

노출평가를 위한 전국규모의 환경지리지형정보 시스템 개발

김종호 · 김미숙 · 광병규 · 유홍석* · 신치범* · 이종협[†]

서울대학교 화학생명공학부 · *아주대학교 화학공학과

(2006년 7월 11일 접수, 2006년 10월 19일 채택)

Development of National Scale Environmental & Geographical Information System for Supporting Exposure Assessment

Jong Ho Kim · Mi-Sug Kim · Byeong Kyu Kwak · Hong Suk Yoo* · Chi Bum Shin* · Jongheop Yi[†]

Chemical & Biological Engineering, Seoul National University · *Department of Chemical Engineering, Ajou University

ABSTRACT : This study describes a methodology to develop a environmental and geographical information system for managing a national scale which is supports the environmental fate modeling. This system was developed via the integration of environmental and geographical information database(DB) and the DB usage software. For the sound environmental management, the DB were constructed by extracting the geometrical figures - such as points, polylines, and/or polygons - based on the geographical information previously developed in Korea. Then it was connected with the environmental information. Based on the Visual Basic Complier, the software can be a useful tool for visualizing the DB, for searching the environmental & geographical information, and supporting the environmental fate modeling.

Key Words : Environmental, Geographical, Information, Modeling, GIS

요약 : 본 연구에서는 지리지형정보를 바탕으로 전국규모의 환경정보를 관리하고 환경모델링을 지원할 수 있는 환경지리지형정보시스템을 개발하였다. 이 시스템은 환경지리지형정보 DB(Database)와 이를 이용할 수 있는 소프트웨어(Software)를 통합하여 구성하였다. 환경지리지형정보 DB를 구축하기 위해서 기존의 지리지형정보로부터 환경관리에 필요한 여러 도형정보(점, 선, 면)를 선별하여 추출하였고, 이러한 도형정보에 환경정보를 연결하여 환경지리지형정보를 구축하였다. 환경지리지형정보를 쉽게 이용하기 위해서 비주얼 베이직(Visual Basic) 컴파일러를 이용하여 소프트웨어를 개발하였다. 이 소프트웨어는 DB를 가시화할 뿐만 아니라, 다양한 환경지리지형정보를 손쉽게 검색하고, 노출평가를 위한 환경거동모델링에 필요한 입력데이터를 자동으로 생성하기 위한 유용한 도구이다.

주제어 : 전국규모, 환경지리지형정보, 노출평가, 환경모델링, 소프트웨어

1. 서론

산업이 발달함에 따라 인간과 생태계는 산업활동으로 인하여 생성된 유해화학물질에 항상 노출되어 있으며, 이로 인한 생태계파괴, 질병, 기형아출산 등의 위험을 안고 살아가고 있다. 이 위험을 파악하기 위해서는 기본적으로 자연계의 매질(대기, 수질, 토양 등)에 유해화학물질이 얼마나 축적되어 있는지 인간과 생태계가 이에 노출되어 있는가를 파악하여야만 한다. 자연계에 존재하는 유해화학물질의 양을 파악하는 방법으로는 실측을 통한 방법과 모델을 이용한 방법으로 구분할 수 있다. 실측법은 환경 중 유해화학물질의 농도를 평가함에 있어서 가장 정확한 값을 산출할 수 있다. 그러나 시간과 돈이 많이 들고, 자연계에 극소량 존재하는 유해화학물질의 양을 파악하고자 할 경우에 기술적인 어려움이 따르며, 대상범위가

넓어지고 대상물질이 많아질수록 - 예를 들어 전국규모로 유해성이 있는 모든 대상화학물질에 대해서 실측 하고자 하는 경우 - 실측만으로 관리한다는 것은 상당히 어려운 일이다. 환경거동모델을 이용할 경우 실측에 비해 정확도가 떨어지나 극소량의 유해화학물질 노출량을 유추할 수 있고, 시간과 돈이 실측에 비해 적게 들며, 대량의 데이터를 컴퓨터를 이용하여 관리할 수 있으므로 전국규모의 관리가 가능해진다. 그러나 정확한 결과를 얻기 위한 환경거동모델은 배출량, 지형정보, 기상정보 등의 입력정보가 필요하다. 즉, 환경중의 유해화학물질의 노출도를 정확하게 평가하기 위해서는 적절한 효율적인 실측치 관리와 환경거동모델 입력치의 정확도 유지가 중요한 요소이다.¹⁾

최근 급속도로 발전하고 있는 GIS(Geographic Information System)는 실측정보, 배출량정보, 지형정보, 기상정보 등의 환경지리지형정보를 효율적으로 관리할 수 있는 시스템에 대한 가능성을 보여주고 있다.²⁾ 이러한 중요성을 인식하여 최근 국내에서는 국립환경과학원에서 “물환경정보시스템”을 개발하여 GIS를 이용한 수질관련 환경정보의 관리를 시도하고

[†] Corresponding author
E-mail: jyi@snu.ac.kr
Tel: 02-880-7438

Fax: 02-885-6670

있으며,³⁾ 환경부에서는 “환경지리지형정보시스템”을 통하여 환경관련 GIS정보를 개발 관리하고 있다.⁴⁾ 외국의 경우 GIS와 환경거동모델을 통합하는 연구가 몇몇 그룹에서 활발하게 진행되고 있다. Armstrong과 Khan은 도로오염원에 의한 배출량을 산정방법과 GIS를 통합하는 방법을 제시하였고,⁵⁾ Verro 등과 Coulibaly 등은 지표의 물에 농약이 어떻게 분포되는가를 위해서 GIS와 통합하는 연구를 하였으며,^{6,7)} 지하수의 환경평가를 할 수 있는 틀이 Tait 등에 의해서 제시되었다.⁸⁾

본 연구에서는 산재되어있는 지형지리정보와 환경정보를 수집하여 전국규모의 환경지리지형정보 데이터베이스를 구축하고, 환경거동모델의 입력자료를 자동으로 생성할 수 있는 시스템을 구축하였다. 또한 컴퓨터와 사용자의 원활한 상호의사소통을 위하여 환경지리지형정보와 모델의 결과를 가시화하여 보여줄 수 있도록 GUI(Graphical User Interface)를 개발하여 환경지리지형정보시스템(EGIS, Environmental and Geographical Information System)을 구축하였다. 환경지리지형정보시스템은 공간적 정보를 바탕으로 환경 데이터를 관리할 수 있으며 환경거동모델의 입력자료를 쉽고 정확하게 생성할 수 있으므로, 노출평가를 위한 환경거동 모델링에 있어서 효율적으로 이용될 것으로 기대된다.

2. 전국규모의 환경지리지형정보 데이터베이스 구축

본 연구에서는 환경지리지형정보를 정보의 형태에 따라 공간정보(Spatial data)와 공간관계속성정보(Space Relational Attribute Information) 그리고 공간비관계속성정보(Space non-relational Attribute Information) 세가지로 분류하였다. 공간정보란 공간상의 객체가 나타내는 위치와 형태를 나타내는 정보를 뜻한다. 공간정보는 저장형태에 따라 벡터(Vector) 정보와 레스터(Raster) 정보로 구분될 수 있다. 벡터 정보는 점, 선, 면 등의 대상물의 형태가 해당 좌표간의 연결을 통해서 이루어지는 정보를 뜻하며, 레스터 정보는 지리지형정보가 일정간격으로 정렬되어있는 격자화된 형태를 뜻한다.⁹⁾ 공간관계속성 정보는 각 공간정보가 가지고 있는 속성을 저장하고 있는 정보를 뜻한다. 공간비관계속성정보는 공간적 위치변화에 영향을 받지 않는 속성정보를 뜻한다.

환경지리지형정보를 구축하기 위해서는 기본적으로 측량학이나 지리지형정보학과 같은 분야의 발전이 선행되어야만 한다. 우리나라의 경우 건설교통부, 환경부, 기상청 등을 중심으로 다양한 컴퓨터용 지도가 제작, 보급되어 왔다. 이 연구에서는 국토지리정보원의 수치지도, 환경지리정보서비스의 고도자료와 중분류토지피복분류도, 기상청의 기상관측위치 그리고 국립환경과학원의 물환경정보를 기초자료로 이용하였다. 이러한 자료는 대표적인 GIS 파일포맷(File Format)인 셰이프(Shape), DXF(Drawing Exchange Format), DEM(Digital Elevation Model)의 형태로 이루어져 있다. 기상관측위치와 물환경정보 및 중분류토지피복분류도는 셰이프포맷으로 되어 있다.

셰이프포맷은 ESRI사 제품의 파일포맷으로 공간정보인 *.SHP, *.SHX 파일과 공간관계속성정보인 *.DBF 파일로 이루어져 있으며 공간정보와 속성정보는 하나의 레이어(Layer) 안에서 대응하는 형태를 가지고 있다. 수치지도는 Autodesk사 AutoCAD의 외부파일 형태인 DXF포맷으로 구축되어 있다. DXF 포맷은 공간정보와 속성정보(텍스트정보)가 DXF 파일에 함께 포함된 형태를 가지고 있으며 두 정보가 각각 독립된 레이어에 저장되어 있다. 환경지리정보서비스의 고도자료는 DEM 자료형태로 구축되어 있다. DEM자료는 레스터 형태의 자료로서 지형의 고도값을 수치로 저장함으로써 지형의 형상을 나타내는 자료의 형태이다.

환경거동모델에 필요한 환경지리지형정보로는 Fig. 1에서 볼 수 있는 것과 같이 오염원, 고도, 토지피복분류도, 기상자료, 실측자료, 화학물질의 물리화학적 특성, 기타 환경자료 등이 있다.^{10~12)} 본 연구에서는 이러한 정보의 데이터베이스를 구축하기 위해서, 기존에 구축된 건설교통부, 환경부, 기상청의 자료로부터 필요한 자료를 추출하고 파일형태를 변환하였으며, 기존의 자료에 포함되지 않은 자료는 따로 수집·편집하여 데이터베이스화 하였다. 구축한 데이터베이스의 파일형태를 살펴보면, 벡터데이터의 공간정보와 공간관계속성정보는 셰이프포맷으로, 레스터데이터는 ESRI의 레스터포맷으로, 공간비관계속성정보는 MDB(Multimedia Database)포맷으로 구축하였다. 이 때 좌표체계는 Bessel타원체 기준의 TM (Transverse Mercator)좌표체계로 통일하였다.

오염원은 점 오염원(Point Source)과 비점 오염원(Nonpoint Source)으로 구분하였다.¹³⁾ 점 오염원에는 화학공장, 소각시설, 수 처리시설, 폐기물 처리시설 등과 같이 유해물질을 배출하는 공간적 크기가 비교적 작아 하나의 점으로 가정할 수 있는 오염원을 포함하였다. 화학공장의 데이터베이스는 환경부의 2004년 TRI(Toxic Release Inventory)보고대상 2892개 업체를 대상으로 하였다. TRI보고대상 업체의 공간좌표정보는 업체의 주소를 이용하여 지번 데이터베이스로부터 좌표점을 획득하여 공간정보를 구축하였으며 화학공장의 사용물질, 주소, 관리번호, 물질별 배출량 등을 정리하여 공간관계속성정보로 구축하였다. 소각시설은 화학공장과 같이 지번데이터를 이용하여 데이터베이스를 구축하였고, 수 처리시설, 폐기물 처리시설등은 물환경정보의 데이터를 이용하였다. 비점 오염원에는 도로, 철도, 궁단, 논, 행정구역 등과 같이 넓은 지역에 걸쳐서 퍼져있어 점으로 가정하기 어려운 선, 면 형태의 오염원을 포함하였다. 비점 오염원의 공간정보는 국토지리정보원의 수치지도로부터 추출하였다. 국토지리정보원의 수치지도는 DXF양식으로 되어 있으며 공간정보와 공간관계속성정보를 독립된 레이어로 관리하는 형태이다. 따라서 정보를 가시화(Visualization)하여 공간정보와 속성정보를 해석하기에는 매우 유용하게 이용될 수 있으나, 컴퓨터를 이용한 공간정보와 속성정보의 일대일 대응이 어렵게 된다는 의미도 내포하고 있다. 본 연구의 특성상 컴퓨터를 이용한 공간정보와 속성정보의 일대일 대응은 상당히 중요한 요소이므로 추출한 수치지도 데이터는 셰이프포맷의 공간정보로 변환

하였다. 이 때 도로와 철도의 통행량이나 차량의 종류, 행정 구역의 인구수, 차량등록대수, 화학물질 유통량 등의 데이터를 정리하여 공간관계속성정보로 구축하였다.

고도 데이터베이스를 구축하기 위하여 환경지리정보서비스의 DEM자료를 이용하였다. 이 자료는 경위도좌표 1초 간격으로 지형의 높이를 저장한 격자방식의 자료로 구축되어 있으며, 남한을 239개 도엽으로 분류하여 도엽별로 810,000여 개의 격자로 구성되어 있다. 이 자료를 이용하기 쉽도록 경위도 좌표체계를 TM좌표로 좌표 변환을 수행하고 ESRI의 레스터포맷으로 변환하였으며 데이터를 모두 모자이크(Mosaic)하여 한 개의 파일로 구축하였다.

토지피복분류 데이터베이스를 구축하기 위하여 환경지리정보서비스의 중분류토지피복분류도를 이용하였다. 중분류토지피복분류도는 지표면의 물리적 상태(숲, 초지, 콘크리트포장 등)를 분류한 지도로서 셰이프포맷으로 950여개의 도엽으로 구축되어 있다. 벡터 형식의 중분류토지피복분류도는 추후 모델에서 사용하기 쉽도록 레스터화(Rasterization)하여 고도자료와 같이 ESRI의 레스터포맷으로 변환하였으며, 각 도엽을 모두 모자이크하여 한 개의 파일로 데이터베이스를 구축하였다.

기상자료와 실측자료의 경우, 실시간으로 실측되고 있는 모든 기상자료와 실측자료를 데이터베이스로 구축하기에는 자료의 양이 너무 방대하여, 이 연구에서는 공간적 좌표와 측정소이름 및 측정목록 등의 자료를 데이터베이스화 하였다. 기상자료는 유인/무인 기상관측소 위치와 측정목록 등을, 실측자료는 대기, 수질, 토양 3가지 매질을 대상으로 환경부의 관측망 위치와 측정목록 등을 구축하였다. 향후 본 프로그램을 사용하는 사용자는 GIS DB로부터 실측지점 및 측정목록 등을 확인하여 기상청이나 환경부로부터 특정시기의 기상자료와 실측자료를 얻을 수 있다.

공간비관계속성정보로서 대상오염물질의 물리화학적 특성인 분자량, 끓는점, 녹는점, 용해도, 증기압, 옥탄올-물 분배계수, 자연계 매질에서의 분해계수 등을 정리하여 MDB 형태로 구축하였다. 위 데이터베이스 이외에 수계지도, 건물 등과 같은 기타 환경정보도 수치지도로부터 공간정보를 추출하고 공간관계속성정보를 수집·편집하여 노출평가에 참고 데이터로 이용할 수 있도록 하였다.

3. 환경지리정보관리 시스템 개발

3.1. 설계 개념 및 구조

환경지리지형정보가 환경거동모델링에 편리하게 이용되기 위해서는 공간데이터가 이해하기 쉽도록 가시화 되어야 하고, 필요한 데이터를 즉시 검색할 수 있어야 하며, DB로부터 모델링에 필요한 입력자료가 자동으로 추출·생성될 수 있어야 한다. 또한 이러한 기능을 사용자가 편리하게 이용할 수 있도록 지원하는 GUI도 필수적인 요소이다. 본 연구에서는 이러한 조건을 고려하여 환경지리지형정보를 이용할 수 있는 시스템을 개발하였다. 시스템의 엔진(라이브러리 묶음)과 GUI 그리고 환경지리지형정보 DB의 관계를 나타낸 흐름도를 Fig. 1에 나타내었다. 이 시스템은 환경지리지형정보 DB로부터 그리기(Drawing) 라이브러리를 통하여 공간정보를 가시화하여 보여줄 수 있으며, 읽기(Reading), 검색(Searching), 추출(Abstracting), 레스터화(Rasterization) 라이브러리를 통해서 환경거동모델의 입력자료를 생성할 수 있다. 이러한 모든 기능은 GUI를 통하여 사용자가 쉽고 편리하게 컨트롤할 수 있다. 이 시스템은 전국규모의 환경지리지형정보를 통합적으로 관리하고, 이로부터 노출평가를 위한 입력자료를 빠르게 작성할 수 있는 장점이 있다.

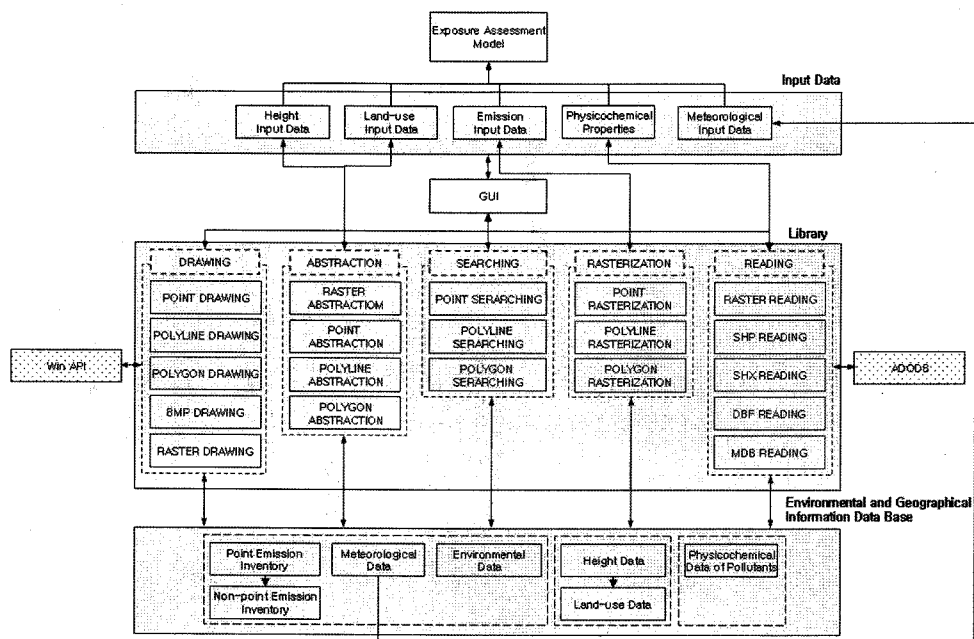


Fig. 1. Flow chart of environmental and geographical information system.

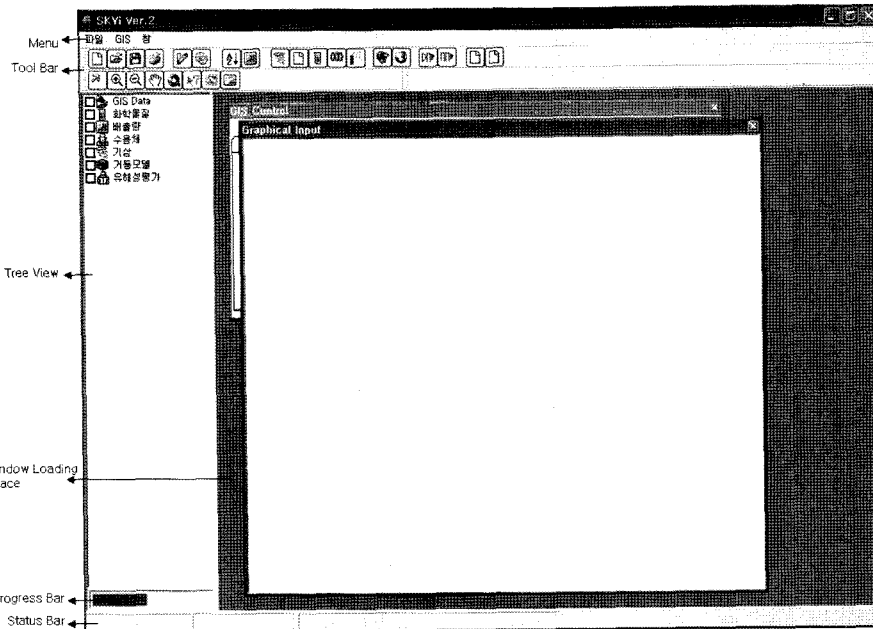


Fig. 2. Graphical User Interface of the program.

3.2. 시스템 개발 환경과 GUI

시스템 개발은 사용자의 편의성을 고려하여 윈도우 환경 기반으로 IBM PC 호환 P4 CPU3.0GHz/1GB를 사용하였다. 개발 언어로는 비주얼 베이직 컴파일러(Visual Basic Compiler)를 이용하였으며, 자료의 읽기와 저장을 위하여 ADODB를 이용하였고, 그래픽 표현을 위해서 Windows32 API를 이용하였다.

사용자 편의를 위한 GUI를 Fig. 2에 나타내었다. GUI는 MDI(Multi-Document Interface)기반으로 메뉴(Menu), 툴바(Tool Bar), 트리뷰(Tree View), 상태바(Status Bar), 프로그레스바(Progress Bar) 그리고 여러 폼(Form)이 로드(Load)될 수 있는 창(Window)으로 구성되어 있다. 사용자는 메뉴와 툴바의 버튼을 클릭하여 폼을 로드하거나, 다양한 프로세스(Process)를 진행할 수 있고, 트리뷰를 통해서 환경지리지형정보DB의 관계도를 확인할 수 있으며, 상태바와 프로그레스바를 통해서 프로세스의 진행 정도를 파악할 수 있다.

3.3. 라이브러리

프로그램의 효율적인 구조화 및 유지관리의 편의성을 위하여 시스템의 주요 기능 몇 가지를 라이브러리화 하였다. 다음은 각 라이브러리에 대한 세부적인 설명이다.

읽기 라이브러리는 셰이프포맷(*.SHP, *.SHX, *.DBF)과, ESRI 레스터포맷, MDB포맷의 파일을 읽을 수 있도록 개발하였다. *.SHP와 *.SHX 그리고 ESRI 레스터파일의 경우 파일포맷을 분석하여 직접 액세스(Access)할 수 있도록 개발하였으며, *.DBF와 *.MDB파일은 ADODB를 이용하였다.

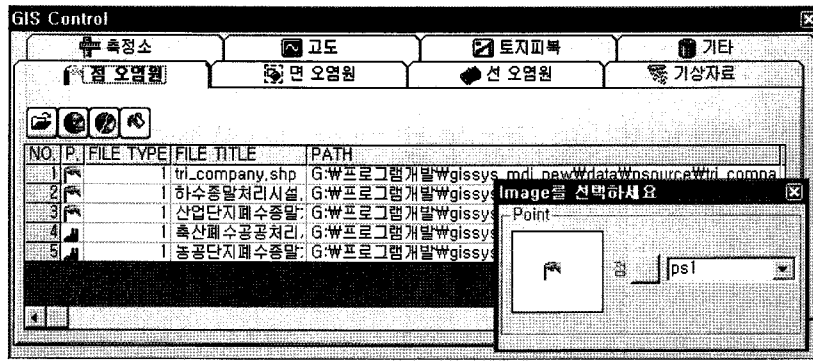
그리기 라이브러리는 읽어 들인 공간데이터를 그래픽으로 표현하는 라이브러리이다. 전국규모의 공간데이터는 양이 방대하므로 신속한 가시화가 가장 중요하다. 가시화를 위한 신속한 좌표계산을 위하여 실수형 변수의 사용을 최대한 줄이

고 정수형 변수를 사용하였다. 정수형 변수는 실수형 변수에 비하여 2배 이상 빠른 연산속도를 보여준다.¹⁴⁾ 그래픽의 신속한 표현을 위해서 위에서 Windows API의 GDI32라이브러리에 포함된 여러 함수를 이용하였다. 이 함수는 윈도우 기반의 게임 프로그래밍에서 많이 사용하는 함수로, 빠르고 선명한 가시화를 요구 하는 프로세스에 주로 사용한다.¹⁴⁾ 사용한 주요함수와 사용용도를 Table 1에 나타내었다.

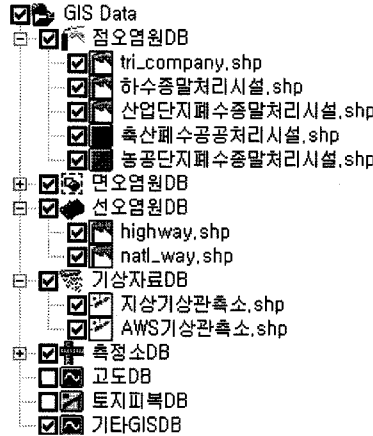
가시화된 공간데이터의 공간관계속성정보는 검색하는 기능이 검색 라이브러리에 포함되어 있다. 특정 공간좌표를 검색 라이브러리로 전달하면, 검색 라이브러리는 환경지리지형정보 데이터베이스를 검색하여 좌표에 해당하는 공간 데이터를 찾아내고, 공간데이터의 속성정보를 검색하여 리턴(Return)하게 된다.

Table 1. Windows32 API(application programming interface) function for environmental & geographical information system

Function Name	Function or Objectives
BitBlt	The BitBlt function performs a bit-block transfer of the color data corresponding to a rectangle of pixels from the specified source device context into a destination device context.
TransparentBlt	The TransparentBlt function performs a bit-block transfer of the color data with transparent color data corresponding to a rectangle of pixels from the specified source device context into a destination device context
Polyline	The Polyline function draws a series of line segments by connecting the points in the specified array.
Polygon	The Polygon function draws a polygon consisting of two or more vertices connected by straight lines. The polygon is outlined by using the current pen and filled by using the current brush and polygon fill mode.



(a) Database management window with image management window



(b) Tree view control

Fig. 3. Database management window and tree view control.

환경거동모델의 입력자료로 환경지리지형정보를 사용하기 위해서는 특정 지역의 정보를 추출하여 사용하는 것이 효율적이다. 이러한 효율성을 위하여 추출 라이브러리를 개발하였다. 공간상의 특정 좌표범위를 추출 라이브러리로 전달하면, 추출 라이브러리는 데이터베이스를 검색하여 좌표범위에 해당하는 데이터만을 추출하게 된다.

환경거동모델에 정보를 이용하기 위해서는 벡터데이터를 레스터화해야 하는 경우가 있다. 레스터화 라이브러리는 점, 선, 면의 벡터형태의 공간데이터를 일정간격의 레스터 형태로 변환시켜준다. 빠르고 효율적인 레스터화를 위하여 컴퓨터 그래픽스 분야의 레스터화 알고리즘을 참고하였다. 점 데이터 변형 알고리즘은 이분법을 이용하였으며,¹⁵⁾ 선 데이터 변형은 Bresenham's 알고리즘,⁹⁾ 면 데이터 변형은 Ray-Crossing 알고리즘을 이용하였다.¹⁶⁾

3.4. 시스템의 이용

가. DB관리

Fig. 3은 환경지리지형정보DB를 관리하는 DB관리 폼과 트리뷰 컨트롤을 보여주고 있다. 방대한 양의 환경지리지형정보 DB 전부를 시스템으로 읽어 들여 사용한다는 것은 비효율적인 일이다. 또한 본 연구를 통하여 구축된 DB이외의 데이터를 사용해야 할 수도 있다. 그러므로 환경지리지형정보DB로부터 필요한 파일만 불러들여 사용할 수 있도록 시스템에 유

연성을 부여하였다. DB관리 윈도우는 읽기 라이브러리를 이용하여 데이터를 시스템으로 불러오는 역할을 한다. Fig. 3의 (a)에서와 같이 점 오염원, 선 오염원, 면 오염원, 기상자료, 측정소, 고도, 토지피복지도, 기타DB로 탭(Tab)을 구분하여 파일을 불러오고 지을 수 있다. 불러들여온 파일의 종류를 볼 수 있고, 가시화 우선순위를 결정할 수 있으며, 검색의 편의성을 제공할 수 있도록 트리뷰 컨트롤을 이용하였다. Fig. 3(b)그림에서와 같이 트리뷰 컨트롤은 DB관리 윈도우로 불러들여온 파일의 계층도를 디스플레이 한다. DB관리 윈도우와 트리뷰에서 공간데이터의 가시화에 사용할 선과 면의 색이나 아이콘을 변경할 수 있다.

나. 공간데이터의 가시화 및 공간관계속성정보의 검색

가시화 라이브러리를 이용하여 가시화 윈도우에 공간데이터를 디스플레이한 그림과, 검색 라이브러리를 이용하여 공간데이터의 공간관계속성정보를 검색한 결과를 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 4(a)의 그래픽 폼을 보면 Fig. 3의 DB관리 윈도우에서 결정한 것과 같은 아이콘과, 선 및 면의 색상으로 데이터가 가시화 되어 있다. 툴바 버튼에서 원하는 기능을 선택하고 그래픽 윈도우를 클릭하거나 드래그 앤 드롭(Drag and Drop)하면, 데이터를 확대, 축소, 이동, 검색, 추출할 수 있다. 공간관계속성정보의 검색하는 방법은 다음과 같다. 툴바의 검색버튼을 선택하고 그래픽 폼의 공간정보를 클릭하면, 검

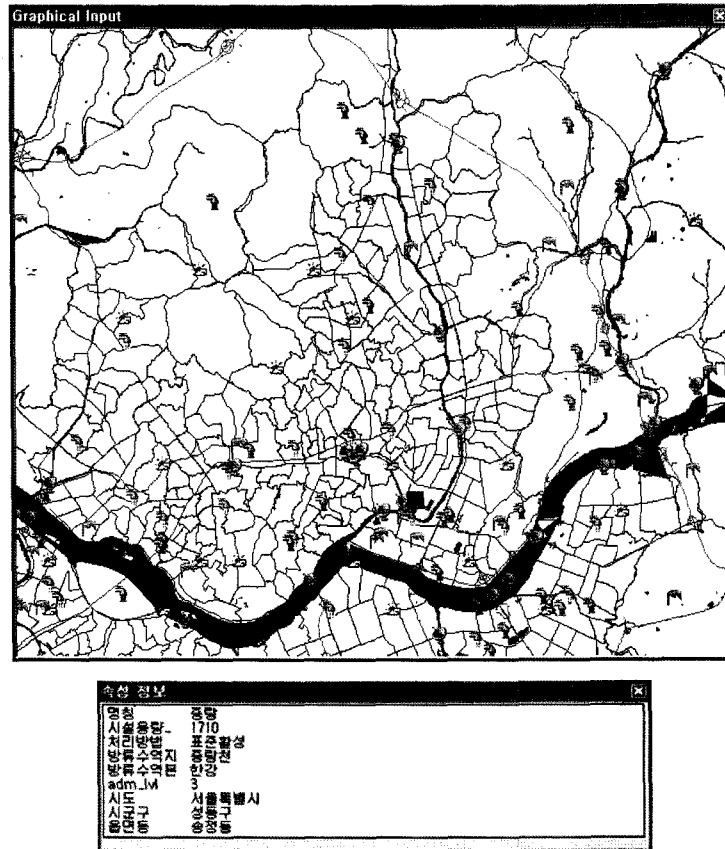


Fig. 4. Visualization window of geographical information and attribute display window.

색 라이브러리를 거쳐 Fig. 4(a)의 따옴표를 포함한 붉은색 사각형과 같이 공간데이터가 선택되고, Fig. 4(b)와 같이 공간관계속성정보가 표시 된다. 이와 같이 개발된 공간데이터 가시화 폼과 속성정보 표시 폼을 이용하면 개개의 환경지리지형정보를 손쉽게 확인할 수 있다.

다. 환경거동모델 입력자료 생성

Fig. 1에서 설명한 것과 같이 이 시스템은 기상자료, 고도, 토지피복분류도, 배출량, 오염물질의 물리화학적 성질 등 환경거동모델의 입력자료를 생성할 수 있다. 환경거동모델의 입력자료는 다음과 같은 절차에 의해서 생성된다. 기상자료는

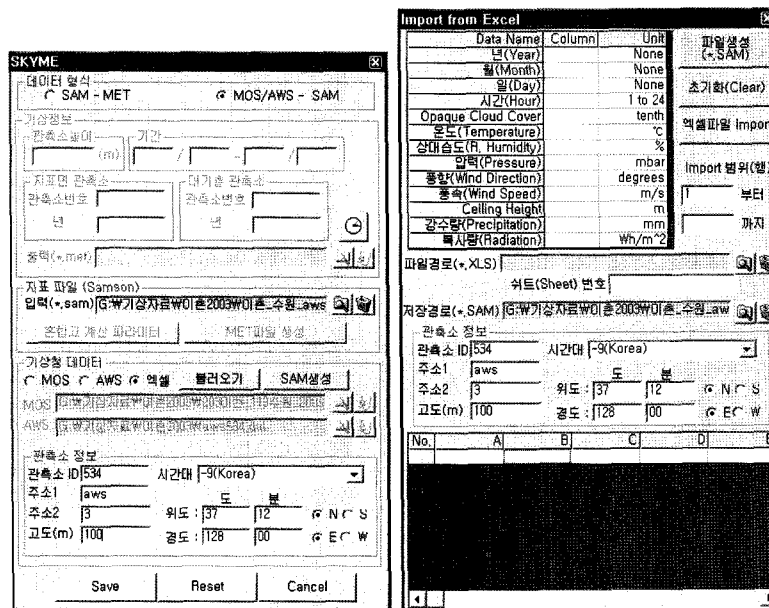


Fig. 5. Management window of meteorological data.

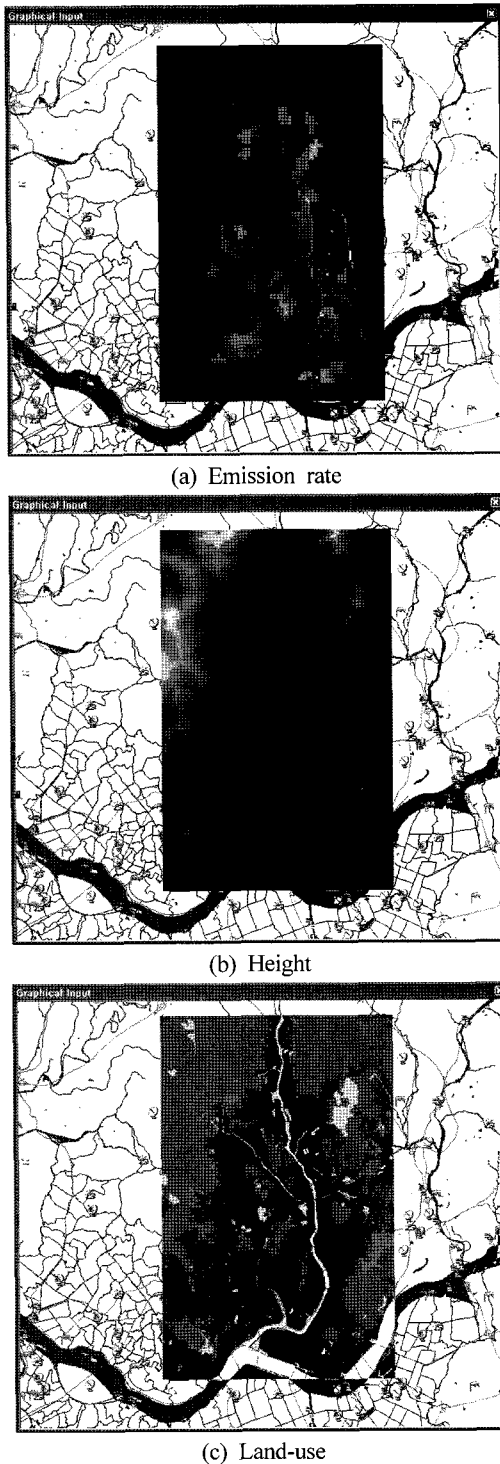


Fig. 6. Input data for the environmental fate modeling.

본 연구의 데이터베이스로부터 기상 측정소의 위치와 측정항목을 검색하여 이 데이터를 바탕으로 기상청으로부터 획득한다. 기상청으로부터 획득한 기상데이터는 Fig. 5와 같은 기상데이터 전처리 윈도우를 통하여 입력자료를 생성한다. 고도와 토지피복분류자료는 구축된 데이터베이스로부터 모델링에 필요한 부분만 추출할 수 있도록 하였다(추출 라이브러리). 배출량 자료는 벡터자료인 오염원 데이터를 레스터 라이브러리

를 통하여 레스터 자료로 변환하여 입력자료로 사용할 수 있도록 하였다. 레스터 자료로 변환할 경우 사용자는 임의로 데이터 간격을 조절할 수 있다. 대상 오염물질의 물리화학적 특성 정보는 MDB로 저장되어 있는 DB로부터 CAS NO.나 물질명을 이용 검색하여 추출할 수 있다. 레스터화된 배출량 자료와 추출된 고도 및 토지피복분류 자료를 Fig. 6에 나타내었다. 생성하는 입력자료의 포맷은 EPA의 대표적인 대기확산 모델인 ISCST3 모델과 AERMOD 모델 및 CALPUFF 모델을 지원할 수 있도록 하였으며,¹⁷⁾ 국내의 다매질 모델중 하나인 SKYi를 지원할 수 있도록 하였다.¹⁸⁾ 예를 들어 기상자료는 ISCST3, AERMOD, SKYi의 기상자료인 *.MET과 CALPUFF의 기상자료의 형태를 따랐으며, 지형자료는 ISCST3, AERMOD, SKYi의 *.TGF와 CALPUFF 모델의 *.DAT로 출력할 수 있고, 토지피복자료는 CALPUFF 모델과 SKYi의 입력자료를 따랐다. 배출량 자료는 벡터와 레스터 형태 모두로 출력 가능하므로 각 모델의 특성에 맞도록 출력 가능하다.

4. 결론

노출평가를 위한 환경거동모델을 지원하기 위하여 환경지리지형정보 데이터베이스를 구축하였고, 데이터베이스를 손쉽게 사용하기 위한 라이브러리와 GUI를 개발하여 환경지리지형정보시스템을 개발하였다. 데이터베이스 구축을 위해서 기존에 구축된 지형지리정보로부터 환경관리에 필요한 데이터를 추출하고 변환하였으며, 산재되어 있는 지형지리정보와 환경정보를 수집하여 데이터를 추출·편집하여 데이터베이스를 구축하였다. 라이브러리와 GUI는 비주얼 베이직 컴파일러를 이용하여 프로그래밍 하였으며, 방대한 DB를 빠르게 처리하기 위하여 윈도우 API와 ADODB를 이용하였다. 이 프로그램은 정보를 가시화할 수 있고, 손쉽게 DB를 검색할 수 있으며, 환경거동모델의 입력자료를 자동으로 생성할 수 있다. 본 연구를 통하여 개발된 환경지리지형정보시스템은 환경지리지형정보를 관리하고 환경거동모델을 구동하는데 유용하게 이용될 수 있을 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 환경부 차세대환경기술개발사업 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다. GIS자료의 열람을 협조하여 주신 환경부의 환경지리정보서비스와 국립환경과학원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Suzuki, N., Murasawa, K., Sakurai, T., Nansai, K., Matsuhashi, K. Morihuchi, Y., Tanabe, K., Nakasugi, O., and Morita, M., "Geo-referenced multimedia environmental fate model(G-CIEMS): model formulation and comparison to the generic model and monitoring approaches,"

- Environmental Science and Technology*, **38**, 5682~5693 (2004).
2. Voss, A., Denisovich, I., Gatalsky, P., Gavouchidis, K., Klotz, A., Roeder, S., Voss, H., "Evolution of a participatory GIS," *Computers, Environment and Urban Systems*, **28**, 635~651(2004).
 3. 물환경정보시스템, <http://water.nier.go.kr/weis/>, September (2003).
 4. 환경지리정보서비스, <http://egis.me.go.kr/egis/>, January(2006).
 5. Armstrong, J. M., Khan, A. M., "Modelling urban transportation emissions : role of GIS," *Computers, Environment and Urban Systems*, **28**, 421~433(2004).
 6. Verro, R., Calliera, R., Maffioli, G., Auteri, D., Salla, S., finizio, A., Vighi, M., "GIS-based system for surface water risk assessment of agricultural chemicals. 1. methodological aproach," *Environmental Science and Technology*, **36**, 1532~1538(2002).
 7. Coulibaly, L., Labib, M. E., Hazen, R., "A GIS-based multimedia watershed model : development and application," *Chemosphere*, **55**, 1067~1080(2004).
 8. Tait, N. G., Davison, R. M., Whittaker, J. J., Leharne, S. A., Lemer, D. N., "Borehole optimisation system(BOS) - a GIS based risk analysis tool for optimizing the use of groundwater," *Environmental Modeling and Software*, **19**, 1111~1124(2004).
 9. Worboys, M., Duckham, M., GIS - a computing perspective, 2nd ed., CRC Press, pp. 17(2004).
 10. Mackay, D., Multimedia environmental models : the fugacity, 2nd ed., Lewis Publishers, pp. 45~46(2001).
 11. Priemer, D. A. and Diamond, M. L., "Application of the multimedia urban model to compare the fate of SOCs in an urban and forested watershed," *Environmental Science and Technology*, **36**, 1004~1013(2002).
 12. Cao, H., Tao, S., Xu, F., Coveney, R. M., Cao, J. J., Li, B., Liu, W., Wang, X., Hu, J., Shen, W., Qin, B., Sun, R., "Multimedia fate model for hexachlorocyclohexane in Tianjin, China," *Environmental Science and Technology*, **38**, 2126~2132(2004).
 13. Corwin, D. L. and Vaughan, P. J., "Modeling nonpoint source pollutants in the vadose zone with GIS," *Environmental Science and Technology*, **31**, 2157~2175(1997).
 14. Harbour, J. S., Microsoft visual basic game programming with directx, 1st ed., Premier Press, pp. 186~213 (2002).
 15. Press, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T., Flannery, B. P., Numerical recipes in C, the art of scientific computing, 2nd ed., Cambridge, pp. 117~119(1995).
 16. Gombosi, M., Zalik, B., "Point-in-polygon tests for geometric buffers," *Computers & Geosciences*, **31**, 1201~1212(2005).
 17. U.S. Environmental Protection Agency Home Page, <http://www.epa.gov>, July(1996).
 18. Kim, M. S., Joo, C. K., Lee, S.-M., Kim, P. J., and Yi, J., "Development of a priority substances list for integrated environmental management," *Korean Journal of Chemical Engineering*, **22**, 238~245(2005).