치를 나타낸다. 여기서, 가중치의 합은 1이며, n은 특징의 총 수를 나타낸다. z-점수는 수학식 11을 이용하여 계산될 수 있다.

수학식 11

$$z_{I_i} = \frac{I_i - E[I_i]}{\sqrt{V[I_i]}}$$

[0128]

[0129] 여기서, 표준 z-점수는 신뢰 수준에서 계산되고 테스트될 수 있다. 수학식 12에서 $E[I_i]$ 는 평균이며,

$V\,[I_i]$는 분산을 나타낸다.

수학식 12

[0130]
$$V[I_i] = E\left[I_i^2\right] - E[I_i]2$$

[0131] 로컬 모란 지수 분석에서 I_i의 값이 양성이고 유의미하면 기존 셀이 유사한 셀로 둘러 싸여 있음을 나타낸다. I_i가 큰 양수이면 강력한 군집 영역이 있으므로 유사한 값이 군집을 형성했음을 나타낸다. 반면, I_i의 값이 유의미하고 음성이면 특성의 값이 전혀 유사하지 않은 무가치 특성으로 둘러싸여 있음을 나타낸다. 이러한 유형의 특징을 분산형이라고 한다. 이러한 유형의 존재는 음의 공간 상관 관계를 나타낸다.

[0132] 로컬 모란 지수는 다음과 같은 네가지 상황에서 발생할 수 있는 포인트와 이웃 간의 관계를 조사할 수 있다.

[0133] 하이-하이: 자체 공간 자시 강관과 인접 항목이 모두 양수이다. 이 그룹은 가장 높은 값을 가지는 포인트가 높은 값들로 둘러싸인 클러스터를 식별할 수 있다.

[0134] 하이-로우: 양수인 공간 자기 상관이고, 이웃의 자기 상관이 음수인 경우이다. 이 그룹에서, 높은 값은 낮은 값들로 둘러싸여 있다.

[0135] 로우-하이; 음의 공간 자기 상관이며, 이웃의 자기 상관이 양수이다. 즉, 이 그룹은 낮은 값을 가진 포인트가 높은 값을 가지는 포인트로 둘러싸여 있다.

[0136] 로우-로우: 공간 자기 상관과 이웃이 모두 음수이다. 이 그룹에서 낮은 값을 가지는 포인트는 낮은 값을 가지는 포인트로 둘러 싸여 있다.

[0137] 공간 자기 상관과 이웃의 자기 상관이 모두 높거나 둘다 낮은 포인트가 분석에 중요하다.

[0138] 학교 분포가 클러스터링되었음을 확인한 후 로컬 인덱스를 사용하여 클러스터의 위치를 결정할 수 있다. 일반 자기상관분석을 수행한 결과, 대부분의 경우 하부구조변수에 따른 학교 분포 패턴이 랜덤인 것을 알 수 있다. 그러나, 모란 지수값, Getis Ord 지수, z-점수값에 대해서는 데이터 간의 공간적 자기상관이 약한 것을 알 수 있다.

[0139] 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 로컬 모란 지수 및 Getis Ord Gi* 분석을 통해 공간적 자기상관을 결정할 수 있다.

[0140] 로컬 모란 지수 분석은 2011년, 2016년, 2018년에 초등학교(여자)의 하부구조 변수를 기초로 수행하였다. 그 결과 2018년도에 도시 남서쪽 초등학교(여자)의 하부구조변수 분석 결과, 하이-하이 영역인 것으로 나타났으며, 도심권 지역은 로우-로우 영역으로 평균 이하로 군집이 존재하는 것을 알 수 있다. 그러나, 도심의 다른 지역에서는 이웃보다 높은 값을 가는 높은 이상값도 발견되었다. 2016년에 하이-하이 영역은 도시의 남서부에서 보여지며, 도심의 다른 부분에서 높은 아웃라이어가 있었다. 2011년에 도시에는 컬러스터가 없었으나 일부 도심에는 높은 라웃라이어가 있었다.

[0141] 이어, 하부구조변수를 고려하여 2011년, 2016년, 2018년 초등학교(여자)에 대한 Getis Ord Gi* 지수를 계산하여 핫스팟 분석을 수행하였다. 그런 다음 연속 래스터 표면을 생성하기 위해 역거리 가중치 (IDW) 보간법을 Getis Ord Gi* 방법의 결과에 적용하였다. 이 하이브리드 방식을 적용한 결과는 다음과 같다.

[0142] 하부 구조 변수의 경우 2018년 Koi Sadeghie, Shahed township, Koi Imam Hossein, Koi Behdari, Villashahr 및 Tasfiekhane 인근의 시내 및 남쪽 일부에서 학교 분포가 높은 값으로 클러스터링되었다. 그리고 Safa, Mokhofam, Madrese Ferdowsi 및 North 17 Shahrivar 지역의 도시 북동쪽 일부에서는 학교의 분포가 낮게 클러스터링되었다. 2016년에는 도심의 일부 Koi Imam Reza 인근에서 학교 분포가 높은 값으로 클러스터되어 있고, Safa 지역에서는 분포가 낮은 값으로 클러스터링되었다. 2011년에는 베렝기 일대의 도심 일부에서 값이 낮은 클러스터의 분포가 관찰되었다.

[0143] 초등학교(남자)의 경우 하부구조변수를 고려하여 2011, 2016, 2018년에도 Anselin Local Moran's I 분석을 수행한 결과 도시에는 클러스터가 없었다. 그러나, 2011년에는 도심 일부 지역에 높은 아웃라이어가 존재하는 것으로 분석되었다.

[0144] 이어, 2011년, 2016년, 2018년 남학교의 Getis Ord Gi* 분석 결과에 역거리 가중 보간법을 적용하였다. Taher Gholam 지역의 도시 동쪽 작은 지역에서 학교 분포는 2011년과 2016년에 낮은 값으로 클러스터되었다. 도시의 남동쪽 Mirzakuchakkhan 지역의 2018년에는 학교 분포가 높은 값으로 클러스터되어 있고, 도시 서쪽의 Koi Sadeghiyeh 지역에서는 학교 분포가 낮은 값으로 클러스터되어 있다.

[0145] 여자 초등학교와 남자 초등학교에 대한 Getis Ord Gi* 분석 결과에 역거리 가중 보간법을 적용한 결과는 도 5과 같다.

[0146] 하부구조변수를 고려하여 2011년, 2016년, 2018년 여중에 대한 로컬 모란 지수 분석을 수행한 결과 도시에는 클러스터가 없는 것으로 나타났다. 그러나, 2011년과 2016년에는 도시의 작은 남동쪽 부분에 높은 아웃라이어가 있으며, 2018년에는 도심 지역에서 높은 아웃라이어가 나타났다. 이어, Getis Ord Gi* 분석 결과, 2011년, 2016년, 2018년에 하부구조변수의 유의미한 통계적 결과는 나타나지 않았다.

[0147] 하부구조변수를 고려하여 남중에 대한 로컬 모란 지수 분석을 수행한 결과, 도시에 클러스터가 없었으며, 2018년에는 도시의 남쪽 부분에 높은 아웃라이어값과 낮은 아웃라이어 값이 있었다.

[0148] 이어, Getis Ord Gi* 분석 결과에 역거리 가중 보간법을 적용한 결과, 2018년은 도시에서 통계적 의미가 없었다. 2011년에는 Madrese Ferdowsi 지역의 시내 일부 학교 분포가 높은 값으로 클러스터되어 있고, Mirzakuchakkhan 및 Bargh 지역의 분포는 낮은 값으로 클러스터되어 있는 것으로 분석되었다. 여중과 남중의 경우 통계적으로 유의미한 결과가 도출되지 않았으며, 이들 학교에 대한 로컬 모란 지수를 적용한 결과는 무시되었다.

[0149] 여고에 대해, 하부구조변수를 고려하여 2011년, 2016년, 2018년에 로컬 모란 지수 분석을 수행한 결과 도심 일부에서 높은 아웃라이어가 있으며 2018년에는 도심 일부 지역에 낮은 아웃라이어가 존재하는 것으로 분석되었다.

[0150] 또한, 2011년, 2016년, 2018년 여고에 대한 Getis Ord Gi* 분석 결과에 역거리 가중 보간법을 적용한 결과, 2011년과 2016년, Alghadir 타운십 인근에 있는 도시 남부의 학교 분포는 높은 값으로 클러스터링되고 도시의 북동쪽 Jafarabad 동네에서 학교 분포는 낮은 값으로 클러스터링되어 있는 것으로 나타났다. 2016년에는 17개 Shahrivar 및 Safa 지역에서도 콜드 스팟이 분석되었다. Alghadir Township에 있는 지역의 도시 남부에서는 높은 가치로 학교 분포가 클러스터링되어 있으며, 동부 지역에서는 Jafar Abad 지역의 도시에서 분포는 2018년에 낮은 값으로 클러스터링되어 있는 것을 알 수 있다.

[0151] 2011년, 2016년, 2018년 남고에 대한 하부구조변수를 고려하여 로컬 모란 지수 분석을 수행한 결과, 2011년과 2016년에 도시 서부 및 남서부 남고의 하부구조변수가 평균 이상(하이-하이 지역)으로 나타났으며, 이러한 지역에 클러스터가 존재하는 것으로 나타났다. 그러나 도심의 일부 지역에는 높은 아웃라이어값도 존재하는 것으로 분석되었다. 2018년에는 도시에 클러스터가 없지만 시내 일부에는 높은 아웃라이어값이 있고, 도시 서쪽 부분에는 낮은 아웃라이어값이 있었다.

[0152] 2011년과 2016년 하부구조변수에 대한 남고에 대한 Getis Ord Gi* 분석 결과에 역거리 가중 보간법을 적용한 결과, 서부와 남서부 지역의 학교 분포가 나타났다. Vilashahr 및 Polemantaghe 지역의 도시는 높은 가치로 클러스터되어 있는 것으로 나타났다. 또한 North 17의 중앙 지역에는 Shahrivar, Mofkham, Safa, Daneshsara, Bargh, Berengi 및 Amiriyeh 지역이 낮은 값으로 클러스터링되어 있다. 도시의 남서쪽 Farrokhi 및 Polemantaghe 지역에서는 학교의 분포가 높은 값으로 클러스터링되어 있으며, North 17 Shahrivar, Safa, Sareban Mahale, Berengi 및 Koi Moallem 지역에서는 도시의 중심과 북동쪽에 있으며, 분포가 낮은 값으로 클러스터링되어 있다.

[0153] 여고와 남고의 Getis Ord Gi* 분석 결과에 역거리 가중 보간법을 적용한 결과는 도 6과 같다.

[0155] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 학교의 시-공간 분포 분석 장치의 내부 구성을 개략적으로 도시한 블록도이다.

[0156] 도 7을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 학교의 시-공간 분포 분석 장치(100)는 통신부(710), 메모리(720) 및 프로세서(730)를 포함하여 구성된다.

[0157] 통신부(710)는 통신망을 통해 다른 장치들과 데이터를 송수신하기 위한 수단이다.

[0158] 메모리(720)는 본 발명의 일 실시예에 따른 공간적 자기 상관 지수를 이용한 학교의 시-공간 분포 분석 방법을 수행하기 위한 다양한 명령어를 저장하기 위한 수단이다.

[0159] 프로세서(730)는 본 발명의 일 실시예에 따른 학교의 시-공간 분포 분석 장치(100)의 내부 구성 요소들(예를 들어, 통신부(710) , 메모리(720) 등)을 제어하기 위한 수단이다.

[0160] 또한, 프로세서(730)는 메모리(720)에 저장된 명령어를 실행하며, 프로세서(730)에 의해 실행된 명령어들은 도 1에서 설명한 각각의 단계들을 수행할 수 있다.

[0162] 본 발명의 실시 예에 따른 장치 및 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야 통상의 기술자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기매체(magnetic media), CD-ROM, 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.

[0163] 상술한 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0164] 이제까지 본 발명에 대하여 그 실시 예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0166] 100: 학교의 시-공간 분포 분석 장치

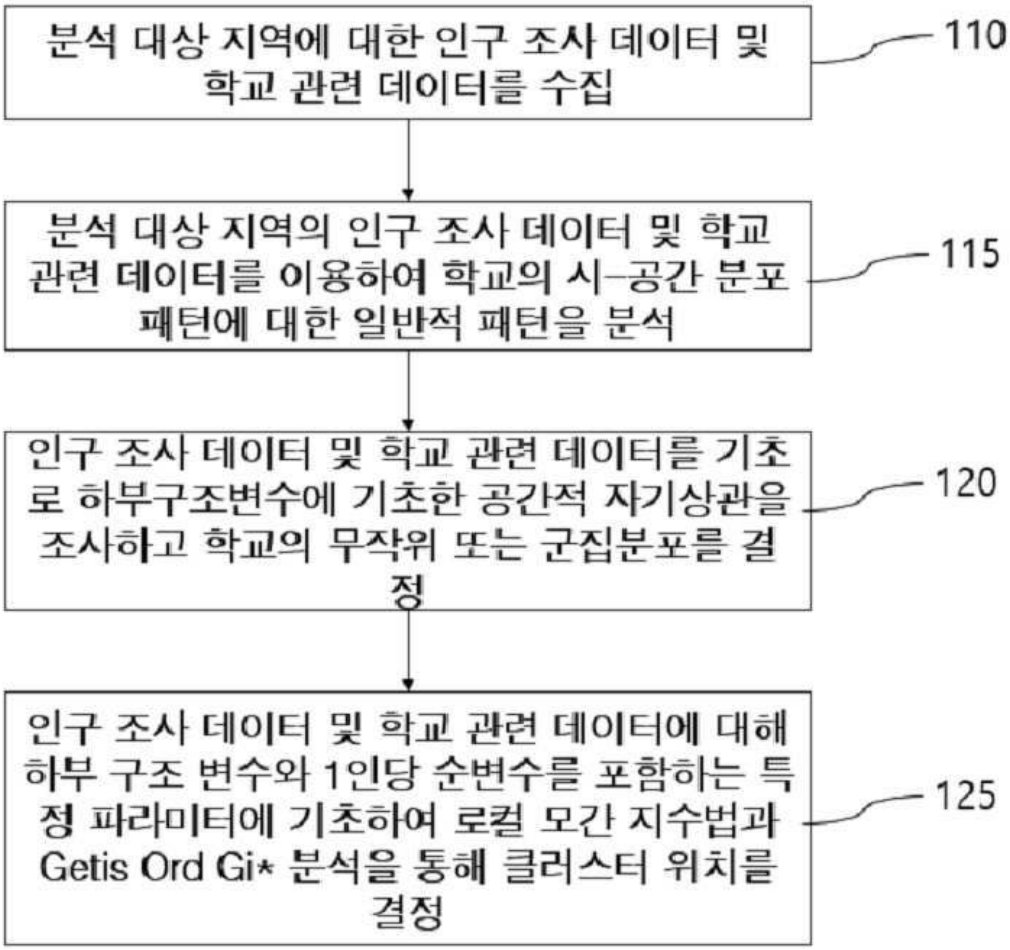
710: 통신부

720: 메모리

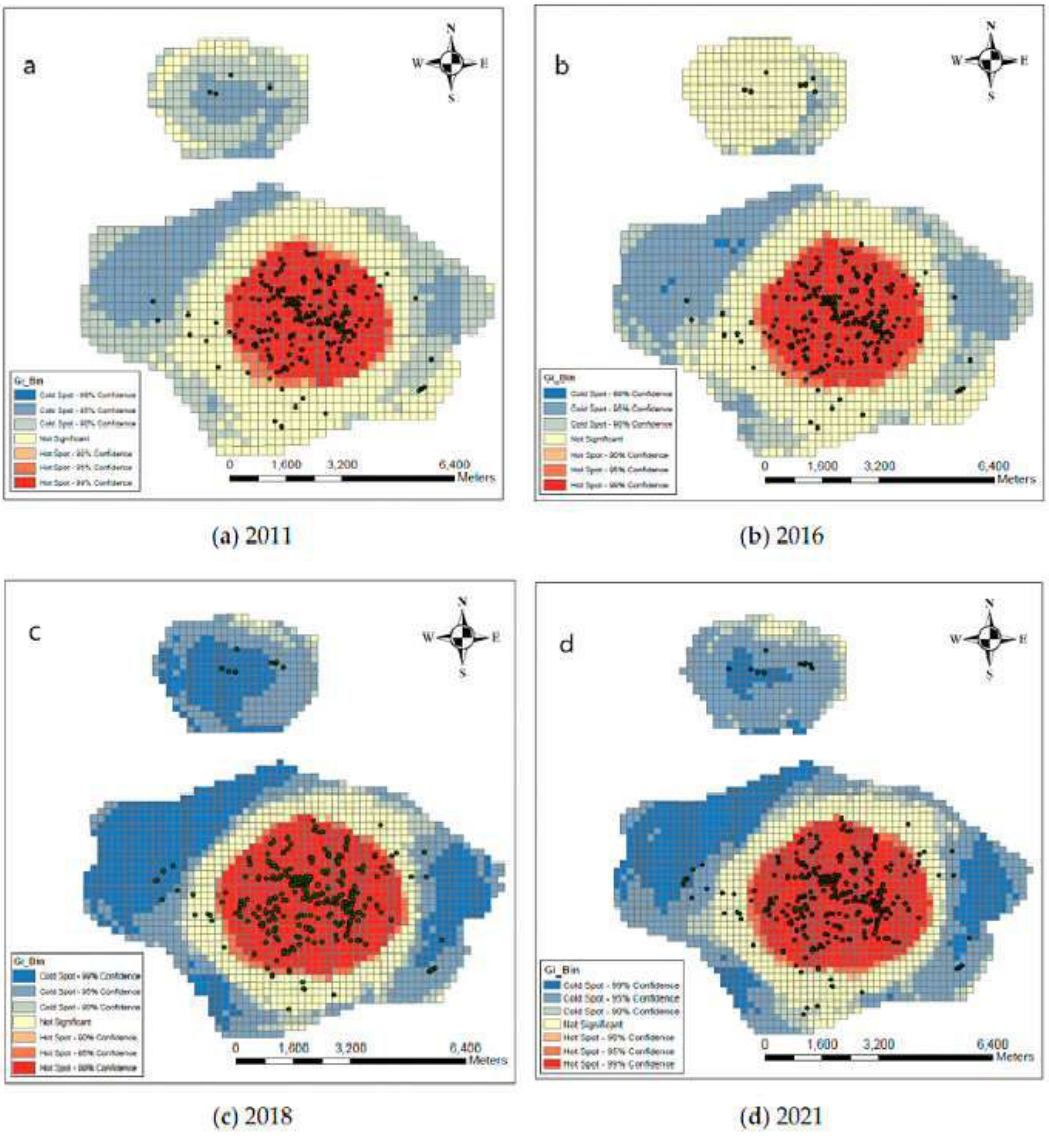
730: 프로세서

도면

도면1


분석 대상 지역에 대한 인구 조사 데이터 및 학교 관련 데이터를 수집
110
분석 대상 지역의 인구 조사 데이터 및 학교 관련 데이터를 이용하여 학교의 시-공간 분포 패턴에 대한 일반적 패턴을 분석
115
인구 조사 데이터 및 학교 관련 데이터를 기초로 하부구조변수에 기초한 공간적 자기상관을 조사하고 학교의 무작위 또는 군집분포를 결정
120
인구 조사 데이터 및 학교 관련 데이터에 대해 하부 구조 변수와 1인당 순변수를 포함하는 특정 파라미터에 기초하여 로컬 모간 지수법과 Getis Ord Gi* 분석을 통해 클러스터 위치를 결정
125

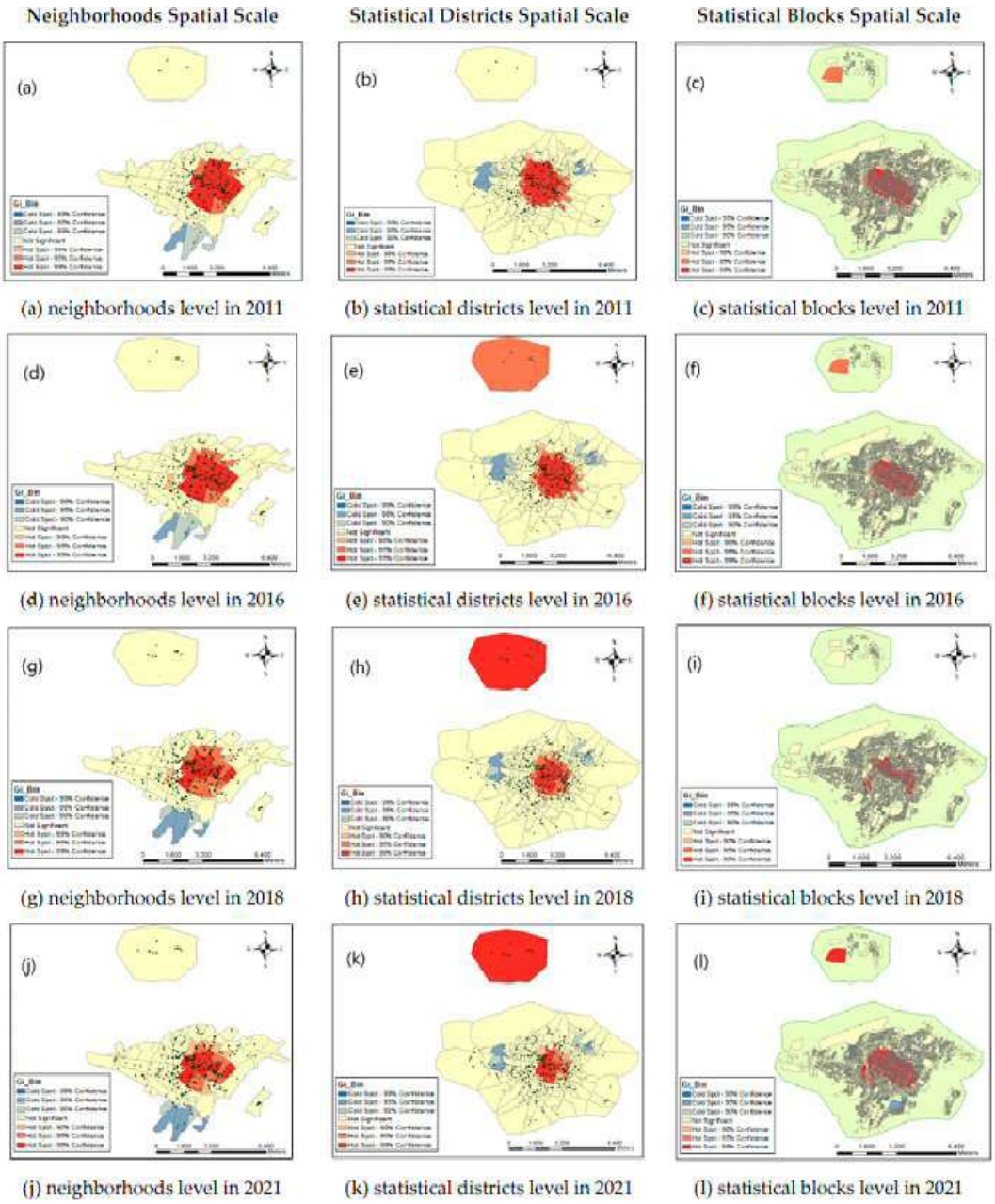
도면2



(a) 2011 (b) 2016

(c) 2018 (d) 2021

도면3



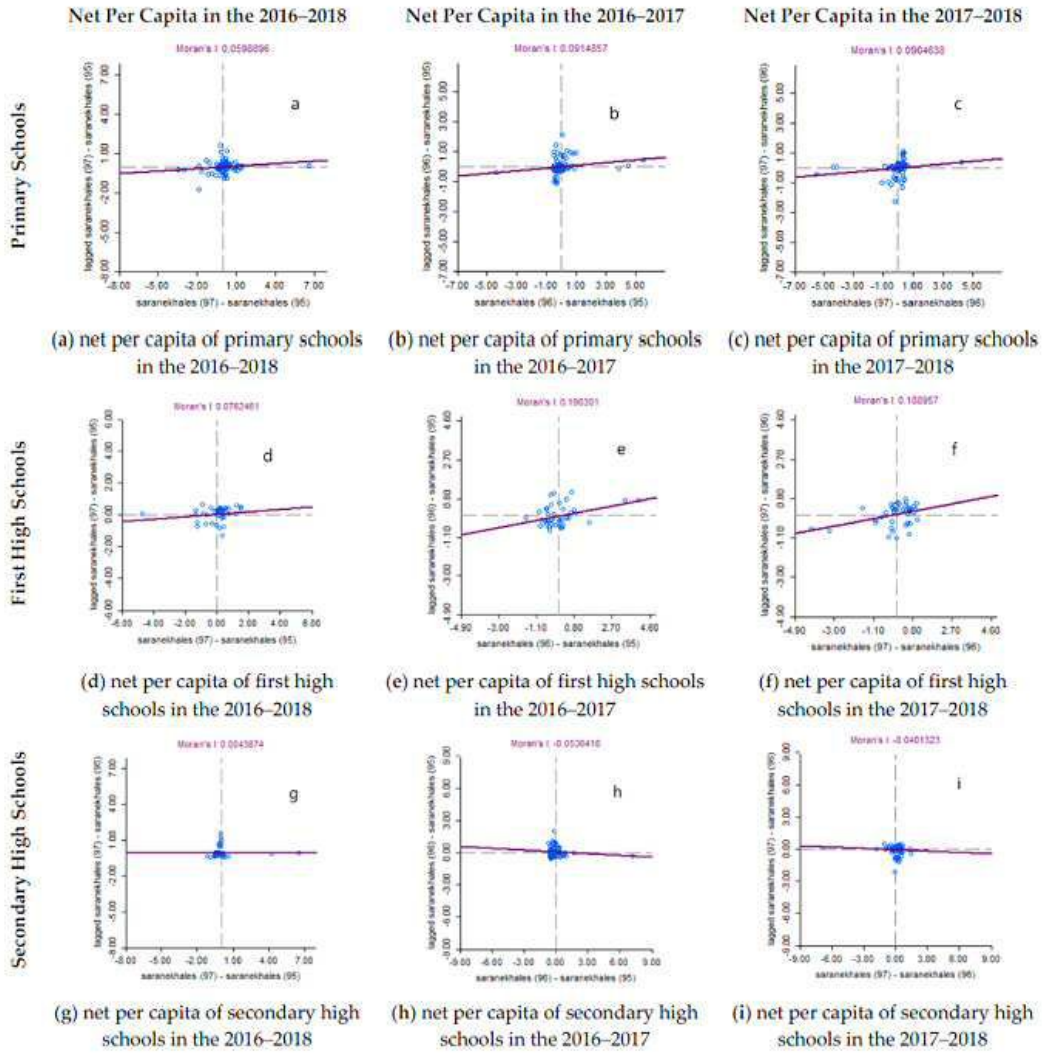
(a) neighborhoods level in 2011 (b) statistical districts level in 2011 (c) statistical blocks level in 2011

(d) neighborhoods level in 2016 (e) statistical districts level in 2016 (f) statistical blocks level in 2016

(g) neighborhoods level in 2018 (h) statistical districts level in 2018 (i) statistical blocks level in 2018

(j) neighborhoods level in 2021 (k) statistical districts level in 2021 (l) statistical blocks level in 2021

도면4



(a) net per capita of primary schools in the 2016–2018

(b) net per capita of primary schools in the 2016–2017

(c) net per capita of primary schools in the 2017–2018

(d) net per capita of first high schools in the 2016–2018

(e) net per capita of first high schools in the 2016–2017

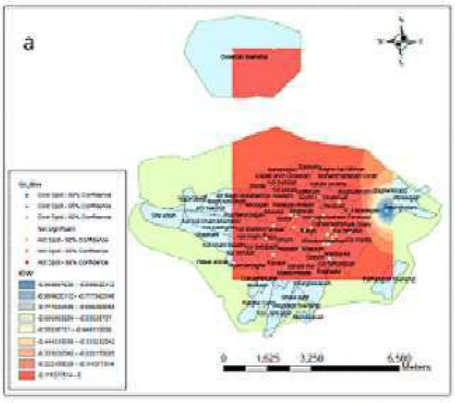
(f) net per capita of first high schools in the 2017–2018

(g) net per capita of secondary high schools in the 2016–2018

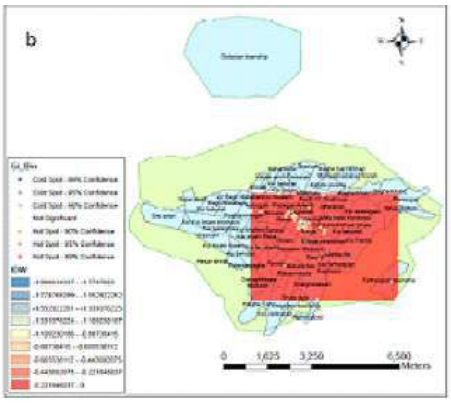
(h) net per capita of secondary high schools in the 2016–2017

(i) net per capita of secondary high schools in the 2017–2018

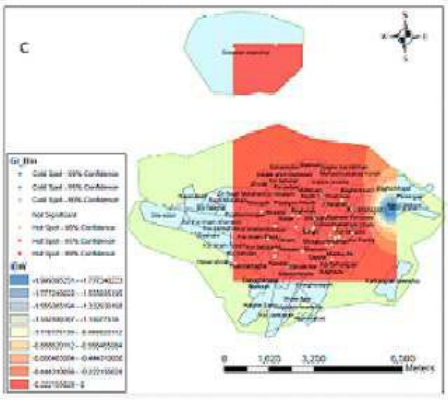
도면5



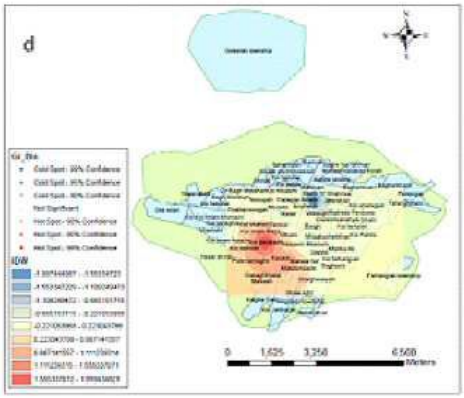
(a) boys' primary schools in 2011



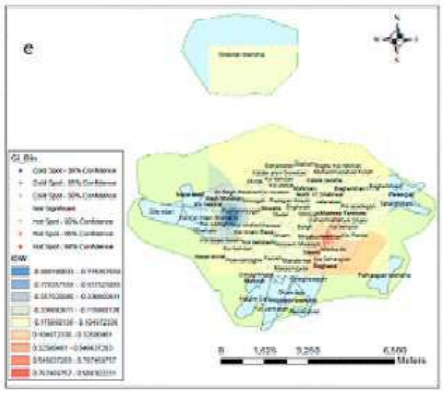
(b) girls' primary schools in 2011



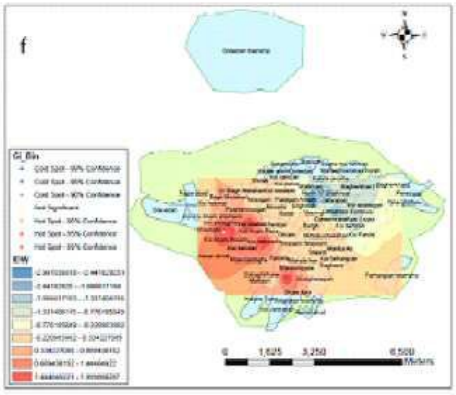
(c) boys' primary schools in 2016



(d) girls' primary schools in 2016

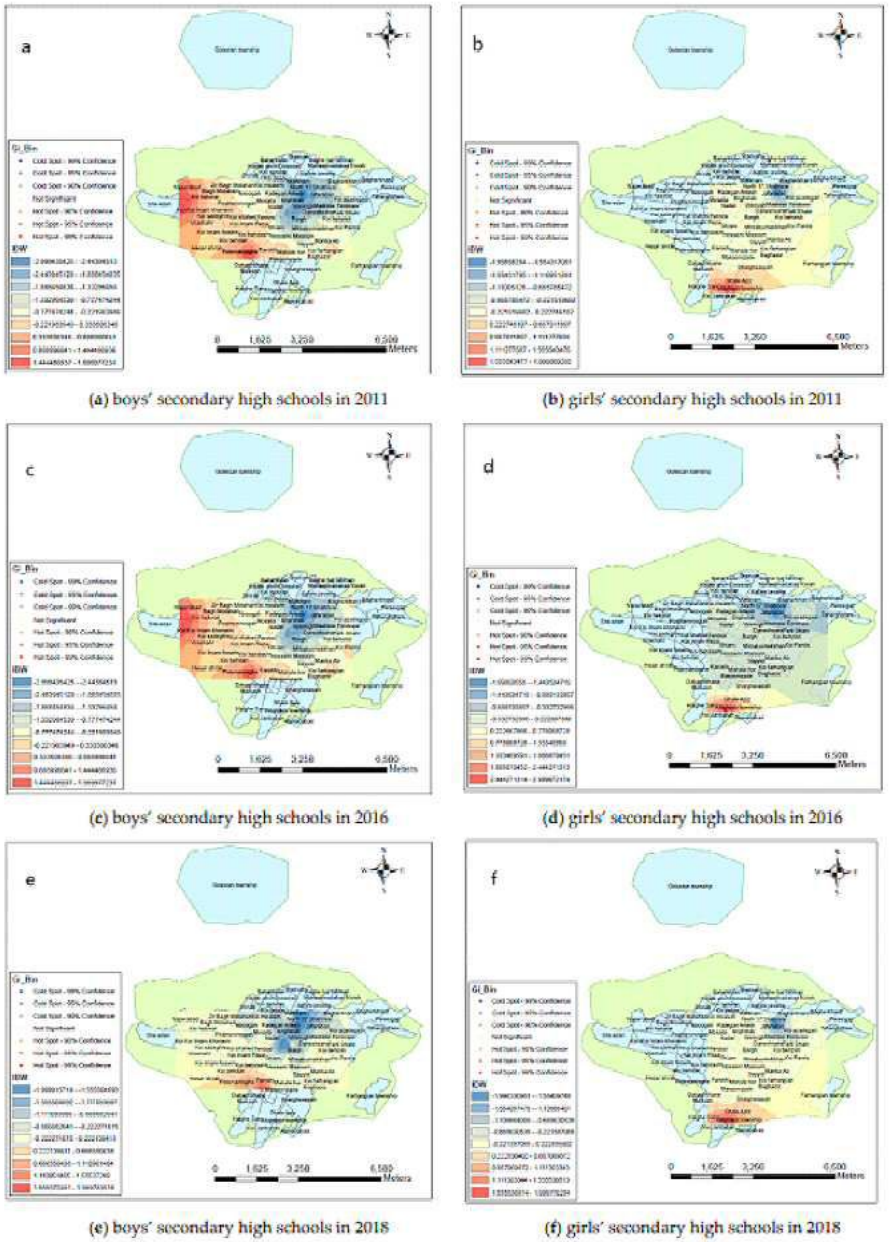


(e) boys' primary schools in 2018



(f) girls' primary schools in 2018

도면6



(a) boys' secondary high schools in 2011

(b) girls' secondary high schools in 2011

(c) boys' secondary high schools in 2016

(d) girls' secondary high schools in 2016

(e) boys' secondary high schools in 2018

(f) girls' secondary high schools in 2018

도면7

