

GIS 기반 대체 에너지 관리시스템 설계

정영진*, 황재홍*, 안윤애*, 김광득**, 류근호*

*충북대학교 전자계산학과

**한국 에너지 기술 연구원

{yijeong, hwangjh, yeahn, khryu}@dblchlab.chungbuk.ac.kr

**kdkim@kier.re.kr

Design of GIS based Renewable Energy Management System

Young Jin Jung*, Jae Hong Hwang*, Yun Ae Ahn*,

Kwang Deuk Kim**, Keun Ho Ryu*

*Dept of Computer Science, Chungbuk National University

**Information & Computer Team Technical Transfer Dept.

Korea Institute of Energy Research

요약

화석 연료의 환경오염, 지구온난화현상 그리고 70년대 발생했던 두 차례의 오일 쇼크 등으로 대체 에너지에 대한 중요성은 날로 커지고 있다. 이에 따라 최근에는 무한정 에너지를 얻을 수 있는 태양에너지에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 현재 사용되는 대체 에너지 관련 데이터베이스 시스템은 데이터의 이력, 공간 데이터 그리고 데이터가 갖는 속성 데이터 등을 동시에 처리할 수 있는 능력이 부족하다. 따라서 이 논문에서는 전국 20개 도시에 대한 엑셀 파일 포맷의 대체 에너지 관련 데이터를 효과적으로 분석하여 데이터베이스를 설계한다. 또한 GIS 도구를 활용하여 인터넷으로 보여줌으로써 사용자는 쉽게 웹 브라우저를 통하여 지도 서비스와 함께 대체 에너지 데이터를 분석할 수 있다.

1. 서론

현대 사회는 첨단 과학의 발달과 경제 규모의 팽창에 따라 급격한 에너지 수요의 증대를 초래하였다. 그리고, 현재 사용 중인 에너지의 대부분을 차지하고 있는 석유를 비롯한 화석 에너지의 보유량은 지역적으로 편중되어 있을 뿐만 아니라 언젠가는 고갈될 수밖에 없는 한계성을 지니고 있다[1]. 특히, 화석 연료의 연소 과정에서 발생되는 각종 유독성 기체는 환경의 직접적인 오염뿐만 아니라 지구 온난화 현상 등의 심각한 공해 문제를 야기하고 있다. 이러한 문제점은 70년대 두 차례의 석유 파동을 겪으면서 더욱 극명하게 화석 에너지를 대체할 수 있는 새로운 무공해 에너지에 대한 개발의 필요성이 대두되었다. 이에 따라 최근에는 무한정 에너지를

얻을 수 있는 태양에너지에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 현재, 일반적으로 대체 에너지와 관련되어 사용되는 데이터베이스 시스템은 데이터의 이력과 공간 데이터 그리고 데이터가 갖는 속성 데이터 등을 동시에 의 처리할 수 있는 능력이 부족하기 때문에, 여러 가지 대체 에너지 측정값을 쉽게 분석하기 어려운 문제점이 있다.

따라서, 이 논문에서는 이러한 대체 에너지 관련 데이터를 효과적으로 분석하기 위해 전국 20개 도시의 대체 에너지 관련 데이터를 GIS 도구를 활용하여 인터넷으로 보여줌으로써 사용자는 웹 브라우저를 통해 쉽게 대체 에너지 데이터를 분석할 수 있다.

이 논문에서 사용한 수평면 전 일사량, 바람, 습

도, 운량 등과 같은 대체 에너지 데이터들은 전국 20개 도시 지역의 관측 점에서 약 15년 동안 측정된 값들이다. 그리고, 이러한 데이터를 GIS 데이터베이스에 입력한 후, 각 주제에 따른 등고선도(Contour map) 및 도표를 웹으로 출력하여 공간에 따른 대체 에너지 데이터를 인터넷에서 쉽게 살펴 볼 수 있도록 한다.

2. 관련 연구

환경 문제와 더불어 대체 에너지에 대한 연구의 중요성이 날로 높아지고 있다. 이 장에서는 기존의 대체 에너지 연구 서비스에 대해 살펴본다.

① Atmospheric Radiation Measurement[2]

지구의 복사 에너지 균형에서 General Circulation Model(GCM)의 매개 변수를 테스트하고 그들의 효과를 증진시키는 것이 목적이다. Aircraft Data, Forecast Models, Satellite Data, 등과 같이 여러 분야의 데이터를 측정하여 실험한다.

② Solar Radiation Research Laboratory[3]

NREL(National Renewable Energy Laboratory)에 대해 대체 자원 기후학을 발달시키고, 대체 에너지 변환 기술을 지원하는 면에서 측정과 관련된 연구 및 발달을 이끄는 것을 목적으로 한다.

모든 하늘의 상태를 Sky CAM의 속사(Snapshot)로 나타내 주고, 풍속, 온도 등의 각각의 대체 에너지를 다음과 같이 그래프로 나타내어 준다.

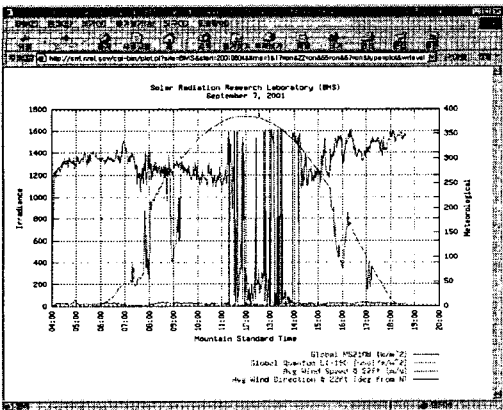


그림 1은 SRRL 사이트에서는 각각의 대체 에너지에 대한 그래프를 지원함으로써 쉽게 각 측정값을 살펴 볼 수 있다.

이와 같이 국외는 대체 에너지에 대한 연구가 항

공기 측정 및 위성 데이터까지 이용해서 활발히 진행되는 반면에 국내에서는 각각의 대체 에너지를 시각화하는 연구가 부족한 실정이다. 그래서 이 연구에서는 대체 에너지를 시각화하여 각 측정값을 쉽게 관찰하는데 초점을 맞췄다.

3. GIS 기반 대체 에너지 데이터 관리 시스템 설계

이 논문에서 설계한 GIS 기반 대체 에너지 관리 시스템은 Client/Server 환경으로 구성된다. Server는 GIS 데이터베이스, 공간 객체 관리기, 대체 에너지 데이터 관리기, 대체 에너지 데이터 질의 처리기, Web GIS server로 구성된다. Client는 웹 브라우저를 사용하여 Web GIS server로부터 대체 에너지 데이터를 가져온다.

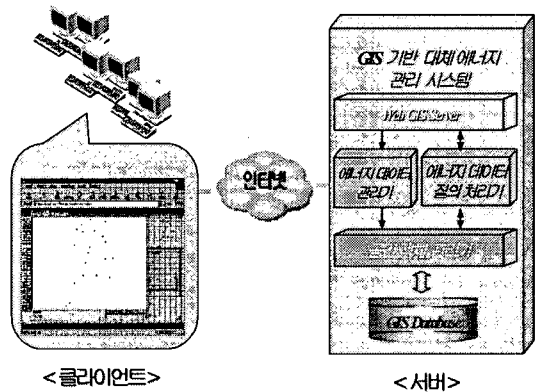


그림 2는 GIS 기반 대체 에너지 관리 시스템의 전체적인 구조를 나타낸 것이다. 인터넷이나 GIS 도구를 통해 입력받은 일사량 등의 에너지 데이터를 공간 객체 관리기를 통해 GIS 데이터베이스에 저장한다. 그리고 에너지 데이터 질의 처리기는 웹을 통해 들어온 사용자 질의를 처리하기 위해 GIS 데이터베이스를 검색하고 Web GIS server를 통해 질의 결과를 사용자에게 제공한다.

3.1 데이터베이스 스키마

GIS 데이터베이스는 각각의 대체 에너지 데이터를 저장하는 sun, out_space, clean_ilsa, slope 테이블로 구성된다. 이와 같은 테이블 구조는 제공된 대체 에너지 데이터의 도메인이 각각 다르기 때문에 다음과 같이 분류한다.

| 테이블 이름 | 저장하는 대체 에너지 데이터 |
|------------|---|
| sun | 수평면 전 일사량, 일조율, 운량, 일사율, 청명 일수, 기온, 상대 습도, 바람 |
| out_space | 대기권 밖 일사량 |
| clean_ilsa | 청명 일사량, 전 일사량 성분 |
| slope | 방위별 경사면 일사량 |

표 1은 각각의 대체 에너지 데이터를 저장하는 테이블의 종류이다. 각 테이블은 대체 에너지 데이터의 도메인이 공통된 것을 같이 모아서 만든 것이다.

① sun table

sun table은 수평면 전 일사량, 일조율, 운량, 일사율, 청명 일수, 기온, 상대 습도, 바람에 대한 데이터를 저장한다.

| | year | month | location | ilsa | ilcho rate | cloud | ilsa rate | clear day | tem | humidity | wind |
|------|----------|----------|-------------|-----------------------|------------|-------|-----------|-----------|-------|----------|--------|
| 측정 | 년 | 월 | 지역 | 수평면 전일사량 | 일조율 | 운량 | 일사율 | 청명 일수 | 기온 | 상대 습도 | 바람 |
| 단위 | 년 | 월 | 지역명 | kcal / m ² | 0.1% | 1/10 | % | day | 0.1°C | 1 % | 0.1m/s |
| type | int | int | varchar(20) | int | int | int | int | int | float | int | int |
| 비고 | not null | not null | not null | | | | | | | | |

표 2는 sub table의 구조를 나타낸 것이다. 각 대체 에너지 데이터는 표4와 같이 해당 단위에 맞게 저장된다.

| year | month | location | ilsa | ilcho rate | cloud | ilsa rate | clear day | tem | humidity | wind |
|------|-------|-------------|------|------------|-------|-----------|-----------|-----|----------|------|
| 1996 | 1 | CIJUN CIION | 1978 | 612 | 36 | 65 | 14 | -47 | 69 | 13 |
| 1997 | 1 | CIJUN CIION | 1851 | 495 | 38 | 63 | 14 | -58 | 75 | 13 |
| 1998 | 1 | CIJUN CIION | 1785 | 506 | 47 | 66 | 11 | -28 | 72 | 18 |

표 3은 sun table에 저장된 수평면 전 일사량, 일조율, 운량, 등에 대한 춘천 지역의 대체 에너지 데이터를 보여준다.

② out_space table

out_space table은 대기권 밖 일사량을 저장한다.

| | month | day | location | o_ilsa |
|------|----------|----------|-------------|-----------------------|
| 측정 | 월 | 일 | 지역 | 대기권 밖 일사량 |
| 단위 | 월 | 일 | 지역명 | kcal / m ² |
| type | int | int | varchar(20) | int |
| 비고 | not null | not null | not null | |

표 4는 out_space table의 구조를 나타낸 것이다.

③ clean_ilsa table

clean_ilsa table은 청명 일사량 및 전 일사량 성분을 저장한다.

| | month | clock | location | clear_ilsa | ilsa_element | | | |
|------|----------|----------|-------------|-----------------------|-----------------------|----------|---------|----|
| 측정 | 월 | 시간 | 지역 | 청명 일사량 | 전 일사량 성분 | | | |
| | | | | | RD | DIFF USE | DIRE CT | RT |
| 단위 | 월 | 월 | 지역명 | kcal / m ² | kcal / m ² | | | |
| type | int | int | varchar(20) | int | float | | | |
| 비고 | not null | not null | not null | | | | | |

표 5는 clean_ilsa table의 구조를 나타낸 것이다.

④ slope table

slope table은 방위별 경사면 일사량을 저장한다.

| | month | angle | location | direction | slope_ilsa |
|------|----------|----------|-------------|-----------|-----------------------|
| 측정 | 월 | 각도 | 지역 | 방향 | 경사면 일사량 |
| 단위 | 월 | | 지역명 | 방위 | kcal / m ² |
| type | int | int | varchar(20) | int | int |
| 비고 | not null | not null | not null | | |

표 6은 slope table의 구조를 나타낸다.

3.2 대체 에너지 관리기 및 질의 처리기

대체 에너지 관리기는 인터넷이나 GIS 도구를 활용하여 입력받은 데이터를 공간 객체 관리를 통해 GIS 데이터베이스로 저장하고 수정 및 삭제한다.

질의 처리기는 Web GIS server로부터 들어오는 사용자 질의에 답하기 위해 GIS 데이터베이스를 검색하고 그 결과를 웹 서버로 반환한다.

3.3 인터페이스 설계

이 논문에서 설계한 GIS 기반 대체 에너지 관리 시스템의 메뉴는 다음과 같다.

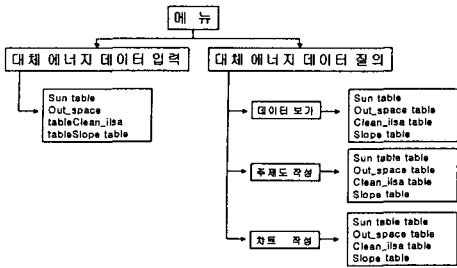


그림 3은 GIS 기반 대체 에너지 관리 시스템의 메뉴이다. 데이터 입력 및 질의는 각 테이블에 저장되어 있는 정보에 따라 입력 및 질의 할 수 있다.

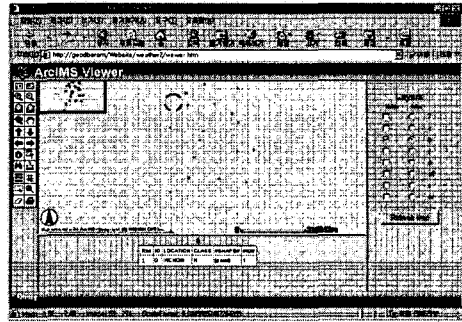


그림 4는 ArcIMS를 통해 20개의 도시 데이터를 인터넷으로 보여준 화면으로 ‘인천’ 지역을 질의한 화면이다. 점선 원은 질의 결과인 인천 지역을 나타낸다. 앞으로 수평면 일사량, 풍속 등의 대체 에너지 데이터에 따른 등고선도 및 도표를 서비스할 예정이다.

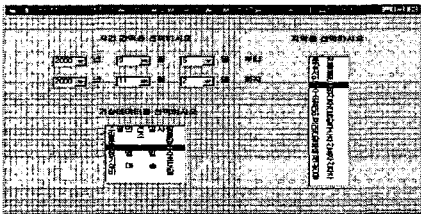


그림 4는 데이터 질의 메뉴 중 데이터 보기(sun table)에 대해 설계한 인터페이스이다. 각 테이블에 저장된 정보의 도메인이 다르기 때문에, 같은 질의라도 테이블에 따라 인터페이스가 조금씩 다르다.

4. 질의 및 결과 예시

이 논문에서 설계한 GIS 기반 대체 에너지 관리 시스템은 GIS 도구인 ArcView GIS 3.2[4]와 ArcIMS 3.1(Internet Map Server)을 사용하여 구현 중이다.

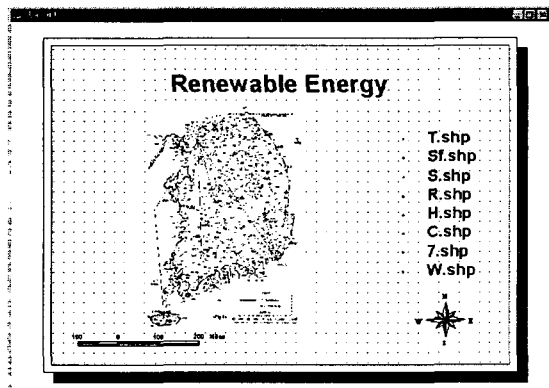


그림 3은 ArcView에서 20개의 도시에 대한 Layout를 나타낸 것이다. 각 Theme은 청명 일수, 습도, 일사량, 등의 대체 에너지 데이터를 나타낸다.

5. 결론

이 논문에서는 최근 활발한 연구가 이루어지는 각종 과학적 데이터에 대한 시각화(Visualization) 기술을 환경 문제와 함께 관심이 높아지고 있는 대체 에너지 데이터에 사용하여, 수평면 일사량, 풍속, 습도 등의 데이터를 웹 서버를 통해 인터넷으로 제공하는 데 초점을 맞췄다.

이 논문은 전국 20개 도시의 대체 에너지 데이터에 대한 시공간 데이터베이스 구축 및 GIS를 이용한 각종 정보를 차트, 뷰, 테이블 등의 여러 가지 형태로 표현하기 위해 IMS(Internet Map Server)를 통한 지도 서비스를 목적으로 GIS 기반 대체 에너지 관리 시스템을 설계하였으며, 향후 전체 시스템을 구축하여 웹으로 서비스할 예정이다.

참고문헌

[1] 이태규, 조덕기, 전명석, 주현규, 이순명, 전일수, “국내 일사량 분석·평가 및 데이터 표준화 연구”, 산업자원부, pp.1~3, 1999, 12, 31
 [2] Atmospheric Radiation Measurement, <http://www.arm.gov/>
 [3] Solar Radiation Research Laboratory, <http://srrl.nrel.gov/bms/>
 [4] ArcView, <http://www.esri.com/software/arcview/index.html>
 [5] ArcIMS, <http://www.esri.com/software/arcims/index.html>