

인터넷 기반 환경 지정보시스템의 설계 및 구현

황재홍, 지광훈

한국지질자원연구원 국가지질·자원정보센터 지질정보팀

Design and Implementation of Environmental Geoinformation System Based on Internet

Jae Hong Hwang, Kwang Hoon Chi

요 약

최근 국가산업 발달과 함께 자연 생태계 파괴, 환경 오염 및 자연 훼손과 같은 문제점들이 야기되고 있으며, 범국가적인 차원에서 자연환경 보전과 관리에 대한 인식이 날로 부각되고 있다. 정보 시스템 분야에서도 다차원 지리정보를 이용한 자연 생태계 연구 및 환경오염원 관리와 같은 연구가 현재 활발하게 진행되고 있다. 이 논문은 자연환경과 생태계 관리를 위한 방법으로, 인터넷 GIS 기술을 이용한 지리정보 시스템을 구축하여 그 활용을 연구하였고, 연구 대상지로는 지리산 일대로 정하였으며, 환경의 범위는 자연환경 및 생태계로 정하였다.

공간정보 분석 및 관리를 위해 적지분석, 사용자 질의 처리 및 지리정보 가시화 모듈 등을 개발하여 자연 환경정보를 보다 체계적으로 관리하기 위한 핵심 기능을 마련하였다. 각 모듈은 사용자 인터페이스를 제공하며, 특정 요구목적에 따라 공간분석을 통한 자연환경 및 생태계 접근에 대한 의사결정을 돕도록 하였다. 또한 환경상태 및 여러 목적에 따른 분류가 가능하도록 하여, 자연생태계, 야생 생물의 서식지를 보호 및 환경 오염원 관리 분야의 활용할 수 있도록 하였다.

구현된 웹 기반 지리정보 시스템은 국립공원, 야생동물 보호 단체 및 환경단체를 통해 환경정보를 국민에게 제공하여 서비스의 질을 높일 수 있을 것으로 기대되며, 아울러 향후 생태계 보전 및 자연환경 보전연구에 기여할 것이다.

1. 서론

최근 산간지역은 특정장소에 대한 탐방객 집중 및 무질서한 공원 이용으로 주요 등산로 및 정상부가 심각하게 훼손되고 있으며, 전형적인 자연 부락이 유원지화 됨에 따른 경관훼손 및 수질오염과 공원 구역 내 관통도로 개설에 따른 생태계 단절, 각종 동식물

남획 등으로 온전히 보존되어야 할 자연 환경이 크게 위협받고 있다. 또한 현행의 환경 관리에 있어서 환경에 대한 체계적인 분석 및 관리도구의 부재로 인하여 개발론에 논리적인 대응을 하지 못하고 있으며, 국립공원의 환경 및 생태계 보전을 위한 중장기 계획 수립에도 정확한 기초 자료의 분석이 뒷받침되지 못하고 있다. 따라서 환경 보존

을 위한 생태계 보전등급을 설정함에 있어 과학적이며, 합리적인 분석이 필요하다(서창완, 1991; 김윤정, 1996, 전성우, 박종화 1997).

이 논문에서는 생태계 환경보존등급 설정 시 보다 과학적이고 객관적인 정책 대안을 제시하기 위한 의사결정 지원체계로서, 생태계 환경 보전을 위한 분석 시스템을 구축하고 사례연구를 통하여 이의 효용성을 제시하고자 한다.

이 논문의 효과적인 전개를 위하여, 2장과 3장에서는 위성영상 처리 및 공간 데이터 구축 방법에 대해 알아보고, 3장에서는 생태계 보전 등급을 설정하고 공간 분석을 수행한다. 4장에서는 구축된 공간 데이터를 응용할 수 있는 프로그램 설계하고 구현한다. 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 공간데이터의 자료획득

공간 데이터는 실세계의 공간적인 현상을 정보화 한 것으로 지도학적 공간을 점유하거나, 어떤 지상 좌표계(경위도)에 따른 한 위치를 가지는 자료로서 점, 선, 면 또는 표면으로 분류된다. 대부분의 경우 실세계의 현상은 하나의 의미를 부여할 수 있는 객체 단위로 표현된다. 이와 같이 공간적인 현상을 객체 단위로 정보화할 경우 각 객체를 공간 객체라 하고 공간 객체는 반드시 공간적인 특성을 가지고 있어야 한다. 공간 객체는 반드시 위치와 모양을 가지고 있어야 하지만 이 둘만으로 모두 표현될 수 있는 것은 아니다. 이와 함께 각 공간 객체 사이의 위상적인 관계에 관한 정보도 필요에 따라 함께 표현되어야 한다. 또한 각 공간 객체가 만족해야 하는 공간적 제약조건 등(이화종, 2000)도 응용분야에 따라 매우 중요하다.

이 연구에서는 벡터 데이터를 획득하기 위해서 1:25000 지형도를 좌표변환과정을

거친 후, 벡터라이징해서 획득한다. 원시 데이터를 해석하기 위해서 위성영상 처리과정에 대한 기본 이해가 필요하다. 원시 데이터에서 벡터 데이터를 획득하기 위해서는 좌표변환기, Autocad 그리고 ArcInfo 등의 S/W를 사용하여 2차원 공간데이터를 획득하고 고도 값을 입력함으로써 3D 데이터를 획득하였다. 래스터 데이터를 적절한 형태로 가공하기 위해서 ENVI S/W를 사용하였다.

이 연구를 위하여 환경과 관련된 법규 등을 조사하고 국내외의 자료를 참고로 한다(환경부, 1998). 향후 입지 선정시 필요한 여러 가지의 평가 항목들을 결정하였으며, 항목들간 비교를 통해 상대적 중요도를 파악하여 생태계 보전을 위한 환경등급을 선정한다. 우리나라 지리산 일대의 산간 지역을 연구의 대상지로 정하고, 등급 선정을 위해 요구되어지는 각종 자료들을 수집 정리한다. 1:25000 수치지도를 기본 자료로 하여 경사분석도, 표고도, 녹지 자연도, 야생동물 서식지 분포도, 보호 대상 동물 분포도, 산림토양도, 용도지역 현황도 등을 수치지도화 하여 공간데이터베이스를 구축하였으며, 또한 통계 자료와 주제도상의 정보를 이용하여 공간 데이터베이스와 연계한 속성 데이터베이스를 구축하였다. 한편 Landsat TM 위성영상에 대한 영상 처리를 행하여 토지 피복도와 식생활력도를 추출하고, 이 자료를 데이터베이스에 포함시킨다. 등급 선정 기준에 따라 등급 평가 인자에 관련된 자료를 분류·검색하고 구축된 데이터베이스를 통한 버퍼링(buffering), 중첩(overlay), 병합(merging), 질의/검색(query/search) 등의 공간분석을 수행하여 생태계 보존등급을 결정한다

3. 공간데이터의 구축

3.1 위성영상 획득 과정

1) GCPs 선정(Ground Control Points 선정)

LANDSAT 데이터에는 센서의 높은 고도, 있는지구의 자전 등에 의해 기하학적 왜곡이 존재한다. 이를 바로잡기 위해서는 지상 기준점(Ground Control Point)을 이용한다. 즉 이미지에서 위치를 판독할 수 있는 기준점을 선정한 후, 지도에서 그 점의 실제 좌표를 입력하여 이 두 좌표를 비교한다. 그 결과를 기준으로 기하학적 보정을 실행한다. 따라서 GCP가 많고 공간적으로 고르게 분포할수록 위치적으로 정확한 데이터를 얻을 수 있다. 특히 RS와 GIS의 통합에서는 위치적 정확성이 GIS layer의 질을 좌우하기 때문에 GCP의 선정은 매우 중요한 의미를 지닌다. RMS Error의 의미는 보정되는 결과의 GCPs가 몇 화소정도 왜곡되었는가를 나타낸다. 즉 RMS Error가 1.5라면 1.5 화소만큼 GCPs가 왜곡되었음을 의미한다. 본 논문에서는 정확도를 높이기 위해 이미지 상의 좌표는 위의 원도우에서 잡고, Map상의 좌표는 Autocad 상에서의 경위도 좌표를 우상단의 TextArea에 기재하였다.

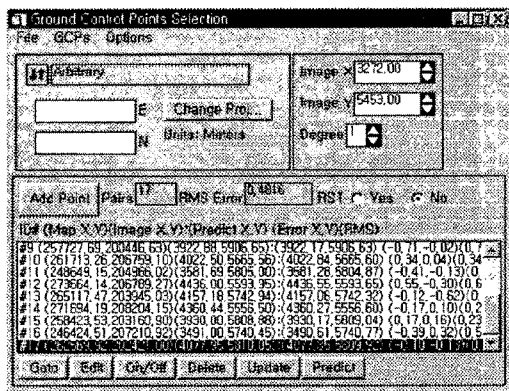


FIGURE 1. GCPs Selection

또한, 위치적 정확성을 높이기 위해 33개의 점을 GCP로 사용하였다. 분석에 사용되는 계절별 2개의 이미지에서 노출상태가 양호한 지점을 GCP를 선정하였다. RMS Error는 1 이내가 되도록 하여야 되는데, 이 논문에서는 그림 1에서 보는 것처럼 비교적 상당히

정확한 0.5이내로 하였다.

2) Warping

Registration parameters에서 Warp method는 RST로, Resampling은 Cubic convolution으로 선택하였다.

3) Matching and Image Mosaicking

우리가 입수한 TM 영상 중 북쪽 boundary를 포함하는 영상은 1995년 5월 3 일자이고, 남쪽 boundary를 포함하는 영상은 1999년 4월 9일자로 어느 정도 시간적 차이가 있어 두 이미지를 Mosaicking 처리 전에 Histogram Matching이 필요했다. 또한 그 처리 결과는 그림 2와 같다.

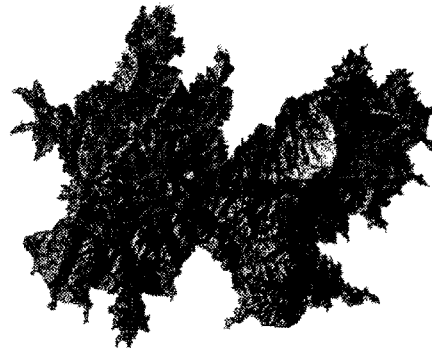


FIGURE 2. Mosaicking

또한 2D 데이터, 즉 적지분석도(Grid 데이터), RGB로 합성한 지리산 영상, 토지이용도, 식생도를 DEM 데이터에 draping함으로써 그림 3의 여러 3D Visualization 모형들을 생성할 수 있다.

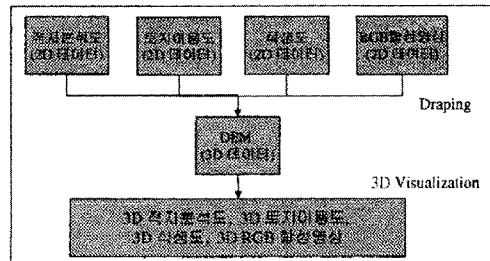


FIGURE 3. Conversion of 2D to 3D

그림 4는 RGB 합성영상(2차원 데이터)을 DEM(3차원 데이터)에 중첩시킴으로써 획득된 3D Visualization의 한 예이다.



FIGURE 4. Draping RGB composite image on DEM

3.2 공간데이터 구축시스템

공간데이터 구축 작업은 지도데이터에서 2차원 벡터 데이터로의 전환 과정 및 z값을 입력한 TIN, GRID 등의 3차원 고도데이터 구축 작업(국립지리원, 1999), 위성영상 처리과정 그리고 래스터데이터와 벡터데이터의 접합하는 과정으로 나눈다. 이 시스템은 GIS Tools 및 RS Tools만을 이용하여 구축하였다.

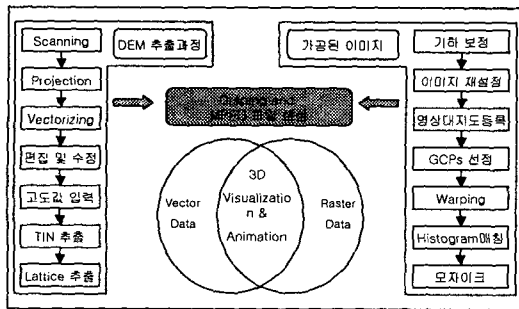


FIGURE 5. The construction system of spatial data

그림 5는 공간데이터 즉, 벡터 데이터들의 구축 과정과 래스터 데이터를 처리하는 과정으로 나누고 추출된 DEM 데이터에 가공된 이미지를 드래핑하여 지리참조된 실재감 있는 3차원 데이터를 얻기 위한 과정이다.

4. 생태계 보전등급 설정을 위한 적지 분석

적지 분석을 수행하기 위해서 벡터데이터를 그리드로 변환을 하였다. 벡터 데이터의 경우에는 분석 기능이 한정되어 있으므로 래스터 데이터(GRID)로 변환한 후 이를 이용한 분석을 수행한다.

4.1 생태계 보전 등급

생태계 보전 등급은 지형, 경사, 식물상, 동물상, 도양 상태, 토지 이용 현황 등을 기준으로 하여 등급화 하였으며 각 보전 등급에 따른 행위 허용 기준은 다음 표 1과 같다.

TABLE 1. The permission criterion of action for each presevation grade

등급 구분	보전등급별 행위허용 기준
1 등급	개발 금지
2 등급	원칙적으로 활용을 금지하되 소규모, 부분적으로 제한적 이용 허용
3 등급	제한적 이용
4 등급	활용 허용

4.2 데이터 분석 과정

생태계보전등급 설정을 위해 중첩될 주제도들 (녹지자연도, 보호동물 및 야생동물 서식지 분포도, 용도지역 지정 현황도, 산림토양도, 표고도, 경사분석도)을 선택하고, GRID로 변환하는 과정에서 일정 기준에 의하여 재분류(Reclass: 4등급)하였다.

4.3 데이터 분석 결과

분석은 Arc/Info의 GRID 모듈상에서 진행되었으며, 분석에 이용된 GRID의 셀 간격은 30m이다. 우선 기준 인자의 중요도에 따라 각 등급에 가중치를 곱한 후 GRID를 중첩시키고, 그 결과로 얻어진 새로운 GRID의 VAT(Value Attribute Table)로부터 최대값과 최소값을 추출하여 분류기준을 재설정한다. 이를 기준으로 최종 등급을 다시 매기고 도면화한다. 분석 수행 결과로 다음과 같은 생태계 보전 지역도를 획득하였다.

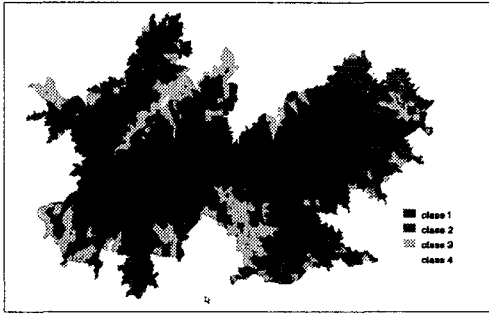


FIGURE 6. Suitable analysis

적지 분석의 한 예를 살펴보면, 먼저 사용자는 각 주제도에 따른 가중치를 입력하면, 적지 분석이 수행되어 그림 6과 같이 재분류된 적지분석도를 화면에 출력시켜 주며 또한, 표 2는 적지분석 결과로 VAT(Value Attribute Table)을 이용한 통계 계산을 수행하여 면적 및 비율을 출력해 준다.

TABLE 2. The executed results for suitability analysis

구분	1등급	2등급	3등급	4등급
면적 (km ²)	18.77	364.72	62.24	0.86
비율(%)	4.20	81.67	13.94	0.19

5. GUI 및 모듈 설계 및 구현

애플리케이션 메뉴 구성은 전체 메뉴를 기본으로 하여 그림 3과 같이, 총 7개이 메뉴를 갖도록 설계하였다. 각각의 메뉴들은 하위 메뉴를 통해 기능을 구현할 수 있으며, 메뉴 작성의 기본개념은 일반 메뉴 사용 프로그램과 동일한 사용자 인터페이스를 갖도록 구성된다.

5.1 초기 화면

시스템의 초기 화면은 메뉴와 그래픽 canvas로 구성되며 원하는 세부 메뉴 버튼을 누르면 메인 메뉴의 우측에 해당 세부 메뉴가 나타난다. 또한 세부 메뉴의 하부 기능을 구현하는 윈도우 메뉴의 경우에는 세부 메뉴의 하단 혹은 오른쪽에 위치하도록 구성되었으며, 사용자에게 정보를 제공하는

Information Box의 경우에는 화면의 중앙에 나타나도록 한다.

원하는 도면의 도시는 그래픽 Canvas에 그려지게 되며, 화면상의 선택 및 확대/축소 등의 기능은 화면상의 원하는 지정 혹은 지역을 선택함으로써 이루어진다.

5.2 작업 관리

작업 관리 메뉴의 구성은 다른 부메뉴에서 공통적으로 필요한 모듈을 모아서 관리할 수 있도록 설계한다. 데이터 관리 기능은 ARC/INFO의 데이터 단위인 커버리지와 INFO 파일, 작업공간(Workspace)등을 관리하는 메뉴로서, 복사, 삭제, 이동 등의 일반적인 파일 명령어를 수행하고 질의하는 기능을 포함한다.

5.3 주제도 출력

주제도 출력 모듈은 크게 화면출력과 map 출력으로 구분되며, 화면출력기능에는 주제도(자연환경, 인문환경, DEM, RS 이미지)들의 화면보기, 논리질의와 공간검색, Zoom In/Out 기능, Image Link 기능을 구현한다. 화면상에서 특정 지역의 속성을 질의하는 기능은 화면질의기능에서 제공되며, Info파일을 불러들여 논리질의 연산식을 통한 질의나 통계를 위해서는 논리질의기능을 사용한다. 질의내용 관리기능은 Selection File을 저장하거나 읽어오는 기능을 말하며, Selection File은Arc상의 Reselect명령을 통해 새로운 Coverage로 생성될 수도 있다. 주제도 출

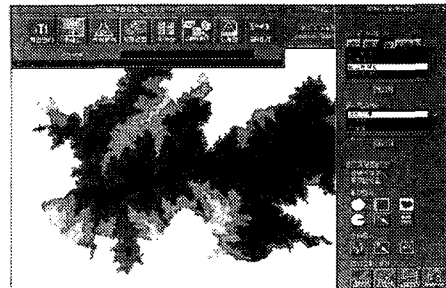


FIGURE 7. Map display

력 모듈은 그림 7과 같이, 이미 시스템 상에 구축되어 있는 주제도들을 부수적으로 필요한 정보를 포함시키면서 화면 및 도면출력을 하도록 하기 위한 기능이다.

5.4 적지 분석

적지 분석 모듈은 생태계 보전 지역 설정을 위해 필요한 주제도들을 미리 GRID로 변환하여 사용자로 하여금 분석 목적에 따라 가중치와 등급을 줄 수 있도록 메뉴를 구성하였다.

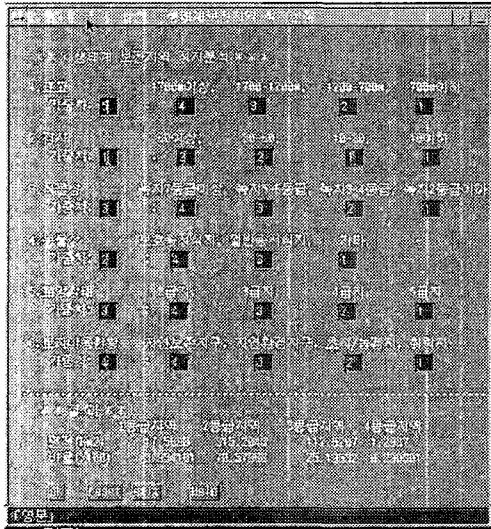


FIGURE 8. The user interface for suitability analysis

사용자 인터페이스는 그림 8의 하단에 있는 결과와 같이 분석 등급을 4등급으로 구분하며, 분석결과는 각 등급별 면적과 비율이 나타나고, 화면에서는 적지분석도가 출력된다.

5.5 자료 편집

사용자로 하여금 주제도 및 속성자료에 대한 편집작업을 수행할 수 있도록 하는 모듈로서 Arctools의 기능들 중에서 EDIT TOOL을 이용한 것이다. 도면자료 편집에 대해서는 전문성 및 보안성을 요하기 때문에 User ID와 Password로서 접근권한에 제

한을 둔다.

5.6 Surface 분석

Surface 분석 모듈로서 Lattice자료를 이용하여 유용한 여러 가지 간단한 분석기능을 제공한다. 특히 그림 9은 단면을 쉽게 볼 수 있는 Profile 기능과 DEM과 커버리지를 간단하게 중첩할 수 있는 기능 등을 제공하고 있다.

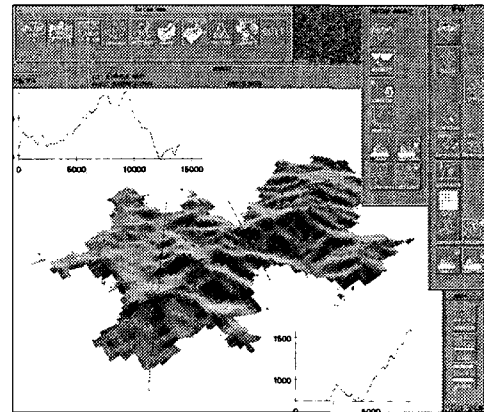


FIGURE 9. Surface analysis

5.7 동영상

z값이 추가된 벡터 데이터에 RGB로 합성한 위성영상자료를 입힘으로써 실재감 있는 3차원 데이터를 구축하여 특정 지역의 주요 능선을 상공에서 가상적으로 여행할 수 있도록 3D-SIMULATION으로 구현하였다.

6. 결론

이 논문은 크게 공간 데이터 구축과 환경 및 생태계 정보시스템 구현에 관한 두가지 연구 흐름을 가지고 있다.

이 논문은 각종 공간 데이터를 구축하여 사용자가 쉽게 활용할 수 있도록 GUI 환경으로 제공하였으며, 지리참조된 공간 데이터로 각종 공간 분석을 수행하였다. 시스템 설계시 여러 기능(function)들은 크게 작업관리, 주제도, 적지분석, 도움말로 구분하며, 구축된 주제도에 대한 빠르고 간편한 질의

및 출력이 가능하도록 설계하였다. 또한 Arctools의 기능들 중에서 사용 가능한 기능들을 활용함으로써 Arc/Info에서 지원되는 기능들을 사용자로 하여금 유용하게 이용할 수 있도록 Arctools로의 전환시 비슷한 사용 방법과 자료형태를 제공함으로써 혼란 없이 사용할 수 있도록 설계하였다.

생태계 보전 적지 선정을 위해 적지분석 모듈을 통하여 사용자가 대화식 인터페이스를 통해 여러 가지 조건을 입력함으로써 조건에 따른 여러 가지 결과를 출력할 수 있도록 하였다. 또한 가공된 위성 데이터를 사용하여 동영상 모듈을 통해서 특정지역에 대한 가상 체험을 가능하게 하였다.

구현된 환경 지정 시스템은 유관 기관, 야생동물 보호 단체 그리고 국립공원에서 환경정보를 국민에게 제공하여 서비스의 질을 높일 수 있다. 아울러 생태계 보전을 등급 설정을 통하여 보다 효율적인 의사결정을 수행할 수 있다.

참고문헌

국립지리원, 1999. 국가고도자료 구축 연구 및 수치 지도 좌표계 변환에 관한 연구, 환경부, 1998. 인공위성 영상자료와 GIS를 이용한 녹지자연도 등급판정기법 개발 연구 보고서 환경부
<http://www.moenv.go.kr/www/index.html>
 이화중, 2000. 인터넷 기반 토지대장/지적도의 이력 관리 시스템의 설계 및 구현. 충북대학교 데이터베이스연구실, 석사학위논문 pp. 9-10
 김영표, 최용복, 박성미, 1997. 입지선정을 위한 GIS 활용방안 연구. 국토개발 연구원
 전성우, 박종화, 1997. 자연 환경부문의 원격탐사기법 도입방안 연구. KETI연구보고서 pp. 16, 66-67
 서창완, 국립공원관리를 위한 GIS의 활용방안에 관한 연구: 한라산 국립공원을 대상으

로. 서울대학교 석사학위논문 1991 pp 5-6, 41-50
 김윤정, 1996. 산불예측 모델에 관한 연구 - 북한산 국립공원을 중심으로- 이화여대 석사학위논문
 S.Zlatanova. and M.Pilouk, 1996. Building reconstruction from aerial images and creation 3D topologic data structure
 Hensen, J. R. 1996. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective(2nd ed.). Prentice Hall. pp.107-117
 HENKJ. S. and JOHN C. H. 1990. Geographical Information System for Urban and Regional Planning. ArcInfo Manual(GRID, TIN, etc),
<http://www.cadland.co.kr>
 ENVI tutorial, <http://www.intersys21.com/>