

다양한 축척의 지도상에서 고밀도 센싱 정보의 등고선식 표출에 관한 연구

허길*, 이덕기*, 지혜선**, 오재영**, 정대교**, 김윤기**

*(주)브레넥스

**KT 중앙연구소

e-mail : semylab@brenex.co.kr

A Scheme for the High Density Sensing Information to Express a Contour Plotting for Multi-scaled Maps

Gil Heo*, Douglas Lee*, Hae sun Ji**, Jae Young Oh**, Daekyo Jung**, Yoonkee Kim**

*Brenex Co., Ltd.

**KT Central R&D Laboratory

요 약

웹 포털에서 제공하는 지도 서비스와 같은 지도의 축척이 변화될 수 있는 환경에서 센싱 정보의 등고선식 표출을 하기 위해서는 기존의 이미지 표출 방식이 갖는 방대한 데이터량이 문제가 된다. 본 연구에서는 센싱 정보의 지역적 집중도와 센싱 데이터의 수에 따른 효율적인 정보처리를 위하여 센싱 데이터들을 그룹핑하여 등고선 형태의 이미지를 생성하였고, 이를 서버에서 제공하는 형태를 통한 웹 포털 지도 서비스와 연계 방법을 제시하였다.

1. 서론

국내외 여러 검색 포털 사이트에서 각종 정보를 지도나 위성사진과 함께 연계하여 제공하는 것이 점차로 보편화 되고 있다. 이것은 정보에 위치라는 의미를 부여한 것으로, 지도와의 연계를 통해 이용자에게 정보의 이해도를 높이면서도 관련있는 유용한 정보들을 함께 제공하는 것이 가능하다. 특히, 기상정보 가운데 날씨정보의 경우에는 오래전부터 지도상에 표현하여 시각적으로 지역별 날씨를 이해하는데 도움을 주어 왔던 예이며, 최근에는 교통정보나 최근에는 대기오염 정보가 지도상에 함께 제공되어 정보의 이해도를 높이는 사례가 늘고 있다.

지도상의 정보 표출은 정보의 특성에 따라 다양한 형태로 나타나는데, 지역에 따른 연속적인 센싱 값의 경우에는 등고선식 표현법(contour plot)이 이해도가 높기 때문에 많이 선호되고 있다. 온도나 기압과 같은 날씨정보나 미세먼지(PM-10)나 CO₂ 농도와 같은 대기오염 정보들이 이러한 표현법에 잘 맞는 예이다. 그런데, 이러한 종류의 정보를 측정하는 곳이 전국에 많지 않고, 하나의 측정소가 넓은 지역을 대표하는 정보로 활용되고 있는 것이 보통이기 때문에, 보다 다양한 방법으로 실시간 환경정보를 수집하기 위한 다양한 연구가 진행되고 있다[9].

이와 같이 다양한 방법에 의해서 정보가 수집되는 경우, 처리해야 할 정보의 양적 증가나, 수집되는 정보의 지역적 위치 분포성 등이 서비스 제공에 문제가 될 수 있다. 또한, 웹 포털과 연계하여 등고선식 표현

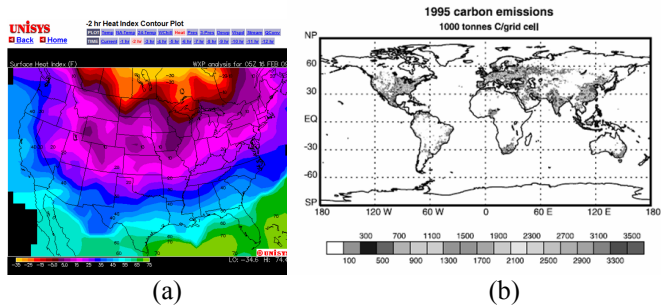
된 지도 서비스를 제공하기 위해서는 축척이 변경 가능한 웹 포털의 지도 서비스의 특성 때문에 기존의 날씨정보나 통계정보와 같이 미리 생성해 놓은 이미지를 활용하는 방법은 방대한 양의 이미지 데이터가 필요하기 때문에 서비스 제공에 어려움이 따른다[1].

본 연구에서는 축척이 조절 가능한 지도상에서 많은 센싱 포인트를 등고선식으로 표출하는데 있어서 고려되어야 하는 사항들을 알아보고 이를 바탕으로 바람직한 표출 방안을 제시한다. 2 장에서는 유사한 표출 사례와 고려사항을 알아보고, 3 장에서는 본 연구에서의 표출 방법을 제시하며, 4 장에서 연구의 내용에 대한 결과를 보여주고, 5 장에서 결론과 차후 연구 내용에 대해서 알아본다.

2. 배경

등고선식 표현법(contour plot)은 3 차원적인 정보를 2 차원 평면으로 나타내는데 있어서 많이 사용되는 표현 방법 중의 하나이다. 이 방법은 고도나 온도, 기압과 같이, 위치를 뜻하는 (x, y) 평면 좌표상에 측정된 값을 z 축으로 표현되어야 하는 3 차원 형태의 정보를 2 차원 평면에 값의 분포에 따라 같은 범위를 구분하는 윤곽선으로 표현함으로써 상황의 이해를 높이는 표현 방법이다. 또한, 각 지역을 대표하는 위치에서의 측정 정보를 바탕으로 측정되지 않았거나 측정할 수 없는 지역에 대한 측정값을 예측(interpolation)하는데 있어서 시각적으로 이해에 도움을 주기 때문에 지역에 따른 분포를 설명해야 하는

자료에서나 날씨정보 등을 설명하는데 있어서 많이 사용되고 있다. 다음의 (그림 1)은 Unisys 에서 제공되는 북미지역 날씨 서비스와, 세계지도상에 표출된 이산화탄소 배출량을 표현한 통계자료이다[10][2].



(그림 1) (a)Unisys 의 날씨정보 서비스와 (b)전 세계 이산화탄소 배출치 통계자료

등고선식 표현법 방식으로 실제 출력을 하기 위해서는 보통 contour plot 알고리즘을 이용하여 위치 별 측정값들을 같은 범위의 영역들로 구분해 낸 다음, 이를 시각적인 구분을 위하여 채색한 후에 지도 위에 투명하게 겹쳐서 나타내는 것이 보통이다.

그런데, 알고리즘에 의해서 도출된 contour line 은 꼭지점(vertex)과 모서리(edge)로 구성된 다각형 (polygon) 형태를 갖기 때문에 이를 실제로 지도상에 그리기 위해서는 다각형 그래픽을 화면에 그릴 수 있는 도구를 이용해야 한다. 그러나, 이러한 과정이 번거롭기 때문에, 미리 표출하고자 하는 정보에 대한 contour plot 이미지를 제작해 놓고 이를 필요에 따라 지도에 중첩하여 제공하는 것이 보통이다. 이러한 방법이 선호되는 이유는 정보 생성 시간에 구애 받지 않으면서도 품질이 우수한 contour plot 을 만들 수 있기 때문이다.

그러나, 보여질 contour plot 을 미리 제작하는 방법은 지도를 확대 또는 축소하면서 전국을 볼 수 있는 오늘날의 웹 포털 사이트의 지도 서비스에서의 적용에는 지도의 축척에 따른 크기와 이미지 용량적인 면에서 적합하지 않다. 다음의 <표 1>는 Google map 에서 제공하는 축척별 전국을 커버하는 픽셀의 수를 나타내고 있다.

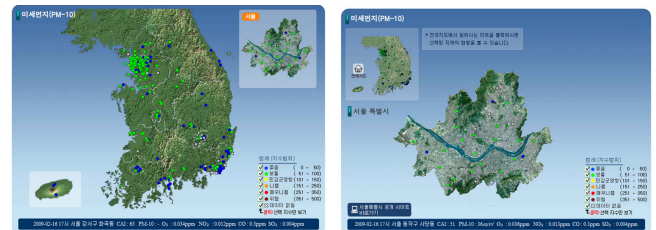
<표 1> Google map 에서의 축척별 지도크기

level	축척 (m)	이미지크기 (400x600)	이미지 픽셀수	픽셀크기 (m/pixle)	비고
1	100k	x 1 ²	240k	980	전국
2	50k	x 2 ²	960k	490	
3	20k	x 5 ²	6M	245	
4	10k	x 10 ²	24M	122	도
5	5k	x 20 ²	96M	61	시
6	2k	x 50 ²	600M	30.8	
7	1k	x 100 ²	2.4G	15.4	
8	500	x 200 ²	9.6G	7.7	
9	250	x 400 ²	38.4G	3.85	구
10	200	x 500 ²	60G	1.92	
11	100	x 1000 ²	240G	0.96	동
12	50	x 2000 ²	960G	0.48	

위의 <표 1>에서와 같이 contour plot 이미지를 전국 규모로 미리 준비하기 위해서는 픽셀 당 1byte 로 계산했을 때 최고 해상도에서 960GB(비압축)의 용량이

필요하며, 각 축척별로 이미지가 준비되어야 하므로 실제로 필요한 용량은 훨씬 증가하게 된다. 더구나, 온도나 대기 CO₂ 농도와 같이 표출되어야 하는 정보가 시간별 의미를 갖는 경우라면 일정 시간 간격으로 새로운 이미지를 생성해야 하므로 대용량의 이미지 데이터 처리가 문제 된다. 본 연구에서는 다양한 축척으로 제공되는 포털의 지도 서비스 환경에서 등고선식 정보 표출을 위하여 미리 표출할 이미지를 만들어 놓지 않고 사용자의 요청이 왔을 때 contour plot 을 계산하여 이를 제공하는 방법을 사용한다.

기상 예보에서 지역의 기온이나 습도 정보는 지역 별 대표 측정소의 값을 이용하여 제공하는 것이 보통이다. 다음의 (그림 2)는 국내의 환경부에서 대기 오염 정보를 점 형태로 제공하는 AirKorea 사이트에서의 정보표출에 대한 예를 나타내고 있다[3].



(그림 2) AirKorea 사이트의 전국 미세먼지정보 예시

이 서비스는 현재 서울 27 곳을 비롯한 전국적으로 231 곳의 측정소를 기준으로 제공되고 있다. 그러나 신뢰성 있는 정보가 여러 가지 서비스 모델에 의해서 다양한 경로로 제공될 수 있는 상황에서는 엄청난 양의 측정 정보들이 수집될 수 있다[8]. 이러한 경우 근접된 위치에서 수집된 정보들이 갖는 의미가 크지 않기 때문에 지도의 축척에 따른 영역별 대표값을 계산하고 이를 이용하여 contour plot 을 계산하는 것이 보다 효율적이다. 본 연구에서는 표출에 영향을 최소화시키는 그룹상수를 도출하여 이를 contour plot 계산에 활용한다.

계산된 contour plot 은 레이어를 갖는 다각형 형태로 만들어지는데 google map 서비스에서와 같이 지도 위에 반투명의 다각형을 겹쳐서 표출해야 하는 경우에는 겹쳐지는 레이어의 수 만큼 색이 중첩되기 때문에 원하는 색상이 나오지 않게 된다. 다음의 (그림 3)은 연두색과 노랑색이 85%의 투명도로 중첩되었을 때와 중첩되지 않았을 때의 색상차를 나타내고 있다.

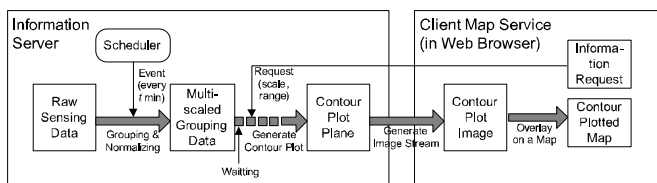


(그림 3) 투명도에 따른 중첩과 비중첩의 색상차

이를 해결하기 위해서는 겹치지 않게 픽셀 단위나 픽셀보다 조금 큰 크기의 사각형들로 나누어 지도 위에 그리는 방법으로 해결하거나 미리 완전한 이미지를 그려 놓고 이를 지도 위에 중첩하여 그리는 방법을 사용하기도 한다[4][5]. 본 연구에서는 서버에서 완전한 contour plot 이미지를 생성하여 이를 지도 서비스에서 제공되는 반투명 이미지 표출 기능을 이용하여 중첩 색상 불일치 문제를 해결한다.

3. 설계

본 연구에서 수집된 센싱정보들을 바탕으로 contour plot 을 생성하여 지도상에 표출하는 과정은 다음의 (그림 4)와 같다.



(그림 4) 센싱 정보 contour plot 생성기 구조

대규모의 수집 장비들로부터 발생하는 각종 센싱 정보들은 원활한 서비스 제공을 위하여 정해진 시간 간격에 한 번씩 각 축척별로 최적의 그룹핑 과정을 거친 후 저장된다. 이 상태로 사용자로부터의 요청을 기다리는 상태가 되는데, 자료 요청을 받으면 그룹핑 되어 있는 데이터들로부터 해당 시각, 해상도, 위치에 해당하는 값들을 참조하여 contour plot 이미지를 생성하고, 이를 정보 요청자에게 제공하는 처리흐름을 갖는다.

수집하는 센싱정보에는 센싱된 값 외에도 정보를 센싱한 위도와 경도로 표현되는 위치정보와 센싱된 시각 정보를 함께 가지고 있다. 전국에 설치된 고정된 위치의 측정소를 비롯하여 차량에 부착되어 도로를 이동하면서 수집된 센싱 정보는 센싱된 종류에 따라 m/s 나 hPa, °C, ppm, µg/m³ 등과 표준 단위로 변경되어 저장된다.

근거리에 있어 큰 의미가 없는 센싱 데이터들에 대한 불필요한 계산을 방지하고 원활한 참조를 위해서는 각 축척별로 영역을 그룹핑하여 센싱 대표값을 구하는 과정이 필요하다. 이 과정은 설정된 시간 t 간격으로 시간 오차 범위내에 있는 센싱된 값들에 대해서 진행되는데, 가로와 세로 길이로 표현되는 그룹핑 영역을 꼭지점에 대한 위도와 경도 좌표로 계산하고, 이를 이용하여 그 영역에 포함되는 센싱된 정보들에 대한 평균값이 그 영역 중심점에 대한 센싱 대표값이 된다. 만일 영역 내에 센싱된 정보가 하나도 없다면 센싱 대표값을 저장하지 않는다. 다음의 <표 2>는 그룹핑에 기준이 되는 그룹상수 k 에 따른 실제 영역 크기를 나타낸다. k=1 이 View Plane 상의 1 픽셀 기준으로 그룹핑 하는 것을 의미하며, 표에서 회색으로 표시된 부분은 대략 정보수집 지점의 최소 간격인 1~2km 일 때의 축척별 k 값을 나타낸다. 따라서, 축척

에 따라 의미있는 k 값을 선택할 수 있다.

<표 2> View Plane 상에서의 k별 실제거리

level	k=1 (m)	k=3 (m)	k=5 (m)	k=10 (m)	k=30 (m)	k=50 (m)	k=100 (m)	k=300 (m)	k=500 (m)
1	980	2.94k	4.9k	9.8k	29.4k	49k	98k	294k	490k
2	490	1.47k	2.45k	4.9k	14.7k	24.5k	49k	147k	245k
3	245	735	1.225k	2.45k	7.35k	12.25k	24.5k	73.5k	122.5k
4	122	366	610	1.22k	3.66k	6.1k	12.2k	36.6k	61k
5	61	183	305	610	1.83k	3.05k	6.1k	18.3k	30.5k
6	30.8	92.4	154	308	924	1.54k	3.08k	9.24k	15.4k
7	15.4	46.2	77	154	462	770	1.54k	4.62k	7.7k
8	7.7	23.1	38.5	77	231	385	770	2.31k	3.85k
9	3.85	11.55	19.3	38.5	115.5	192.5	385	1.155k	1.925k
10	1.92	5.76	9.6	19.2	57.6	96	192	576	960
11	0.96	2.88	4.8	9.6	28.8	48	96	288	480
12	0.48	1.44	2.4	4.8	14.4	24	48	144	240

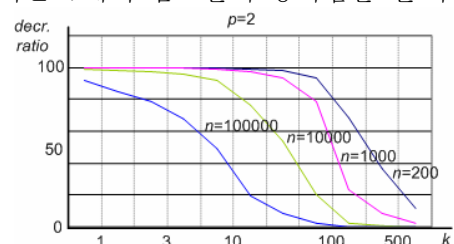
센싱 대표값은 값의 범위에 따라 Contour Plot 을 생성하는 기초 자료가 되는데, 이때 구분할 범위에 대한 지수와의 손쉬운 비교를 위하여 센싱 대표값을 도출하는 과정에서 일반화(normalize)과정을 통하여 미리 계산하기에 편리한 값으로 변환시켜 저장함으로써 불필요한 중복 계산을 최소화 할 수 있다.

Contour Plot 의 생성은 IDL(Interactive Data Language) 툴을 이용하여 생성한 후 PNG 포맷으로 저장한다[6]. 이 과정은 요청을 받았을 때부터 진행되는데, 이때 위도와 경도로 표현되는 영역과 지도의 축적을 전달 받아 이를 근거로 센싱 대표값을 이용하여 그래프를 생성한다. 이렇게 생성된 contour plot 이미지는 웹 브라우저상에서 google 이나 네이버의 맵 관련 Open API 의 이미지 오버레이 기능 등을 이용하여 지도 위에 50~80%정도의 투명도로 겹쳐서 표출된다.

4. 구현

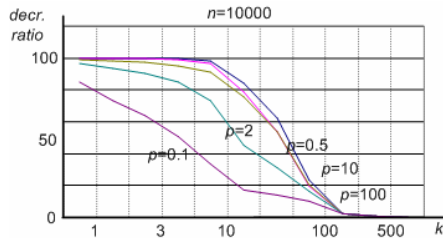
본 연구에서 사용한 원시데이터는 환경관리공단에서 제공하는 자료를 활용하여 2009년 2월 12일 16시 00의 전국 231곳 가운데 오류가 있는 10곳을 제외한 221곳의 미세먼지(PM-10) 수치를 이용하였다[3]. 지도는 google map 을 사용하였으며, contour plot 생성을 위하여 ITT 사의 IDL 7.0 의 iContour 툴을 이용하였는데, contour 의 gridding 방식으로 Inverse Distance 알고리즘을 적용하였고, 영역구분은 32 level 의 컬러 팔레트로 표현하였다[6].

다음의 (그림 5)는 그룹상수 k 의 증가에 따른 그룹핑에 따른 처리데이터 감소율을 나타내고 있다. 집중도 상수 p 는 데이터의 90% 분포의 랜덤성을 나타내는 수치로써 p=2 는 전체 면적의 2%에 90%의 데이터가 몰려 있음을 의미한다. 원시데이터 수인 n 이 증가할수록 작은 k 에서 감소율이 증가됨을 알 수 있다.



(그림 5) 원시데이터 수에 따른 처리데이터 감소율

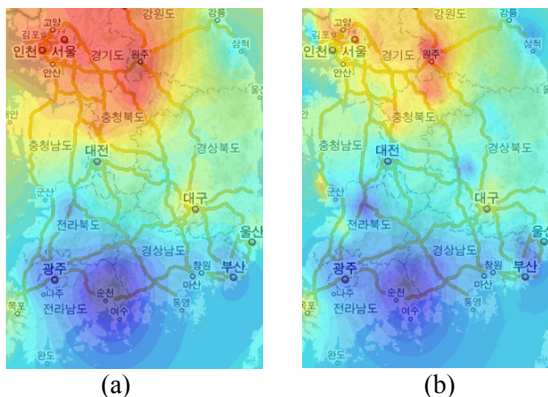
다음의 (그림 6)는 집중도 상수 p 에 따른 그룹핑 효과를 나타내고 있다. 집중도가 증가할수록 k 의 값이 작을 때부터 일찍 감소함을 알 수 있다. 샘플로 사용한 전체 원시데이터 수인 n 은 10,000 이다.



(그림 6) 그룹상수 p 에 따른 처리데이터 감소율

집중도 상수 p 가 언급되는 이유는 만일 대중교통 차량을 이용하여 센싱정보를 수집할 경우, 도로상에서만 정보를 수집하게 되는데, 2000 년 통계자료에 의하면 국내 도로면적은 2,278.11 km²로 전체 국토의 약 2%를 차지하고 있다[7]. 더구나, 실제로 정보 수집 차량이 운행할 도로는 전체 도로의 극히 일부 구역일 것이므로 $p=2$ 나 $p=0.1$ 과 같은 집중도 상수를 기반으로 한 예측이 중요한 의미를 가진다.

다음의 (그림 7)은 IDL 툴을 이용하여 생성된 contour plot 을 실제 지도상에 표출한 예이다. (a)는 위도와 경도 체계의 위치를 사용한 것이며, (b)는 그룹핑의 결과인 400x600 정수 index 로 재배치한 후 사용한 것이다. 대략 1 픽셀당 1 km²의 크기로 그룹핑 되었으며 실제 221 개의 샘플에서는 그룹핑에 따른 처리데이터의 감소는 일어나지 않았다. 그러나 생성된 contour plot 이 센싱밀도가 높은 지역에서 영역구분이 다르게 나타났는데, 아마도 사용한 IDL 툴의 contour plot 생성과정에서 정수형 좌표와 실수형 좌표를 사용하는데 있어서의 계산상의 차이인 것으로 생각된다.



(a)

(b)

(그림 7) 원시데이터 표출과 그룹핑 표출 비교

5. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 웹 포털에서 제공하는 지도 서비스와 연계된 센싱 정보의 등고선식 표출 서비스를 제공하는데 있어서의 고려해야 할 사항들을 알아보았다. 우선, 원시데이터의 센싱 위치 집중도에 따라서 그룹핑으로 인한 처리 데이터의 감소 효과를 제시함으로써

써 보다 효율적인 정보 처리의 가능성을 보였다. 또한, 이러한 감소율은 원시데이터의 양이 많을수록, 그리고 집중도가 높을수록 그 효과가 더 크게 나타남을 알 수 있었다.

웹 포털 서비스에서 제공하는 지도 서비스의 사용 API 의 기능 한계를 극복하기 위한 방법으로 서버에서 이미지를 생성하여 이를 활용하는 방법도 제시하였다. 이러한 방법의 적용은 현재의 웹 포털 지도 서비스의 기능적인 한계로 인한 것이므로, 차후 웹 포털 지도 서비스의 그래픽 관련 API 의 기능이 보강되면, 서버에서 contour plot 이미지를 생성할 필요 없이 지도 서비스 API 차원에서 만들어내는 것이 가능해질 것이다.

본 연구의 결과인 contour plot 생성기를 실제 웹 포털 서비스에서 활용하기 위해서는 센싱정보의 종류에 잘 맞는 최적의 contour plot 을 생성하는 알고리즘의 개발이 필요하며, 웹 포털에서 지도 서비스로 제공하기 위한 웹 어플리케이션 서버와의 연계와, 자동화된 처리 흐름에 대한 연구가 진행되어야 한다. 또한 웹 브라우저 상에서 contour plot 다각형을 정확한 2D 이미지로 만들어낼 수 있다면, 표준 GIS 정보에 contour plot 정보를 연계시켜 제공할 수 있기 때문에 웹브라우저가 표준 GIS 정보를 활용하여 contour plot 이미지를 만들어 내는 것도 가능해질 것이다.

Acknowledgement

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업-지능형 국토정보기술혁신 사업과제의 연구비지원 (07 국토정보 C03)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] "Generic Contour Plotting for Google Maps," http://blog.case.edu/bmb12/2006/08/generic_contour_plotting_for_google_maps, Aug 2006.
- [2] Kevin Robert Gurney 외 4, "Sensitivity of atmospheric CO₂ inversions to seasonal and interannual variations in fossil fuel emissions," *Journal of Geophysical Research*, Vol. 110, 2005.
- [3] "AIRKOREA: 대기오염도실시간공개시스템," 환경관리공단, <http://www.airkorea.or.kr/>, 2005.
- [4] "GMapCreator Version 1.3," CASA, UCL, May 2008.
- [5] Jonathan Stott, "Earth Tools," <http://www.earthtools.org/>, 2008.
- [6] "Getting Started with IDL Version 7.0," ITT Visual Information Solutions, Nov 2007.
- [7] "지역통계연보(2001)," 통계청, 2001.
- [8] "대기오염측정망 기본계획(2006~2010)," 환경부, 2005년 11월.
- [9] "지능형국토정보기술혁신사업 3 차년도 중간보고서," 지능형국토정보기술혁신사업단, 2009년 1월.
- [10] "Unisys Weather," Unisys Corp., <http://weather.unisys.com/index.html>, Feb 2007.