

PC-based Choropleth Maps(CMS)에 관하여

柳根培* · 具滋龍** · 朴修弘***

《차
레》

- | | |
|-------------------------|----------------|
| 1. 서 언 | 3. CMS의 설계 |
| 2. Choropleth map의 전산화 | 3.1. CMS의 구조 |
| 2.1. Choropleth map의 정의 | 3.2. 주요 모듈의 기능 |
| 2.2. 계급의 분류 | 4. 적용예와 평가 |
| 2.3. Map Data Structure | |

1. 序 言

컴퓨터를 이용한 지도제작은 1960년대부터 시작되었다. 당시에는 line printer 등을 이용한 조악한 지도 제작만이 가능하였으나, 그 후 급속한 컴퓨터 용량의 증가와 다양한 주변기기의 개발에 힘입어 컴퓨터 지도는 질적 향상을 이루게 되었다. 80년대 이후 Personal Computer의 발달로 이전의 main frame computer에서 사용되던 mapping package들이 PC로 이식되거나 새로운 소프트웨어가 개발되는 추세에 있다. PC의 향상된 그래픽 기능과 속도의 증가로 다양한 PC용 지도제작 프로그램이 개발되어 왔다. 예를 들면, ATLAS AMP(다양한 사용목적에 맞도록 單變因과 兩變因의 Choropleth map과 Dot density 지도를 만드는 프로그램), CONTUR (Contouring map을 만드는 프로그램), GOLDEN SOFTWARE (printer로 plotter의 효과를 내며 contour line과 3차원[3-D] 표현이 가능하다) 등이 있다.

그러나 우리나라에서는 PC 하드웨어의 구성이 주로 흑백 모니터와 허클레스 보드로 이루어

져 있으며 주변기기도 값싼 EPSON 호환의 프린터가 사용되고 있어서 외국에서 개발된 프로그램을 사용하는데 하드웨어상의 제약이 많다. 우리나라에서 보편화되어 있는 PC 환경에서 사용할 수 있도록 서울대학교 지리학과에서 mapping package인 CMS(Choropleth Maps) 프로그램을 제작하였다. 본고에서는 CMS의 제원과 기능에 관하여 다루고자 한다.

2. Choropleth Map의 전산화

2.1. Choropleth Map의 정의

Choropleth map에서 choropleth라는 단어는 Greece의 말로 choros(場所)와 pletho(크기, 程度)를 의미한다. 따라서 choropleth map이란 市郡 등 單位地域(unit area)으로 구성된 지역의 統計量의 크기를 부호로 나타내는 지도이다.¹⁾

Choropleth map은 단위지역 내의 통계량이 모두 동일하다는 가정에서 출발하기 때문에 지리적인 분포가 갖는 地域的 變化가 단순화되는 단점을 갖고 있다. 그러나 많은 단위지역으로 구성된 지역의 통계량을 濃淡의 변화로 쉽게 비교할 수 있으며 지리적 연구의 초기 단계에서

* 서울대학교 社會科學大學 助教授

** 서울대학교 大學院

*** 서울대학교 大學院

1) A.H. Robinson, R.D. Sale, J.L. Morrison, P.C. Muehrcke, Elements of Cartography, 5ed., 1984, John Wiley & Sons., pp.343-344.

효과적인 연구도구(research tool)로 이용될 수 있다. 따라서 이러한 단순성에 의해서 컴퓨터에 의해 쉽게 구현될 수 있다는 장점이 있다.

2.2. 계급의 분류

Choropleth map에서 階級分類方法은 여러 가지가 있으나 크게 3가지로 구분할 수 있다. 첫째로 等間隔(equal-step)으로 계급을 설정하는 방법이다. 등간격 방법은 다시 4가지의 방법으로 나뉜다.

1) data의 범위를 등간격으로 나누는 방법

이 방법은 가장 간단하고 잘 알려진 방법으로 data의 최대값과 최소값의 차이 즉, 範圍(range)를 구한 다음 그 범위를 원하는 계급수로 나누는 방법이다. 이 방법의 장점으로서는 작업이 간단하며 계급간의 비교가 쉬워 특히 等值線圖를 작성할 때 유리하다. 그러나 자료가 정규분포를 이루는 경우에는 data의 많은 부분이 소수의 계급에 편중되거나 실제의 data가 없는 계급이 나타날 수 있다.

2) 正規분포에 의한 방법

이 방법은 평균과 표준 편차를 이용해서 계급을 나누는데 平均을 중심으로 標準偏差의 배수로 계급을 나타낸다. 이 방법의 장점으로서는 data가 없는 계급은 만들어지지 않으며 계급 분류로 사용되는 편차의 합이 평균에 의해서 나누어지는 계급과 같기 때문에 어떤 자료의 분포도 잘 표현할 수 있다. 그러나 계급의 갯수는 항상 2의 n승이어야 한다.

3) 分位數에 의한 방법

이 방법은 전체 data수를 주어진 계급수에 의해 일정하게 나누는 방법으로 예를 들어, 4분위수 이면 전체의 자료를 4등분하여 계급을 나눈다. 여기에 흔히 사용되는 분위수로는 4분위수, 5분위수, 6분위수, 10분위수 혹은 100분위수 등이 있다. 이 방법은 ordinal scale의 data를 사용할 때 유리한데 그것은 이 방법이 data의 값이 아니라 data의 수에 의존하기 때문이다.

4) 等面積에 의한 방법

이 방법은 geographical quantile이라고도 한

다. 지도의 면적을 일정한 크기의 계급으로 나누는데 계급의 수는 제작자에 따라 다르며, 계급의 결정은 흔히 累積頻度分布 그래프를 사용한다. 그러나 단위지역의 면적을 알아야 하며 면적 사상 이외의 정보를 표시할 수 없다. 또한 단위지역이 사각형 형태(rectangular)이거나 등면적일 경우 범위에 의한 등간격 계급분류나 분위수에 의한 분류방법과 다른점이 없다.

둘째로, 어떤 규칙에 따라 나누는 방법이 있다. 이 방법도 다시 두 가지의 방법으로 구분되는데 등간척도(interval scale) 혹은 비율척도(ratio scale)의 자료에서만 가능하다.

1) 算術級數의 方法: 이 방법은 等差數列을 이용하여 계급의 간격을 수열의 합만큼 체계적으로 늘리는 방법이다.

2) 幾何級數의 方法: 이 방법은 等比數列을 이용하여 계급의 간격을 公比에 의해서 구한다.

세째로, 자료의 빈도분포에서 나타나는 natural break나 clinograph의 critical point를 경계로 계급을 나누는 방법이다.

2.3. Map Data Structure

지도정보를 컴퓨터에 저장하는 방법은 DBMS(Database Management System)의 발달과 더불어 여러가지의 방법이 개발되어 왔다. 여기서는 가장 많이 쓰이는 Raster식과 Vector식의 Data Structure를 살펴보도록 하겠다.

1) Raster식 입력

이 방식은 주어진 도면을 여러개의 Scan line(Raster)으로 나누고 이를 다시 여러개의 pixel로 나눈다. 그리고 scan line을 지나가며 정보의 유무를 pixel에 on 또는 off로 표시하여 컴퓨터에 입력하는 방식이다. 이 방식으로 기억되는 정보는 行列 형태로 구성되어 각 pixel의 위치는 행과 열의 위치에 의하여 자동적으로 표시된다는 점이 특징이다. 그러나 자료의 정밀성을 위해 행렬의 크기가 증가되어야 하기 때문에 방대한 컴퓨터의 기억용량이 필요하다는 문제점이 있다.²⁾

2) Vector식 입력

2) P.A. Burrough, 1986, Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Oxford University Press, New York

이 방식은 Digitizer 등을 이용하여 지도의 정보를 x,y 좌표로 입력하는 방식이다. 여기서 지도의 정보는 각각 多角形(polygon)으로 간주되며 그 면적을 좌표값으로 표시한다. 본고의 CMS는 이 방식을 취하고 있다. Vector식 입력은 표현방법에 따라 크게 세가지 형태가 있다.

첫째로 Sequential 입력방법이 있다. 이 방식은 다각형을 시작점부터 입력하여 다시 시작점으로 올 때까지 연속적으로 좌표를 구하는 방식으로 SYMAP에서 이 방식을 이용하고 있다. 이 방식은 사용법은 간단하나 같은 점들이 중복되고, 또한 중복된 좌표가 정확히 일치하지 않는 문제점이 발생할 수 있다(예를 들면 sliver와 gap의 문제점). 다음으로 Contact 방식이 있는데 이 방식은 대상 다각형이 몇개의 線分으로 구성되어 있다고 간주하고 각 선분의 구성점들의 좌표를 구하고 이 선분으로서 다각형을 정의하는 방식이다. 이 방식은 GIMMS에서 사용하고 있는데 다각형 정보의 변화시 그 변화된 내용을 쉽게 수정할 수 있다. 세번째로 Pointwise 방식이 있다. 이 방식은 다각형의 구성점들의 좌표를 미리 구하여 기억시키고 이들 구성점들을 고유번호로 저장하는 방식이다. 이 방식은 CALCOM 계열의 software에서 이용되고 있다. 이 방식은 다각형의 정의가 편리해 그 수정이나 보완이 용이하다. 그러나 컴퓨터가 기억해야 하는 자료의 양이 두배가 되고 두개의 자료를 연결시켜야 하므로 정교한 프로그램이 필요하다.

3. CMS의 設計

3.1. CMS의 구조

CMS는 X, Y 좌표로서 Base Map을 작성한 후 기본도에서 정의된 각 unit별로 자료를 입력하면 4가지의 계급분류(계급간 같은 듯수로 분류, 사용자의 계급 정의, 평균과 표준편차에 의한 분류, 일정한 수치로 분류) 중 하나의 선택으로 최고 10가지 계급의 Choropleth Map을 완성하게 된다. 이 프로그램의 특징은 자료의 분류방법이 4가지로 비교적 폭이 넓고 題目(title)과 legend의 표시, 패턴의 선택 등이 對話式(interactive)으로 이루어져 있다.

解像力의 문제를 고려하여 Hercules Graphic Adapter를 사용하였으며 사용자의 편리를 고려하여 Menu 체계로 구성하였다. 그리고 프로그램 내에서 printer로 직접 출력이 가능하게 설계하였다.

CMS는 IBM PC/XT/AT 또는 그 호환 기종에서 실행되며 DOS(Disk Operating System) version 2.1 이상, 시스템의 RAM은 최소한 512 KB가 필요하며 EPSON 호환기종의 프린터가 필요하다. 물론 시스템에는 Hercules Graphic Adapter가 장착되어 있어야 한다. 또한 이 프로그램에 사용된 언어는 1987년 Boland사에 의해 개발된 Turbo Pascal version 4.0을 이용하였다. 이 언어는 우수한 그래픽 기능과 프로그램의 개발에 편리한 환경을 제공하고 있다.

이 프로그램의 전반적 구조는 <그림 1>에 표현되어 있다. 8개의 모듈로 구성되어 있으며 프로그램의 중심부라 할 수 있는 Setup Map 모듈은 <그림 2>의 구조를 가지고 있다.

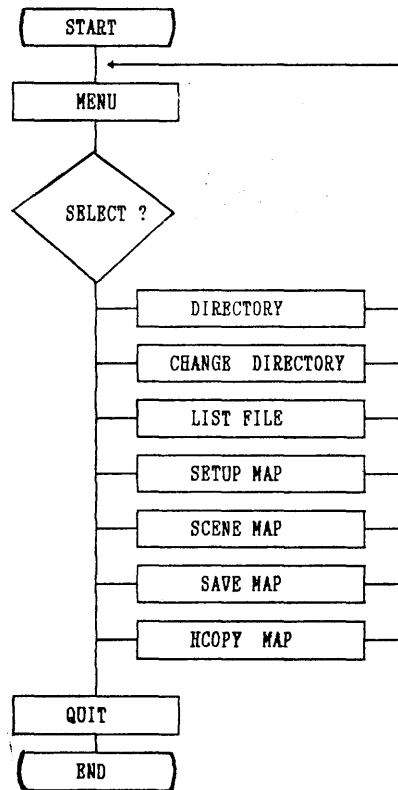


그림 1. 전체프로그램 Flow Chart

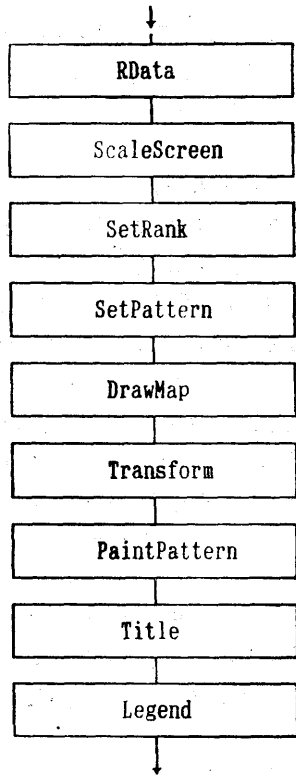


그림 2. SETUP MAP의 흐름도

3.2. 주요 모듈의 기능

1) Scene Map

Setup Map 모듈로써 만든 지도를 보거나 이미 저장된 지도를 볼 때 사용하는 모듈이다. 우선 file 명을 묻는 상태에서 Enter키를 누르면 현재 작업중인 지도나 disk에 저장된 지도가 나타난다. 그러나 file명을 명시한 경우 해당 지도를 찾아 load시킨다. 이렇게 화면에 나타난 지도는 disk에 저장시킬 수 있고 Hardcopy 할 수 있다.

2) Save Map

위의 Scene Map 모듈과는 반대의 기능을 갖는 모듈로서 Setup Map 모듈로 만든 현재의 map file을 disk에 저장하는 모듈이다. file명을 지정할 수 있으나 지정하지 않으면 메뉴에 표시된 file명으로 저장된다.

3) HCopy Map

이 모듈은 화면에 나타난 지도를 프린터에 출력시키는 모듈이다. 화면을 hardcopy 함으로 가

능한데 본 프로그램은 EPSON 계열의 프린터에 맞게 제작되어 있으며 프린터의 pin 수에 따라 선택할 수 있게 하였다. 다른 기종의 프린터는 약간의 수정이 필요하다.

4) Setup Map

본 프로그램의 중심이 되는 모듈로서 XY 좌표와 unit data를 정해진 계급분류방법에 따라 choropleth map을 만드는 모듈이다. 이것은 다시 9개의 작은 sub-module로 구성되어 있다.

① RData

Disk에 저장되어 있는 XY 좌표와 unit data를 읽어 들이는 모듈이다. XY 화일의 형태는 우선 원래 지도의 左上(Upper Left)의 좌표값과 右下(Lower Right)의 좌표값이 입력되어 지도의 전체 크기를 표시한다. 그리고 각 Unit의 영역들을 시계방향으로 좌표값을 입력한다. 한 Unit가 끝나면 마지막의 좌표값에 각각 -1값을 입력하면 된다. 한편 unit data file의 경우 unit의 번호와 이름, 해당 자료값을 comma로 구분하며 file의 내용이 이루어진다. 해당 자료에는 missing value를 넣을 수 있고 값이 너무 큰 경우 일정한 常數로 나눌 수도 있다. 위와 같은 자료들은 프로그램내에 배열의 형태로 저장되어 지도를 만들거나 변환할 때 그 값만 조작하여 화면에 출력시키게 되어 있다.

② Scale Screen

이 모듈은 읽어들인 XY data를 화면에 출력시키도록 화면의 좌표계에 맞게 변환시킨다. XY 좌표의 서두에 左上점과 右下점이 명시되어 원래 지도 전체의 크기를 알 수가 있다. 이것을 화면 좌표계(720×348)와 화면의 가로, 세로의比率를 고려하여 좌표의 變換比率를 결정한 후 각 좌표값을 변환한다.

③ Set Rank

이 모듈은 unit data를 선택된 階級分類方法에 의해 분류하는 모듈이다. 여기서는 분류에 上限값을 구하여 실제 지도를 나타낼 때 그 상한값에 해당하는 무늬를 정할 수 있도록 한다. 상한값을 구하는 방법은 4가지 선택이 있다. 먼저 전체 자료를 크기에 따라 일렬로 정리한 후 각 변위수의 값으로 계급을 나누는 방법이다. 이 방법은 전체에서 각 계급에 해당하는 unit의 수

가 같도록 할때 사용된다. 두번째로 자료값의 범위를 구하여 그 범위에서 계급을 분류하는 방법으로 이 방법은 자료값을 균등하게 나눌 수 있다. 세번째로 사용자가 임의로 상한값을 정의하는 방법으로 불균등한 간격으로 계급을 분류할 수 있다. 마지막으로 자료의 평균과 표준편차를 기준으로 계급을 정하는 방법으로 자동적으로 8개의 계급을 구할 수도 있다. 이상의 방법으로 최고 10개까지의 계급을 정의할 수 있다.

④ Set Pattern

이 모듈은 위에서 분류된 계급에 각각의 패턴 또는 color 모니터가 장착되어 있을 경우에는 color를 대응시키는 부분이다. 패턴은 화면에서 선택할 수 있으며 모두 20가지의 패턴이 준비되어 있다.

⑤ Transform

이 모듈은 base map을 그린 다음에 사용자의 요구에 따라 세가지 변환, 즉 scaling, moving, rotation을 할 수 있다. scaling은 그려진 base map의 scale을 조정하는데 여기서 scale이란 전체적인 크기를 말하는 것이다. 그리고 moving은 base map을 좌우 상하로 움직이는 것을 의미하는데 이것을 수행할 경우 X축, Y축으로의 이동량을 입력해야 한다. 마지막으로 rotation은 base map을 시계방향으로 회전할 수 있다. 이때 중심점의 위치를 선정하여 그 중심점을 기준으로 회전을 하는데 十字형의 표시를 cursor 키에 의해 지정한 다음 회전을 한다. 회전에 의한 base map의 형태가 다소 歪曲될 수 있는데 이것은 화면에 나타나는 pixel의 가로 세로 크기가 같지 않기 때문이다.

⑥ Title

이 모듈은 만들어진 지도에 제목을 붙이는 것으로 제목의 위치는 사용자가 임의로 정할 수 있다. Cursor를 이용하여 원하는 위치에 제목을 옮긴 다음 Space나 Enter 키를 누르면 고정되거나 window를 벗어나면 화면에서 사라진다. 또한 제목은 한줄에 40자씩 두 줄을 사용할 수 있다.

⑦ Legend

지도제작의 마지막 단계로 凡例를 그리는 모듈이다. 범례의 위치는 항상 고정되어 있으며

계급에 해당하는 무늬와 그 계급의 상한값이 표시된다. 이상의 7가지 모듈을 거치면 지도가 완성된다. 완성된 지도는 Save Map 모듈에 의해 file의 형태로 저장할 수 있으며 HCopy Map 모듈을 이용하면 프린터로의 출력이 가능하다.

5) DIGIT

이 모듈은 Digitizer를 이용하여 XY화일을 작성할 수 있도록 만들어진 것이다. 여기서는 Hitachi Tablet Digitizer를 Asynchronous Communication Adapter에 연결하여 사용한다. 사용자가 소유하고 있는 Digitizer를 사용하려면 약간의 프로그램 수정으로 가능하다. Digitizer가 없는 경우에는 방안지를 사용하여 Digitizer 효과를 낼 수도 있다.

4. 適用例와 評價

경기도 지역을 대상으로 CMS를 이용하여 몇몇 주제도를 제작하였다. 서울과 인천은 區별로 그외의 다른 지역은 市·郡별로 경계선의 좌표를 구했으며 Unit Data로는 1987년의 上水道 補給率과 1988년의 人口密度가 사용되었다. 이상의 자료로서 만들어진 Choropleth map의 결과는 그림 3, 4와 같다.

CMS는 Choropleth Map을 만드는 이외에 다음과 같은 의미가 있다고 하겠다. 첫째로 학생들에게 직접 컴퓨터로 지도를 제작하게 하는 교육목적의 가치가 있으며 둘째로는 프린터를 이용하여 빠른 시간내에 저렴한 비용으로 지도를 얻을 수 있고 셋째로 지리학적 연구의 초기단계에서 지리정보 분석의 시험대 역할을 할 수 있다. 반면 컴퓨터 기억용량과 주변기기의 한계로 말미암아 CMS에도 한계점이 있다. Legend의 위치가 고정되어 있으며 window와 zooming 기능이 없다. 그리고 화면상의 제한으로 넓은 지역의 지도는 필연적으로 단순화 될 수 밖에 없다. X, Y 좌표값의 갯수도 기억용량의 한계로 5,000개 이상은 불가능하기 때문에 정밀한 지도의 제작이 어렵다. 그러나 앞으로 컴퓨터의 하드웨어와 주변기기의 개선으로 이러한 한계가 극복되면 良質의 지도제작이 가능할 것이다.

앞으로 CMS는 Title과 legend에 한글을 사용

할 수 있도록 하며 plotter로의 출력이 가능하고 다른 algorithm의 개발로 보다 빠른 수행속도와

용량의 증가 및 다른 data base와의 호환성을 갖는 프로그램으로 개발되어져야 할 것이다.

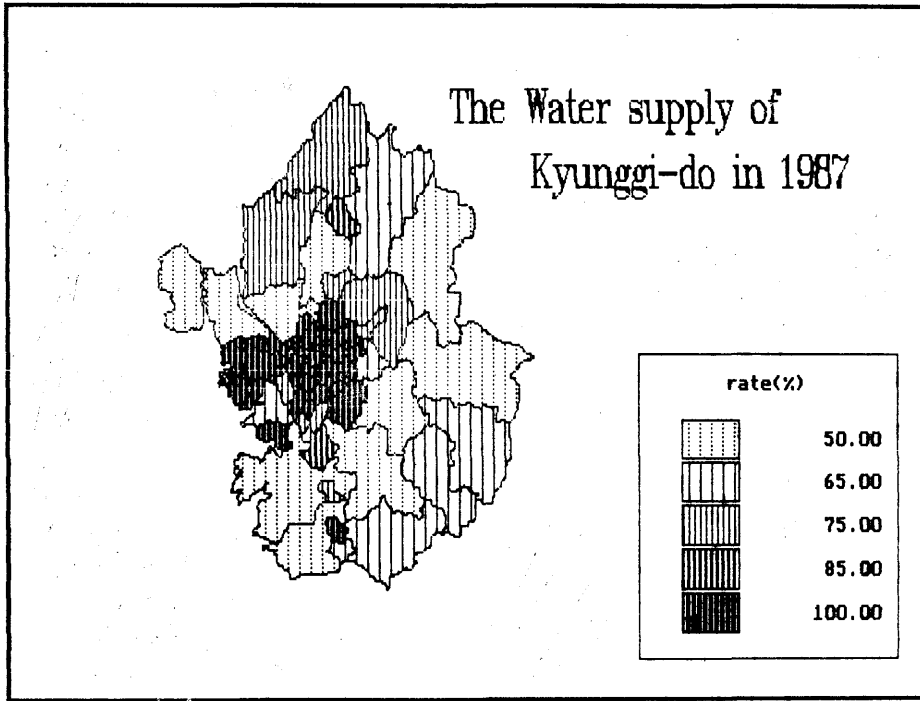


그림 3. 경기도와 서울의 상수도 보급율

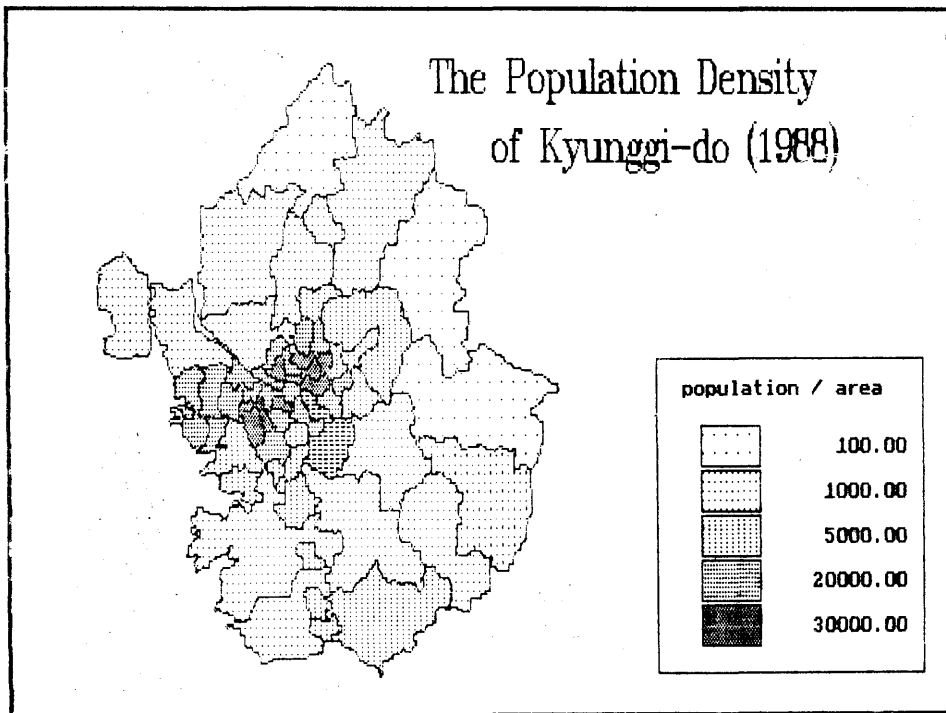


그림 4. 경기도와 서울의 인구밀도(명/km²)

PC based CMS(Choropleth Maps)

Summary

Keun Bae Yu* · Ja Yong Koo** · Su Hong Park***

Computer-assisted cartography has been rapidly developed with the decline of hardware prices in terms of processing power available and the enhancement of mapping softwares. Hosts of PC-based mapping systems are designed and applied in geographical studies as well as other surveying sciences. Most of these programs, however, require rather elaborated hardware systems with cost-effective but still expensive peripherals.

CMS is de-signed for the ordinary student's computer environs which even a limited budget

can afford. It requires an IBM PC, or IBM compatible, with 512 Kilobyte CPU, Hercules board, monochrome or color monitor, Epson compatible dot matrix printer. A small digitizer is optional but useful.

CMS concerns mainly choropleth maps It can be also utilized for drawing outline maps for other uses. The program adopts menu-driven system and consists of eight subsystems or modules (Fig. 1 & 2). It can provide a useful tool not only for cartographic education, but for pioneer studies of geographical subjects.

Journal of Geography, Vol. 15, 1988.12, pp.

* Assistant Professor, Department of Geography, College of Social Science, Seoul National University

** Graduate School, Department of Geography, Seoul National University

*** Graduate School, Department of Geography, Seoul National University