

## 한반도 기후변화의 시각적 표현을 위한 Google Earth 활용

윤경담<sup>1</sup> · 정유란<sup>2</sup> · 윤진일<sup>3</sup>

<sup>1</sup>광주과학기술원 정보통신공학과,

<sup>2</sup>서울대학교 식물생산학부, <sup>3</sup>경희대학교 생명과학부

(2006년 11월 21일 접수; 2006년 12월 3일 수락)

## Using Google Earth for a Dynamic Display of Future Climate Change and Its Potential Impacts in the Korean Peninsula

Kyungdahm Yoon<sup>1</sup>, Uran Chung<sup>2</sup>, and Jin I. Yun<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Department of Information and Communications, Gwangju Institute of Science and Technology*

<sup>2</sup>*Department of Plant Sciences, Seoul National University*

<sup>3</sup>*Department of Ecosystem Engineering, Kyung Hee University*

(Received November 21, 2006; Accepted December 3, 2006)

### ABSTRACT

Google Earth enables people to easily find information linked to geographical locations. Google Earth consists of a collection of zoomable satellite images laid over a 3-D Earth model and any geographically referenced information can be uploaded to the Web and then downloaded directly into Google Earth. This can be achieved by encoding in Google's open file format, KML (Keyhole Markup Language), where it is visible as a new layer superimposed on the satellite images. We used KML to create and share fine resolution gridded temperature data projected to 3 climatological normal years between 2011-2100 to visualize the site-specific warming and the resultant earlier blooming of spring flowers over the Korean Peninsula. Gridded temperature and phenology data were initially prepared in ArcGIS GRID format and converted to image files (.png), which can be loaded as new layers on Google Earth. We used a high resolution LCD monitor with a 2,560 by 1,600 resolution driven by a dual link DVI card to facilitate visual effects during the demonstration.

**Key words :** Google Earth, Climate change, KML, Gridded climate data, Geospatial climatology

### I. 서 언

전자기후도는 기존의 기후도가 제공하지 못하는 정밀한 공간단위의 정보를 제공함은 물론 토양, 수자원 등 기존의 공간자료와 중첩함으로써 향후 농림생태계 관리 및 경제활동에 유용한 도구가 될 것으로 예상되고 있다. 특히 지구온난화 시나리오에 따라 작성된 한반도 기후의 시공간적 변화를 270 m 해상도의 전자기후도로 변환하고, 이를 토대로 미래의 벚꽃 개화예상

도를 작성한 사례는 전문가 뿐 아니라 언론매체에서도 관심을 보인 바 있다(Yun, 2006). 하지만 고도의 공간정보기술을 활용하는 전자기후도의 특성 상 일반 대중에게 기후변화의 심각성을 전자기후도의 형태로 직접 보여줄 수 있는 데 한계가 있다. 즉 전자기후도를 보급할 수 있는 보편적인 플랫폼의 부재로 일반 사용자들의 접근성이 제한되어 있는 실정이다. 이에 본 연구에서는 다수의 사용자를 확보하고 있으며 개방된 구조를 가지고 있는 Google Earth (<http://earth.google.com>) 플

랫폼 상에서 전자기후도를 시연할 수 있는 시스템을 구축하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 2.1. 시나리오

전국 56개 기상관서에서 1971-2000 기간 중 관측한 일 최고 및 최저기온자료를 토대로 도시효과 및 고도차 보정을 통해 270 m 해상도로 규모를 축소시킨 평년 전자기후도와, 여기에 기상연구소에서 제작한 2011-2100 기간 중 예상 기온편차를 더한 미래 전자기후도를 기본자료로 사용하였다(Yun, 2006). 이 자료에 근거하여 추정된 벚꽃개화기 분포도(현재 1971-2000, 20년후 2011-2040, 50년후 2041-2070, 80년후 2071-2100)를 부가자료로 사용하였다. 또한 충북 청원 지역에 한해 지형경사 및 찬 공기 흐름 등 미세지형의 효과를 반영한 30 m 해상도 전자기후도 및 벚꽃개화일 예상도를 준비하였다.

이들 전자기후도 및 벚꽃개화 예상일 분포도를 사용자와의 상호작용 없이 자동으로 보여주는 시연 시나리오를 선택하였다. 현재, 20년후, 50년후, 80년후의 벚꽃개화일, 최저기온, 최고기온을 효과적으로 표현하기 위해 전국에서 청원군, 다시 전국으로 이동하는 시점을 구상하였으며, 이를 위해 각 시점에 맞는 KML (<http://earth.google.com/kml/>)을 생성하는 시스템을 구축하였다.

### 2.2. 전자기후도 변환

본 시연에 사용된 전자기후도는 ArcGIS 9.1 (<http://www.esri.com/>)의 Grid 파일로 제작되어 있으므로 이들을 Google Earth에서 사용 가능한 이미지 파일로 변환해야 한다. 이 작업에는 Arc2Earth (<http://www.arc2earth.com/>)를 사용하였다. Arc2Earth는 ArcGIS 9.1의 mapping module인 ArcMap의 확장 도구로서 Grid와 Shape 파일 등을 이미지 파일로 변환해 주는 도구이다. 이때 성능 최적화를 위하여 제작사에서는 150~250 dpi 해상도를 권장하는데, 본 연구에서는 전자기후도 Grid 파일을 250 dpi의 PNG 파일로 변환하였다.

### 2.3. 좌표계 설정

전자기후도 이미지 파일을 정확하게 중첩하기 위해

서는 이미지 좌상단과 우하단의 X, Y 좌표, 즉 위도와 경도 정보를 KML 파일에 정의해주어야 한다. 현재 모든 전자기후도의 제작은 지역좌표계인 TM (Transverse Mercator, Tokyo Datum)에서 수행되고 있기 때문에 전지구좌표계를 사용하는 Google Earth에는 직접 적용할 수 없다. 따라서 TM 좌표계를 경위도좌표계로 변환하여 이미지 파일들이 동일한 범위를 표현할 수 있도록 설정해주었다.

### 2.4. KML 동적 생성

현재의 KML 사양은 사용자의 입력에 의존하여 정보를 제공해주는 것을 지향한다. 즉, 사용자와의 상호작용이 없이 자동으로 순차적인 정보를 제공하기 위해서는 각 시점에 맞는 KML을 미리 준비하고 있을 수밖에 없다. 이를 위하여 Python 언어를 이용해 50여 개의 KML 파일을 자동으로 생성하는 스크립트를 만들어 사용하였다. 하지만 이 방법은 시나리오의 변경 또는 자료의 수정이 필요할 때마다 모든 KML 파일들을 재생성 해주어야 한다는 불편이 있었다. 또한 시나리오 상 임의의 지점으로 확대하여 들어가는 시점이 요구되었는데 정적으로 생성되는 KML 파일에는 이러한 임의성을 부여하기가 어려웠다.

따라서 특정 시점에 대한 요청이 있을 때마다 KML 파일을 동적으로 생성하는 시스템을 구상하게 되었다. 이를 위하여 PHP 언어 기반의 웹 서버를 함께 구축하여 KML 생성 관련 스크립트를 구동하도록 하였다(Fig. 1).

Google Earth에 등록되는 demo.kml은 동적으로 생성되는 다른 KML 파일을 링크한다. 이 KML 파일은 rotate.php에 정의되어 있는 순서를 따르며, 현재의 순서를 기억하기 위하여 count.php가 사용된다. reset.php는 처음 실행되거나 Google Earth에서 강제로 요청이 들어오는 경우 순서를 초기화해준다. 이러한 순서에 따라 kml.php에서는 해당 KML 파일의 내용을 생성한다. 이때 3차원 지형에 중첩(ground overlay)될 자료 이미지 파일과 화면상에 중첩(screen overlay)될 제목 및 범례 이미지 파일이 준비되어 있어야 한다.

사용자와의 상호작용 없이 자동으로 시점이 넘어가는 효과를 얻기 위해서는 KML 파일에 재생 간격(refresh interval)을 설정하는 방법과 소멸 시간(expiration time)을 설정하는 방법 두 가지를 시도하

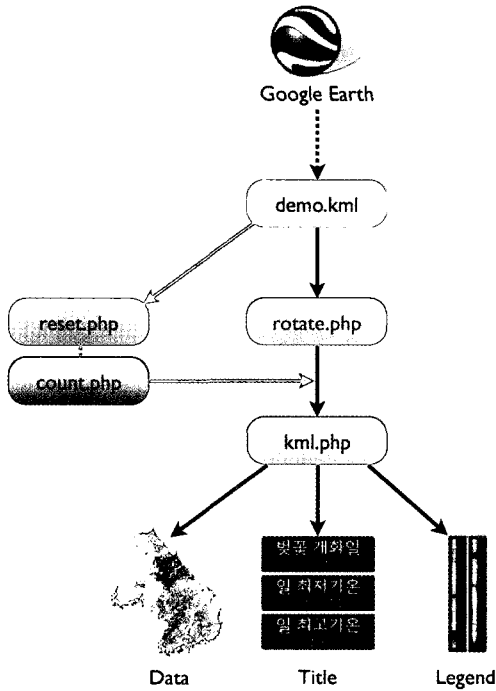


Fig. 1. Overall structure of the demonstration system.

였다. 하지만 전자의 경우 Google Earth가 정확한 시간을 보장하지 않는 문제가 발생하여서 후자의 방법을 택하였다. HTTP 헤더에 소멸 시간을 직접 기록함으로써 rotate.php가 일정 시간 후 다시 작동하게 된다.

### 2.5. 구현 플랫폼

Windows XP 환경에서 Google Earth 4 beta를 사용하였으며 Apache 2.2.3과 PHP 5.1.6 기반의 웹 서버를 구동하였다. 효과적인 시연을 위해 30인치 크기의 고해상도(2,560×1,600) 대형 모니터를 사용하였으며 중첩될 이미지들도 이러한 해상도에 맞추어 제작되었다.

## III. 결과 및 고찰

Fig. 2는 실제 Google Earth를 이용하여 전자기후도가 시연되는 모습을 보여준다. 농림과학기술대전(2006년 9월, aT센터), 기후변화전문가워크샵(2006년 11월, 서귀포 KAL호텔), 작물생명공학국제심포지엄(2006년 12월, 제주국제회의장) 등 실제 전시회에서의



Fig. 2. A snapshot of the demonstration system displaying a temperature pattern over the Korean Peninsula on a 2,560×1,600 LCD monitor.

시연 경험에 의하면 사용자들이 시스템과의 상호작용에 상당한 관심을 가지고 있다는 것을 알 수 있었다. 이러한 수요를 감안하여 차후 연구에서 원구형 디스플레이(<http://sos.noaa.gov/>)나 터치스크린(Tse *et al.*, 2006) 등 새로운 장비를 활용할 수 있다면 보다 효과적인 시연이 가능할 것이다. 또한 현재 단계에서는 미리 준비해둔 정적인 자료들만 사용하였지만 실시간 자료 등 동적인 자료를 활용할 수 있다면 더욱 다양한 응용을 기대해 볼 수 있을 것이다.

## 적 요

전자기후도의 대중홍보 및 사용자 접근성 개선을 위해 개방구조의 Google Earth 플랫폼 상에서 전자기후도를 시연할 수 있는 시스템을 구축하였다. 전국 56개 기상관서에서 1971-2000 기간 중 관측한 일 최고 및 최저기온자료를 토대로 270 m 해상도로 규모를 축소 시킨 평년 전자기후도와 2011-2100 기간 중 예상 기온편차를 더한 미래 전자기후도, 이 자료에 근거하여 추정된 벚꽃개화기 분포도, 충북 청원지역에 한해 미세지형의 효과를 반영한 30 m 해상도 전자기후도 및 벚꽃개화일 예상도 등을 이미지 파일로 변환하였다. 이들을 이용하여 사용자와 상호작용 없이 현재, 20년 후, 50년 후, 80년 후의 벚꽃개화일, 최저기온, 최고기온

을 표현하는 시스템을 KML로 제작하였다. 이 시스템을 구현하기 위해 Windows XP 환경에서 Google Earth 4 beta를 사용하였으며 Apache 2.2.3과 PHP 5.1.6 기반의 웹 서버를 구동하였다. 효과적인 시연을 위해 30인치 크기의 고해상도 대형 모니터를 사용하였으며 중첩될 이미지들도 이러한 해상도에 맞추어 제작되었다. 이 시스템을 이용한 전자기후도 시연회가 여러 차례 성공적으로 개최되었다.

## 감사의 글

이 연구는 2006년 기상지진기술개발사업(CATER 2006-4302) 지원에 의해 수행되었습니다.

## REFERENCES

- Tse, E., C. Shen, S. Greenberg, and C. Forlines, 2006: Enabling interaction with single user applications through speech and gestures on a multi-user tabletop. *Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI 06, Venezia, Italy)*, 336-343 (DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/1133265.1133336>)
- Yun, J. I., 2006: Climate change impact on the flowering season of Japanese cherry (*Prunus serrulata* ver. *spontanea*) in Korea during 1941-2000. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **8**, 68-76.