

대체에너지원 이력 데이터 관리 시스템 설계

오 인 배[†]·안 윤 애^{††}·김 원 태^{†††}·류 근 호^{††††}·김 광 득^{†††††}

요 약

최근 환경 오염 및 자원 고갈 등의 이유로 대체에너지원은 미래의 에너지원으로 중요한 역할을 하고 있다. 국외에서는 대체에너지원에 관련된 정보 시스템의 개발 및 보급이 활발히 추진되고 있다. 그러나 국내에서는 대체에너지원 데이터의 효율적인 이력 관리 및 웹을 통한 검색 서비스가 제공되지 않고 있다. 따라서 이 논문에서는 대체에너지원 데이터의 방대한 이력 정보를 체계적으로 저장 및 관리하기 위한 대체에너지원 이력 데이터 관리 시스템을 제안한다. 이 시스템은 외부 관측 시스템으로부터 대체에너지원 데이터를 수집하여 이력 데이터베이스에 저장한다. 저장된 정보는 이력 질의 처리를 통해 검색되고 테이블, 그래프, 차트, 등고선 등의 다양한 형태로 인터넷을 통해 제공된다. 특히, 제안 시스템은 실시간으로 이력 데이터를 관리하므로 사용자는 웹 인터페이스를 통해 항상 최신의 정보를 제공받을 수 있는 특징을 갖는다.

Design of a History Data Management System for the Renewable Energy Resources

In Bae Oh[†]·Yoon Ae Ahn^{††}·Won Tae Kim^{†††}·Keun Ho Ryu^{††††}·Kwang Deuk Kim^{†††††}

ABSTRACT

Recently, the renewable energy resources play an important role as an energy resources of future due to an environmental pollution and lack of resources and so on. The development and diffusion of information systems related to renewable energy resources have been driven actively abroad. However, at domestic an efficient history management for the renewable energy resources, which stores and manages vast history information of renewable energy resource data systematically. This system collects renewable energy resource data in the outside observation system and stores them in the history database. The stored information is retrieved through the history query process and can be provided in various forms - table, graph, chart and counter line, etc. - on the internet. Especially, the proposed system manages the history data in real-time so the latest information is always provided to the users through the web interface.

키워드 : 대체에너지원 정보 시스템(Renewable Energy Resource Information System), 이력 데이터베이스(History Database), 데이터 변환기(Data Transfer Manager), 대체에너지원 이력 데이터 관리(Renewable Energy Resource History Data Management)

1. 서 론

최근 국제 유가의 상승과 기후 변화 협약 등 국내외적 요인으로 대체에너지의 중요성이 높아지면서 더욱 더 관심이 커지고 있다. 이와 같은 이유로 태양 에너지, 풍력, 소수력, 바이오매스, 지열, 해양 에너지, 폐기물 에너지 등과 같은 대체에너지원(renewable energy resources)은 미래의 에너지원에 대한 대응 방안으로서 중요한 역할을 하고 있다. 이러한 대체에너지원 데이터는 시간에 따라 그 측정 값이 시시각각으로 변경되는 특징을 갖고 있으며, 다양한 공간

적인 주변 환경 요소와 밀접하게 관련되기 때문에 실세계에서 시간 및 공간의 변화에 따라 발생하는 원시 데이터의 양이 상당히 방대하다[10, 16]. 이와 같은 특징을 고려해 볼 때 대체에너지원 데이터는 시공간(spatiotemporal) 데이터로 분류할 수 있으며[8, 9, 17], 대체에너지원 데이터의 방대한 이력 정보(history information)를 공간 속성과 함께 효율적으로 저장 및 관리할 수 있는 대체에너지원 이력 데이터베이스의 구축과 웹을 통해 서비스를 제공하는 연구 개발이 필요하다.

지금까지 국외에서는 대체에너지원 관련 정보 시스템의 개발 및 보급이 활발히 추진되고 있으며, 이에 대한 정보를 인터넷으로 서비스하기 위해 많은 노력을 하고 있다[1, 3, 5]. 그러나, 아직 국내에서는 대체에너지원 데이터의 관리를 위한 데이터베이스 및 이력 관리를 체계적으로 지원하는 시스템 개발은 초보적 수준에 머무르고 있다. 특히, 기상

* 이 연구는 한국에너지 기술연구원의 연구비와 한국과학재단 RRC(청주대 ICRC)의 연구비 지원으로 수행되었음.
[†] 정 회 원 : 주성대학 인터넷가상원실학과 교수
^{††} 정 회 원 : 청주과학대학 컴퓨터학과 교수
^{†††} 준 회 원 : 충북대학교 대학원 전자계산학과
^{††††} 종신회원 : 충북대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 교수
^{†††††} 정 회 원 : 한국에너지기술연구원 책임기술원
 논문접수 : 2003년 6월 30일, 심사완료 : 2003년 11월 27일

정보 시스템이나 국토 관리 시스템과 같이 GIS를 기반으로 하는 시스템들은 현재 데이터베이스를 구축하여 활용 단계에 있지만 이력 데이터 관리를 위해 다양한 연산 및 질의 처리를 제공하지 않고 있으며, 자동으로 데이터를 처리하지도 못하고 있는 실정이다[14, 15, 18].

따라서 이 논문에서는 국내 20개 도시에서 측정된 일사량 데이터와 33곳의 지역에서 측정된 풍력 데이터를 체계적으로 저장 및 관리하기 위한 대체에너지원 이력 데이터 관리 시스템을 설계한다. 제안 시스템은 데이터 변환기, 이력 데이터베이스, 이력 데이터 질의 처리기, 공간 객체 관리기, 웹 GIS 서버, 웹 인터페이스로 구성된다. 데이터 변환기는 외부의 데이터 관측 시스템으로부터 일정한 주기마다 대체에너지원 데이터를 수신하여 이력 데이터베이스에 저장한다. 이력 데이터 질의 처리기는 이력 데이터베이스에 저장된 데이터의 검색 및 연산을 처리한다. 공간 객체 관리기는 GIS 도구를 활용해 지도 및 공간 정보를 저장 및 관리하고, 웹 GIS 서버는 웹 인터페이스를 통해 자동으로 수집된 대체에너지원 정보를 조회할 수 있다. 아울러 제안 시스템은 외부 관측 시스템으로부터 대체에너지원 데이터를 자동으로 수집 및 관리하므로 웹 인터페이스를 통해 사용자는 항상 최신의 변화된 정보를 조회할 수 있는 특징을 갖는다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저, 2장에서는 기존의 대체에너지원 정보 관리 시스템을 살펴보고, 3장에서는 대체에너지원 데이터를 효율적으로 관리하기 위한 시스템을 설계한다. 4장에서는 시스템의 구현 내용과 웹 인터페이스를 통한 데이터 검색 서비스를 제시하며, 5장에서는 제안 시스템의 특성을 분석한다. 마지막으로 6장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 관련 연구

현재까지 대표적인 연구 사례로 스위스, 미국, 캐나다 등에서 개발 및 보급된 대체에너지원 정보 관리 시스템의 연구에 대하여 살펴본다. BSRN(Baseline Surface Radiation Network)[4-6]은 WCRP(World Climate Research Program) 및 다른 과학 프로그램의 연구 프로젝트를 지원하기 위한 새로운 복사계 네트워크(Radiometric Network)이다. 현재 가동 중인 18곳의 관측소들은 복사열에 대한 기본적인 측정은 물론 다른 종류의 복사 에너지 값도 측정한다. 이와 같이 측정된 자료들은 BSRN 데이터베이스에 저장된다. 특히, 웹 인터페이스를 통한 BSRN 자료 검색 소프트웨어는 인터넷을 통해 복사열 자료에 대한 일반 검색이 가능하다.

FSEC(Florida Solar Energy Center)[3]는 기상 관련 연구 활동을 위한 자료를 수집하고 있으며, 수집된 자료는 자동으로 처리되어 EDBMS에 저장된다. EDBMS는 자동으

로 에너지 데이터를 관리하고 그 품질을 보장하는 시스템으로 현재 웹 서비스를 통해 EDBMS에 저장된 테이블 형태의 데이터 검색 및 보고서 형태의 검색이 가능하다.

NREL(National Renewable Energy Laboratory)[1]은 재생 에너지를 조사하고, 새로운 에너지 기술을 연구하여 환경과 경제에 도움을 주기 위한 연구개발을 진행하고 있다. 또한, 재생 에너지와 에너지 효율을 높이는 기술을 개발하고 있으며, 국가의 에너지와 환경 관련 분야를 연구하고 있다. RReDC(Renewable Resource Data Center)[2]는 미국의 재생에너지 연구소의 각종 출판물과 에너지원 데이터를 지도 형태로 제공하고 있다. 특히, 미국 내의 여러 가지 재생 에너지원에 관한 정보를 체계적으로 제공하고 있으며, 재생 에너지 관련 용어사전도 웹으로 제공하고 있다. 사용자는 특정 데이터에 대한 텍스트 정보를 조회하고 이를 파일로 저장할 수도 있다.

CEDRL(CANMET Energy Diversification Research Laboratory)[7]은 세계적으로 여러 가지 유형의 재생에너지 기술을 위한 에너지 생산 및 온실 효과를 발생시키는 가스 방출을 감소시킬 수 있는 표준화되고 완전한 재생에너지 분석 프로그램을 개발하였다. 검색 결과는 엑셀 형태로 제공되지만 실제 사용자가 원하는 형태로 데이터가 분석되거나 재 계산하는 기능은 제공하지 않고 있다.

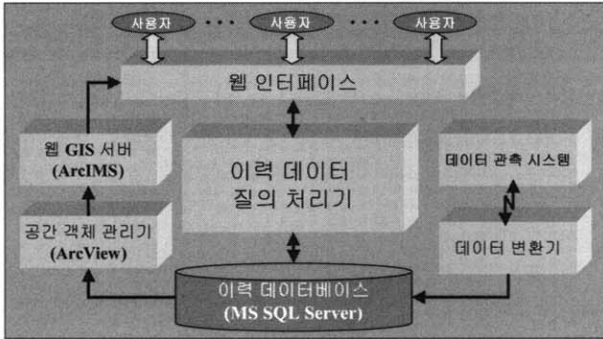
SOLMET(SOLar METrology)[14, 15, 18]은 국내 20개 도시에서 측정된 일사량 에너지 데이터를 저장 및 관리하고, 웹 GIS를 이용하여 인터넷으로 서비스할 수 있는 데이터 관리 시스템이다. 이 시스템은 일사량 에너지 데이터베이스를 관리하고, 저장 데이터의 검색 및 질의 결과를 텍스트, 그래프, 차트, 등고선 등의 다양한 형태로 제공한다. 그러나, 자동으로 데이터베이스를 관리하지 못하고 있으며, 웹 인터페이스를 통한 데이터 검색 서비스도 지원하지 않는다.

지금까지 살펴본 기존의 관련 연구들은 미래의 에너지원에 대한 대응 방안으로 태양 에너지, 풍력, 소수력, 바이오매스, 지열 등과 같은 대체에너지원의 축적된 정보를 인터넷으로 서비스하고 있다. 그러나 시간에 따라 시시각각으로 변경되는 대체에너지원 데이터의 이력 정보에 대한 효율적인 관리가 이루어지지 않고 있다. 따라서 이 논문에서는 자동으로 대체에너지 데이터의 이력 정보를 체계적으로 저장 및 관리하기 위한 대체에너지원 이력 데이터 관리 시스템을 설계한다.

3. 대체에너지원 이력 데이터 관리 시스템 설계

대체에너지원 이력 데이터 관리 시스템은 태양 에너지, 풍력, 소수력, 바이오매스 등의 대체에너지원 데이터를 외부의 관측 시스템으로부터 주기적으로 수신 받아 이를 이력 데이터베이스 형태로 저장 및 관리한다. 또한 축적된 정

보는 웹 인터페이스를 통해 서비스한다. 대체에너지원 이력 데이터 관리 시스템은 데이터 변환기, 이력 데이터베이스, 이력 데이터 질의 처리기, 공간 객체 관리기, 웹 GIS 서버, 웹 인터페이스와 같이 6가지 기능으로 구성되며, (그림 1)과 같은 구조를 갖는다.



(그림 1) 대체에너지원 이력 데이터 관리 시스템 구조

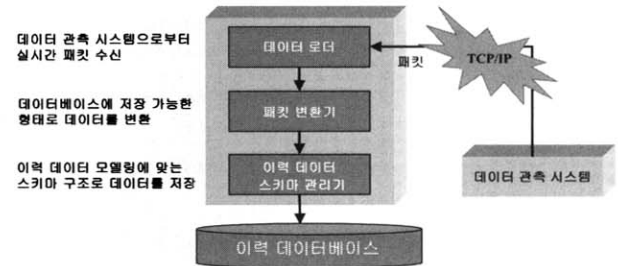
(그림 1)에서 제시한 대체에너지원 이력 데이터 관리 시스템은 대체에너지원 데이터를 자동으로 외부의 데이터 관측 시스템으로부터 수신 받아 이력 데이터베이스에 저장하고, 구축된 이력 데이터베이스의 정보를 웹상에서 다양한 형태로 사용자에게 제공하는 기능을 갖는다. 제안된 시스템의 각 구성 요소별 기능을 살펴보면 다음과 같다.

데이터 변환기(data transfer processor)는 외부의 데이터 관측 시스템으로부터 일정한 시간 주기마다 대체에너지원 데이터를 전송 받는다. 이때 데이터 전송은 TCP/IP 상에서 패킷 형태로 이루어지며, 관측 시스템으로부터 수신 받은 측정 데이터 패킷을 변환하여 이력 데이터베이스에 저장한다. **이력 데이터베이스(history database)**는 대체에너지원 데이터들에 대한 이력 정보들이 저장되며, 자동으로 데이터를 제공 받아 정보를 축적한다. **이력 데이터 질의 처리기(history data query processor)**는 이력 데이터베이스에 저장된 대체에너지원의 이력 데이터를 검색하기 위한 연산을 처리하며, 사용자가 SQL 형태의 이력 데이터 질의문을 입력하면 연산 실행 과정을 거친 후 실행 결과를 반환한다. **공간 객체 관리기(spatial object manager)**는 이력 데이터베이스에 저장된 데이터를 공간 객체 관리 시스템을 활용하여 저장 및 관리한다. **웹 GIS 서버(web GIS server)**는 공간 객체 관리기에 구축된 이력 데이터를 웹에서 GIS 형태로 확인할 수 있도록 한다. 사용된 웹 GIS 서버는 ArcView로 구축된 응용 시스템의 웹 서비스를 지원하는 ArcIMS를 사용하였다. **웹 인터페이스(web interface)**는 이력 데이터베이스에 저장된 정보를 웹에서 사용자가 직접 검색할 수 있도록 웹 사용자 인터페이스를 제공한다. 특히, 이력 데이터 처리기에서 실행된 결과를 단순히 테이블(텍스트) 형태로만 제시하지 않고 그래프, 차트, 등고선, 지도정보 서비스 등과

같은 다양한 시각화 기능을 통해 보다 효율적인 검색 서비스를 제공한다.

3.1 데이터 변환기

데이터 변환기는 외부의 데이터 관측 시스템으로부터 일정한 시간의 주기마다 대체에너지원 관련 측정 데이터를 제공 받고, 이 정보들을 이력 데이터베이스에 저장하는 기능을 갖는다. 데이터 변환기의 구조는 (그림 2)와 같다.



(그림 2) 데이터 변환기

데이터 변환기에서는 데이터 수신을 위해 Java의 네트워크 프로그래밍 중 연결지향적인 TCP 프로토콜을 이용하는 방식을 사용하며, 소켓을 이용하여 서버/클라이언트 형태로 설계한다. 클라이언트 소켓을 이용한 데이터 로터의 패킷 정보 수신 과정은 (알고리즘 1)과 같다.

Algorithm DataLoader(ServerIp)

```

Input : ServerIp(대체에너지 이력 데이터 제공 서버)
Output : LoadPacket(수신된 데이터 패킷 배열)
Begin
    socket ← new Socket(ServerIp, 포트번호);
    //ServerIp와 포트번호를 이용하여 클라이언트 소켓 생성
    byte[] LoadPacket ← new byte[32]; //바이트 형의 배열 선언
    in ← new BufferedInputStream(socket.getInputStream());
    // 소켓으로 들어온 입력 스트림을 한 바이트씩 버퍼로 읽어 들임
    For i = 0, 31
        ReadOneByte = (byte) in.read();
        // BufferedInputStream으로부터 한 바이트의 데이터를 읽어 옴
        LoadPacket[i] = ReadOneByte;
    End For
    Return LoadPacket; //수신된 위치 정보 패킷 배열 반환
End
    
```

(알고리즘 1) 클라이언트 소켓을 이용한 패킷 정보 수신

(알고리즘 1)의 *DataLoader*는 데이터 관측 시스템의 URL을 입력 값으로 받은 후, 수신된 데이터의 패킷 배열을 출력 값으로 제공한다. 입력된 서버의 주소와 시스템에서 정의한 포트 번호를 이용하여 클라이언트 소켓을 생성하여 서버와 연결한다. 연결된 서버로부터 특정한 시간의 주기마다

다 패킷 정보를 소켓으로 넘겨받는다. 소켓으로 들어온 입력 스트림은 순서대로 버퍼에 저장되며, 버퍼로부터 읽어 들인 정보는 *LoadPacket*에 저장되어 출력된다. 출력된 *LoadPacket*은 패킷 변환기를 통해 데이터베이스에 저장 가능한 형태로 변환된다. 패킷 변환 과정은 (알고리즘 2)와 같다.

```

Algorithm PacketTranslator(LoadPacket)
Input : LoadPacket(바이트 형태로 구성된 패킷 데이터 배열)
Output : ParsedPacket(데이터베이스에 저장 가능한 형태로 변환된 패킷 정보)

Begin
  sid ← ((LoadPacket[4] × 255 + LoadPacket[5]) × 255
    + LoadPacket[6]) × 255 + LoadPacket[7];
  // 공간 객체 식별자 추출 및 변환
  rid ← ((LoadPacket[8] × 255 + LoadPacket[9]) × 255
    + LoadPacket[10]) × 255 + LoadPacket[11];
  // 지역 식별자 추출 및 변환
  ts ← " " + LoadPacket[16] + "-" + LoadPacket[17] + "-"
    + LoadPacket[18];
  // 유효 시간의 시작 시점(년-월-일) 추출 및 변환
  te ← " " + LoadPacket[19] + "-" + LoadPacket[20] + "-"
    + LoadPacket[21];
  // 유효 시간의 종료 시점(년-월-일) 추출 및 변환 동일한
  형태로 나머지 정보들도 추출 및 변환 후 임시 변수에 저장;
  ParsedPacket[0] ← sid; // 공간 객체 식별자
  ParsedPacket[1] ← rid; // 지역 식별자
  ParsedPacket[2] ← ts; // 유효 시간의 시작 시점
  ParsedPacket[3] ← te; // 유효 시간의 종료 시점
  ParsedPacket 배열 ← 임시 변수에 저장된 나머지 정보들;
  Return ParsedPacket; // 데이터베이스 저장 형태로 변환된
  위치 정보 반환

End
    
```

(알고리즘 2) 패킷 데이터 변환

(알고리즘 2)의 *PacketTranslator*는 데이터 로더를 통해 수신된 이력 데이터 패킷 *LoadPacket*을 입력 값으로 받아 이를 변환시킨 후, *ParsedPacket*을 반환한다. 수신된 이력 데이터 패킷 중에서 공간 객체 식별자(*sid*), 지역 식별자(*rid*), 유효 시간 시작 시점(*ts*), 유효 시간 종료 시점(*te*) 값 등을 추출하여 해당 데이터 타입으로 변환한 후 *Parsed Packet*에 저장하여 반환한다. 패킷 변환기를 통해 추출된 정보는 스키마 관리를 통해 이력 데이터베이스에 저장된다. 스키마 관리를 통한 데이터 저장 과정은 (알고리즘 3)과 같다.

```

Algorithm SchemaManager(ParsedPacket)
Input : ParsedPacket(이력 릴레이션에 저장될 대체에너지 데이터)
Begin
  sid ← ParsedPacket[0]; // ParsedPacket로부터 sid를 추출;
  rid ← ParsedPacket[1]; // ParsedPacket로부터 rid를 추출;
  ts ← ParsedPacket[2]; // ParsedPacket로부터 ts를 추출;
  te ← ParsedPacket[3]; // ParsedPacket로부터 te를 추출;
  임시 변수 리스트 ← 나머지 정보들을 순서대로 추출하여 할당;
  relation ← 데이터가 저장될 이력 릴레이션 정보 추출
  target ← 데이터가 저장될 이력 릴레이션의 최종 이름 생성
  target 릴레이션에 새로운 이력 정보를 추가;

End
    
```

(알고리즘 3) 스키마 관리를 통한 데이터 저장

(알고리즘 3)의 *SchemaManager*는 *ParsedPacket*를 입력받은 후, 이 정보를 해당되는 이력 릴레이션에 추가시킨다. 이력 데이터베이스에는 여러 개의 이력 릴레이션이 동시에 저장 관리되므로, *ParsedPacket*에 저장된 *sid*와 *rid*를 이용하여 해당 릴레이션의 이름을 검색한다.

3.2 대체에너지원 이력 데이터베이스

대체에너지원 이력 데이터베이스는 데이터 저장 및 연산을 위해 관계형 데이터 모델을 적용한다[16, 18]. 관계형 이력 데이터 모델(*relational history data model*)은 일반적으로 임의의 객체에 대하여 내부적으로 시간 속성을 추가한 공간 릴레이션과 비공간 릴레이션으로 구성하며, 상호간의 조인을 통해 이력 연산을 수행하는 특징을 갖는다.

3.2.1 데이터 모델

대체에너지원 데이터를 관리하기 위한 이력 데이터베이스 구조를 다음과 같이 설계한다. 먼저, 이력 데이터베이스는 관계형 데이터 모델을 기반으로 하며, 공간 이력 릴레이션과 속성 이력 릴레이션으로 구성된다. 공간 이력 릴레이션 *SHR*(*spatial history relation*)에는 시간의 변화에 따라 변경된 각 지역의 공간 정보가 저장되며, 그 형태는 다음과 같이 구성된다.

$$SHR = \{ \langle ts_i, te_i, sa_i \rangle \}_{i=1}^n \quad sa_i = \{ \langle s_j \rangle \}_{j=1}^k$$

공간 이력 릴레이션 *SHR*은 시간 속성(*temporal attribute*)과 공간 속성(*spatial attribute*)의 집합으로 구성된다. 먼저, 시간 속성은 *ts*와 *te*라는 값을 갖으며, *ts*는 유효 시간의 시작 시점, *te*는 유효 시간의 종료 시점을 나타낸다. 이때 하나의 이력 튜플의 시간 속성은 [*ts, te*]로 표현하며, [*ts, te*]는 *SHR*에 저장된 *i*번째 이력 튜플이 갖는 유효 시간의 간격을 나타낸다.

또한 *SHR*의 공간 속성은 *sa*로 표기하며, *sa_i*는 *i*번째 이력 튜플의 공간 속성 정보를 의미하며, *i* = {1, 2, 3, ..., *n*}이 된다. 하나의 공간 속성 *sa_i*는 다시 여러 개의 공간 속성들로 이루어진다. 공간 속성 *sa_i*는 *s_j*의 집합으로 구성되며, *j* = {1, 2, 3, ..., *k*}가 된다. 이와 관련하여 속성 이력 릴레이션 *AHR*(*attribute history relation*)은 시간의 변화에 따라 변경된 각 지역의 속성 정보가 저장되며, 그 형태는 다음과 같이 구성된다.

$$AHR = \{ \langle ts_i, te_i, ga_i \rangle \}_{i=1}^n \quad ga_i = \{ \langle g_j \rangle \}_{j=1}^k$$

속성 이력 릴레이션 *AHR*은 시간 속성과 일반 속성(*general attribute*)의 집합으로 구성된다. 시간 속성은 공간 이력 릴레이션과 마찬가지로 유효 시간의 간격을 나타내는 [*ts_i, te_i*]로 구성된다. *AHR*의 일반 속성은 *ga*로 표기하며,

ga_i 는 i 번째 이력 튜플의 대체에너지 데이터의 일반 속성 정보를 의미하며, $i=(1,2,3,\dots,n)$ 이 된다. 하나의 일반 속성 ga_i 는 다시 여러 개의 속성들로 이루어진다. 일반 속성 ga_i 는 g_j 의 집합으로 구성되며, $j=(1,2,3,\dots,k)$ 가 된다. 대체에너지원 데이터의 저장 및 효율적인 관리를 위해 관계형 이력 데이터 모델을 이용한 공간 이력 릴레이션의 구조는 <표 1>과 같다.

<표 1> 공간 이력 릴레이션 구조

sid	ts	te	s_1	...	s_n
공간 객체 식별자	유효 시간 시작 시점	유효 시간 종료 시점	공간 정보-1	...	공간 정보-n
string	date	date	float	...	float

<표 1>의 공간 이력 릴레이션 구조에서 sid는 공간 객체를 구분하는 공간 객체 식별자(spatial object identifier)이다. 공간 이력 릴레이션에는 각각의 공간 객체에 대해 유효 시간 간격별로 변화된 공간 정보가 저장된다. 여기에서 하나의 튜플에 저장되는 유효 시간의 간격은 $[ts, te]$ 로 표현된다. 이때 ts 는 유효 시간의 시작 시점을 나타내고, te 는 유효 시간의 종료 시점을 나타낸다. 유효 시간의 간격 $[ts, te]$ 동안의 공간 속성 정보는 (s_1, s_2, \dots, s_n) 으로 구성된다. s_1 은 공간 속성 집합 중 첫 번째 공간 정보를 의미하고, s_n 은 n 번째의 공간 정보를 나타낸다. 또한 관계형 이력 데이터 모델을 이용한 속성 이력 릴레이션의 구조는 <표 2>와 같다.

<표 2> 속성 이력 릴레이션 구조

rid	ts	te	g_1	...	g_n
지역 식별자	유효 시간 시작 시점	유효 시간 종료 시점	속성 정보_1	...	속성 정보_n
string	date	date	float	...	float

<표 2>의 속성 이력 릴레이션 구조에서 rid는 일사량 및 풍력 데이터가 측정된 국내의 각 지역을 구분하는 지역 식별자(region identifier)이다. 속성 이력 릴레이션에는 각 지역의 유효 시간 간격별로 변화된 속성 정보가 저장된다. 여기에서 각각의 튜플에 저장되는 유효 시간의 간격은 $[ts, te]$ 로 표현된다. 이때 ts 는 유효 시간의 시작 시점을 나타내고, te 는 유효 시간의 종료 시점을 나타낸다. 유효 시간의 간격 $[ts, te]$ 동안의 일반 속성 정보는 (g_1, g_2, \dots, g_n) 으로 구성된다. g_1 은 일반 속성 집합 중 첫 번째 속성 정보를 의미하고, g_n 은 n 번째의 속성 정보를 나타낸다.

공간 이력 릴레이션과 속성 이력 릴레이션에 저장되는 유효 시간은 저장될 데이터의 특성에 따라 시간의 주기(granularity)를 서로 다르게 지정할 수 있다. 시간의 주기란, 시간을 표현하는 최소 단위(unit)를 의미하며, 년(year), 월(month), 일(day), 시간(hour) 등으로 구분할 수 있다. 이

때 하나의 이력 릴레이션에서의 시간 주기는 모두 동일하다.

3.2.2 대체에너지원 데이터의 릴레이션 스키마

이 논문에서 대상으로 하는 대체에너지원 데이터 중에서 일사량 데이터와 풍력 데이터를 샘플로 이력 데이터베이스의 구성 형태를 기술한다.

(1) 일사량 데이터베이스

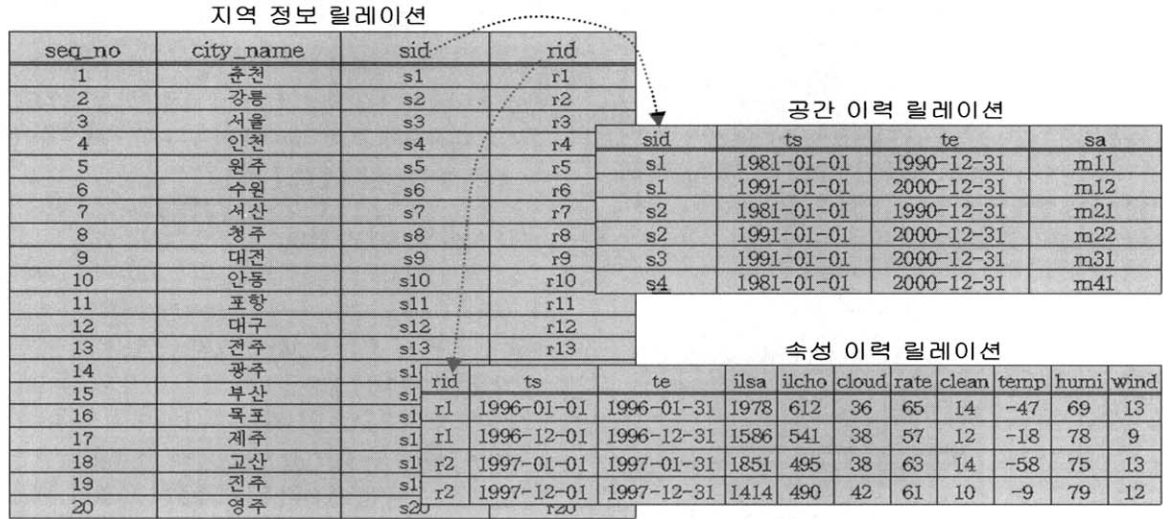
일사량 데이터는 기본적으로 모두 12가지 유형이 존재한다[10-12]. 이와 같은 유형의 데이터가 갖는 공간 정보는 모두 동일한 형태로 존재한다. 그러나 실제 일사량 관련 수치 값을 나타내는 일반 속성 정보는 서로 약간씩 다르게 구성되어 있다. 또한 일사량 데이터의 유형에 따라 서로 다른 시간의 주기를 갖는다. 이로 인해 하나의 릴레이션 스키마로 모든 일사량 데이터를 저장할 수 없기 때문에 <표 3>과 같이 4개의 릴레이션 스키마를 구성하여 12가지 유형의 일사량 데이터를 관리한다[14, 15, 18].

<표 3> 일사량 데이터의 스키마 유형

구분	데이터 유형
schema_1	ilsa, ilcho, cloud, rate, clean, temp, humi, wind
schema_2	out_radi
schema_3	clean_radi, g_radi_element
schema_4	slope_radi

<표 3>에서 schema_1은 ilsa(수평면 전일사량), ilcho(일조율), cloud(운량), rate(일사율), 청명일수(clean), 기온(temp), 상대습도(humi), 바람(wind)과 관련된 속성 데이터를 저장하는 구조이다. schema_2는 out_radi(대기권밖 일사량) 데이터의 저장 구조, schema_3은 clean_radi(청명 일사량)과 g_radi_element(전일사량 성분) 데이터를 저장하기 위한 구조이다. 마지막으로 schema_4는 slope_radi(경사면 일사량) 데이터를 저장하는 구조를 나타낸다. 각 스키마는 지역 정보 릴레이션, 공간 이력 릴레이션, 속성 이력 릴레이션으로 구성되며, 이 중에서 지역 정보 릴레이션과 공간 이력 릴레이션은 4개의 스키마에서 공통적으로 사용되므로 데이터베이스에 하나씩만 저장한다. 따라서 대체에너지원 이력 데이터베이스에는 지역 정보 릴레이션, 공간 이력 릴레이션, 그리고 4개의 속성 이력 릴레이션으로 구성된다. (그림 3)은 일사량 데이터의 릴레이션 스키마 구조와 관련 데이터의 저장 상태를 나타낸다.

(그림 3)에서 지역 정보 릴레이션은 현재 일사량 데이터가 관측된 국내 20개 지역에 관한 지명(city_name)과 공간 객체 식별자(sid), 지역 식별자(rid)에 관한 정보가 저장되는 릴레이션 구조를 나타낸다. 이때 지역 정보 릴레이션에 저장된 sid와 rid는 각각 공간 이력 릴레이션과 속성 이력 릴레이션의 외래 키(foreign key)가 된다. 공간 이력 릴레이션에는 지역 정보 릴레이션에 저장된 각각의 지역에 관한



(그림 3) 일사량 데이터의 릴레이션 스키마

공간 정보의 이력을 관리한다. 또한 속성 이력 릴레이션은 12가지 유형의 일사량 데이터 중에서 유사한 구조로 관리될 수 있는 정보들은 동일한 이력 릴레이션으로 관리되며, 데이터 유형에 따라 4개의 릴레이션으로 구분된다.

(2) 풍력 데이터베이스

풍력 데이터는 지역 정보 릴레이션, 공간 이력 릴레이션, 속성 이력 릴레이션으로 구성되며, 풍력 데이터가 측정된 지역은 33곳이다. 풍력 데이터의 릴레이션 스키마는 하나로 구성되며, 데이터 속성은 16가지로 세분화된다[13]. 풍력 데이터의 유형은 <표 4>와 같다.

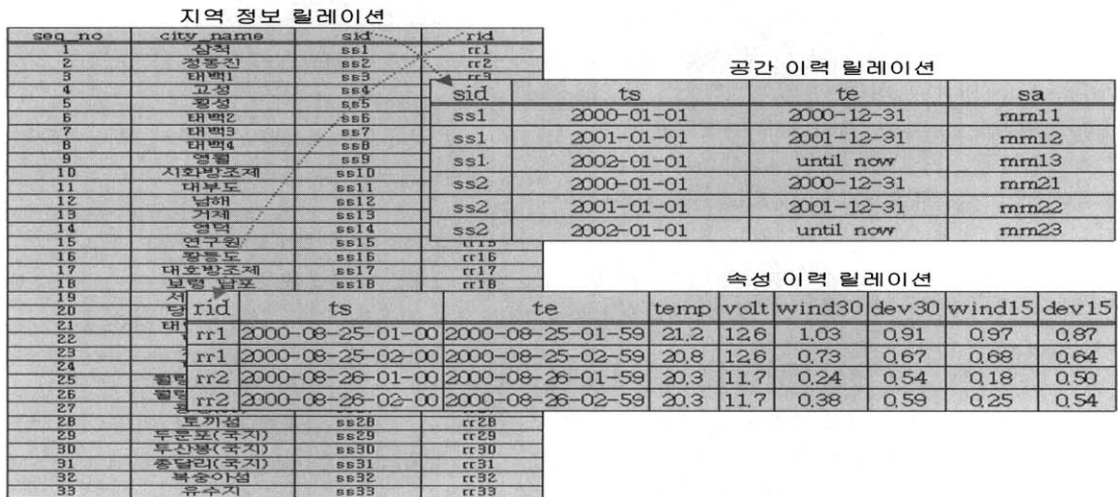
<표 4>는 풍력 데이터의 데이터베이스를 구성하는 릴레이션 스키마의 일반 속성을 나타낸 것으로 temp(내부온도), volt(전압), wind30(30m 풍속), dev30(30m 표준편차), wind15(15m 풍속), dev15(15m 표준편차), wind(풍향), dev(표준편차),

wind1(풍향1), dev1(표준편차1), actinometry(일사량), dev2(표준편차2), atmospheric_press(대기압), dev3(표준편차3), humidity(습도), dev4(표준편차4)로 구성된다. (그림 4)는 풍력 데이터의 릴레이션 스키마 구조와 관련 데이터의 저장 상태를 나타낸다.

<표 4> 풍력 데이터 속성

구분	속성
풍력 데이터	inner_temp, volt, wind30, dev30, wind15, dev15, wind, dev, wind1, dev1, actinometry, dev2, atmospheric_press, dev3, humidity, dev4

(그림 4)에서 지역 정보 릴레이션은 현재 풍력 데이터가 관측된 국내 33개 지역에 관한 지명(city_name)과 공간 객체 식별자(sid), 지역 식별자(rid)에 관한 정보가 저장되는



(그림 4) 풍력 데이터의 릴레이션 스키마

릴레이션 구조를 나타낸다. 이때 지역 정보 릴레이션에 저장된 sid와 rid는 각각 공간 이력 릴레이션과 속성 이력 릴레이션의 외래 키(foreign key)가 된다. 공간 이력 릴레이션에는 지역 정보 릴레이션에 저장된 각각의 지역에 관한 공간 정보의 이력을 관리한다. 또한 속성 이력 릴레이션은 하나의 스키마로 16가지 유형의 풍력 데이터 속성을 동일한 이력 릴레이션으로 관리한다.

3.3 이력 데이터 질의 처리기

이력 데이터 질의 처리기는 이력 데이터베이스에 저장된 대체에너지 데이터의 이력 정보에 대한 검색 및 질의 처리를 위한 연산을 수행한다. 이력 데이터 질의 처리기의 구축은 SQL-like나 Menu-driven과 같은 두가지 형태의 질의 처리기로 구분할 수 있다. 일반적으로 상용 데이터베이스 관리 시스템에서는 이러한 두가지 방법을 모두 지원하거나 한가지 유형만을 지원하고 있다[17]. 그러나 현재까지 상용화되어 널리 사용되는 시공간 데이터베이스 관리 시스템이 거의 없기 때문에 시공간 연산을 처리하기 위해서는 개별적인 이력 데이터 질의 처리기의 구축이 필요하다. 이 논문에서는 SQL-like와 같은 이력 데이터 질의 처리기를 설계한다.

이력 데이터 질의 처리기의 구성은 일반적인 데이터베이스 관리 시스템의 질의 처리 과정과 동일하다. 그러나 저장된 데이터는 이력 데이터베이스 형태로 모델링되며, 사용자는 이력 질의 표현을 사용하고, 이력 데이터 처리를 위한 연산의 처리가 추가적으로 필요하다. 대체에너지원 이력 데이터의 검색 과정은 (알고리즘 4)와 같다.

```

Algorithm YMIntervalSearch (fYear, tYear, fMonth, tMonth, sCity, sClass)
fYear : start year value selected by user
tYear : end year value selected by user
fMonth : start month value selected by user
tMonth : end month value selected by user
sCity : city name selected by user
sClass : class name selected by user
Begin
  transform sClass into suitable data class for query processing
  transform fYear, tYear, fMonth, tMonth into year, month,
  interval for query processing
  transform sCity into suitable city class for query processing
  Search tuple which have transformed value
  return result value
End
    
```

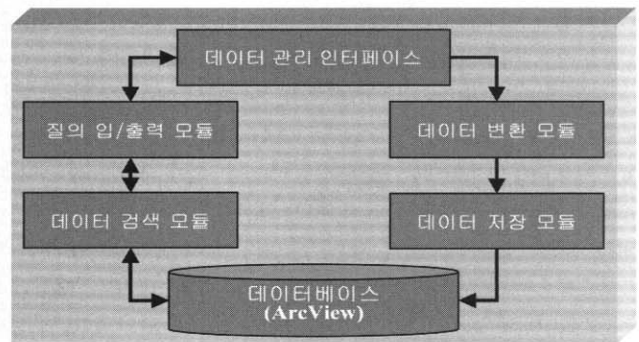
(알고리즘 4) 대체에너지원 이력 데이터의 검색 알고리즘

(알고리즘 4)는 대체에너지원 데이터의 이력 정보를 검색하는 알고리즘이다. 여기에서 이력 데이터 검색은 저장된 각각의 대체에너지원 데이터에 대해 지역별, 년별, 월별 검색 등 시간과 공간에 대한 검색을 제공한다. 검색 결과로는 해당하는 레코드를 반환하며, 이 레코드를 활용하여 그래프, 차

트, 등고선, 월별, 년별 평균 등을 사용자에게 제공한다.

3.4 공간 객체 관리기 및 웹 GIS 서버

공간 객체 관리기는 상용 GIS 도구를 사용한다. 이 논문에서는 ESRI에서 개발된 상용 공간 객체 관리 시스템인 ArcView[19]를 이용하여 이력 데이터베이스에 저장된 데이터를 공간 객체 관리 시스템의 데이터베이스에 구축하였다. 이와 같이 상용화된 공간 객체 관리 시스템을 활용하는 경우 이력 데이터의 질의 처리에서 수행하지 못하는 지도 정보에 대한 처리와 다양한 시각화 기능을 활용할 수 있다. 공간 객체 관리기의 구조는 (그림 5)와 같다.



(그림 5) 공간 객체 관리기

(그림 5)에서 *데이터 관리 인터페이스*는 외부로부터 새로운 데이터를 입력 받아 데이터베이스에 저장하거나, 이미 저장된 데이터에 대한 정보 검색을 위한 인터페이스를 제공한다. *질의 입/출력 모듈*은 사용자의 정보 검색을 위한 질의를 입력받고, 처리 결과를 반환한다. 검색된 결과는 텍스트 형태는 물론 차트, 그래프, 등고선 등의 다양한 형태로 그 결과를 제공한다. *데이터 검색 모듈*은 질의 수행을 위한 데이터 검색 기능을 처리한다. *데이터 변환 모듈*은 데이터 관리 인터페이스로부터 입력된 대체에너지원 데이터를 전송 받아 ArcView 데이터베이스에 저장하기 위한 형태로 변환한다. 변환된 데이터는 *데이터 저장 모듈*을 통해 데이터베이스에 저장된다.

웹 GIS 서버는 기존의 웹 서비스처럼 서버/클라이언트 환경으로 구성되며, 공간 객체 관리기에 구축된 정보를 인터넷을 통해 웹 클라이언트에게 연결하는 미들웨어(middleware) 역할을 한다. 이 논문에서는 공간 객체 관리기 구축에 사용된 ArcView 응용 시스템의 웹 서비스를 위해 ArcIMS 3[20]을 사용한다. ArcIMS 3은 복잡한 GIS 솔루션의 사용자만이 접할 수 있었던 매핑 및 지리 정보를 단순히 웹 브라우저에서 지리 데이터를 표현하거나 조회하는 기능을 제공할 뿐만 아니라 인터넷을 통한 데이터의 공유 및 액세스가 가능하도록 하는 도구이다. 또한 분산 GIS 아키텍처를 만드는 방법에 있어서도 효율적인 기능들을 제공한다.

4. 웹 인터페이스를 통한 데이터 검색 서비스

대체에너지원 이력 데이터 관리 시스템의 웹 인터페이스를 구현하였다. 웹 인터페이스를 통해서 이력 데이터베이스에 저장된 대체에너지원 데이터를 웹에서 사용자가 직접 검색할 수 있다. 이 시스템에서는 실행된 결과를 단순히 테이블(텍스트) 형태로만 제시하지 않고 그래프, 차트, 등고선, 지도정보 서비스 등과 같은 다양한 형태의 시각화를 통한 검색 서비스를 제공한다.

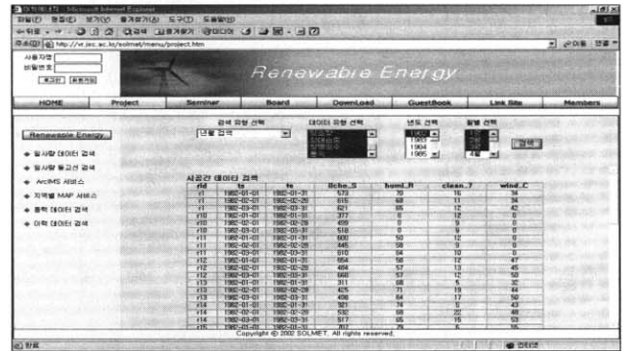
4.1 구현 환경 및 기능

웹 인터페이스 구현 환경은 클라이언트/서버 구조를 갖는다. 서버는 Windows 2000 Server(IIS 5.0), GIS 도구는 Arc View 3.2[19]와 ArcIMS 3(GIS Web Server)[20]을 사용하였으며, 데이터베이스는 MS-SQL Server 2000 Enterprise Edition, 웹 프로그래밍 언어는 ASP(Active Server Page)를 이용하여 시스템을 구현하였다. 웹 인터페이스의 구성 내용은 일사량 데이터, 일사량 등고선, ArcIMS 서비스, 지역별 MAP 서비스, 풍력 데이터, 이력 데이터 검색 등의 기능을 제공한다. 또한 일사량 데이터의 전체 데이터 대상은 국내 20개 지역에서 측정된 12가지 유형의 데이터로 구성되며, 풍력 데이터의 전체 데이터 대상은 국내 33곳의 지역에서 측정된 16가지 유형의 데이터로 구성된다. 대체에너지원 데이터의 검색 결과 유형에서는 테이블(텍스트), 통계자료, 차트 등의 유형을 선택할 수 있다. 전체 선택을 실행할

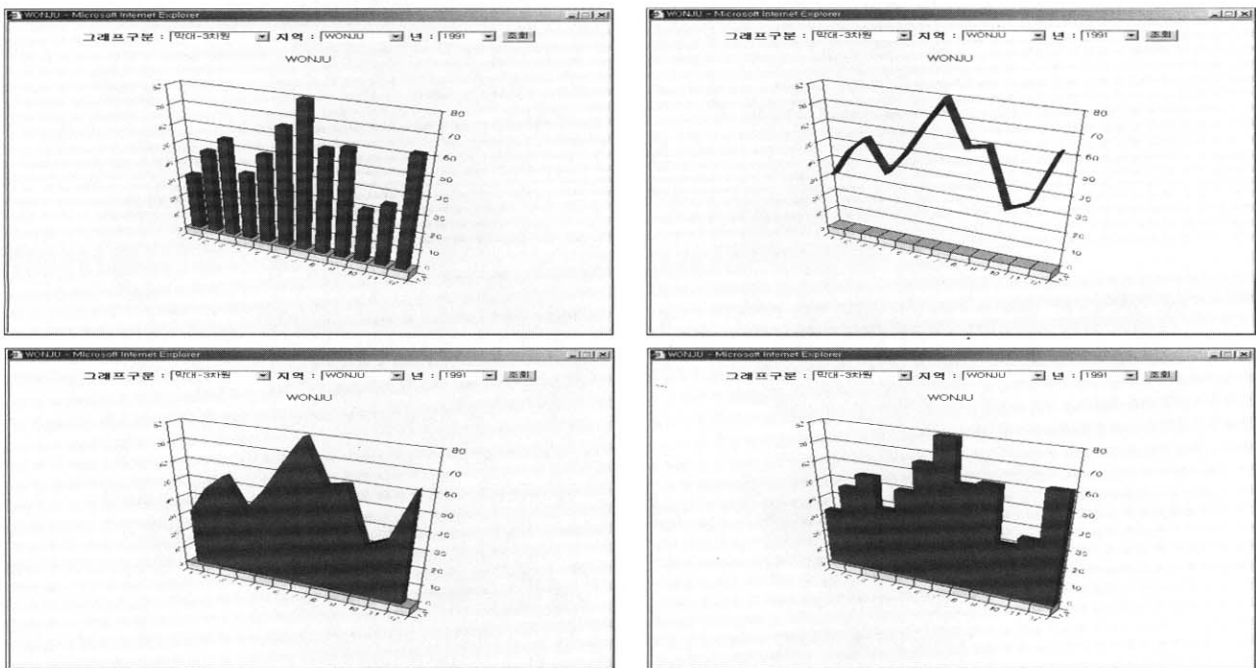
경우 기본으로 테이블 형태의 결과를 출력하며, 지역 선택을 실행할 경우 해당되는 지역의 테이블, 통계자료, 차트 등의 다양한 검색 결과를 제공한다.

4.2 이력 데이터 검색

이력 데이터 검색은 대체에너지원 데이터 검색의 기능 중 검색 유형 선택, 데이터 유형 선택, 지역 선택으로 구성된다. 검색 유형에는 지역 검색, 년별 검색, 월별 검색, 연월 검색, 연별 평균 검색, 월별 평균 검색의 6가지로 분류된다. 또한 데이터 유형의 선택은 수평면 전일사량, 일사율, 운량, 기온 일조량, 상대 습도, 청명일수, 풍속에 대해서만 구성한다. 다음에 제시하는 내용은 다양한 질의 형태와 그에 해당하는 결과 화면을 나타낸 것이다.



(그림 6) 이력 데이터 검색 결과 화면



(그림 7) 일사량 데이터 유형의 풍속 차트 결과 화면

[질의 1] 1982년도 1월 2월 3월의 일사량 데이터 유형 중 일조량, 상대습도, 청명일수, 풍속에 대한 통계 자료를 검색하시오.

(그림 6)은 웹 인터페이스 초기 화면의 좌측 메뉴에서 “이력 데이터 검색” 항목을 선택할 때 나타나는 초기 화면으로 데이터 검색 유형으로 “년월” 검색과 데이터 유형으로 일조량, 상대습도, 청명일수, 풍속 등의 조건을 지정한 화면과 검색 결과를 나타낸다.

[질의 2] 1991년도 원주 지역의 풍속에 대한 데이터를 다양한 차트 형태로 검색하시오.

(그림 7)은 웹 인터페이스 초기 화면의 좌측 메뉴에서 “일사량 데이터 검색” 항목을 선택할 때 나타나는 화면에서 원주 지역의 풍속에 대한 차트 정보를 얻기 위해 조건 검색을 지정한 화면과 검색 결과이다. 여기에서는 결과 유형을 다양

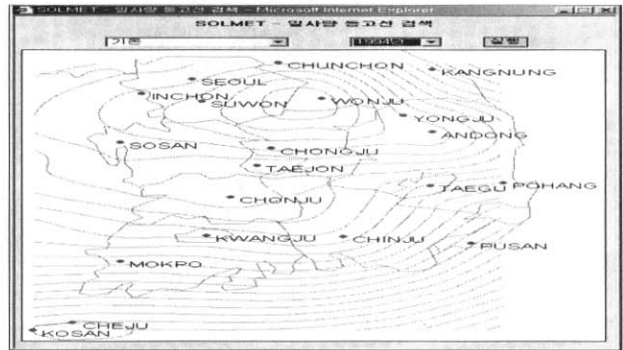
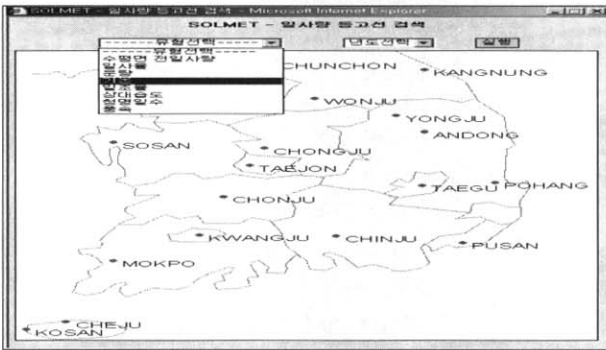
한 차트(3차원-Bar, 꺾은선-3차원, 영역-3차원, 계층-3차원) 형태로 선택하여 실행한 검색 결과를 나타낸다.

4.3 등고선도 검색

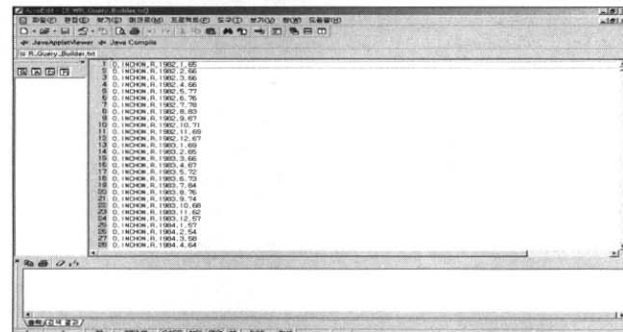
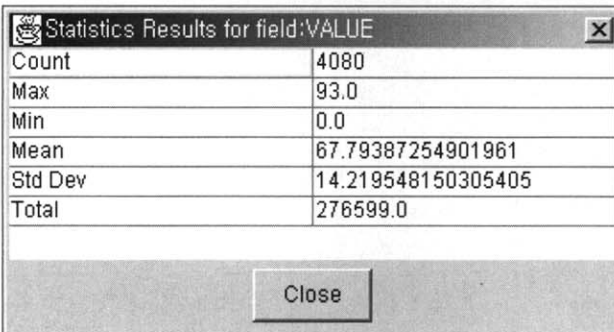
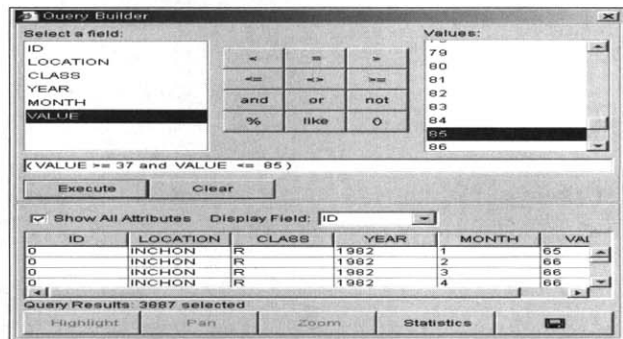
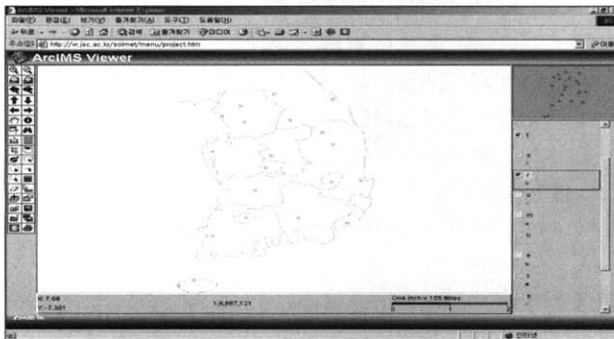
일사량 등고선 검색 결과는 각각의 일사량 유형과 원하는 년도를 선택한 1년 동안의 평균 데이터를 나타낸다. 간단한 등고선도 검색의 질의에 대한 결과 화면은 (그림 8)과 같다.

[질의 3] 1994년도 기온에 대한 일사량 데이터 유형을 등고선도 형태로 검색하시오.

(그림 8)은 웹 인터페이스 초기 화면의 좌측 메뉴에서 “일사량 등고선 검색” 항목을 선택할 때 나타나는 화면에서 유형 선택으로 기온에 대한 일사량 등고선을 검색하기 위해 원하는 조건 검색을 지정하는 화면과 검색 결과를 나타낸다.



(그림 8) 일사량 데이터 유형의 기온 등고선 결과 화면



(그림 9) ArcIMS 서비스의 검색 결과 화면

4.4 웹 GIS 서비스

시스템에 구현된 웹 인터페이스는 ArcIMS 3을 이용하여 테이블 관련 검색 질의를 Query Builder라는 도구를 통해 웹으로 서비스를 제공한다.

[질의 4] 일사량 데이터 유형에서 상대습도가 37% 이상~85% 이하인 통계 자료를 검색하시오. 단, 검색 결과를 텍스트 파일 형태로 저장하시오.”

(그림 9)는 웹 인터페이스 초기 화면의 좌측 메뉴에서 “ArcIMS 서비스” 항목을 선택할 때 실행되는 초기 화면과 ArcIMS 서비스의 Query Builder에서 상대습도가 37% 이상~85% 이하인 조건 검색을 지정한 화면과 검색 결과를 나타낸다. 이와 같은 테이블은 해당하는 일사량 데이터들의 통계 자료를 나타낼 수 있으며, 별도의 텍스트 파일로도 저장할 수 있다.

5. 제안 시스템의 특성 분석

이 논문에서는 대체에너지원 데이터의 특성을 고려한 데이터 저장 및 연산을 위해 관계형 이력 데이터 모델을 적용한 대체에너지원 이력 데이터베이스를 구축하고, 다양한 질의 처리 결과를 웹에서 확인할 수 있는 웹 기반의 사용자 인터페이스를 제공하는 대체에너지원 이력 데이터 관리 시스템을 설계하였다. 제안된 시스템의 특성을 기존 시스템과 비교 분석한 전체적인 내용은 <표 5>와 같다.

<표 5>에서는 기존 시스템과의 특성을 분석하기 위해 검색 결과 유형을 5가지 형태(테이블, 그래프, 차트, 등고선, 지도정보)와 Web GIS 서비스, 3차원 시각화, 그리고 자동 데이터 수신 및 저장 기능 등의 지원 여부를 대상으로 설정하여 비교한 내용을 제시하였다. 이와 같이 설정한 8가지 유형의 항목을 비교 분석한 결과 이 논문에서 제안한 시스템은 기본적으로 다른 시스템에서 제공하는 일반적인 테이블(텍스트), 그래프, 차트와 같은 유형의 검색 결과와 등고선 검색, 이력 데이터 검색 연산을 이용한 Web GIS 서비스, 3차원 시각화 그리고 자동 데이터 수신 및 저장 기능을 추가적으로 제공하는 특징을 갖는다. 이러한 기능을 통해

대체에너지의 과거 데이터를 다양한 관점에서 참조할 수 있으며, 향후 대체에너지원 데이터에 대한 조사 및 관리에 유용하게 활용할 수 있을 것이다.

또한 기존의 시스템들은 측정 데이터를 수집하여 수동적인 작업으로 데이터베이스에 저장하지만 제안 시스템은 대체에너지원 데이터 관측 시스템으로부터 수신 받은 데이터를 처리하여 주기적으로 이력 데이터베이스에 저장하기 때문에 작업 처리 과정을 자동으로 처리하는 기능도 제공한다. 뿐만 아니라 대체에너지와 관련된 데이터는 매년 측정된 정보들이 새롭게 추가되므로 데이터량이 시간의 변화에 따라 커지게 된다. 따라서 제안 시스템은 방대한 량의 대체에너지원 이력 정보를 실시간으로 처리할 수 있는 방법을 제안하였다.

6. 결 론

대체에너지원 데이터는 시간에 따라 그 측정값이 시시각각으로 변경되는 특징을 갖고 있으며, 다양한 공간적인 주변 환경 요소와 밀접한 관련이 있다. 이와 같은 특징을 고려해 볼 때 대체에너지원 데이터는 시공간 데이터로 분류할 수 있으며, 대체에너지원 데이터의 방대한 이력 정보를 공간 속성과 함께 효율적으로 저장 및 관리할 수 있는 시공간 데이터베이스의 구축과 웹을 통해 이러한 정보를 제공하는 연구 개발이 필요하다.

이 논문에서는 현재까지 국내 20개 도시에서 측정된 일사량 데이터와 33곳의 지역에서 측정된 풍력 데이터를 체계적으로 저장 및 관리하고, 향후 변화 추이를 예측하기 위한 대체에너지원 이력 데이터 관리 시스템을 설계하였다. 제안 시스템은 데이터 변환기, 이력 데이터베이스, 이력 데이터 처리기, 공간 객체 관리기, 웹 GIS 서버로 구성되며, 다양한 이력 데이터 질의를 통한 데이터 검색이 가능하다. 아울러 질의에 대해 테이블, 그래프, 차트, 등고선, 지도정보 서비스 등의 다양한 형태로 결과를 확인할 수 있으며, ArcIMS를 이용하여 웹 GIS 서비스가 가능하도록 하였다. 또한 데이터 관측 시스템으로부터 주기적으로 측정되는 데이터를 처리하여 이력 데이터베이스에 저장함으로써 측정된 데이터를 수집하

<표 5> 기존 시스템과의 비교 분석

구 분	검색 결과 유형					Web GIS 서비스	3차원 시각화	자동 데이터 수신·저장
	테 이 블	그 래 프	차 트	등 고 선	지 도 정 보			
제안 시스템	○	○	○	○	○	○	○	○
SOLMET	○	○	○	○	×	○	○	×
NREL	○	△	△	×	△	△	×	×
FSEC	○	△	△	×	×	×	×	○
CEDRL	○	△	△	×	×	×	×	×
BSRN	○	×	×	×	×	×	×	×

지원함(○), 부분적으로 지원함(△), 지원하지 못함(×)

여 데이터베이스에 저장하던 기존의 수동적인 작업을 자동으로 처리할 수 있도록 하였다. 아울러 대체에너지원 데이터는 매년 측정된 정보들이 새롭게 추가되므로 데이터량이 시간의 변화에 따라 커지므로 대용량의 대체에너지원 이력 데이터를 관리할 수 있는 방법을 제안하였다.

제안 시스템은 대체에너지원에 관련된 정보 및 이에 대한 영향을 미치는 요소와 분석 정보를 제공함으로써 기상정보, 해양정보, 산림정보 등과 같이 다양한 분야에 적용될 수 있으며, 이와 관련된 응용 시스템 개발의 과급 효과를 가져올 것으로 기대한다. 향후에는 외부의 대체에너지원 데이터 관측 시스템과 실제적인 연동을 통해 현재 구현된 시스템을 시뮬레이션 및 평가하는 연구가 추가적으로 필요하다.

참 고 문 헌

[1] L. M. Murphy, J. Brokaw, J. Pulaski, K. McCormack, "The National Alliance of Clean Energy Business Incubators," NREL/BK-720-28724, <http://www.nrel.gov>, 2000.

[2] Rredc, "Renewable Energy Resources in the United States," <http://rredc.nrel.gov>, 2002.

[3] Fsec, "Automated Field Data Management and Quality Assurance," Florida Solar Energy Center, <http://logger.fsec.ucf.edu/met>, 2002.

[4] B. W. Forgan, "BSRN Specification related to Aerosol optical Depth," 6th BSRN Science and Review Workshop, Australia, <http://bsrn.ethz.ch>, 2000.

[5] B. A. Wielicki et al., "CERES(Clouds and the Earth's Radiant Energy System) Validation Plan Overview", Technical Document, Release 4, <http://bsrn.ethz.ch>, 2000.

[6] G. O. P. Obasi, "Reducing Vulnerability to Weather and Climate Extremes," Switzerland, World Meteorological Organization, 2002.

[7] D. Anderson, "The Meteorological Service of Canada," Annual Report, pp.4-25, 2000-2001.

[8] M. Erwig, R. H. Guting, M. Schneider and M. Vazirgiannis, "Spatio-Temporal Data Types : An Approach to Modeling and Querying Moving Objects in Databases," Chorochronos Technical Report, CH-97-8, 1997.

[9] K. H. Ryu, "A temporal database management main memory prototype," TempIS TR-26, CSD, The University of Arizona, 1991.

[10] 이태규외 6명, "국내 일사량 분석·평가 및 데이터 표준화 연구", 산업자원부, 1999.

[11] 양윤섭외 8명, "국내 일사량 분석·평가 및 데이터 표준화 연구", 한국에너지기술연구원, 1998.

[12] 기상연구소, "GMS 자료를 이용한 지면 도달 일사량 산출 연구", 기상연구소, 1998.

[13] 김건훈외 5명, "풍력발전 유망지역의 풍력자원 정밀조사", 한국에너지기술연구원, 1997.

[14] 황재홍, 정영진, 안윤애, 류근호, 김광득, 안상규, "대체에너지

데이터를 이용한 시공간 표현 및 3차원 비주얼라이제이션", 한국지리정보학회 추계학술발표 논문집, pp.216-225, 2001.

[15] 정영진, 황재홍, 안윤애, 김광득, 류근호, "웹 기반 대체에너지 관리를 위한 시공간 데이터베이스", 한국정보처리학회 추계 학술발표논문집, pp.117-120, 2001.

[16] 김동호, 류근호, "관계형 시공간 데이터베이스 질의 언어와 연산", 정보처리학회논문지, 제5권 제10호, pp.2467-2478, 1998.

[17] 류근호, 김동호, 남광우, 신예호, 신정훈, "시공간 데이터베이스 시스템 연구", 연구개발결과 보고서, 정보통신부, 1998.

[18] 오인배, 안윤애, 류근호, 김광득, "일사량 에너지 데이터 관리 시스템 설계", 정보처리학회논문지D, 제10-D권 제3호, pp. 531-540, 2003.

[19] 한국 ESRI, "ArcView 한글메뉴얼", <http://www.esri.com/software/arcview/index.html>, 2002.

[20] 한국 ESRI, "ArcIMS 3 특징및기능", <http://www.esri.com/software/arcims/index.html>, 2000.



오 인 배

e-mail : iboh@jsc.ac.kr
 1987년 한남대학교 컴퓨터공학과(공학사)
 1989년 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 (공학석사)
 2001년 충북대학교 대학원 전자계산학과 (박사수료)

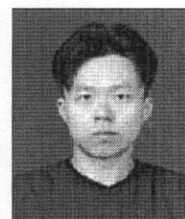
1989년~1992년 (주)LG-HITACHI Ltd. 해외 S/W 개발실 근무
 1992년~현재 주성대학 인터넷가상현실학과 교수
 관심분야 : 시공간 데이터베이스, 모바일 데이터베이스, 지리정보 시스템, 가상현실(Virtual Reality), 무선인터넷 등



안 윤 애

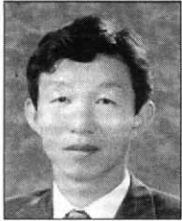
e-mail : yeahn@cjnc.ac.kr
 1993년 한남대학교 컴퓨터공학과(공학사)
 1996년 충북대학교 대학원 전자계산학과 (이학석사)
 2003년 충북대학교 대학원 전자계산학과 (이학박사)

2003년~현재 청주과학대학 컴퓨터과학과 전임강사
 관심분야 : 시공간 데이터베이스, 모바일 데이터베이스, 지리 정보 시스템, 지식기반 시스템 등



김 원 태

e-mail : wtkim@dblab.chungbuk.ac.kr
 2002년 청주대학교 컴퓨터정보공학과 (공학사)
 2002년~현재 충북대학교 대학원 전자계산학과 석사과정
 관심분야 : 시공간 데이터베이스, 지리정보 시스템, 지식기반 시스템 등



류근호

e-mail : khryu@dblabb.chungbuk.ac.kr

1976년 숭실대학교 전산학과(공학사)

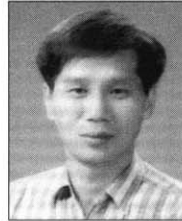
1980년 연세대학교 공학대학원 전산전공
(공학석사)

1988년 연세대학교 대학원 전산전공(공학
박사)

1976년~1986년 육군군수지원사전산실(ROTC 장교), 한국전자
통신연구소(연구원), 한국방송통신대, 전산학과(조교수)
근무

1989년~1991년 Univ. of Arizona Research Staff(TempIS
연구원, Temporal DB)

1986년~현재 충북대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 교수
관심분야 : 시간 데이터베이스, 시공간 데이터베이스, Temporal
GIS, 객체 및 지식베이스 시스템, 지식기반 정보검색
시스템, 데이터 마이닝, 데이터베이스 보안 및
Bio-Informatics 등



김광득

e-mail : kdkim@kier.re.kr

1987년 대전산업대학교 전자계산학과
(공학사)

1989년 전북대학교 대학원 전산통계학과
(이학석사)

2000년 충북대학교 대학원 전자계산학과
(이학박사)

1981년~현재 한국에너지기술연구원 책임기술원
관심분야 : 컴퓨터 보안, 시공간 데이터베이스, 데이터 마이닝,
네트워크 관리 등