

반자동 지도입력 시스템기술 개발 연구

윤재경 * · 이기혁 * · 우창현 * · 이경자 * · 김수용 *

The Study on a semi-automated mapping system

J.K.Yoon · G.H.Lee · C.H.Woo · K.J.Lee · S.Y.Kim

요 약

이 논문에서 다룰 시스템은 영상 처리를 이용한 전처리과정에서 사용자에게 필요한 정보를 얻은 뒤 이 자료를 상호교류적으로 입력하는 반자동 지도입력시스템이다. 영상 처리는 주로 중요한 정보의 하나인 외곽선 추출에 주력하였고 이를 위해 적응성 평활화 필터와 연결보존 외곽선추출을 사용하였다. 외곽선 정보는 편집기에서 벡터화 하며 편집의 효율을 높이기 위해 내부 자료구조로는 확장된 사진트리 구조를 사용하였다. 이러한 작업들은 그 특성에 따라 개인용 컴퓨터와 워크스테이션에 각각 분담시켰고 네트워크를 통해 저장기기를 공유하여 작업의 일관성 및 단순화를 추구하였다.

ABSTRACT: In this paper, a semi-automated mapping system, which can produce digital maps by using information acquired from pre-processing procedure, was introduced. To get a binary edge image, which is very important in vectorization process, we applied adaptive smoothing and connection preserving thresholding algorithm. In mapper program, binary images are converted to vectors and for in-core data structure, extended PR quad tree was used. These procedures are dispatched to personal computers and workstations and through network resource sharing, the whole process was unified and simplified.

* 한국과학기술원 물리학과(Korea Advanced Institute of Science and Technology, 373-1, Kusung Dong Yusong Ku, Taejon, R.O.K, Tel. (042)869-2569)

서 론

GIS(Geographic Information System) 구축에 있어 지도는 필수적인 요소이다. 각종 지리적 정보들이 지도를 통해 시각적, 수치적으로 전달되기 때문이다. 과거에는 주로 인쇄를 통한 지도의 보급 및 활용이 많았지만 오늘날 GIS에 컴퓨터의 도입이 일반화 됨에 따라 지도도 컴퓨터를 통한 입력 및 보급이 불가피하게 되었다.

컴퓨터에 지도를 입력하는 방법은 여러가지가 있지만 주로 벡터입력과 래스터입력의 두 가지로 나눌 수 있다. 두 방법은 각기 장단점이 있지만 공간 연산 및 정보질의 응답이 용이한 벡터입력이 많이 필요하며 기술적으로도 어렵다. GIS 구축에 있어 가장 많은 투자를 요구하는 분야가 바로 자료수집 부분이며 특히 신뢰성 있는 오차한계내의 전자지도 제작은 그 시스템의 성공 여부를 판가름 하는 중요한 부분이다. 만일 어떤 GIS에 사용되는 지도의 허용오차가 우리가 필요로 하는 결과치의 신뢰도를 심각하게 떨어뜨린다면 그 시스템은 성공적이라고 할 수 없다. 특히 국가기준이나 사용자가 요구하는 한계오차를 만족시키지 못하면 GIS 구축은 불가능 하다.

본 논문에서는 수동입력시 입력하는 사람에 따라 입력오차가 변하고 자료의 양이 변화하는 단점을 개선한 새로운 개념의 반자동 지도입력 시스템을 다루게 된다. 이 시스템의 특징은 사용자의 입력오차를 최소화 하기 위해 대부분의 성분을 영상처리 작업을 이용해 미리 추출하여 사람은 단지 입력할 부분을 지적하기만 하면 되는 것이다. 또한 지도 입력이

많은 인력과 투자를 요구하므로 연산기능이 많이 필요한 영상처리를 고급 컴퓨터에서 한꺼번에 처리하고 나머지 입력부분은 비전문가들도 쉽게 사용가능한 개인용 컴퓨터에서 처리하게 하였다. 이 시스템에서 기본적으로 사용하는 자료는 기존에 제작된 종이지도들이다. 종이지도들이 종래의 많은 지리적 정보를 담고 있으며 항공사진에 비해 색상수가 작아 영상처리가 용이하기 때문이다. 종이지도에 빠진 새로운 자료나 틀린부분은 항공사진이나 실지 측량 자료로 수정가능하다.

이 시스템은 소규모 지도입력보다는 대규모의 입력에 보다 편리하게 설계되었으며 전문인력의 필요성을 최소화 하였다.

반자동 지도입력 시스템의 개요

이 논문에서 다루는 시스템은 기초자료로부터 필요한 일차적 정보를 얻는 전처리 부분, 그 일차적 정보를 바탕으로 벡터자료를 입력하는 벡터화 부분, 마지막으로 벡터화된 자료에서 필요한 정보들을 재 조합하고 각종 오차들을 보정하는 후처리 부분등 크게 세부분으로 구성되었다.(Fig. 1) 전처리 부분은 영상처리 기법을 많이 사용하기 때문에 고속의 연산기능이 요구되고 일차적 정보의 안정성 및 보안유지등이 필요하므로 워크스테이션 이상의 컴퓨터에서 이루어 진다. 이 지도입력 시스템의 기초 자료가 기존에 제작된 종이지도이므로 대형 스캐너와 대용량 저장장치가 필수적이다. 대부분의 연산작업이 끝난뒤 시작

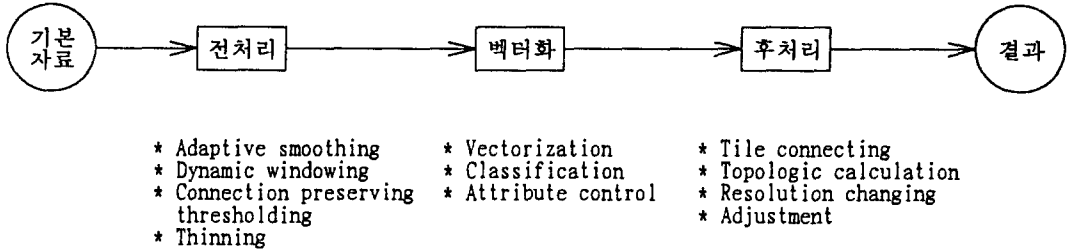


Fig. 1 The flow-chart of the entire system.

될 벡터화는 많은 사람들이 동시에 작업할수 있어야 하며 많은 연산을 필요로 하지 않기때문에 개인용 컴퓨터에서 처리하는 것이 유리하다. 작업의 연결성및 자료의 일관성을 유지하기 위해 전처리 결과들이 저장된 장치와 개인용 컴퓨터를 연결하여 자료저장 절차를 통일한다. 벡터화 작업에서는 지도의 각종 성분들을 무작위성으로 입력하기 때문에 이 결과들로 부터 우리가 원하는 정보만을 추출하기 위해 마지막 후처리 과정이 필요하다. 이 후처리 과정은 각 수요자가 필요한 정보들을 원하는 자료형으로 제공한다. 후처리 과정에서는 각종 공간연산 및 위상기하학의 지식이 필요하며 기존의 상업용 GIS를 이용해서 처리할 수도 있다. 이 논문에서는 입력시스템에 중점을 두었으므로 후처리 과정은 생략되었다. 이 시스템의 작업 흐름도는 Fig. 1과 같다.

전처리(Pre-processing)

지도에서 우리가 구할 수 있는 정보는 대부분이 각 지도 성분의 외곽선이다. 가령 도로를 지도에서 추출하려면 우선 도로영역을 정의하고 그 영역의 외곽선을 찾아내어 벡터화

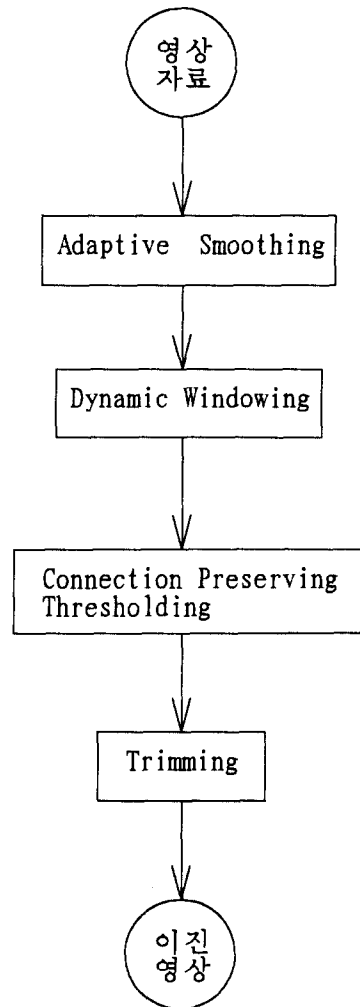


Fig. 2 The pre-processing procedure.

해야한다. 지도입력작업은 대부분 지도나 항공사진등에서 원하는 성분의 영역중 외곽선을 추적하여 수치화 하는 것이다. 본 시스템의 가장 큰 특징은 이 외곽선 정보를 영상처리 기법을 이용하여 구함으로서 수동입력시 발생할 수 있는 입력오차를 최소화 하며 그 오차를 항상 일정하게 유지하는 것이다. 전처리 과정에서는 입력된 종이지도의 영상에서 외곽선만을 추출해 이를 벡터화 부분에서 사용할 이진영상으로 저장한다. 기존의 외곽선 추출 방법들이 많지만 스캐닝 과정에서 발생하는 각종 오차들을 잘 극복하고 지도자료의 큰 특징인 연결성을 보장하기 위해 적응성 평활화 필터와 연결보존 이진화필터를 포함한 다음에 열거하는 일련의 화상처리를 사용하였다. 전처리 과정의 작업 흐름도는 Fig. 2와 같다. 전처리는 주로 워크스테이션에서 이루어 지므로 모든과정은 UNIX환경에 맞추어져 있다.

적응성 평활화 (Adaptive smoothing)

스캐너로 스캔할 때 생기는 그림상의 요동들을 없애기 위하여 이미지 프로세싱의 전처리로 보통 평활화를 한다. 그러나 보통의 평활화 과정은 영역 내부뿐만아니라 지도에서 중요한 에지도 평활화한다. 지도에서의 에지는 물체의 구조를 표시하므로 없어져서는 안되는 중요한 것이다. 따라서 평활화작업은 중요한 에지를 제외한 영역에서만 수행되어야 한다. 여기서는 에지의 크기에 따라 마스크의

계수를 변화시켜 Convolution으로 평활화하는 적응성 평활화 방법을 이용하였다.

동적 윈도우(Dynamic Windowing)

화상에서 분명한 배경영역을 제거하기 위한 과정으로서 각각의 화소의 값을 주위의 값들의 평균치와 비교하여 삭제하여 나가는 과정이다. 비교를 위한 주변영역의 크기와 삭제기준치의 두가지 파라미터를 작업대상화상에 적절하게 설정하여야 한다. 이 과정에서 삭제되지 않은 화소는 원래의 값을 유지하게 된다.

연결보존 이진화(Connection preserving thresholding)

작은값의 화소부터 점검하여 주위화소와의 연결성에 기여하지 않는 것을 삭제하여 나가는 과정이다. 결과적인 화상은 골격화가 된 이진화상이 된다. 이 과정에는 아무런 파라미터도 사용되지 않는다.

가지치기(Trimming)

연결보존 이진화 과정을 거친 화상은 골격화 과정의 특성으로 인하여 잔가지가 많이 남게 된다. 가지치기는 이러한 잔가지를 제거하면서 유효한 선의 말단은 제거하지 않는 과정이다. 삭제할 최대 가지길이를 파라미터로 주어 야 한다.

벡터화(Vectorization)

벡터화 부분은 두가지의 기초자료를 사용한다. 하나는 스캐닝된 영상이고 다른 하나는 그 영상을 전처리한 결과인 이진영상이다. 이 영상들을 이용해 벡터자료를 추출하는 것이 바

로 mapper라는 프로그램이다. 이 프로그램을 이용해 지도의 각종 성분들을 추출하거나 입력된 자료를 수정할 수 있다.

Mapper 프로그램의 개요

Mapper는 Windows NT 환경에서 Visual C++를 이용하여 작성한 프로그램이다. UNIX 시스템과의 연결이 용이하고 많은 사용자가 있으며 쉽게 배울수 있는 시스템 환경이라는 장점때문에 Windows NT가 개발환경이 되었다. Mapper는 스캔된 영상, 이진영상을 입력할 수 있으며 이 영상들을 배경으로 입력, 편집, 속성부여, 벡터화, 자료 입출력등을 할 수 있다. 사용자들은 스캔된 영상만으로 수작업을 할 수도 있으며 이진영상을 이용하면 반자

동 작업이 가능하다. 이진영상을 이용한 반자동 입력은 대단히 간단하여 이진영상의 각 줄들을 마우스로 찍기만 하면 끝점이나 갈래점까지를 벡터화 시켜준다. 이 반자동 입력을 하면 언제 어떻게 입력을 하더라도 일정한 벡터를 생성하므로 항상 일정한 오차율을 유지할 수 있다. Mapper에서는 내부 자료구조로 응용된 점-영역 사진트리리를 사용하였다. 결과는 각 점들의 좌표와 그 점들의 속성, 점들로 이루어진 선들과 그 선들의 속성이다. 여기서 나온 자료들은 이후 후처리 부분을 거치면서 보다 효율적이고 위상학적인 정보가 담긴 자료들로 변환된다. Mapper의 각 작업내용은 [Fig. 3,4,5,6] 에 있다.

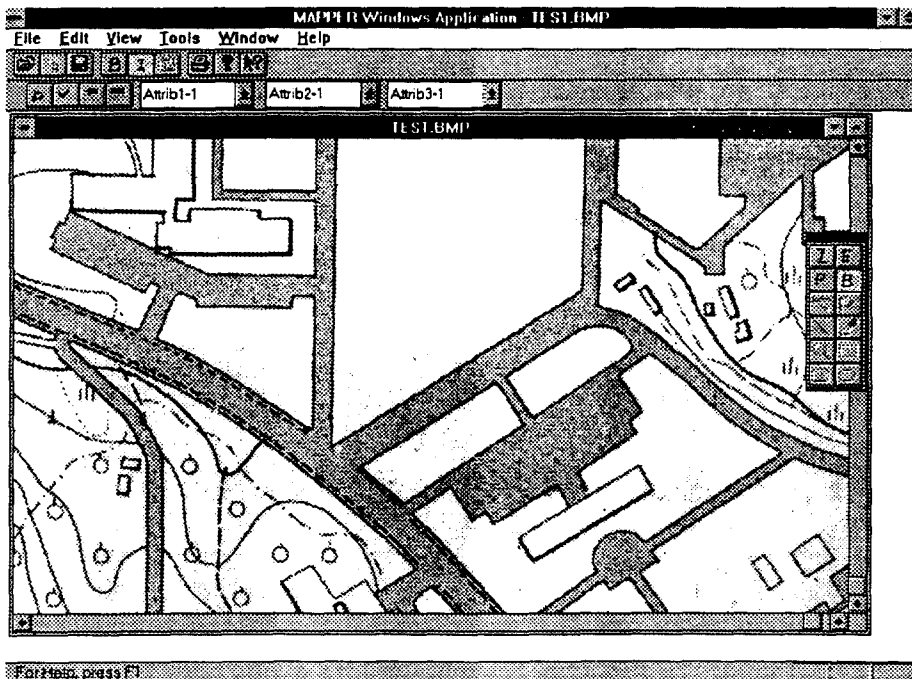


Fig. 3 Scanned image loading.

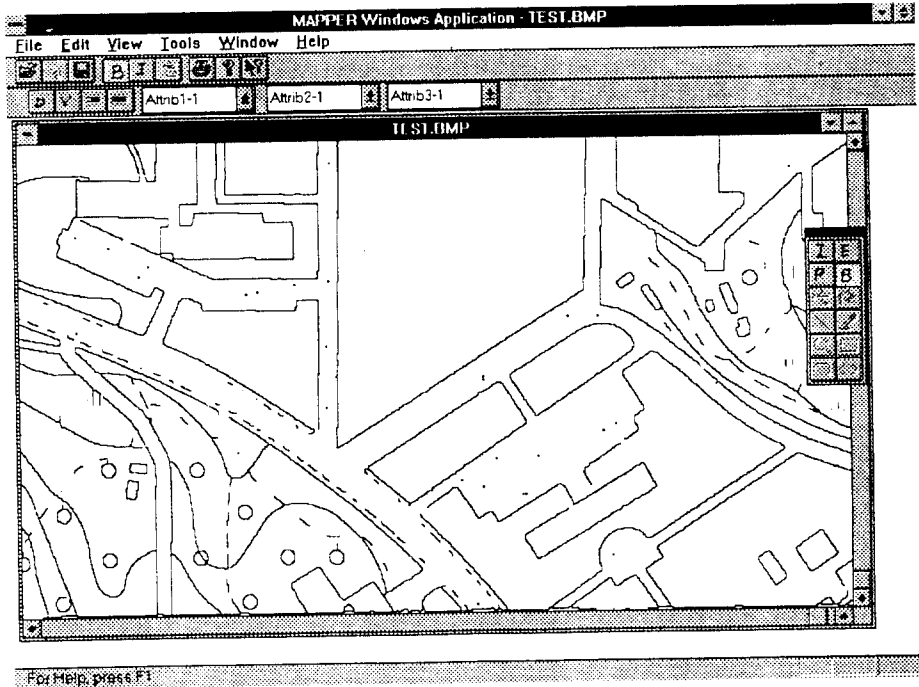


Fig. 4 Binary image loading.

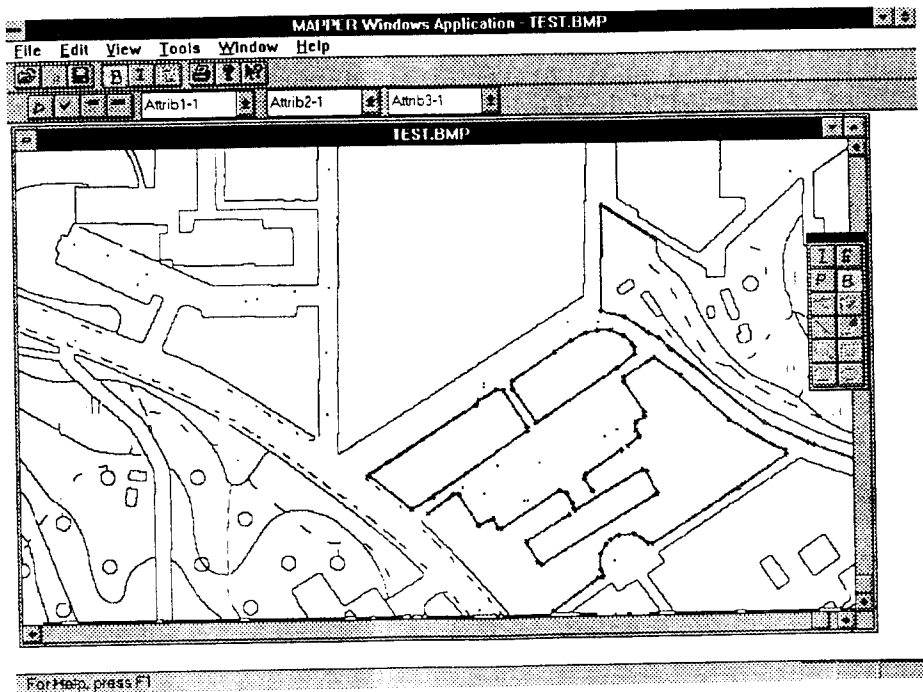


Fig. 5 Vectorization.

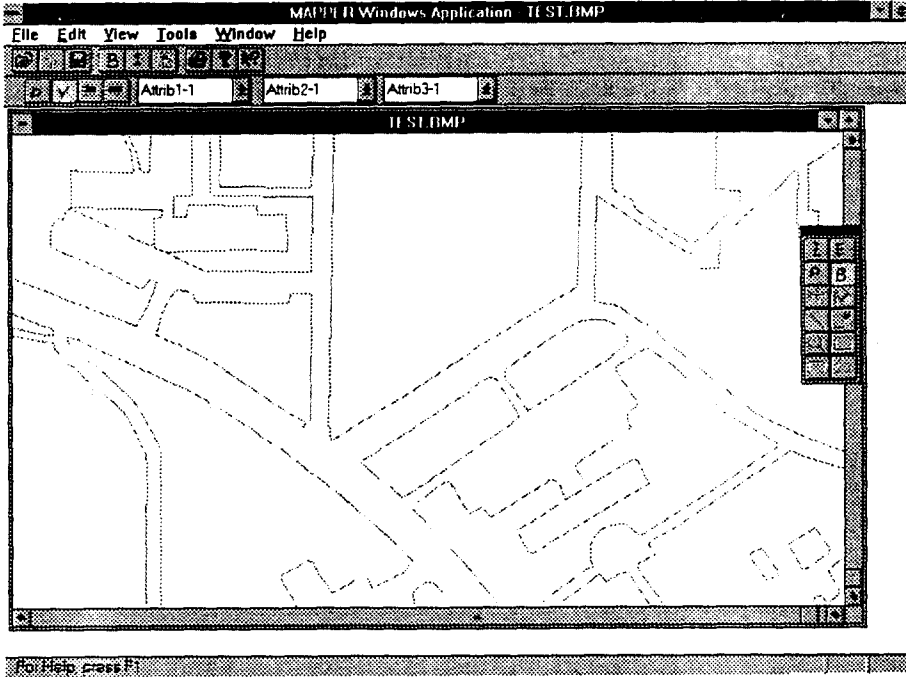


Fig. 6 Digital map produced by the proposed system.

응용된 점-영역 사진트리(PR quad tree)

사진트리는 일정한 영역을 한단계씩 사분하면서 각 사분면에 담겨있는 자료에 따라 다시 분할하거나 멈추는 방법의 자료구조이다. 이 사진트리의 특징은 자료의 구조에 위치정보가 포함되므로 공간정보를 다루는데 아주 편리하며 특히 특정지점의 값을 찾거나 영역처리등이 용이하다. 사진트리는 벡터와 래스터 두 자료를 모두 잘 표현하는데 mapper에서 사용된 것은 벡터자료를 위한 점-영역 사진트리이다. 점-영역 사진트리는 영역을 사분할때 분할된 영역에 점이 단 하나만 존재하거나 존재하지 않을 때까지 분할해 가는 방식이다. Mapper에서는 기존의 점-영역 사진트리의 구조에 선분의 정보를 같이 처리하기 위해 각 점마다 그 점에 연결되는 다른 점들의 정보가

포함된다.

공정 관리및 전처리 부분과 벡터화 부분의 자료 공유

지도입력 시스템과 같이 많은 자료를 한꺼번에 다루는 경우 그 자료의 관리와 배치를 일원화 해야 각 작업과정에서의 중복성이 줄어들고 자료가 안정적으로 유지된다. 한곳에 집중된 자료는 보관및 백업이 용이하고 그 자료에 접근할 수 있는 권한들을 조정할 수 있다. 또 작업과정및 작업물량의 배정이 편리하며 무엇보다 시스템 전문가의 수요가 크게 줄어든다. 본 시스템의 경우 작업환경이 중앙시스템과 개인용 시스템으로 나누어 진다. 중앙

시스템은 스캐너를 이용한 영상의 입력 및 관리, 전처리 작업 수행, 벡터화 결과의 관리, 후처리 작업 수행 등을 맡게 된다. 중앙시스템은 작업의 특성상 워크스테이션 이상의 고급 컴퓨터가 필요하며 전문가의 관리가 필요하다. 개인용 시스템은 mapper를 이용해 중앙 시스템에서 전처리된 자료를 받아 벡터화 하는 것이다. 작업이 간단하고 동시에 여러 시스템이 필요하므로 개인용 컴퓨터 정도가 적당하다. 본 시스템의 경우 중앙시스템은 Silicon Graphics 사의 INDY에 설치되었고 개인용 시스템은 여러대의 486PC에 설치하였다. 중앙시스템에서는 필요한 지도를 입력하여 특정 장소에 저장하고 일괄작업을 통해 전처리를 수행한다. 전처리를 하는 시간은 주로 작업량이 적은 늦은 밤에 배정하여 다음날 전처리된 자료를 각 개인용 시스템에 공급할 수 있게 하였다. 개인용 시스템은 Windows NT 3.5와 mapper를 설치하였고 중앙시스템과의 저장장소 공유는 Samba라는 패키지를 이용하여 해결하였다. Samba는 UNIX 시스템의 하드디스크를 Windows 환경에서 공유하는 기능을 제공한다. 이상의

작업 공정 및 자료공유를 표현한 것이 Fig. 7이다.

후처리(Post-processing)

후처리 과정이 따로 필요한 이유는 다음과 같다.

- 1) 수요자들이 필요로 하는 정보가 다양하다.
- 2) 수요자들이 원하는 자료형이 다양하다.
- 3) 위상학적인 계산이 필요한 정보의 경우 불필요한 연산을 많이 줄일 수 있다.

후처리 작업은 주로 일반적인 DB나 GIS 전용 프로그램들을 통해 할 수 있으며 수요자가 필요하면 개별적인 프로그램을 통해서도 가능하다. 이 후처리 과정의 분야는 지도자료가 쓰이는 곳에 따라 다양하게 발전하며 많은 연구과제가 있다. 후처리 과정은 지도자료를 사용할 GIS의 관점에서 보면 그 시스템의 전처리 과정이 되며 후처리 과정의 효율성 여부에 따라 전 GIS의 효율성이 결정된다.

결 론

자료입력의 정확성 부분에 있어 이 반자동 지도입력 시스템은 많은 발전이 있었다. 실제 입력의 경우 입력시간도 많이 단축되었으며 결과도 충분한 신뢰성이 있다. 이후 영상처리 부분의 연구를 보완해 형상인식등의 기능이 추가되면 자동화 시스템으로 발전할 수 있을 것이다. 또한 항공사진, 위성사진등을 이용한 자료의 입력은 그 자료의 실시간성을 보장할 수 있으며 직접적인 관측이 어려운 오지나 적

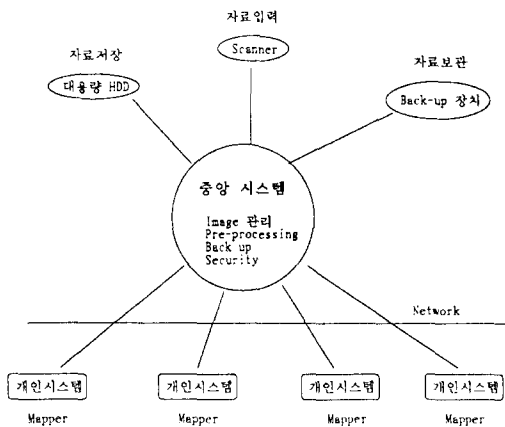


Fig. 7 The layout of the entire system.

국의 지리정보를 확보하는 데에도 필수적이다. 그리고 지리적 정보의 요구량이 폭증하는 가운데 3차원 정보 생산의 중요성도 강조되고 있다. 앞으로 이분야의 기초연구가 활발히 이루어져 정보사회로의 순조로운 진입이 되었으면 한다.

참 고 문 헌

- 김도형, 우창현, 김수용, 적응성 평활필터를 이용한 기존 지도에서의 영역추출, 한국 GIS학회지-2(2), pp. 189-196.
- 우창현, 한상백, 김수용, 색과 에지를 이용한 지도에서의 영역구분, 한국GIS학회 94추계학술대회발표 요약문, pp. 29-38.
- 동서네트워크연구회 역, 1991, 지도정보시스템, 동서.
- 유근배, 1990, 지리정보론, 상조사.
- 유복모, 1994, 지형공간정보론, 동명사.
- Antenucci, J. C., Brown K., Croswell, P. L., and Kevany, M. J., 1991, Geographic Information Systems, Van Nostrand Reinhold.
- Buttenfield, and B.P., McMaster, R. B., 1991, Map Generalization, Longman Group UK Ltd.
- Johnson, A. I., Petterson, C. B. and Fulton, J. L., 1992, Geographic Information Systems(GIS) and Mapping, AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS.
- Norton, P. and Kent, P., 1993, Windows NT Tips and Tricks, Peter Norton & Peter Kent.
- Samet, H., 1990, Application of Spatial Data Structures, Addison-Wesley.
- Samet, H., 1990, The Design and Analysis of Spatial Data Structures, Addison-Wesley.
- Tomlin, C. D., 1990, Geographic Information Systems and Cartographic Modeling, Prentice Hall.