

비점오염원 모의에서 WebGIS의 활용에 관한 연구

A Study on the Application of WebGIS in the Nonpoint Source Modeling

김형준¹⁾ · 임승현²⁾ · 박성규³⁾ · 박정남⁴⁾

Kim, Hyung Jun · Lim, Seung-Hyeon · Park, Sung-Kyu · Park, Jeong-Nam

1. 서론

환경문제의 다양성 및 복잡성 때문에 많은 오염물질의 분석과 감지에 한계가 있어 하천수질오염의 관리 는 대단히 복잡해지고 있다. 하천수질오염의 관리를 위해, 여러 가지 수질관련 모델들을 활용한 각종 수질관 리에 대한 평가가 진행되고 있지만, 모델의 입력인자가 방대하고 많은 인자들이 지형공간정보를 기반으로 추 출되므로 효율적이고 정확한 인자의 산정에 많은 어려움이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 현재 관련 각종 수질모델과 지형공간정보체계(Geo-Spatial Information System: GIS)와의 연계가 활 발하게 진행되고 있다.

특히, 유역의 비점오염원은 공간적으로 분포하고 있어 공간정보를 효과적으로 처리, 분석 및 조작할 수 있는 GIS의 적용이 필요하며, 또한 많은 양의 환경정보를 정확하고 효과적으로 제공하고 홍보하기 위해서 는 기존 GIS에 Web의 장점을 결합한 WebGIS의 활용이 요구된다. 그러므로 본 연구에서는 기존 비점오 염원 모델과 WebGIS의 결합시에 발생하는 기술적인 문제점을 도출하고 이에 대해 해결책을 제시하고자 하 였으며 비점오염원관리 정보체계를 구축함으로써 비점오염의 효과적인 관리방안을 제시하고자 하는데 궁극 적인 목적이 있다.

본 연구는 전라북도 전주천-삼천유역을 대상지역으로 하였으며, 비점오염원 모델로는 AnnAGNPS 2.2 모델을 사용하였고 이를 Web상에서 구동하고 유역의 각종 환경관련 공간정보를 처리하기 위하여 Sun사의 자바를 주 개발도구로, GeoTools0.8.0을 보조 개발도구로써 활용하여 WebGIS환경에서 AnnAGNPS 2.2 모델의 입력파일 작성, 모의 결과처리 및 시각화를 위한 인터페이스를 개발하였다. 유역의 오염물질정보로서 TN 과 TP만을 고려하여 연구를 수행하였다.

2. WebGIS

WebGIS란 인터넷의 기술을 GIS와 접목하여, 지형공간정보의 입력, 수정, 조작, 분석, 출력 등 GIS 데이터와 서비스의 제공이 인터넷 환경에서 가능하도록 구축된 GIS를 말하는 것으로 지형공간정보와 관련 된 자료와 GIS를 통해 처리한 처리결과를 효율적으로 공유할 수 있는 수단으로 부각되고 있다.

Stand-Alone 방식의 GIS가 네트워크 상에서의 활용에 한계가 있었던 반면, WebGIS객체들은 운영체 제의 제약 없이 어떤 컴퓨터에서나 전달되어져 각 컴퓨터에서 실행된다. 이런 네트워크 지향 GIS시스템은 서버에 위치하며 Web의 이용자들은 GIS엔진으로 접속하여 클라이언트에서 필요한 애플릿, ActiveX 콘트 롤, 프러그인, 그리고 데이터 셋 등을 다운받아 Web을 통한 공간 자료에 대한 검색 및 분석이 가능하게 되 었다. 사용자들은 객체를 운용하여 Web 상에 나타난 결과를 획득하고 지역 컴퓨터가 객체에 대한 처리과정 을 수행하게 되면서 시스템의 부하가 감소하였고 시스템의 안정성도 향상되어 공간 자료의 시각화 및 관리 정보시스템으로서의 GIS역할의 폭이 더욱 넓어지게 되었다. WebGIS의 이러한 특징은 특정 전문가만 사용 하는 도구이던 GIS를 일반인들의 일상생활에 활용할 수 있는 도구로 변화시키고 있다.

표 1 과 표 2는 각각 WebGIS의 특징 및 WebGIS 구현방식별 분류와 장단점을 보여준다.

1) 전북대학교 대학원 토목공학과 석사과정(E-mail: dip2k@hanmail.net)
2) 전북대학교 부설 공학연구원 공업기술연구센터 연구원(E-mail: shlim0@shinbiro.com)
3) 조선대학교 토목공학과 겸임교수(E-mail: sudo11@unitel.co.kr)
4) 순천제일대학 토목과 부교수(E-mail: jnpark@sunchon.ac.kr)

표 1. WebGIS의 특징

특징	개요
클라이언트/서버 통합형태	하나의 어플리케이션을 클라이언트 및 서버 프로세스로 분리한 것이다.
메시지 기반	WebGIS는 대화형 시스템이며 Web은 하이퍼텍스트(Hypertext)기능을 통하여 원하는 정보를 연결할 수 있다.
데이터 분산 처리	WebGIS는 분산형 시스템이며 서버측에 자료를 접속하고 즉시 처리할 수 있는 장점이 있다.
동적인 시스템	실시간으로 접속이 가능하며 인공위성이미지나 교통의 통행량, 사고정보 등을 실시간으로 접속이 가능하다.
이기종간의 호환	WebGIS는 어떠한 종류의 시스템에도 접속이 가능한 호환성을 보유하고 있으며 상호 처리가 가능하다.
다양성	Web을 통하여 다양한 환경의 GIS데이터나 기능에 접근이 가능하다.
연결성	하이퍼미디어 링크를 통하여 서로 다른 지도끼리 접근이 가능하다.
위치의 투명성	클라이언트는 맵 서버의 위치확인 필요 없이 서비스를 요청할 수 있다.
서비스의 캡슐화	맵 서버에 대한 요청과 이를 요청하는 클라이언트의 관계에서 서로의 메시지 인터페이스에 변화가 없다면 맵 서버는 클라이언트에 상관없이 업그레이드할 수 있다.

표 2. WebGIS구현 방식에 의한 분류와 장단점

분류	장점	단점
CGI (서버 중심)	<ul style="list-style-type: none"> - 서버가 모든 기능을 수행 - 클라이언트에 걸리는 부하가 작음 - 기존의 GIS분석기능과 도구를 변경 없이 사용가능 - 클라이언트의 H/W와 OS에 무관하게 작동 	<ul style="list-style-type: none"> - 서버에 과중한 부하. - 클라이언트의 요구가 CGI를 통해 서버에 보내어지고 모든 결과는 CGI를 통해 클라이언트에 보내 짐. - 정적(Static)이미지 상호작용 제한.
Plug-in 또는 ActiveX Control (클라이언트 중심)	<ul style="list-style-type: none"> - 사용되지 않을 때에는 메모리 공간을 차지하지 않음 - 클라이언트의 자원을 최대한 활용 	<ul style="list-style-type: none"> - 플랫폼 의존적: 다양한 데이터 형식 및 각각의 H/W와 OS를 위해 별도의 Plug-In 필요 - 클라이언트에 저장공간이 필요
Java Applet (클라이언트 중심)	<ul style="list-style-type: none"> - 클라이언트 자원 활용 - 플랫폼 중립적 - 진보된 그래픽과 인터페이스 기능 - 파일 크기가 작아 효율적 전송 가능 - 보안우수 	<ul style="list-style-type: none"> - 분석결과를 클라이언트에 저장불가. - 초기 접속한 서버 이외의 네트워크 서버와 연결 제한 - 기능이 많아지고 복잡해지면 Java애플릿의 종류가 많아지고 크기가 커져서 전송에 부하가 발생

3. AnnAGNPS2.2모델

AnnAGNPS 2.2 모델은 미국 농무성의 농업연구소와 미네소타 환경보전국 및 토양보전국에서 공동으로 개발한 단일 강우사상에 대한 분포형 매개변수 모형이다. 처음에는 UNIX용으로 개발되었으나 현재는 IBM 호환 PC에서도 사용할 수 있도록 되어 있으며, 1987년에 개발된 이후로 계속 개선되어 현재 버전2.25까지 발표되었다. 이 모형의 주 적용대상은 경작지가 많은 유역으로 수 acre에서 5000 acre(200km²)정도 크기의 농업 유역에서 발생하는 유출량과 유출수의 수질 및 유수량 예측을 목적으로 개발되었으며, 격자 분할(cell division)의 개념을 사용하고 있다. 또한 AnnAGNPS 2.2 모델은 강우로 인하여 발생하는 유출을 정확히 계산하기 위해서라기보다는 유역의 관리측면에서 공간적 수문량 및 오염량의 변화를 파악하기 위해 적용되어 왔다.

4. 비점오염원 모델에의 WebGIS 적용

Web상에서 비점오염원정보 분석시스템을 구현하기 위한 주 개발 도구 Sun사의 차세대 언어인 자바를 사용하여 AnnAGNPS 2.2 모델 구동에 필요한 인자취득 및 모의결과 시각화를 위한 인터페이스를 설계하였으며 애플릿을 Web 문서에 이식(embedding)하는 방식을 이용하였다. 맵 컨트롤을 사용하기 위한 보조 개발도구로는 GeoTools0.8.0을 이용하였다. GeoTools0.8.0은 툴킷 방식으로 제공되는 라이브러리로서 OpenGIS협약을 따르며 소스가 공개 되었고 현재 인터넷상에서 프로젝트형식으로 발전 되어왔다. 그 외에도 강력한 성능과 편리함으로 인기를 끌고 있는 스크립트 언어인 PHP를 이용하여 AnnAGNPS 2.2 모의 결과와 MySQL데이터베이스의 연동을 구현하였다. 그림 1은 연구 흐름도로서 각 단계별 사용된 개발도구를 함께 보여주고 있으며, 그림 2는 구축된 시스템의 전체적인 구성을 보여준다.

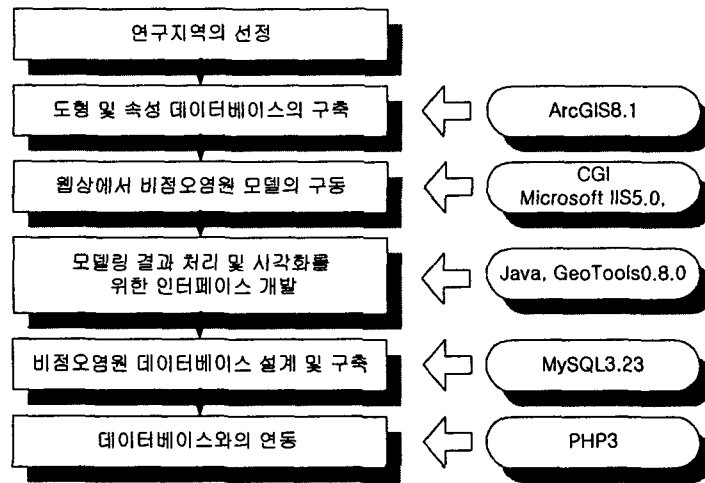


그림 1. 연구흐름도 및 사용된 개발 도구

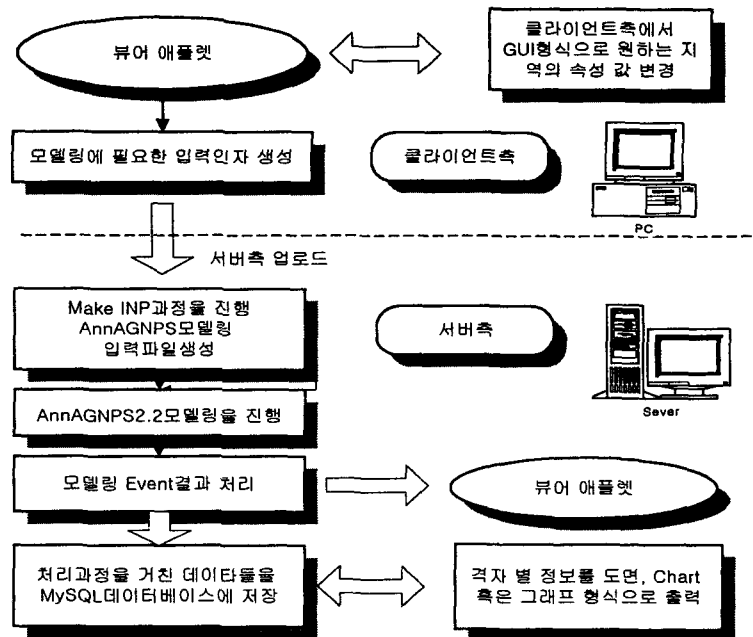


그림 2. 시스템 구성

1. 클라이언트측

자바 애플릿방식은 보안 메커니즘으로 인해 기본적으로 브라우저에서 GIS 자료 및 분석 결과를 로컬로 저장 할 수 없다. 본 연구에서는 클라이언트 측에서의 Policy 속성을 편집하여 자바 애플릿에 필요한 권한을 부여하여 필요한 GIS데이터 및 분석결과를 로컬로 저장할 수 있게 하였다.

또한 Web의 보안문제를 고려하여 새로 생성된 모델구동 파일은 직접 서버에 업로드되는 것이 아니라 먼저 클라이언트에 생성후 사용자가 업로드하는 방식을 선택하였다. 따라서 사용자가 직접 서버에 접근할 수 없으며, 단지 서버에서 권한을 가진 후 사용자는 새로운 파일을 업로드 할 수 있다.

2. 서버측

실제 AnnAGNPS 2.2 모의 과정에 사용되는 데이터는 MakeINP과정을 거쳐 생성된 모의표준 Run10000데이터와 기상데이터를 사용하여 이벤트 결과를 생성한다. 모의가 끝나면 자동적으로 모의에 걸린 시간과 종료 메시지가 생성되어 모델구동의 완료를 알려준다.

AnnAGNPS 2.2는 실행 후 이벤트파일을 생성하게 되는데 이 안에 있는 각 항목 데이터들은 날짜별로 생성된다. 질소와 인 항목은 각각 용존상태와 부유사에 부착된 양을 나타내고 있다. 결과처리과정은 AnnAGNPS 2.2 모델에서 생성된 이벤트결과에서 조회하고자 하는 지점의 유량, TN, TP등 결과들을 선택하여 ASCII형식의 그리드 파일로 각 셀에 대해 매트릭스를 구성하는 과정이다. 그리드파일 포맷은 다른 포맷과의 변환을 쉽게 하였으며, 실세계좌표를 가지고 쉽게 다른 데이터와의 변환을 가능하게 하였다.

처리된 데이터들은 바로 Sever측 각각의 테이블로 갱신된다. 서버측은 공개된 관계형 데이터베이스인 MySQL을 이용하여 수질모의 자료에 대한 데이터베이스를 구축하였으며 테이블 설계과정에서 항목 필드만 문자열을 주고 모의 결과가 수치로 표기되기 때문에 데이터 형식을 실수형으로 지정하였다. 아울러 각 데이터의 특성을 고려하여 필드 크기를 지정하였다. 속성데이터에 접근하기 위해서는 MySQL ODBC를 이용하였고 연결할 데이터 원본을 설정하기 위해 연결속성을 이용하여 코딩하였다. SQL질의를 이용하여 MySQL 데이터베이스에 접근함으로써 좀 더 쉽게 데이터베이스에 접근하였다.

5. WebGIS기반의 모의 결과 시각화

그림 3 및 그림 4는 각각 모의 결과 작성된 TN 및 TP의 오염분포도이다. TN의 오염부하량 분포는 그림 3에서와 같이 유역의 상류부분과 전주시의 도심부분에서는 유출량이 매우 낮고 농경지역이 상대적으로 많은 삼천천의 하류 및 전주천의 직할하천부분에서 오염유출량이 높음을 알 수 있다. 만경강 합류지점인 전

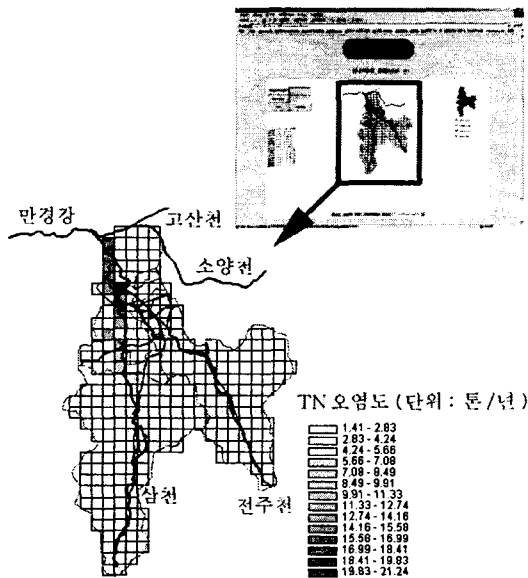


그림 3. TN 오염도

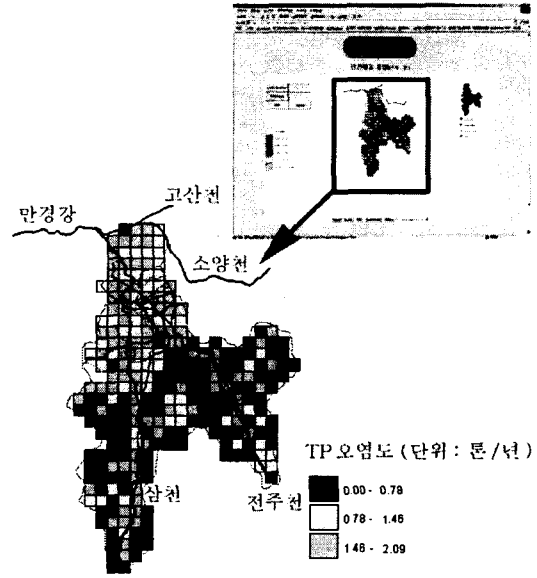


그림 4. TP 오염도

주천의 유출구에서는 약 20ton/yr가 유출되고 있다. TP의 유출량은 TN과는 전혀 다른 양상을 보이고 있다. 토지이용형태가 산림지인 경우는 대체적으로 유출량이 상대적으로 낮고, 토지이용 형태가 농경지가 많이 분포하고 있는 하천의 주변과 도심지의 경우에는 유역의 상류 및 하류에서 상대적으로 높은 유출량을 나타내고 있음을 알 수 있다. TP의 경우 유역의 유출구에서 약 2ton/yr가 유출되고 있음을 알 수 있다.

6. 결론

본 연구는 비점오염원 모의에 있어서의 WebGIS적용에 관한 연구로서 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, WebGIS 기반의 인터페이스를 개발하여 인터넷을 통한 실시간 데이터를 이용한 비점오염원모델의 구동 및 결과 처리가 가능하고 사용자 중심의 GUI를 구축함으로써 비전문가들의 모델에 관한 이해를 도울 수 있는 WebGIS를 구축하였다.

둘째, WebGIS환경에서 비점오염원 모의결과를 시각적으로 표현하여 오염현황 및 오염정도를 유역의 단위격자별로 비교하게 함으로써 비점오염원의 원인지역을 효율적으로 파악할 수 있었다.

셋째, 기존 상용 WebGIS 프로그램에서 문제시되었던 로컬영역에서 서버영역의 공간정보의 저장에 관련한 문제점을 해결하여 사용자가 직접 토지이용 형태를 변경하여 모의를 수행 할 수 있게 함으로써 토지이용 변화에 따른 비점오염 유출의 특성을 쉽게 이해할 수 있게 하였다.

끝으로, 본 연구에서 구축한 비점오염원정보 분석체계를 자연환경, 대기, 소음, 진동, 폐기물 등 다양한 환경분야에 적용한다면 더욱 통합적인 WebGIS 기반의 환경정보체계를 수립할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 문진용, 구용완, "IGIS: 웹 상에서의 인터넷 지리 정보 시스템", 한국지형공간정보학회논문집, 제8권 제1호, pp.43-49, 2000.
2. 강인준, 이준석, 최철웅, "WWW의 GIS에 있어서 JAVA 활용기법", 한국지형공간정보학회논문집, 제4권 제1호, pp.17-21, 1996.
3. Kostas Karatzas, Nicolas Moussiopoulos, "Web-based tools for environmental management", "Environment Management and Health, Vol.12, No.4, pp.356-363, 2001.
4. Carver, S., Blacke, M., Turton, I., Duke-Williams, O., "Environment decision-making over the WWW : improving public access to spatial data and decision support tools. Proceeding of 1st International Conference on Geocomputation.", Leeds, UK.17-19 Sept. Vol.1, pp.108, 1996.
5. Maiellaro, N., "WebGIS for wide-area ecological planning. Proceeding of Information and Communication Technology as the Engine of National Development", Milan, Italy, pp.239-345, 2000.
6. R. Kingston, S. Carver, A. Evans, I. Turton, "Web-based public participation geographical information systems: an aid to local environmental decision-making", Computers, Environment and Urban Systems, Vol.24, pp.109-125, 2000.
7. 한국전산원, "Internet GIS의 데이터 공유 표준 연구", 1998.