



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0088132
(43) 공개일자 2009년08월19일

(51) Int. Cl.

G06F 17/50 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0013500

(22) 출원일자 2008년02월14일

심사청구일자 2008년02월14일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

윤진일

경기 성남시 분당구 이매동 이매촌아파트 303-402

최재연

경기 수원시 권선구 구운동 LD코오롱아파트 103동 1702호

(74) 대리인

특허법인다울

전체 청구항 수 : 총 9 항

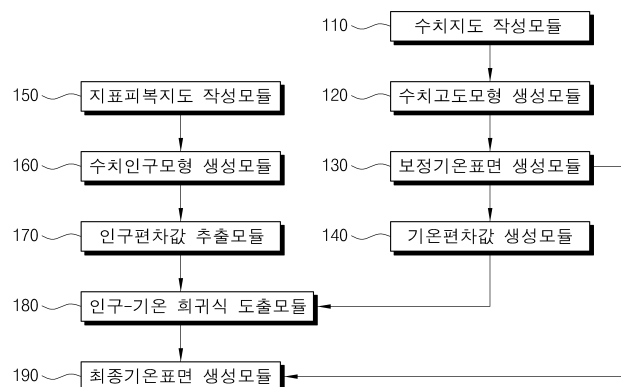
(54) 도시열섬효과를 고려한 기온분포도 작성방법 및 그작성시스템

(57) 요약

본 발명은 기온분포도 상에서 도시열섬효과를 제거함으로써 실제의 기온분포도에 보다 근접한 기온분포도를 작성할 수 있는 도시열섬효과를 고려한 기온분포도 작성방법 및 그 작성시스템에 관한 것이다.

본 발명의 일 실시예에 따른 기온분포도 작성시스템은, 대상지역을 복수의 픽셀단위로 분할한 수치지도를 작성하고, 상기 수치지도에 복수의 관측점을 표시하고, 상기 관측점에는 기온 및 표고자료를 저장하는 수치지도 작성모듈; 대상지역의 실측표고를 표시한 수치고도모형을 생성하는 수치고도모형 생성모듈; 상기 관측점의 공간내삽에 의해 초기기온표면을 생성하고, 상기 관측점에 의해 가상표고표면을 생성하며, 상기 가상표고표면과 상기 수치고도모형을 비교하여 표고편차를 추출하고, 상기 추출된 표고편차에 의한 기온감율을 산출하여 상기 초기기온표면을 보정하는 보정기온표면 생성모듈; 상기 보정 기온표면을 이용하여 특정 관측점의 기온편차값을 산출하는 기온편차값 추출모듈; 대상지역을 복수의 픽셀단위로 분할한 피복표면지도를 작성하는 피복표면지도 작성모듈; 상기 피복표면지도에서 시가지픽셀을 추출하고, 상기 추출된 시가지픽셀의 인구밀도를 계산하고, 상기 시가지픽셀의 인구밀도에 의해 수치인구모형을 작성하는 수치인구모형 작성모듈; 상기 수치인구모형으로부터 상기 관측점의 공간내삽에 의해 가상인구표면을 생성하고, 상기 가상인구표면을 이용하여 특정 관측점의 인구편차값을 추출하는 인구편차값 추출모듈; 상기 기온편차값과 인구편차값 사이의 상관관계를 이용하여 실험적으로 인구-기온 회귀식으로 도출하는 인구-기온 회귀식 도출모듈; 및 상기 인구-기온 회귀식에 의해 상기 보정기온표면을 보정함으로써 최종 기온표면을 생성하는 최종기온표면 생성모듈을 포함한다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 CATER 2006-4502

부처명 기상청

연구사업명 기상기술개발사업

연구과제명 경관규모 공간기후 추정기술

주관기관 경희대학교

연구기간 2006년 04월 10일 ~ 2009년 01월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

대상지역을 복수의 픽셀단위로 분할한 수치지도를 작성하고, 상기 수치지도에 복수의 관측점을 표시하고, 상기 관측점에는 기온 및 표고자료를 저장하는 수치지도 작성모듈;

대상지역의 실측표고를 표시한 수치고도모형을 생성하는 수치고도모형 생성모듈;

상기 관측점의 공간내삽에 의해 초기기온표면을 생성하고, 상기 관측점에 의해 가상표고표면을 생성하며, 상기 가상표고표면과 상기 수치고도모형을 비교하여 표고편차를 추출하고, 상기 추출된 표고편차에 의한 기온감율을 산출하여 상기 초기기온표면을 보정하는 보정기온표면 생성모듈;

상기 보정 기온표면을 이용하여 특정 관측점의 기온편차값을 산출하는 기온편차값 추출모듈;

대상지역을 복수의 픽셀단위로 분할한 피복표면지도를 작성하는 피복표면지도 작성모듈;

상기 피복표면지도에서 시가지픽셀을 추출하고, 상기 추출된 시가지픽셀의 인구밀도를 계산하고, 상기 시가지픽셀의 인구밀도에 의해 수치인구모형을 작성하는 수치인구모형 작성모듈;

상기 수치인구모형으로부터 상기 관측점의 공간내삽에 의해 가상인구표면을 생성하고, 상기 가상인구표면을 이용하여 특정 관측점의 인구편차값을 추출하는 인구편차값 추출모듈;

상기 기온편차값과 인구편차값 사이의 상관관계를 이용하여 실험적으로 인구-기온 회귀식으로 도출하는 인구-기온 회귀식 도출모듈; 및

상기 인구-기온 회귀식에 의해 상기 보정기온표면을 보정함으로써 최종 기온표면을 생성하는 최종기온표면 생성모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 도시열섬효과를 고려한 기온분포도 작성시스템.

청구항 2

대상지역을 복수의 픽셀단위로 분할한 수치지도를 작성하고, 상기 수치지도에 복수의 관측점을 표시하고, 상기 관측점에는 기온 및 표고자료를 저장하는 수치지도 작성단계;

대상지역의 실측표고를 표시한 수치고도모형을 생성하는 수치고도모형 생성단계;

상기 관측점의 공간내삽에 의해 초기기온표면을 생성하고, 상기 관측점에 의해 가상표고표면을 생성하며, 상기 가상표고표면과 상기 수치고도모형을 비교하여 표고편차를 추출하고, 상기 추출된 표고편차에 의한 기온감율을 산출하여 상기 초기기온표면을 보정하는 보정기온표면 생성단계;

상기 보정 기온표면을 이용하여 특정 관측점의 기온편차값을 산출하는 기온편차값 추출단계;

대상지역을 복수의 픽셀단위로 분할한 피복표면지도를 작성하는 피복표면지도 작성단계;

상기 피복표면지도에서 시가지픽셀을 추출하고, 상기 추출된 시가지픽셀의 인구밀도를 계산하고, 상기 시가지픽셀의 인구밀도에 의해 수치인구모형을 작성하는 수치인구모형 작성단계;

상기 수치인구모형으로부터 상기 관측점의 공간내삽에 의해 가상인구표면을 생성하고, 상기 가상인구표면을 이용하여 특정 관측점의 인구편차값을 추출하는 인구편차값 추출단계;

상기 기온편차값과 인구편차값 사이의 상관관계를 이용하여 실험적으로 인구-기온 회귀식을 도출하는 인구-기온 회귀식 도출단계; 및

상기 인구-기온 회귀식에 의해 상기 보정기온표면을 보정함으로써 최종 기온표면을 생성하는 최종기온표면 생성단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 도시열섬효과를 고려한 기온분포도 작성방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 수치지도 작성단계에서, 상기 복수의 관측점을 표고편차에 의한 기온표면을 생성하기 위한 제1관측점과 도시열섬효과의 추정을 위한 제2관측점으로 구분하는 것을 특징으로 하는 도시열섬효과를 고려한 기온분포도 작성

방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 보정 기온표면 생성단계에서, 상기 제1관측점의 공간내삽에 의해 1차 기온표면을 생성하고, 상기 제1관측점의 표고자료를 이용하여 가상표고표면을 생성하며, 상기 수치고도모형의 실측표고와 상기 가상표고표면의 가상표고를 비교하여 표고편차를 추출하며, 이 표고편차에 의한 기온감율을 이용하여 상기 초기 기온표면을 보정하여 보정기온표면을 생성하는 것을 특징으로 하는 도시열섬효과를 고려한 기온분포도 작성방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 기온편차값 추출단계에서, 상기 보정기온표면으로부터 상기 제2관측점의 추정기온값을 추출하고, 상기 제2관측점의 추정기온값과 제2관측점의 실측기온값을 비교하여 기온편차값을 추출하는 것을 특징으로 하는 도시열섬효과를 고려한 기온분포도 작성방법.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 인구편차값 추출단계에서, 상기 수치인구모형에서 각 픽셀을 다수의 반경 범위로 각각 평활화함으로써 각 반경 별로 '열섬인구표면(Digital Heat-island Population Model, DHPM)'을 생성하고, 상기 제1관측점의 공간내삽에 의해 '가상인구표면'을 생성하며, 상기 제1관측점의 각 반경별로 작성한 '가상인구표면'과 상기 '열섬인구표면' 사이의 편차를 계산하여 '열섬인구편차표면'을 생성하고, 상기 '열섬인구편차표면'으로부터 상기 제2관측점의 인구편차값을 추출하는 것을 특징으로 하는 도시열섬효과를 고려한 기온분포도 작성방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 인구편차값 추출단계에서, 각 픽셀의 평활화는 각 반경 내의 인구를 합하는 것을 특징으로 하는 도시열섬효과를 고려한 기온분포도 작성방법.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 인구-기온 회귀식은 다음의 식으로 도출되고,

$$\Delta T = a \times \log(\Delta P) + b$$

상기 ΔT 는 기온편차값이고, 상기 ΔP 는 인구편차값인 것을 특징으로 하는 도시열섬효과를 고려한 기온분포도 작성방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 최종기온표면 생성단계는,

상기 '열섬인구편차표면' 중에서 마이너스값에 대해 절대값을 취함으로써 '절대값 열섬인구편차표면'을 생성하고, 상기 '절대값 열섬인구편차표면'에 자연대수를 취함으로써 '자연대수 열섬인구편차표면'을 생성하며, 상기 '자연대수 열섬인구편차표면'을 상기 인구-기온 회귀식을 대입하여 기온보정값을 산출하고, 상기 기온보정값이 0보다 큰지를 비교하여, 상기 기온보정값이 0보다 작으면 기온보정값을 "0"으로 대체하며, 상기 기온보정값이 0보다 크면 기온보정값으로 결정하고,

상기 가상인구와 실제인구를 비교하여, 상기 가상인구가 크거나 같은 경우에는 상기 보정기온표면에 상기 기온보정값을 더하고, 작은 경우에는 상기 보정기온표면에 상기 기온보정값을 감함으로써, 최종기온표면을 생성하는 것을 특징으로 하는 도시열섬효과를 고려한 기온분포도 작성방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 기온분포도 상에서 도시열섬효과를 제거함으로써 실제의 기온분포도에 보다 근접한 기온분포도를 작성할 수 있는 도시열섬효과를 고려한 기온분포도 작성방법 및 그 작성시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 현재, 기상청에서 운영하는 표준기상관측소는 대한민국 내에 70여개 정도이고, 이 중 도서지방 소재 관서를 제외하면 50여개 정도 된다. 이들 표준기상관측소의 기온자료를 이용하여 미관측지점의 기온을 추정하는 많은 연구가 있었는데 주로 거리역산가중법(IDW, Inverse Distance Weighting) 등과 같은 공간내삽(spatial interpolation)방법을 사용한다. 공간내삽에 의해 기온을 추정할 경우 추정기온과 실측기온의 편차는 추정시 사용된 지점의 지형적, 인위적 요소가 기상관서의 관측여건과 다르기 때문에 발생하는데, 가장 큰 부분을 차지하는 것이 표고(해발고도)의 편차에 의한 기온편차이다. 따라서 추정에 사용된 지점의 표고를 이용하여 공간내삽한 가상지형과 추정지점의 실제지형 간 고도편차를 구하여 기온감율을 곱한 후 보정해 주면 표고편차에 의한 오차를 상당부분 개선할 수 있다. 그러나, 표고편차를 보정해 주더라도 심할 경우 그 오차가 2℃ 이상 높게 추정되는 것이 흔한데, 이는 우리나라 기상관서가 대부분 도시지역에 위치함으로써 도시열섬효과가 비도시 지역에도 동일하게 적용되기 때문이다. 따라서, 기존 공간내삽방법에 의해 산출된 최저기온 분포도는 도시열섬효과의 영향을 제거하여야 실제 분포도에 가까워질 수 있다.
- <3> 이러한 도시열섬효과는 인구의 자연대수로 표현한 "도시규모"와 직선적인 관계를 갖는 것으로 알려져 있어 인구자료만 확보되면 기온에 미치는 도시열섬효과를 정량화하는 방법이 제시되고 있다.
- <4> 하지만 이러한 종래의 도시열섬효과를 정량화하는 방법은 인구조사자료가 시군구 등 광역 행정구역 단위로 얻어짐에 따라, 도시열섬효과가 같은 행정구역 내에서는 어느 곳이나 동일한 정도로 나타날 뿐만 아니라 행정경계를 따라 불연속적으로 표현되는 등 도시열섬효과의 공간적 변이를 표현하는 데 한계가 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <5> 본 발명은 상기와 같은 점을 고려하여 안출한 것으로, 도시열섬효과를 적용함으로써 보다 현실적인 기온분포도를 작성할 수 있는 기온분포도의 작성방법 및 그 작성시스템을 제공하는 데 그 목적이 있다.
- <6> 또한, 본 발명은 공간적 변이에 대응하여 보다 현실적으로 도시열섬효과의 정량화를 구현함으로써 보다 현실적인 기온분포도를 작성할 수 있는 기온분포도의 작성방법 및 그 작성시스템을 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제 해결수단

- <7> 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 기온분포도 작성시스템은,
- <8> 대상지역을 복수의 픽셀단위로 분할한 수치지도를 작성하고, 상기 수치지도에 복수의 관측점을 표시하고, 상기 관측점에는 기온 및 표고자료를 저장하는 수치지도 작성모듈;
- <9> 대상지역의 실측표고를 표시한 수치고도모형을 생성하는 수치고도모형 생성모듈;
- <10> 상기 관측점의 공간내삽에 의해 초기기온표면을 생성하고, 상기 관측점에 의해 가상표고표면을 생성하며, 상기 가상표고표면과 상기 수치고도모형을 비교하여 표고편차를 추출하고, 상기 추출된 표고편차에 의한 기온감율을 산출하여 상기 초기기온표면을 보정하는 보정기온표면 생성모듈;
- <11> 상기 보정 기온표면을 이용하여 특정 관측점의 기온편차값을 산출하는 기온편차값 추출모듈;
- <12> 대상지역을 복수의 픽셀단위로 분할한 피복표면지도를 작성하는 피복표면지도 작성모듈;
- <13> 상기 피복표면지도에서 시가지픽셀을 추출하고, 상기 추출된 시가지픽셀의 인구밀도를 계산하고, 상기 시가지픽셀의 인구밀도에 의해 수치인구모형을 작성하는 수치인구모형 작성모듈;

- <14> 상기 수치인구모형으로부터 상기 관측점의 공간내삽에 의해 가상인구표면을 생성하고, 상기 가상인구표면을 이용하여 특정 관측점의 인구편차값을 추출하는 인구편차값 추출모듈;
- <15> 상기 기온편차값과 인구편차값 사이의 상관관계를 이용하여 실험적으로 인구-기온 회귀식으로 도출하는 인구-기온 회귀식 도출모듈; 및
- <16> 상기 인구-기온 회귀식에 의해 상기 보정기온표면을 보정함으로써 최종 기온표면을 생성하는 최종기온표면 생성모듈을 포함한다.
- <17> 본 발명의 일 실시예에 따른 기온분포도 작성방법은,
- <18> 대상지역을 복수의 픽셀단위로 분할한 수치지도를 작성하고, 상기 수치지도에 복수의 관측점을 표시하고, 상기 관측점에는 기온 및 표고자료를 저장하는 수치지도 작성단계;
- <19> 대상지역의 실측표고를 표시한 수치고도모형을 생성하는 수치고도모형 생성단계;
- <20> 상기 관측점의 공간내삽에 의해 초기기온표면을 생성하고, 상기 관측점에 의해 가상표고표면을 생성하며, 상기 가상표고표면과 상기 수치고도모형을 비교하여 표고편차를 추출하고, 상기 추출된 표고편차에 의한 기온감율을 산출하여 상기 초기기온표면을 보정하는 보정기온표면 생성단계;
- <21> 상기 보정 기온표면을 이용하여 특정 관측점의 기온편차값을 산출하는 기온편차값 추출단계;
- <22> 대상지역을 복수의 픽셀단위로 분할한 피복표면지도를 작성하는 피복표면지도 작성단계;
- <23> 상기 피복표면지도에서 시가지픽셀을 추출하고, 상기 추출된 시가지픽셀의 인구밀도를 계산하고, 상기 시가지픽셀의 인구밀도에 의해 수치인구모형을 작성하는 수치인구모형 작성단계;
- <24> 상기 수치인구모형으로부터 상기 관측점의 공간내삽에 의해 가상인구표면을 생성하고, 상기 가상인구표면을 이용하여 특정 관측점의 인구편차값을 추출하는 인구편차값 추출단계;
- <25> 상기 기온편차값과 인구편차값 사이의 상관관계를 이용하여 실험적으로 인구-기온 회귀식을 도출하는 인구-기온 회귀식 도출단계; 및
- <26> 상기 인구-기온 회귀식에 의해 상기 보정기온표면을 보정함으로써 최종 기온표면을 생성하는 최종기온표면 생성단계를 포함한다.
- <27> 상기 수치지도 작성단계에서, 상기 복수의 관측점을 표고편차에 의한 기온표면을 생성하기 위한 제1관측점과 도시열섬효과의 추정을 위한 제2관측점으로 구분하는 것을 특징으로 한다.
- <28> 상기 보정 기온표면 생성단계에서, 상기 제1관측점의 공간내삽에 의해 1차 기온표면을 생성하고, 상기 제1관측점의 표고자료를 이용하여 가상표고표면을 생성하며, 상기 수치고도모형의 실측표고와 상기 가상표고표면의 가상표고를 비교하여 표고편차를 추출하며, 이 표고편차에 의한 기온감율을 이용하여 상기 초기 기온표면을 보정하여 보정기온표면을 생성한다.
- <29> 상기 기온편차값 추출단계에서, 상기 보정기온표면으로부터 상기 제2관측점의 추정기온값을 추출하고, 상기 제2관측점의 추정기온값과 제2관측점의 실측기온값을 비교하여 기온편차값을 추출한다.
- <30> 상기 인구편차값 추출단계에서, 상기 수치인구모형에서 각 픽셀을 다수의 반경 범위로 각각 평활화함으로써 각 반경 별로 '열섬인구표면(Digital Heat-island Population Model, DHPM)'을 생성하고, 상기 제1관측점의 공간내삽에 의해 '가상인구표면'을 생성하며, 상기 제1관측점의 각 반경별로 작성한 '가상인구표면'과 상기 '열섬인구표면' 사이의 편차를 계산하여 '열섬인구편차표면'을 생성하고, 상기 '열섬인구편차표면'으로부터 상기 제2관측점의 인구편차값을 추출한다.
- <31> 상기 인구편차값 추출단계에서, 각 픽셀의 평활화는 각 반경 내의 인구를 합하는 것을 특징으로 한다.
- <32> 상기 인구-기온 회귀식은 다음의 식으로 도출되고,
- <33>
$$\Delta T = a \times \log(\Delta P) + b$$
- <34> 상기 ΔT 는 기온편차값이고, 상기 ΔP 는 인구편차값이다.
- <35> 상기 최종기온표면 생성단계는,

<36> 상기 '열섬인구편차표면' 중에서 마이너스값에 대해 절대값을 취함으로써 '절대값 열섬인구편차표면'을 생성하고, 상기 '절대값 열섬인구편차표면'에 자연대수를 취함으로써 '자연대수 열섬인구편차표면'을 생성하며, 상기 '자연대수 열섬인구편차표면'을 상기 인구-기온 회귀식을 대입하여 기온보정값을 산출하고, 상기 기온보정값이 0보다 큰지를 비교하여, 상기 기온보정값이 0 보다 작으면 기온보정값을 "0"으로 대체하며, 상기 기온보정값이 0 보다 크면 기온보정값으로 결정하고,

<37> 상기 가상인구와 실제인구를 비교하여, 상기 가상인구가 크거나 같은 경우에는 상기 보정기온표면에 상기 기온보정값을 더하고, 작은 경우에는 상기 보정기온표면에 상기 기온보정값을 감함으로써, 최종기온표면을 생성하는 것을 특징으로 한다.

효 과

<38> 상기와 같은 본 발명은, 도시열섬효과를 적용함으로써 보다 현실적인 기온분포도를 작성할 수 있는 효과가 있다.

<39> 또한, 본 발명은 공간적 변이에 대응하여 보다 현실적으로 도시열섬효과의 정량화를 구현함으로써 보다 현실적인 기온분포도를 작성할 수 있는 장점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<40> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

<41> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 기온분포도 작성시스템을 도시한 구성도이다.

<42> 도시된 바와 같이, 본 발명의 기온분포도 작성시스템은 수치지도 작성모듈(110), 수치고도모형 생성모듈(120), 보정기온표면 생성모듈(130), 기온편차값 추출모듈(140), 지표피복지도 작성모듈(150), 수치인구모형 생성모듈(160), 인구편차값 추출모듈(170), 인구-기온 회귀식 도출모듈(180), 최종기온표면 생성모듈(190)을 포함한다.

<43> 상기 수치지도 작성모듈(110)은 대상지역을 복수의 픽셀단위로 분할한 수치지도를 작성하고, 상기 수치지도에 복수의 관측점을 표시하며, 상기 관측점에는 기온 및 표고자료를 저장하는 알고리즘을 내포한다.

<44> 상기 수치고도모형 생성모듈(S2)은 대상지역의 실측표고를 표시한 수치고도모형을 생성하는 알고리즘을 내포한다.

<45> 상기 보정기온표면 생성모듈(S3)은 상기 관측점의 공간내삽에 의해 초기 기온표면을 생성하고, 상기 관측점에 의해 가상표고표면을 생성하며, 상기 가상표고표면과 상기 수치고도모형을 비교하여 표고편차를 추출하고, 상기 추출된 표고편차에 의한 기온감율을 산출하여 상기 초기기온표면을 보정함으로써 보정기온표면을 생성하는 알고리즘을 내포한다.

<46> 상기 기온편차값 추출모듈(S4)은 상기 보정기온표면을 이용하여 특정 관측점의 기온편차값을 산출하는 알고리즘을 내포한다.

<47> 상기 지표피복지도 작성모듈(S5)은 대상지역을 복수의 픽셀단위로 분할한 피복표면지도를 작성하는 알고리즘을 내포한다.

<48> 상기 수치인구모형 생성모듈(S6)은 상기 피복표면지도에서 시가지픽셀을 추출하고, 상기 추출된 시가지픽셀의 인구밀도를 계산하고, 상기 시가지픽셀의 인구밀도에 의해 수치인구모형을 작성하는 알고리즘을 내포한다.

<49> 상기 인구편차값 추출모듈(S7)은 상기 수치인구모형으로부터 상기 관측점의 공간내삽에 의해 가상인구표면을 생성하고, 상기 가상인구표면을 이용하여 특정 관측점의 인구편차값을 추출하는 알고리즘을 내포한다.

<50> 상기 인구-기온 회귀식 도출모듈(S8)은 상기 기온편차값과 인구편차값 사이의 상관관계를 이용하여 실험적으로 인구-기온 회귀식으로 도출하는 알고리즘을 내포한다.

<51> 상기 최종기온표면 생성모듈(S9)은 상기 인구-기온 회귀식에 의해 상기 보정기온표면을 보정함으로써 최종기온표면을 생성하는 알고리즘을 내포한다.

<52> 도 2는 도 1의 장치에 따른 본 발명의 기온분포도 작성방법을 개념적으로 도시한 공정도이다.

<53> 도시된 바와 같이, 본 발명의 기온분포도 작성방법은 수치지도 작성단계(S1), 수치고도모형 생성단계(S2), 보정기온표면 생성단계(S3), 기온편차값 추출단계(S4), 지표피복지도 작성단계(S5), 수치인구모형 생성단계(S6), 인

구편차값 추출단계(S7), 인구-기온 회귀식 도출단계(S8), 최종기온표면 생성단계(S9)를 포함한다.

- <54> 상기 수치지도 작성단계(S1)는 대상지역을 복수의 픽셀단위로 분할한 수치지도를 작성하고, 상기 수치지도에 복수의 관측점을 표시하며, 상기 관측점에는 기온 및 표고자료를 저장한다.
- <55> 상기 수치고도모형 생성단계(S2)는 대상지역의 실측표고를 표시한 수치고도모형을 생성한다.
- <56> 상기 보정기온표면 생성단계(S3)는 상기 관측점의 공간내삽에 의해 초기 기온표면을 생성하고, 상기 관측점에 의해 가상표고표면을 생성하며, 상기 가상표고표면과 상기 수치고도모형을 비교하여 표고편차를 추출하고, 상기 추출된 표고편차에 의한 기온감율을 산출하여 상기 초기기온표면을 보정함으로써 보정기온표면을 생성한다.
- <57> 상기 기온편차값 추출단계(S4)는 상기 보정기온표면을 이용하여 특정 관측점의 기온편차값을 산출한다.
- <58> 상기 지표피복지도 작성단계(S5)는 대상지역을 복수의 픽셀단위로 분할한 피복표면지도를 작성한다.
- <59> 상기 수치인구모형 생성단계(S6)는 상기 피복표면지도에서 시가지픽셀을 추출하고, 상기 추출된 시가지픽셀의 인구밀도를 계산하고, 상기 시가지픽셀의 인구밀도에 의해 수치인구모형을 작성한다.
- <60> 상기 인구편차값 추출단계(S7)는 상기 수치인구모형으로부터 상기 관측점의 공간내삽에 의해 가상인구표면을 생성하고, 상기 가상인구표면을 이용하여 특정 관측점의 인구편차값을 추출한다.
- <61> 상기 인구-기온 회귀식 도출단계(S8)는 상기 기온편차값과 인구편차값 사이의 상관관계를 이용하여 실험적으로 인구-기온 회귀식으로 도출한다.
- <62> 상기 최종기온표면 생성단계(S9)는 상기 인구-기온 회귀식에 의해 상기 보정기온표면을 보정함으로써 최종기온표면을 생성한다.
- <63> 도 3은 본 발명의 기온분포도 작성방법을 보다 구체적인 실시형태로 나타낸 도면이다.

<64> 수치지도 작성단계(S1)

- <65> 대상지역에 대한 수치지도를 작성하고(S1), 상기 수치지도에는 표준기상관측소 등에 의해 실측된 기온 및 표고자료 등이 저장된 복수의 관측점(i_1, i_2)이 포인트로 표시되어 있다.
- <66> 그리고, 상기 수치지도에서 상기 복수의 관측점(i_1, i_2)을 복수의 제1관측점(i_1) 및 복수의 제2관측점(i_2) 등과 같이 2 그룹으로 분할하여 선택할 수 있다(S1-1). 선택된 제1관측점(i_1)들의 표고자료를 이용하여 거리역산가중법(IDW) 등과 같은 공간내삽방법에 의해 가상표고표면(S1-2)을 생성한다.
- <67> 이러한 수치지도의 예시가 도 5에 도시되어 있다. 도 5의 수치지도는 제주도 등의 도서지방을 제외한 남한 전역을 표시한 지도로서, 56개의 표준기상관측소를 연구자료로 이용하였으며, 도 5(a)에는 25개의 기상대급 표준기상관측소가 복수의 제1관측점(i_1)으로 선택되어 표시되어 있고, 도 5(b)에는 31개의 관측소급 표준기상관측소가 복수의 제2관측점(i_2)으로 선택되어 표시되어 있다. 한편, 본 실시예에 이용되는 기온자료로는 1971년~2000년의 월평균 일최저기온의 평년값을 얻기 위하여 기상청에서 발행한 '한국기후표'를 참조하였다.

<68> 수치고도모형 생성단계(S2)

- <69> 대상지역의 실측표고가 나타난 수치고도모형(Digital Elevation Model, DEM)을 생성하고(S2), 본 실시예의 수치고도모형은 도 6에 예시된 바와 같이 기상청에서 작성한 원점 북위 38도, 동경 127.00289도로 하는 남한 전역의 TM 좌표계에 투영된 격자형 수치고도자료(270m x 270m의 해상도)가 이용되었다.

<70> 표고편차에 의한 보정기온표면 생성단계(S3)

- <71> 상기 선택된 제1관측점(i_1)의 기온자료를 거리역산가중법 등과 같은 공간내삽법에 의해 초기기온표면을 생성한다(S3-1). 본 실시예에서는 거리역산가중법(IDW)으로 미관측 임의지점의 주변 제1관측점(i_1)의 월평균 일최저기온을 이용하여 1885 x 1351 격자점을 갖는 12개 월평균 최저기온의 초기기온표면을 생성한다.
- <72> 그리고, 상기 수치고도모형의 실측표고와 수치지도의 제1관측점(i_1)들에 의해 생성된 가상표고표면을 비교함으로써 표고편차표면을 생성하고(S3-2), 이 표고편차에 대응하여 아래의 [표 1]과 같은 기온감율을 추출한다(S3-3). 이렇게 추출된 기온감율을 이용하여 보정값을 계산하고(S3-4), 이 보정값을 상기 초기기온표면에 적용함으로써

표고편차에 의해 보정된 보정기온표면을 생성한다(S3-5). 이러한 보정기온표면의 예시가 도 7에 도시되어 있다.

[표 1]

월	일	율리우스일	기온감율	월	일	율리우스일	기온감율
1월	15	15	0.008207	7월	15	196	0.005703
2월	15	46	0.008201	8월	15	227	0.005689
3월	15	74	0.007895	9월	15	258	0.006026
4월	15	105	0.007310	10월	15	288	0.006597
5월	15	135	0.006647	11월	15	319	0.007282
6월	15	166	0.006047	12월	15	349	0.007859

상기 [표 1]은 우리나라 경계층대기의 계절별 기온감율을 예시한 것이고, 이 기온감율을 표고편차에 곱함으로써 보정값이 계산된다. 도 7은 표고편차에 의해 보정된 월평균 일최저기온이 표시된 보정기온표면을 예시한 도면이다.

기온편차값 추출단계(S4)

도 5(b)와 같이 상기 수치지도에서 선택된 복수의 제2관측점(i_2)의 실측기온값을 추출하고(S4-1), 상기 복수의 제2관측점(i_2)에 대한 추정기온값은 상기 2차 기온표면으로부터 추정되고, 이러한 제2관측점(i_2)의 추정기온값과 실측기온값을 비교하여 기온편차값을 추출한다(S4).

지표피복지도 작성단계(S5)

대상지역의 지표피복(시가지, 농지, 산림, 초지, 습지, 나지, 수역)등이 표시된 지표피복지도를 작성한다(S5). 본 실시예의 지표피복지도는 도 8에 예시된 바와 같이 환경부에서 제공하는 토지피복분류도 중 1980년 말에 작성한 대분류를 이용하였고, 이 토지피복분류도는 30m x 30m 간격의 격자로 구성되며, 시가지, 농지, 산림, 초지, 습지, 나지, 수역 7가지 분류로 되어 있는 TM 좌표체계의 파일이다.

이러한 지표피복지도로부터 시가지픽셀만을 추출하여 새로운 수치지도(이하, '도시피복표면'이라 함)로 저장함으로써 '도시피복표면'을 생성한다(S5-1). 이러한 시가지 픽셀만이 추출된 '도시피복표면'이 도 9에 예시되어 있다. 이러한 시가지 픽셀은 서울과 같은 대도시 지역이라도 녹지나 삼림은 제외되고 순수하게 주거지역, 상업지역, 도로 등과 같이 도시열섬효과를 유발할 수 있는 지역만이 해당된다.

인구자료가 부가된 시군구 경계지도를 상기 '도시피복표면'에 중첩시키고(S5-2), 상기 인구자료가 부가된 시군구 경계지도는 도 10에 예시되어 있다. 도 10의 시군구 경계지도는 2000년의 행정구역에 맞춘 인구자료가 부가된 폴리곤(Polygon) 형태의 수치지도이다.

상기 '도시피복표면'과 시군구 경계지도가 중첩된 상태에서 해당 시군구의 면적에 포함되는 시가지픽셀의 개수를 도11에 예시된 바와 같이 계산하고(S5-3), 해당 시군구의 인구를 시가지 픽셀의 개수로 나눈 후에 각 시가지 픽셀 당 평균인구 즉, 시가지 픽셀의 인구밀도를 계산한다(S5-4). 여기서, 시가지픽셀은 30m x 30m의 간격으로 이루어진다.

이와 같이, 본 실시예는 도시열섬효과를 시군구와 같은 행정구역이 아닌 시가지픽셀 등과 같이 격자단위로 표시함으로써, 한 시군구 내에서 동일한 도시열섬효과를 나타냄을 방지할 뿐만 아니라, 행정구역의 경계선을 따라 도시열섬효과가 불연속적인 값을 가지는 것을 방지할 수 있다. 이에 의해, 본 발명은 공간적 변이에 대응하여 보다 현실적으로 도시열섬효과를 정량화를 구현할 수 있는 장점이 있다.

수치인구모형 생성단계(S6)

다시, 상기 '도시피복표면'(도 9 참조)과 시군구 경계지도(도 10 참조)가 중첩된 상태에서 시군구 경계지도의 행정구역 속성에 '시가지픽셀의 인구밀도'를 곱해줌으로써 '수치인구모형(Digital Population Model, DPM)'을 생성한다.

이러한 수치인구모형의 예시가 도 12에 도시되어 있다. 도 12의 수치인구모형은 농경지, 산림, 하천, 호수는 물론 도시 안의 초지나 나대지 등도 제외하고 실제 사람이 살고 있는 지역만을 대상으로 평균인구를 90m x 90m의 격자(픽셀)단위로 나타낸 것이다.

인구편차값 추출단계(S7)

상기 '수치인구모형'에서 각 픽셀을 다수의 반경범위(예컨대, 500m, 1500m, 2500m, 3500m, 5000m)로 각각 평활화함으로써 도 13에 예시된 바와 같은 각 반경별로 '열섬인구표면(Digital Heat-island Population Model, DHPM)'을 생성한다(S7-1).

이러한 열섬인구표면은, 도시열섬효과가 중심픽셀의 인구뿐만 아니라 주변 픽셀들의 인구에 의해서도 영향을 받는다. 즉, 기온이 관측되는 지점에서 그 지점의 인구뿐만 아니라 가까운 주변의 인구에 의해서도 그 기온에 영향을 받기 때문이다. 따라서, 이러한 점을 감안하여 각 픽셀이 갖는 인구는 그 픽셀의 인구뿐만 아니라 특정 반경범위 내의 주변 인구를 모두 합하는 평활화공정을 거쳐야 한다.

도 13에 예시된 '열섬인구표면'은 각 픽셀의 인구를 반경 500m, 1500m, 2500m, 3500m, 5000m 내의 인구를 합한 값으로 평활화하여 각 반경별 수치지도로 저장하였다. 이를 도시열섬효과 검출을 위한 실제인구표면으로 간주하여 '열섬인구표면(Digital Heat-island Population Model, DHPM)'으로 명명한다.

그런 다음, 제1관측점의 실제 인구값을 추출하고(S7-2), 이러한 제1관측점의 인구값을 IDW 등과 같은 공간내삽에 의해 도 14에 예시된 바와 같은 격자형의 '가상인구표면'을 생성한다(S7-3). 각 반경별로 작성한 '가상인구표면'과 '열섬인구표면' 사이의 편차를 계산하여 도 15에 예시된 바와 같은 '열섬인구편차표면'을 생성한다(S7-4). 그런 다음 상기 '열섬인구편차표면'으로부터 제2관측점의 인구편차값을 각 반경별로 추출한다(S7-5).

인구-기온 회귀식 도출단계(S8)

상기 S7 단계에서 추출된 인구편차값과 S4 단계에서 추출된 기온편차값을 관측소 별로 정리하여 1차 함수 형태의 회귀식을 아래의 식(1)과 같이 도출한다.

$$\Delta T = a \times \log(\Delta P) + b \dots (1)$$

여기서, ΔT 는 기온편차값이고, ΔP 는 인구편차값이다.

상기의 식(1)은 도시열섬효과에 미치는 인구의 영향은 보통 인구의 자연대수값과 직선적인 관계를 나타낸다. 따라서 인구-기온간의 회귀식을 구하기 위해 인구편차값에 자연대수를 취하여 이를 독립변수로 하고, 기온편차값을 종속변수로 하여 도 16과 같이 월별로 회귀식을 산출할 수 있다. 각 반경에 따라 도출된 회귀식의 결정계수를 비교하여 최적 회귀식을 선별하고, 이를 도시열섬효과의 제거를 위한 모형으로 이용한다.

최종기온표면 생성단계(S9)

먼저, 상기 S7 단계의 '열섬인구편차표면'을 열고 상기 '열섬인구편차표면' 중 마이너스값에 대해 절대값을 취함으로써 '절대값 열섬인구편차표면'을 생성한다(S9-1). 새로 생성된 '절대값 열섬인구편차표면'에 자연대수를 취함으로써 '자연대수 열섬인구편차표면'을 생성하고(S9-2), 상기 '자연대수 열섬인구편차표면'을 회귀식을 대입하여 월별 기온보정값을 산출한다(S9-3).

그런 다음, 상기 기온보정값이 0보다 큰지를 비교하여(S9-4), 상기 기온보정값이 0 보다 작으면 기온보정값을 '0'으로 대체하고(S9-5), 상기 기온보정값이 0 보다 크면 기온보정값으로 결정한다(S9-6). 그리고, 가상인구(가상인구표면)와 실제인구(열섬인구표면)를 비교하여(S9-7), 가상인구가 크거나 같은 경우에는 상기 보정기온표면에 상기 기온보정값을 더하고(S9-8), 작은 경우에는 상기 보정기온표면에 상기 기온보정값을 감한다(S9-9). 이에 의해 도 17에 예시된 바와 같이 도시열섬효과가 고려된 최종기온표면이 생성된다.

결과 및 고찰

도 18과 같이, 반경이 500m, 1500m, 2500m, 3500m, 5000m인 열섬인구표면으로부터 인구-기온 회귀식 도출시 나타난 결정계수를 비교하였다. 기온-인구 회귀식 도출시 가상인구에서 열섬인구를 뺀 값이 '-'값인 경우, 즉 가상인구가 실제인구에 비해 작은 지역은 회귀식 도출시 의미가 없는 것으로 판단하여 제외하였다. 제외된 지역은 반경 500m일 때 '양평'과 '홍천'이며, 1500m일 때는 '홍천' 한 곳이다. 양평은 인구가 500m일 때 1,193명이며, 홍천은 500m일 때 1,168명, 1500m일 때 3,757명이었다.

열섬인구표면의 반경에 관계없이 공통된 현상은 겨울철에는 결정계수가 낮고 여름철에는 결정계수가 높게 나타난다는 것이다. 즉, 여름철에는 도시열섬효과에 의해 도시간 기온차의 많은 부분을 설명할 수 있지만 겨울철에는 여름철보다는 그 영향이 적다는 것이다. 다시 말하면 겨울철의 기온차는 도시열섬효과 외에 다른 많은 요인들이 작용한다고 볼 수 있으며 여름철은 겨울철보다는 그 요인이 적거나 영향력이 작음을 의미한다.

- <103> 연중결정계수가 높게 나타나는 것은 반경 2,500m임을 알 수 있다. 500m, 1,500m, 3,500m는 비슷한 결정계수를 갖고, 2,500m와 5,000m가 비슷한 결정계수를 나타내었다. 2,500m와 5,000m를 비교하면 9월과 10월에는 5,000m의 결정계수가 높지만 나머지 달에서는 2,500m가 높게 나타남을 보였다. 이것은 반경 2,500m내의 인구가 도시열섬효과를 가장 잘 대표할 수 있음을 의미한다. 따라서 결정계수값이 가장 높은 반경 2,500m의 열섬인구를 사용하여 도시열섬효과를 제거하는 방법이 가장 좋은 것으로 판단된다.
- <104> 반경 2500m일 때의 월별 회귀식을 보면, 결정계수가 가장 높은 달은 8월로 0.653이었으며 가장 낮은 달은 1월로 0.342였다. 즉, 8월달은 도시간 기온차이의 65%를 도시열섬효과로 설명할 수 있고 1월달은 34%를 도시열섬효과로 설명할 수 있음을 의미한다. 평균적으로는 도시간 기온차의 48%를 인구에 대표되는 도시열섬효과로 설명할 수 있다.
- <105> 그리고, 도 19에 나타난 바와 같이, 회귀모델의 기울기를 보면 겨울철에 기울기가 큰 반면에 여름철에는 그 기울기가 작음을 알 수 있다. 여기서의 기울기는 인구변화에 따른 기온의 변화이므로 같은 인구변화가 있더라도 겨울철에는 그 영향이 큰 반면 여름철에는 작음을 의미한다. 즉, 인구편차가 10,000명이라하면 기울기가 큰 12월달은 0.4가 변하는 반면에 기울기가 작은 7월달은 0.02가 변함을 의미한다.
- <106> 도 20에 나타난 바와 같이, 회귀모델의 X축 절편, 즉 기온변화에 영향을 주지 않는 인구의 규모를 보면 겨울철에 14,000명 정도이며 여름철에는 8,000명 정도이다. 평균적으로 보면 12,000명 정도임을 알 수 있다. 결론적으로 도시열섬효과는 반경 2,500m내의 인구가 최소한 12,000명 이상은 되어야 도시 열섬효과가 나타나는 것으로 판단할 수 있었다.
- <107> **신뢰성 검증**
- <108> 표준기상관측소 56개소 중 임의의 한 곳을 제외한 55개소를 기온 추정을 위한 재료로 선택하였다. 다음 55개소 표준기상관측소의 해발고도를 이용하여 가상표고표면을 생성하고 월별 기온감율값을 곱하여 보정값을 생성하였다. 여기에 단순한 공간내삽에 의해 추정된 초기기온표면에 상기 표고편차에 의한 보정값을 적용하여 보정된 월평균 일최저기온 표면을 얻었다. 그리고 표준기상관측소 55개소와 인구-기온간 회귀식의 결정계수가 높은 '열섬인구표면'으로부터 관측소 위치의 인구를 추출하고 추출된 인구값을 이용하여 거리역산가중법(IDW)에 의해 가상인구표면을 만들었다. 가상의 인구표면과 '열섬인구표면' 사이의 인구편차를 계산하여 앞서 만들어진 인구-기온 회귀식에 대입하여 도시열섬효과가 보정된 월평균 일최저기온 표면을 생성하였다. 즉, 표고편차에 의한 보정기온표면에 도시열섬효과의 보정값을 가감하여 최종적으로 표고편차와 도시열섬효과가 고려된 최종 기온표면을 생성하였다.
- <109> 표고편차와 도시열섬효과가 고려된 인구표면으로부터 기온추정에서 제외된 기상관측소 위치의 추정기온을 추출하고 실측기온과 비교하였다. 이러한 방법으로 모두 56번의 작업을 하여 56개소 기상관측소별로 추정기온값을 획득하였다.
- <110> 도 21 내지 도 23에 나타난 바와 같이, 표준기상관측소 56개소의 추정기온값과 실측기온값을 비교하기 위하여 ME (Mean Error, 도 21 참조), MAE (Mean Absolute Error, 도 22 참조), RMSE (Root Mean Squared Error, 도 23 참조)를 각각 계산하였다. ME는 추정기온의 편기성을 나타내는 것으로 추정기온이 실측기온에 비해 과대, 또는 과소 추정되는지를 알 수 있다. 다음에 ME값에 절대값을 취한 MAE와 RMSE를 구하여 추정오차의 분포범위를 구하였다.
- <111> ME는 -0.2 ~ 0.1 사이에 분포하여 단순 공간내삽에 의한 추정기온, 표고편차가 고려된 추정기온, 또는 표고편차 및 도시열섬효과가 고려된 추정기온 등은 모두 그 편기성이 크지 않은 것으로 나타났다. 세 가지 경우 모두 여름철에는 편기성이 작았으며 겨울철에 편기성이 큰 것으로 나타났다. RMSE를 보면 여름철에 오차가 작고 겨울철에 오차가 큰 것으로 나타났으며 세 경우의 모두 경향의 차이는 없었다. 오차가 가장 큰 것은 단순 공간내삽하여 추정한 기온이며 오차가 가장 작은 것은 표고편차와 도시열섬효과를 모두 고려한 것이었다. 단순 공간내삽과 표고편차에 의한 보정인 경우를 비교해 보면 전월에 걸쳐 그 개선정도가 비슷한 반면 표고편차에 의한 보정만을 한 경우와 표고편차 및 도시열섬효과를 모두 고려한 것을 비교해 보면 겨울철에 개선정도가 컸으며 여름철에 작았다. 표고편차와 도시열섬효과를 모두 고려한 RMSE를 보면 가장 큰 값을 가지는 달은 1월로 1.33이었으며 가장 작은 달은 0.37로 7월이었다. 즉 추정오차의 범위가 1.33~0.37로 1내외의 오차를 나타내는 것으로 나타났다.

도면의 간단한 설명

- <112> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 기온분포도 작성시스템을 도시한 구성도이다.

- <113> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 기온분포도 작성방법을 도시한 공정도이다 .

<114> 도 3은 본 발명의 구체적인 실시형태에 따른 기온분포도 작성방법을 도시한 도면이다.

<115> 도 4는 본 발명의 최종기온표면 생성단계를 도시한 순서도이다.

<116> 도 5는 수치지도의 일례로서, 제주도 등의 도서지방을 제외한 남한 전역을 표시한 도면이다.

<117> 도 6은 격자형 수치고도자료의 일례로서, 기상청에서 작성한 원점 북위 38도, 동경 127.00289도로 하는 남한 지역의 TM 좌표계에 투영된 격자형 수치고도자료(270m x 270m의 해상도)이다.

<118> 도 7은 표고편차에 의해 보정된 월평균 일최저기온이 표시된 보정기온표면을 예시한 도면이다.

<119> 도 8은 지표피복지도의 일례로서, 환경부에서 제공하는 시가지, 농지, 산림, 초지, 습지, 나지, 수역 7가지 분류로 되어 있는 TM 좌표체계의 파일인 토지피복분류도(30m x 30m 해상도)이다.

<120> 도 9는 시가지 픽셀만이 추출된 '도시피복표면'의 일례이다.

<121> 도 10은 인구자료가 부가된 시군구 경계지도의 예시도로서, 2000년의 행정구역에 맞춘 인구자료가 부가된 폴리곤(Polygon) 형태의 수치지도이다.

<122> 도 11은 상기 '도시피복표면'과 시군구 경계지도가 중첩된 상태에서 해당 시군구의 면적에 포함되는 시가지픽셀의 개수를 계산한 예시도이다.

<123> 도 12는 수치인구모형의 예시로서, 농경지, 산림, 하천, 호수는 물론 도시 안의 초지나 나대지 등도 제외하고 실제 사람이 살고 있는 지역만을 대상으로 평균인구를 90m x 90m의 격자(픽셀)단위로 나타낸 도면이다.

<124> 도 13은 수치인구모형의 각 픽셀을 다수의 반경범위(예컨대, 500m, 1500m, 2500m, 3500m, 5000m)로 각각 평활화한 열섬인구표면의 예시도이다.

<125> 도 14는 격자형의 가상인구표면을 예시한 도면이다.

<126> 도 15는 열섬인구편차표면을 예시한 도면이다.

<127> 도 16은 인구-기온 회귀식을 월별로 산출한 예시도이다.

<128> 도 17은 도시열섬효과가 고려된 최종기온표면을 예시한 도면이다.

<129> 도 18은 반경이 500m, 1500m, 2500m, 3500m, 5000m인 열섬인구표면으로부터 인구-기온 회귀식 도출시 나타난 결정계수를 비교한 그래프이다.

<130> 도 19은 계절에 따른 회귀모델의 기울기를 나타낸 그래프이다.

<131> 도 20은 도시열섬효과의 발현에 필요한 최소 인구의 계절변화를 나타낸 그래프이다.

<132> 도 21은 본 발명과 종래예의 각 평균오차 크기를 비교한 그래프이다.

<133> 도 22는 본 발명과 종래예의 각 평균절대오차 크기를 비교한 그래프이다.

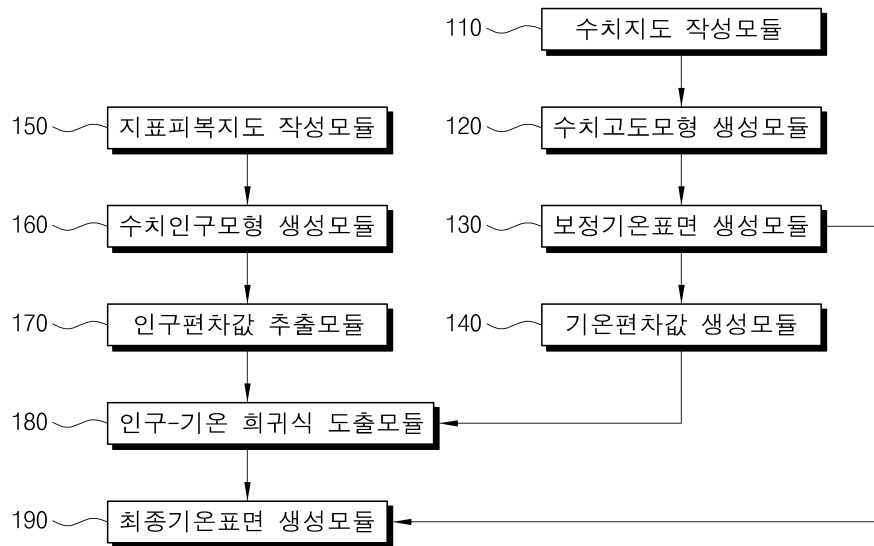
<134> 도 23은 본 발명과 종래예의 각 평균평방근오차 크기를 비교한 그래프이다.

<135> * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 간단한 설명 *

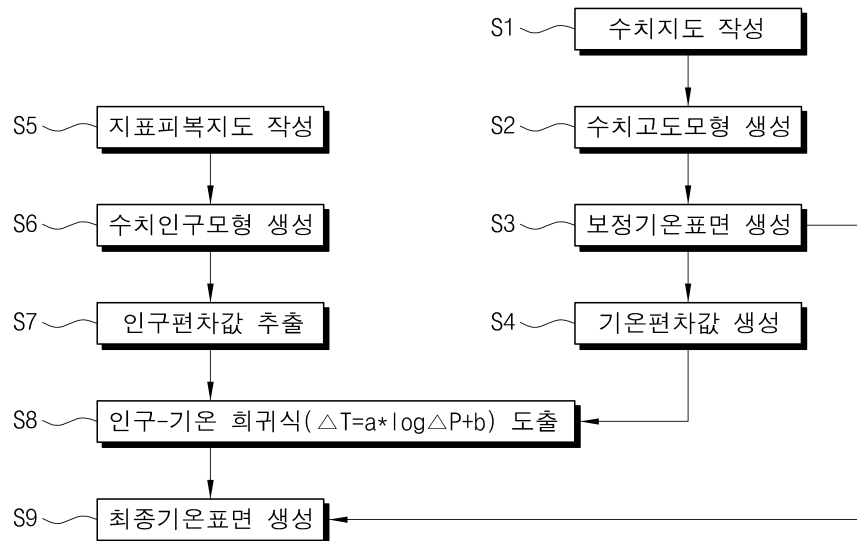
<136>	110: 수치지도 작성모듈	120: 수치고도모형 생성모듈
<137>	130: 보정기온표면 생성모듈	140: 기온편차값 추출모듈
<138>	150: 지표피복지도 작성모듈	160: 수치인구모형 생성모듈
<139>	170: 인구편차값 추출모듈	180: 인구-기온 회귀식 도출모듈
<140>	190: 최종기온표면 생성모듈	

도면

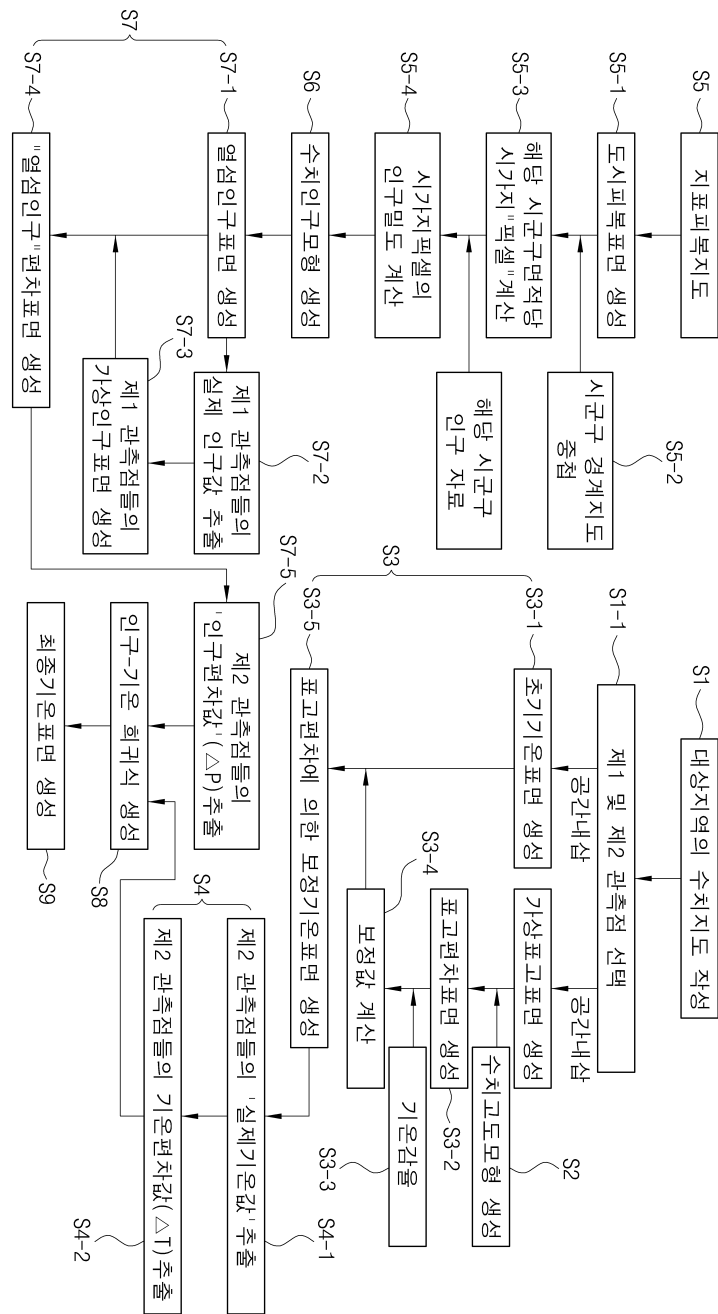
도면1



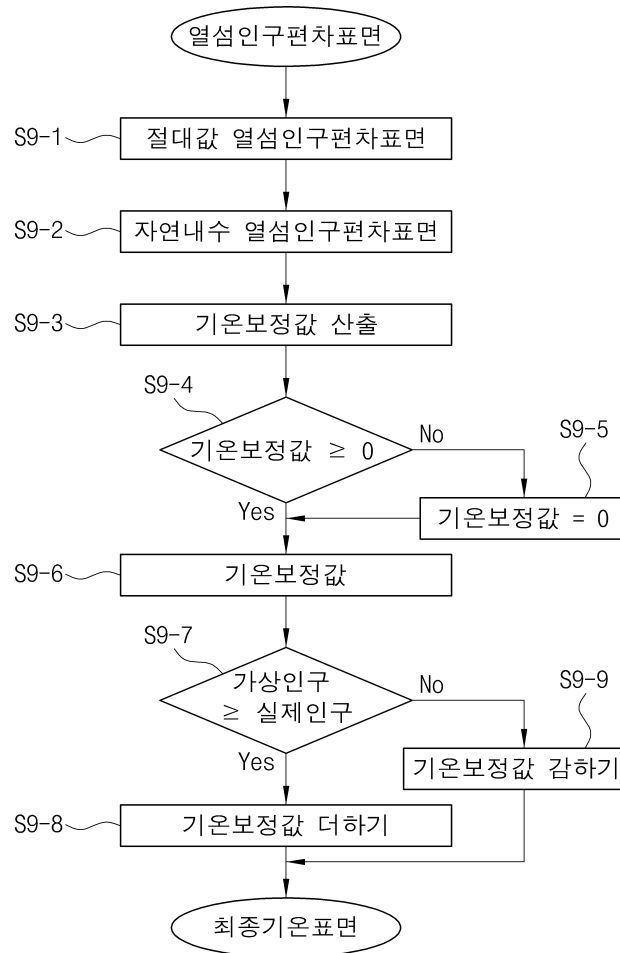
도면2



도면3



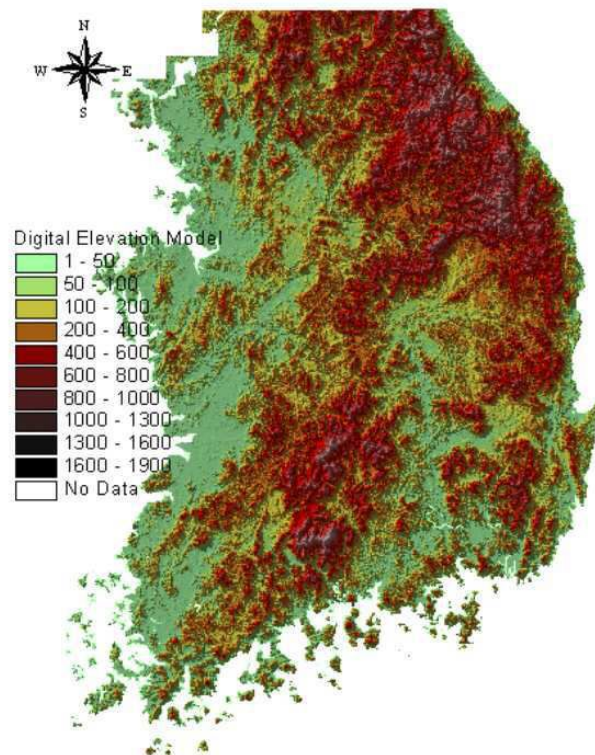
도면4



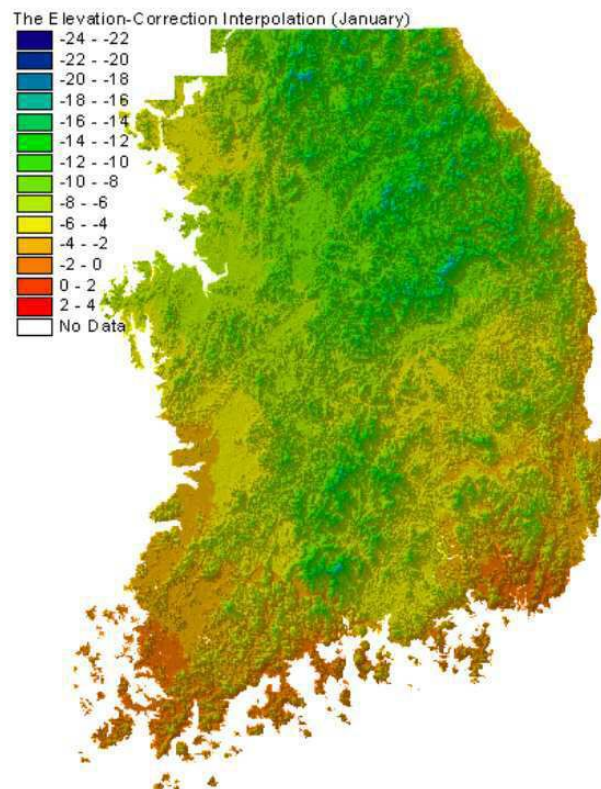
도면5



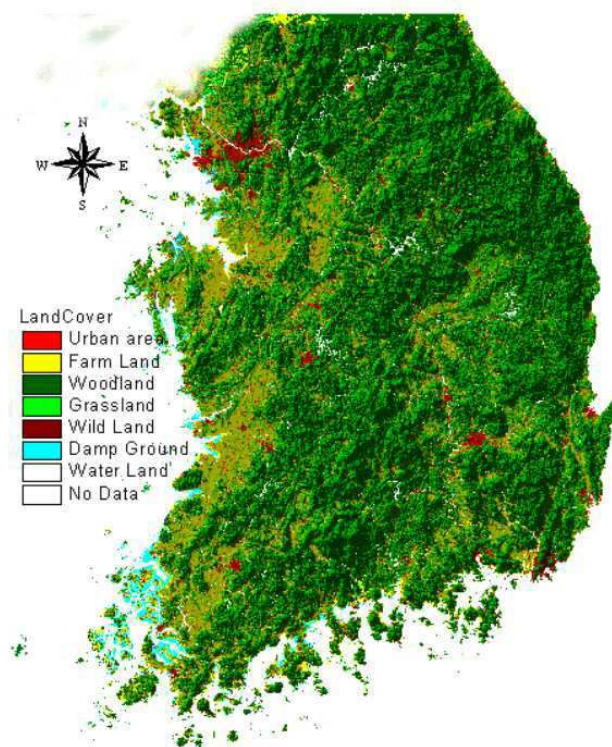
도면6



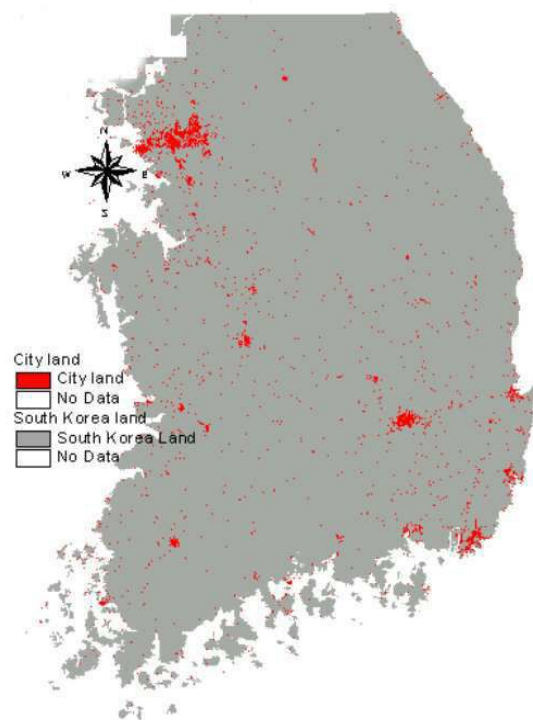
도면7



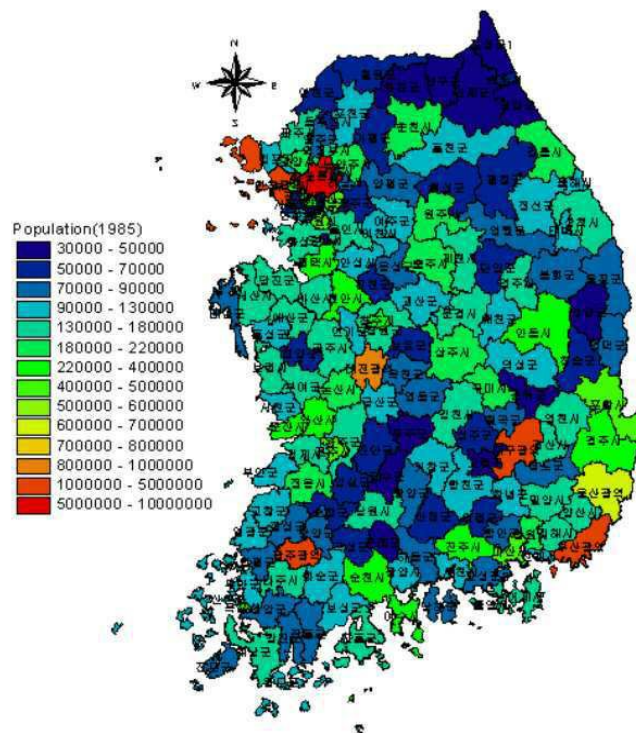
도면8



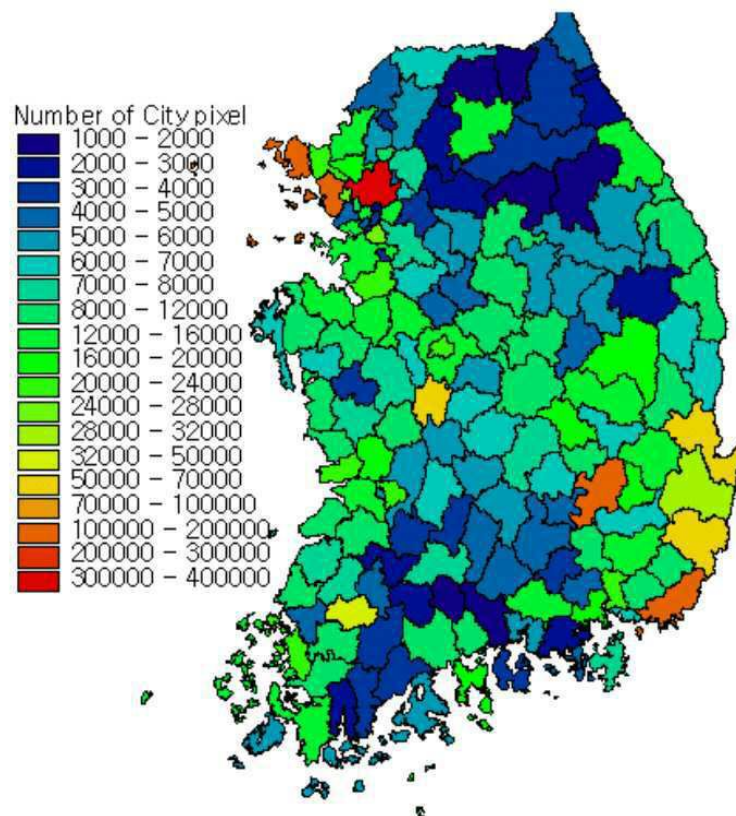
도면9



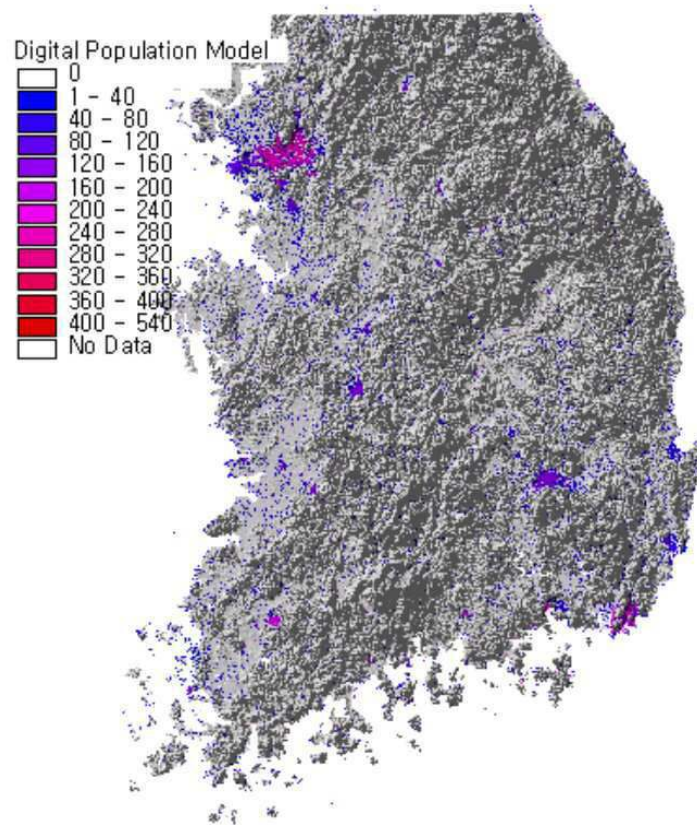
도면10



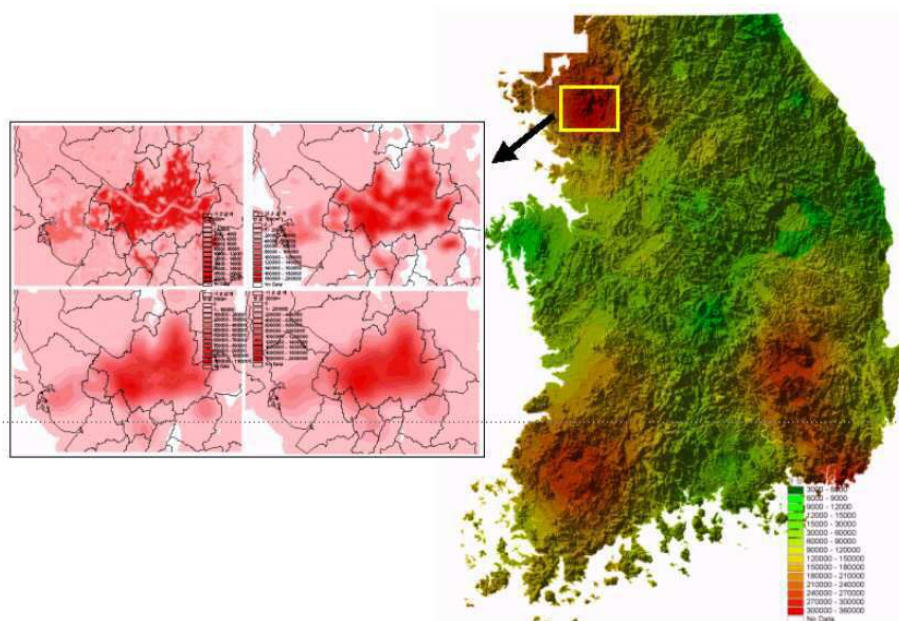
도면11



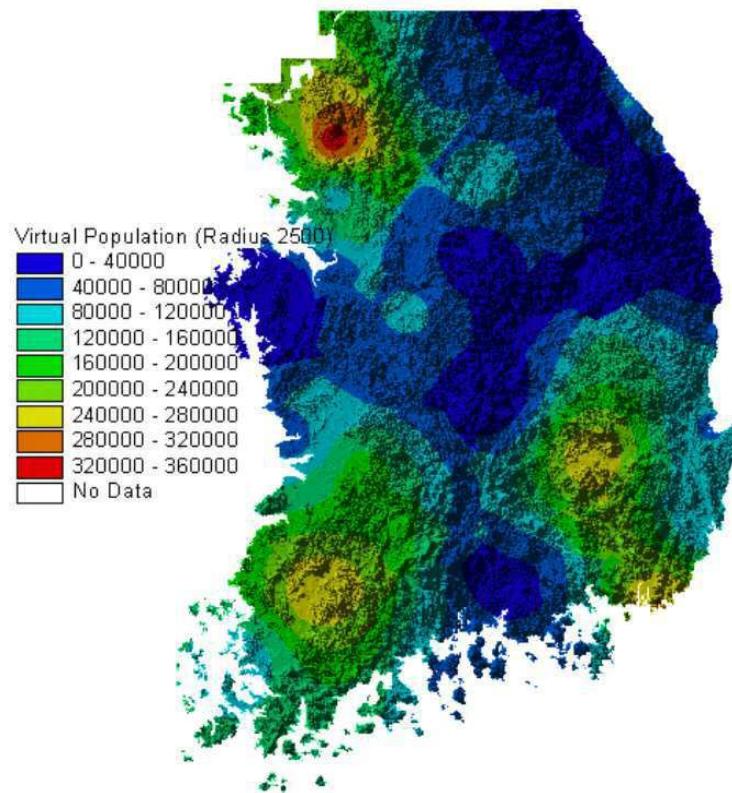
도면12



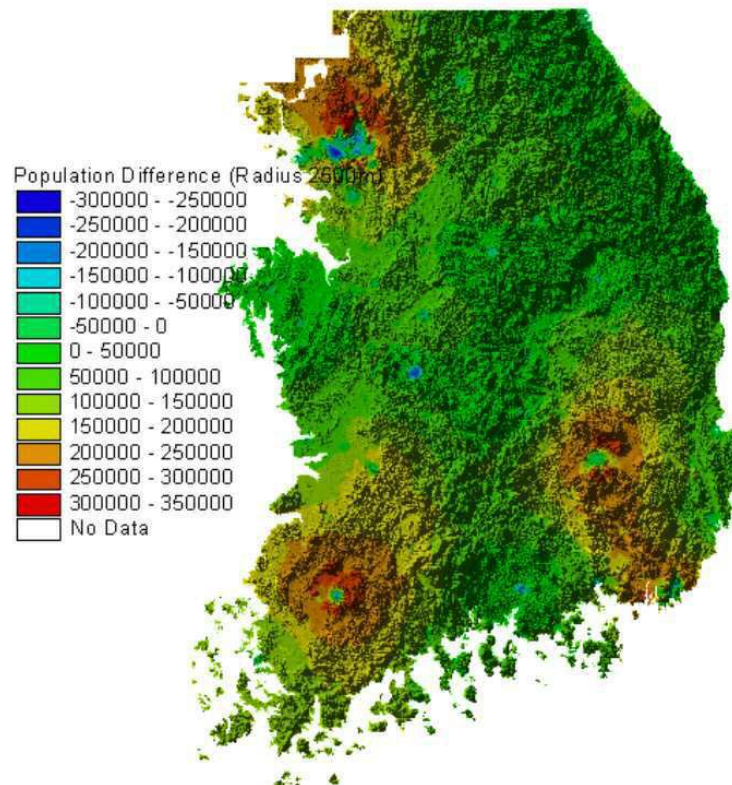
도면13



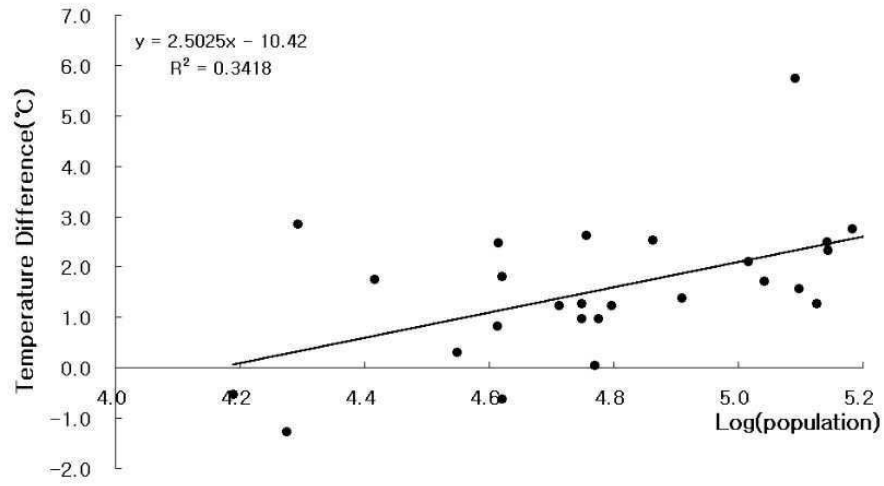
도면14



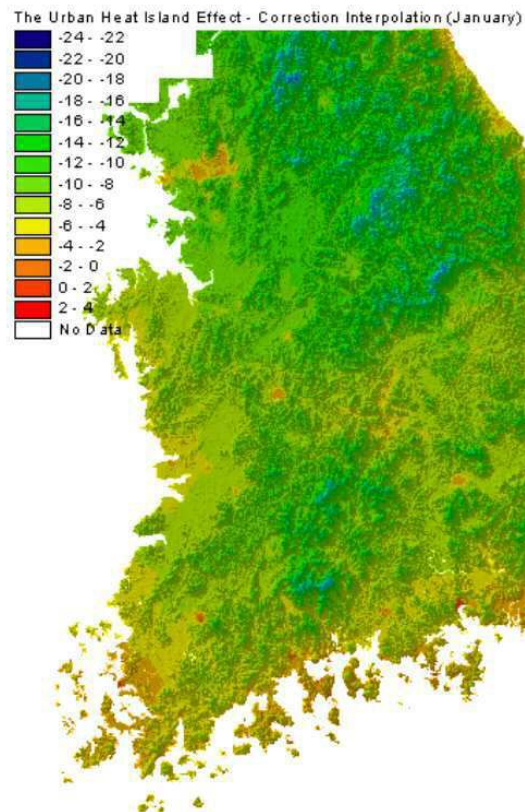
도면15



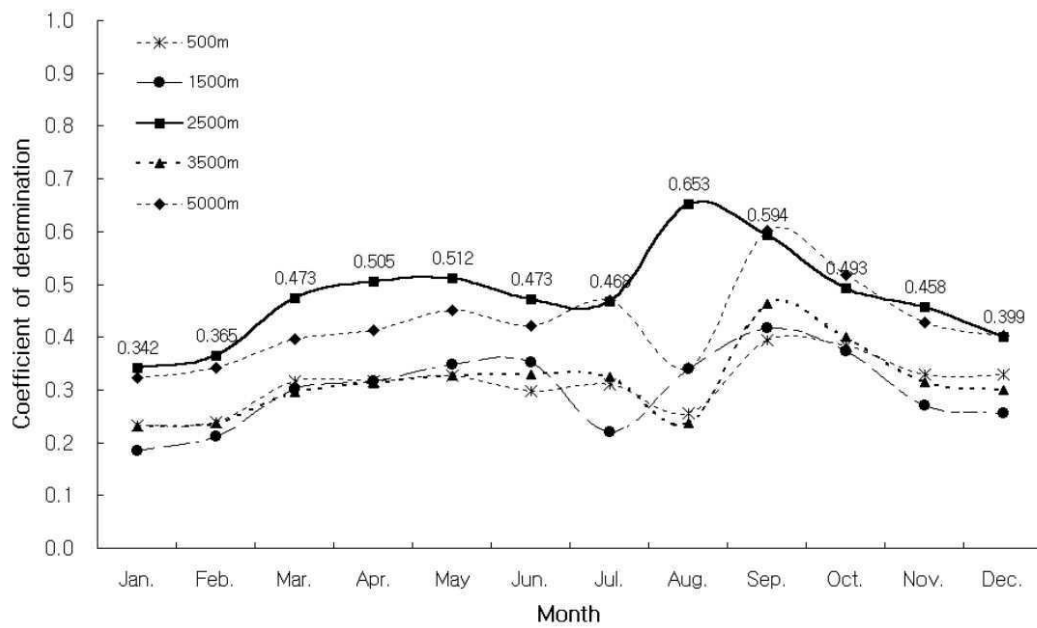
도면16



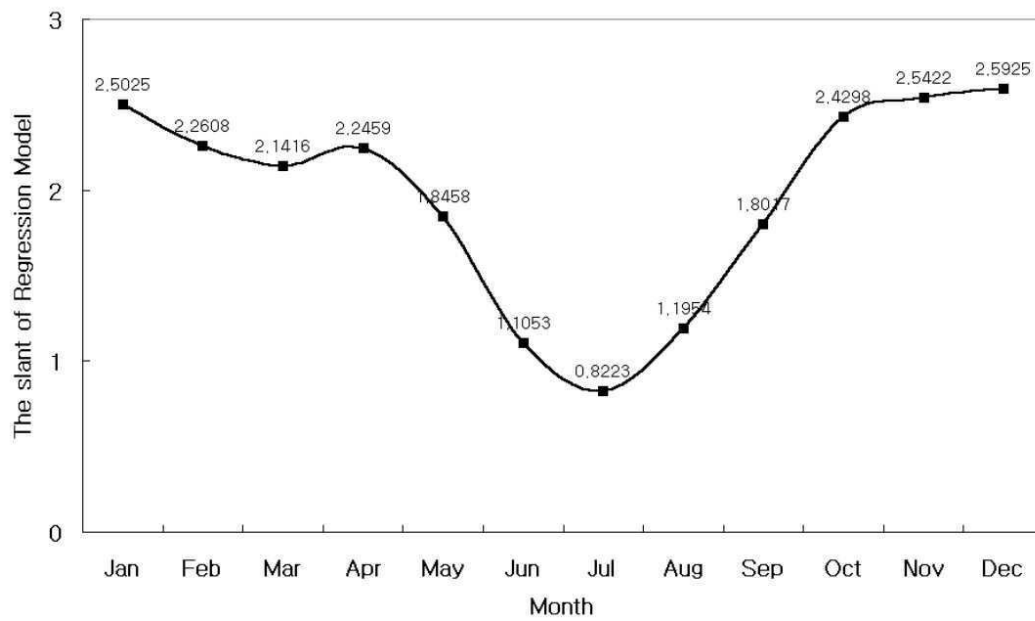
도면17



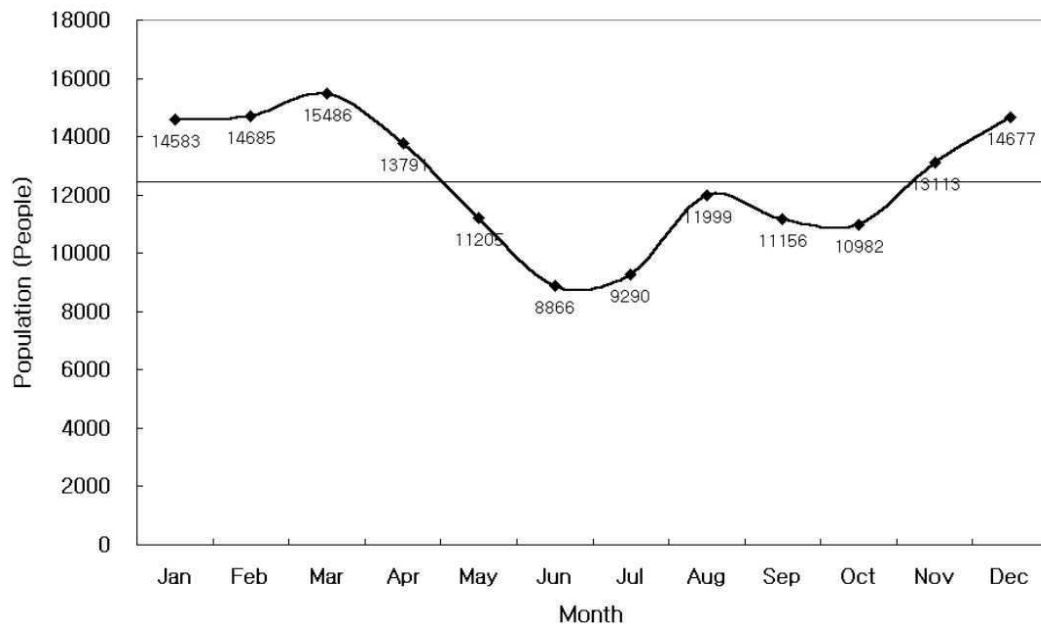
도면18



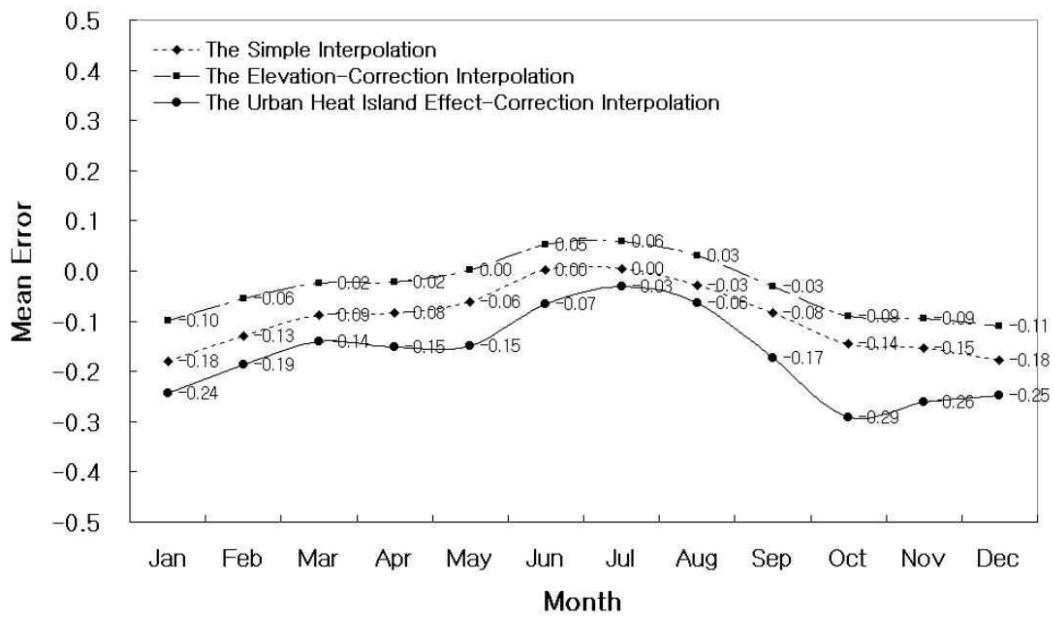
도면19



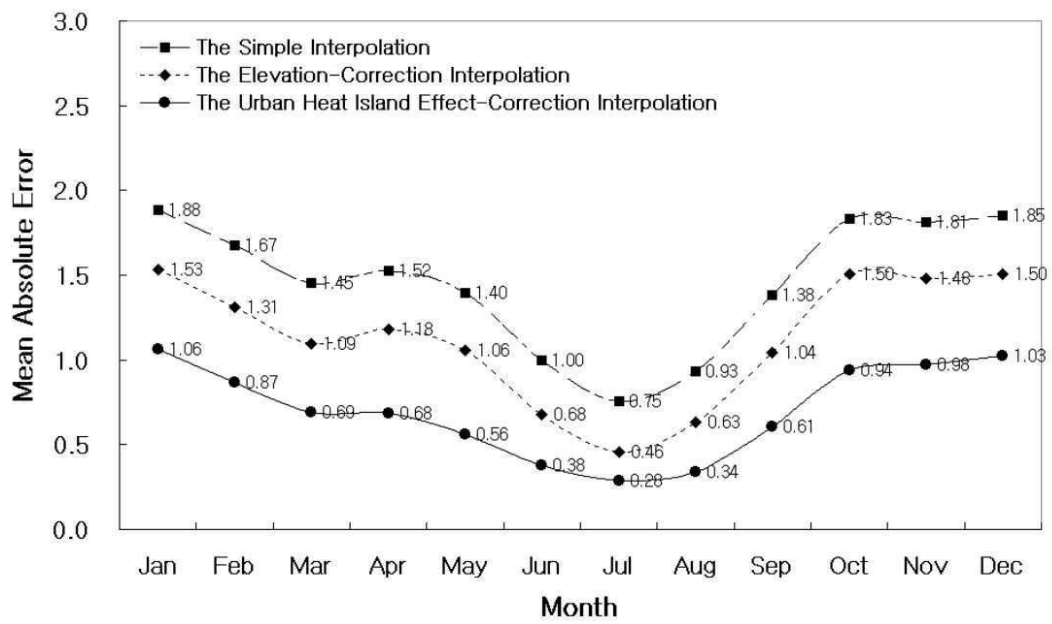
도면20



도면21



도면22



도면23

